

НОВОСИБИРСКИЙ ГАУ
ИНЖЕНЕРНЫЙ ИНСТИТУТ

**ЭЛЕКТРОСТАТИКА.
ПОСТОЯННЫЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК**

Сборник
индивидуальных заданий по физике

Новосибирск 2016

УДК: 53(075)

Кафедра теоретической и прикладной физики

Составители: д.т.н., проф. С.В. Викулов,
доц. И.М. Дзю,
канд. физ. мат. наук, до. В.И. Сигимов
ст.преп. А.П. Минаев,
ст.преп.М.Г. Алешкевич

Рецензент д-р физ.-мат. наук М.П. Синюков (СГУВТ)

Электростатика. Постоянный электрический ток. Сборник индивидуальных заданий по физике. / Новосиб. гос. аграр. ун-т; сост.: С.В. Викулов, В.И. Сигимов, И.М. Дзю, А.П. Минаев, М.Г. Алешкевич – Новосибирск: НГАУ, 2016. – 146 с.

Сборник индивидуальных заданий содержит 60 вариантов заданий и приведены основные формулы и законы. Предназначено для студентов, обучающихся по всем направлениям и формам обучения, реализуемым в НГАУ.

Утверждена и рекомендована к изданию методическим советом инженерного института протокол №... 2016

1. ЭЛЕКТРОСТАТИКА

- Закон Кулона

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{|Q_1| \cdot |Q_2|}{r^2},$$

где F – сила взаимодействия двух точечных зарядов Q_1 и Q_2 в вакууме; r – расстояние между зарядами; $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м - электрическая постоянная.

- Напряженность и потенциал электростатического поля

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{Q_0}, \quad \varphi = \frac{W}{Q_0}, \quad \text{или} \quad \varphi = \frac{A_\infty}{Q_0},$$

где F – сила, действующая на точечный положительный заряд Q_0 , помещенный в данную точку поля; W – потенциальная энергия заряда Q_0 ; A_∞ – работа перемещения заряда Q_0 , из данной точки поля за его пределы.

- Напряженность и потенциал электростатического поля точечного заряда Q на расстоянии r от заряда

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2}, \quad \varphi = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r}.$$

- Поток вектора напряженности сквозь площадку dS

$$d\Phi_E = \vec{E} d\vec{S} = E_n dS,$$

где $dS = dS n$ – вектор, модуль которого равен dS , а направление совпадает с нормалью n к площадке; E_n – проекция вектора E на нормаль n к площадке dS .

- Поток вектора напряженности через произвольную поверхность S

$$\Phi_E = \int_S \vec{E} d\vec{S} = \int_S E_n dS.$$

- Принцип суперпозиции (наложения) электростатических полей

$$\vec{E} = \sum_{i=1}^n \vec{E}_i; \quad \varphi = \sum_{i=1}^n \varphi_i,$$

где E_i , φ_i – соответственно напряженность и потенциал поля, создаваемого зарядом Q_i .

- Связь между напряженностью и потенциалом электрического поля

$$\vec{E} = -\text{grad}\varphi, \quad \text{или} \quad \vec{E} = -\left(\frac{\partial\varphi}{\partial x} \vec{i} + \frac{\partial\varphi}{\partial y} \vec{j} + \frac{\partial\varphi}{\partial z} \vec{k} \right),$$

где i, j, k – единичные векторы координатных осей.

- В случае поля, обладающего центральной или осевой симметрией,

$$E = -\frac{d\varphi}{dr}.$$

- Электрический момент диполя (дипольный момент)

$$\vec{p} = |Q|\vec{l},$$

где l – плечо диполя.

- Линейная, поверхностная и объемная плотности зарядов

$$\tau = \frac{dQ}{dl}; \quad \sigma = \frac{dQ}{dS}; \quad \rho = \frac{dQ}{dV},$$

т.е. соответственно заряд, приходящийся на единицу длины, поверхности и объема.

- Теорема Гаусса для электрического поля в вакууме

$$\Phi = \oint_s \vec{E} d\vec{S} = \oint_s E_n dS = \frac{1}{\varepsilon_0} \sum_{i=1}^n Q_i = \frac{1}{\varepsilon_0} \int \rho dV,$$

где ε_0 – электрическая постоянная; $\sum_{i=1}^n Q_i$ – алгебраическая сумма зарядов, заключенных внутри замкнутой поверхности S ; n – число зарядов; ρ – объемная плотность зарядов.

- Напряженность поля, создаваемого равномерно заряженной бесконечной плоскостью,

$$E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}.$$

- Напряженность поля, создаваемого двумя бесконечными параллельными разноименно заряженными плоскостями,

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}.$$

- Напряженность поля, создаваемого равномерно заряженной сферической поверхностью радиусом R с общим зарядом Q на расстоянии r от центра сферы,

$E = 0$ при $r < R$ (внутри сферы);

$$E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{Q}{r^2},$$

при $r \geq R$ (вне сферы).

- Напряженность поля, создаваемого объемно заряженным шаром радиусом R с общим зарядом Q на расстоянии r от центра шара,

$$E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{Q}{R^3} r \quad \text{при } r \leq R \text{ (внутри шара);}$$

$$E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{Q}{r^2} \quad \text{при } r \geq R \text{ (вне шара).}$$

- Напряженность поля, создаваемого равномерно заряженным бесконечным цилиндром радиусом R на расстоянии r от оси цилиндра,

$E = 0$ при $r < R$ (внутри цилиндра);

$$E = \frac{1}{2\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{\tau}{r},$$

при $r \geq R$ (вне цилиндра).

- Циркуляция вектора напряженности электрического поля вдоль замкнутого контура

$$\oint_L \vec{E} d\vec{l} = \int_L E_t dl = 0,$$

где E_t – проекция вектора E на направление элементарного перемещения dl .
Интегрирование производится по любому замкнутому пути L .

- Работа, совершаемая силами электростатического поля при перемещении заряда Q_0 из точки 1 в точку 2,

$$A_{12} = Q_0 (\varphi_1 - \varphi_2), \text{ или } A_{12} = Q_0 \int_1^2 \vec{E} d\vec{l} = Q_0 \int_1^2 E_t dl$$

где E_t – проекция вектора E на направление элементарного перемещения dl

- Поляризованность

$$\vec{P} = \sum \frac{\vec{p}}{V},$$

где V – объем диэлектрика; p_i – дипольный момент i -й молекулы.

- Связь между поляризованностью диэлектрика и напряженностью электрического поля

$$\vec{P} = \chi \varepsilon_0 \vec{E},$$

где χ – диэлектрическая восприимчивость вещества.

- Связь диэлектрической проницаемости ε с диэлектрической восприимчивостью χ

$$\varepsilon = 1 + \chi.$$

- Связь между напряженностью E поля в диэлектрике и напряженностью E_0 внешнего поля

$$E = E_0 - \frac{P}{\varepsilon_0}, \text{ или } E = \frac{E_0}{\varepsilon}.$$

- Связь между векторами электрического смещения и напряженностью электрического поля

$$\vec{D} = \varepsilon_0 \varepsilon \vec{E}.$$

- Связь между \vec{D} , \vec{E} и \vec{P}

$$\vec{D} = \varepsilon_0 \vec{E} + \vec{P}.$$

- Теорема Гаусса для электростатического поля в диэлектрике

$$\Phi_D = \oint_s \vec{D} d\vec{S} = \oint_s D_n dS = \sum_{i=1}^n Q_i,$$

где $\sum_{i=1}^n Q_i$ – алгебраическая сумма заключенных внутри замкнутой поверхности S свободных электрических зарядов; D_n – проекция вектора \vec{D} на нормаль \vec{n} к площадке dS ; $d\vec{S} = dS \cdot \vec{n}$ – вектор, модуль которого равен dS , а направление совпадает с нормалью \vec{n} к площадке.

- Напряженность электрического поля у поверхности проводника

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0 \varepsilon},$$

где σ – поверхностная плотность зарядов.

- Емкость уединенного проводника

$$C = \frac{Q}{\varphi},$$

где Q – заряд, сообщенный проводнику; φ – потенциал проводника.

- Емкость плоского конденсатора

$$C = \varepsilon_0 \varepsilon \frac{S}{d},$$

где S – площадь каждой пластины конденсатора; d – расстояние между пластинами.

- Емкость цилиндрического конденсатора

$$C = \frac{2\pi\varepsilon_0 \varepsilon l}{\ln(r_2 / r_1)},$$

где l – длина обкладок конденсатора; r_1 и r_2 – радиусы полых коаксиальных цилиндров.

- Емкость сферического конденсатора

$$C = 4\pi\varepsilon_0 \varepsilon \frac{r_1 r_2}{r_1 - r_2},$$

где r_1 и r_2 – радиусы концентрических сфер.

- Емкость системы конденсаторов при последовательном и параллельном соединениях

$$\frac{1}{C} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{C_i}, \quad C = \sum_{i=1}^n C_i,$$

где C_i – емкость i -го конденсатора; n – число конденсаторов.

- Энергия уединенного заряженного проводника

$$W = \frac{C\varphi^2}{2} = \frac{Q\varphi}{2} = \frac{Q^2}{2C}.$$

- Энергия взаимодействия точечных зарядов

$$W = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n Q_i \varphi_i,$$

где φ_i – потенциал, создаваемый в той точке, где находится заряд Q_i , всеми зарядами, кроме i -го.

- Энергия заряженного конденсатора

$$W = \frac{C(\Delta\varphi)^2}{2} = \frac{Q\Delta\varphi}{2} = \frac{Q^2}{2C},$$

где Q – заряд конденсатора; C – его емкость; $\Delta\varphi$ – разность потенциалов между обкладками.

- Сила притяжения между двумя разноименно заряженными обкладками конденсатора

$$|F| = \frac{Q^2}{2\varepsilon_0\varepsilon S} = \frac{\sigma^2 S}{2\varepsilon_0\varepsilon} = \frac{\varepsilon_0\varepsilon E^2 S}{2}.$$

- Энергия электростатического поля плоского конденсатора

$$W = \frac{\varepsilon_0\varepsilon E^2}{2} Sd = \frac{\varepsilon_0\varepsilon S U^2}{2d} = \frac{\varepsilon_0\varepsilon E^2}{2} V,$$

где S - площадь одной пластины; U - разность потенциалов между пластинами; $V = Sd$ - объем конденсатора.

- Объемная плотность энергии

$$w = \frac{1}{2} \varepsilon_0\varepsilon E^2 = \frac{1}{2} ED,$$

где D - электрическое смещение.

2. ПОСТОЯННЫЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК

- Сила и плотность электрического тока

$$I = \frac{dQ}{dt}; j = \frac{I}{S},$$

где S - площадь поперечного сечения проводника.

- Плотность тока в проводнике

$$\vec{j} = ne \langle \vec{v} \rangle,$$

где $\langle v \rangle$ - скорость упорядоченного движения зарядов в проводнике; n - концентрация зарядов.

- Электродвижущая сила, действующая в цепи,

$$\varepsilon = \frac{A}{Q_0}, \text{ или } \varepsilon = \oint \vec{E}_{cm} d\vec{l},$$

где Q_0 - единичный положительный заряд; A - работа сторонних сил; \vec{E}_{cm} - напряженность поля сторонних сил.

- Сопротивление R однородного линейного проводника, проводимость G проводника и удельная электрическая проводимость γ проводника

$$R = \rho \frac{l}{S}; G = \frac{1}{R}; \gamma = \frac{1}{\rho},$$

где ρ - удельное электрическое сопротивление; S - площадь поперечного сечения проводника; l - его длина.

- Сопротивление проводников при последовательном и параллельном соединении

$$R = \sum_{i=1}^n R_i \text{ и } \frac{1}{R} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i},$$

где R_i - сопротивление i -го проводника; n - число проводников.

- Зависимость удельного сопротивления ρ от температуры

$$\rho = \rho_0(1 + \alpha t),$$

где α – температурный коэффициент сопротивления.

- Закон Ома:

для однородного участка цепи

$$I = \frac{U}{R},$$

для неоднородного участка цепи

$$I = \frac{\varphi_1 - \varphi_2 + \mathcal{E}_{12}}{R};$$

для замкнутой цепи

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r},$$

где U – напряжение на участке цепи; R – сопротивление цепи (участка цепи); $(\varphi_1 - \varphi_2)$ – разность потенциалов на концах участков цепи; \mathcal{E}_{12} – э. д. с. источников тока, входящих в участок; \mathcal{E} – э. д. с. всех источников тока цепи.

- Закон Ома в дифференциальной форме

$$\vec{j} = \gamma \vec{E},$$

где E – напряженность электростатического поля.

- Работа тока за время t

$$A = IUt = I^2 R t = \frac{U^2}{R} t.$$

- Мощность тока

$$P = UI = I^2 R = \frac{U^2}{R}.$$

- Закон Джоуля-Ленца

$$Q = UIt = I^2 R t,$$

где Q – количество теплоты, выделяются в участке цепи за время t .

- Закон Джоуля-Ленца в дифференциальной форме

$$w = jE = \gamma E^2,$$

где w – удельная тепловая мощность тока.

- Правила Кирхгофа

$$\sum_k I_k = 0; \quad \sum_i I_i R_i = \sum_k \mathcal{E}_k.$$

3. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК В МЕТАЛЛАХ, В ВАКУУМЕ И ГАЗАХ

- Квантовая разность потенциалов на границе двух металлов 1 и 2

$$\varphi_1 - \varphi_2 = -\frac{A_1 - A_2}{e} + \frac{kT}{e} \ln \frac{n_1}{n_2},$$

где A_1, A_2 – работы выходов свободных электронов из металлов; k – постоянная Больцмана; n_1, n_2 – концентрация свободных электронов в металлах.

- Термоэлектродвижущая сила

$$\varepsilon = \frac{k}{e}(T_1 - T_2) \ln \frac{n_1}{n_2},$$

где $(T_1 - T_2)$ –разность температур спаев.

- Формула Ричардсона-Дешмана

$$J_{нас} = CT^2 \exp\left[-\left(\frac{A}{kT}\right)\right],$$

где $J_{нас}$ –плотность тока насыщения термоэлектронной эмиссии; C – постоянная, теоретически одинаковая для всех металлов; A – работа выхода электрона из металла.

4. ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Вариант 1

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. [Ответ: $2 \cdot 10^4$ В/м]

2. В вершинах правильного треугольника расположены заряды: 2 положительных и 1 отрицательный. Найти напряженность электрического поля в центре треугольника. Величина каждого заряда $q = 2,5 \cdot 10^{-9}$ Кл. Сторона треугольника $a = 3$ см. [Ответ: $3,76 \cdot 10^4$ В/м]

3. Даны два точечных заряда $Q_1 = 4 \cdot 10^{-9}$ Кл и $Q_2 = -2 \cdot 10^{-9}$ Кл. Найти потенциал в точке, расположенной в 4 см от Q_1 и в 2 см от Q_2 . [Ответ: 0 В]

4. Протон влетает в плоский горизонтальный конденсатор параллельно пластинам со скоростью $3 \cdot 10^6$ м/с. Найти полное, нормальное и тангенциальное ускорения электрона через 10^{-5} с после начала его движения в конденсаторе. Разность потенциалов между пластинами 100 В, расстояние между ними 1,5 см. [Ответ: $4,92 \cdot 10^{11}$ м/с²; $4,1 \cdot 10^{11}$ м/с²; $6,4 \cdot 10^{11}$ м/с²]

5. Какую скорость приобретет электрон, пройдя ускоряющую разность потенциалов 30 кВ? [Ответ: $1,02 \cdot 10^8$ м/с]

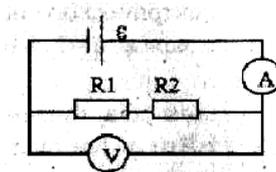
6. Между пластинами плоского конденсатора, заряженного до разности потенциалов 600 В, находятся два слоя диэлектриков: стекла ($\epsilon = 7$) толщиной 7 мм и эбонита ($\epsilon = 2,6$) толщиной 3 мм. Площадь каждой пластины 200 см². Найти напряженность и падение потенциала в каждом слое.

[Ответ: 42,8 кВ/м; 100 кВ/м; 300 В; 300 В]

7. 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%? [Ответ: $4,5 \cdot 10^4$ кВт]

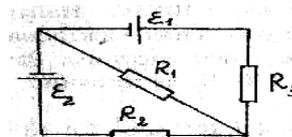
8. Два проводящих шарика, радиусы которых 1,5 и 6,0 см, получили соответственно заряды $0,5 \cdot 10^{-9}$ и $6 \cdot 10^{-9}$ Кл. Что произойдет после того, как шарики соединят тонкой проволокой? Определить энергию шариков до и после соединения. Найти окончательное распределение зарядов. [Ответ: $75 \cdot 10^{-9}$ Дж; $27 \cdot 10^{-7}$ Дж; $5,07 \cdot 10^{-7}$ Дж; $40,5 \cdot 10^{-7}$ Дж; $1,3 \cdot 10^{-9}$ Кл; $5,2 \cdot 10^{-9}$ Кл]

9. Найти показания амперметра и вольтметра на схеме. Сопротивление вольтметра 1000 Ом, ЭДС батареи 110



B , $R_1 = 400 \text{ Ом}$, $R_2 = 600 \text{ Ом}$. Сопротивлением батареи и амперметра пренебречь. [Ответ: $0,22 \text{ А}$; 110 В]

10. В схеме $\varepsilon_1 = 2,1 \text{ В}$, $\varepsilon_2 = 1,9 \text{ В}$, $R_1 = 45 \text{ Ом}$, $R_2 = 10 \text{ Ом}$, $R_3 = 10 \text{ Ом}$. Найти силу тока во всех участках цепи. Внутренним сопротивлением элементов пренебречь.



[Ответ: $I_1=0,04 \text{ А}$; $I_2=-0,01 \text{ А}$; $I_3=0,03 \text{ А}$]

Вариант 2

1. Найти напряженность электрического поля в точке, находящейся на расстоянии $r_1=3 \text{ см}$ от точечного заряда $q_1=5 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$ и на расстоянии $r_2 = 5 \text{ см}$ от точечного заряда $q_2 = 15 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$. Заряды q_1 и q_2 расположены на расстоянии $r = 8 \text{ см}$ друг от друга. Определить силу, с которой поле действует на заряд $q=5 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$, помещенный в эту точку поля.

[Ответ: $E = 0,04 \cdot 10^5 \text{ В/м}$; $F = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Н}$]

2. Найти напряженность электрического поля в точке, находящейся на расстоянии $r_1= 4 \text{ см}$ от бесконечно длинной заряженной нити с линейной плотностью заряда $\tau_1=5 \cdot 10^{-8} \text{ Кл/м}$ и на расстоянии $r_2=3 \text{ см}$ от бесконечно длинной заряженной нити с линейной плотностью заряда $\tau_2= 8 \cdot 10^{-8} \text{ Кл/м}$. Нити находятся на расстоянии $r = 5 \text{ см}$ друг от друга. Найти силу, с которой поле действует на точечный заряд $q=5 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}$, помещенный в эту точку.

[Ответ: $E=5,3 \cdot 10^4 \text{ В/м}$; $F = 265 \cdot 10^{-5} \text{ Н}$]

3. Заряд $0,1 \text{ Кл}$ удален от заряда $0,2 \text{ Кл}$ на расстояние 20 м . Чему равен потенциал поля в середине отрезка, соединяющего заряды?

[Ответ: $2,7 \cdot 10^8 \text{ В}$]

4. Пучок ускоренных разностью потенциалов 300 В электронов при прохождении через незаряженный горизонтальный плоский конденсатор параллельно его пластинам дает светящееся пятно на флуоресцирующем экране, расположенном на расстоянии 12 см от конца конденсатора. При зарядке конденсатора пятно на экране смещается на 3 см . Найти разность потенциалов, приложенную к пластинам конденсатора. Длина конденсатора 6 см , расстояние между его пластинами $1,4 \text{ см}$. [Ответ: 28 В]

5. Под действием электростатического поля равномерно заряженной бесконечной плоскости точечный заряд в 1 нКл переместился вдоль силовой линии на расстояние 1 см , при этом совершена работа 5 мкДж . Определить поверхностную плотность заряда на плоскости. [Ответ: $8,85 \text{ мкКл/м}^2$]

6. Расстояние между пластинами плоского конденсатора $1,3 \text{ мм}$, разность потенциалов 300 В . В пространстве между пластинами находятся два слоя диэлектриков: слюды ($\varepsilon=6$) толщиной $0,7 \text{ мм}$ и эбонита ($\varepsilon=2,6$) толщиной $0,3 \text{ мм}$. Определить напряженность и падение потенциала в каждом слое.

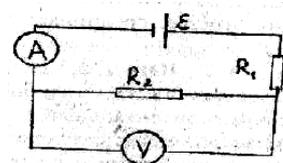
[Ответ: $85,7 \text{ кВ/м}$; 200 кВ/м ; 600 кВ/м ; 60 В ; 60 В ; 180 В]

7. Пять одинаковых конденсаторов емкостью $0,2 \text{ мкФ}$ каждый соединены последовательно в батарею. При подключении батареи к источнику тока совершается работа $2 \cdot 10^{-4} \text{ Дж}$. Определить разность потенциалов между обкладками каждого из конденсаторов. [Ответ: 20 В]

8. Найти емкость сферического конденсатора, состоящего из двух концентрических сфер радиусами $10,0$ и $10,5 \text{ см}$. Пространство между сферами заполнено маслом ($\epsilon=5$). Какой радиус должен иметь шар, помещенный в масло, чтобы иметь такую же емкость?

[Ответ: $1,17 \cdot 10^{-9} \text{ Ф}$; $2,1 \text{ м}$]

9. Найти показания амперметра и вольтметра на схеме. Сопротивление вольтметра 1000 Ом , ЭДС батареи 110 В , $R_1=400 \text{ Ом}$, $R_2=600 \text{ Ом}$. Сопротивлением батареи и амперметра пренебречь. [Ответ: $0,142 \text{ А}$; $53,2 \text{ В}$]



10. Какая разность потенциалов получается на зажимах двух элементов, включенных параллельно, если их ЭДС равны соответственно $1,4$ и $1,2 \text{ В}$, а внутренние сопротивления $0,6$ и $0,4 \text{ Ом}$? [Ответ: $1,28 \text{ В}$]

Вариант 3

1. Найти напряженность электрического поля в точке, находящейся на расстоянии $r_1=6 \text{ см}$ от точечного заряда $q_1=5 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$ и на расстоянии $r_2=8 \text{ см}$ от точечного заряда $q_2=20 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$. Заряды q_1 и q_2 расположены на расстоянии $r=2 \text{ см}$ друг от друга. Определить силу, с которой поле действует на заряд $q=10^{-8} \text{ Кл}$, помещенный в эту точку.

[Ответ: $E=0,406 \cdot 10^5 \text{ В/м}$; $F=40,6 \cdot 10^{-5} \text{ Н}$]

2. Найти напряженность электрического поля в точке, находящейся на расстоянии $r_1=6 \text{ см}$ от бесконечно длинной заряженной нити с линейной плотностью заряда $\tau_1=10^{-8} \text{ Кл/м}$ и на расстоянии $r_2=9 \text{ см}$ от бесконечно длинной заряженной нити с линейной плотностью заряда $\tau_2=2 \cdot 10^{-8} \text{ Кл/м}$. Нити находятся на расстоянии $r=3 \text{ см}$ друг от друга. Найти силу, с которой поле действует на точечный заряд $q=10^{-8} \text{ Кл}$, помещенный в эту точку.

[Ответ: $E = 0,7 \cdot 10^4 \text{ В/м}$; $F = 7 \cdot 10^{-5} \text{ Н}$]

3. Две параллельные тонкие пластины, заряженные разноименно, находятся на расстоянии 2 см друг от друга. Поверхностная плотность заряда пластин $\pm 1 \text{ нКл/см}^2$. Определить разность потенциалов между пластинами.

[Ответ: $22,6 \text{ кВ}$]

4. Определить скорость электронов, налетающих на анод рентгеновской трубки, работающей при напряжении 50 кВ .

[Ответ: $13 \cdot 10^4 \text{ км/с}$]

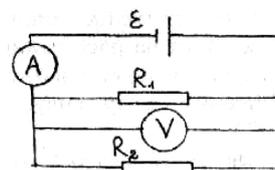
5. Два шарика массами 2 и $5g$, имеющие на себе заряды соответственно $5 \cdot 10^{-8}$ и $-2 \cdot 10^{-8} Кл$, движутся навстречу друг другу под действием электростатической силы. Первоначальное расстояние между ними $15 см$, их начальные скорости равны нулю. Определить скорости, которые они будут иметь в тот момент, когда расстояние между ними станет $2 см$. [Ответ: $0,6 м/с$; $0,4 м/с$]

6. Емкость плоского конденсатора $1,5 мкФ$. Расстояние между пластинами $5 мм$. Какова будет емкость конденсатора, если на нижнюю пластину положить лист эбонита толщиной $3мм$ ($\epsilon=2,6$)? [Ответ: $2,5 мкФ$]

7. В импульсной фотовспышке лампа питается от конденсатора емкостью $800 мкФ$, заряженного до напряжения $300 В$. Найти энергию вспышки и среднюю мощность, если продолжительность разрядки $2,4 \cdot 10^{-3} с$. [Ответ: $36 Дж$; $15 кВт$]

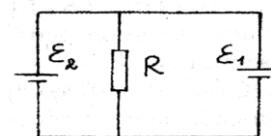
8. Шар A радиусом $10 см$, заряженный до потенциала $3000 В$, после отключения источника напряжения соединяется проволокой (емкостью которой можно пренебречь) с незаряженным шаром B радиусом $10 см$. Найти: 1) первоначальную энергию шара A ; 2) энергию шаров A и B после соединения и работу разряда при соединении. [Ответ: 1) $5 \cdot 10^{-5} Дж$; 2) $E_A=E_B=1,25 \cdot 10^{-5} Дж$; $A=2,5 \cdot 10^{-5} Дж$]

9. Найти показания амперметра и вольтметра на схеме. Сопротивление вольтметра $1000 Ом$, ЭДС батареи $110 В$, $R_1=400 Ом$, $R_2=600 Ом$. Сопротивлением батареи и амперметра пренебречь.



[Ответ: $0,57А$; $110В$]

10. В схеме $\epsilon_1=\epsilon_2=4В$, $r_1=r_2=0,5Ом$, $I_1=2А$. Найти R , силу тока I_2 , идущего через ϵ_2 , и силу тока I_R , идущего через сопротивление R . [Ответ: $R=0,75 Ом$; $I_2=2 А$; $I_R=4 А$]



Вариант 4

1. Найти напряженность электрического поля в точке, находящейся на расстоянии $r_1=2 см$ от точечного заряда $q_1=10^{-8} Кл$ и на расстоянии $r_2=8 см$ от точечного заряда $q_2=-4 \cdot 10^{-8} Кл$. Заряды q_1 и q_2 расположены на расстоянии $r=10см$ друг от друга. Определить силу, с которой поле действует на заряд $q=2 \cdot 10^{-8} Кл$, помещенный в эту точку поля. [Ответ: $E=2,81 \cdot 10^5 В/м$; $F=562 \cdot 10^{-5} Н$]

2. Найти напряженность электрического поля в точке, находящейся на расстоянии $r_1=4 см$ от бесконечно длинной заряженной нити с линейной плотностью заряда $\tau_1=5 \cdot 10^{-8} Кл/м$ и на расстоянии $r_2=3 см$ от бесконечно длинной заряженной нити с линейной плотностью заряда $\tau_2=8 \cdot 10^{-8} Кл/м$. Нити нахо-

дятся на расстоянии $r=7$ см друг от друга. Найти силу, с которой поле действует на точечный заряд $q=2\cdot 10^{-8}$ Кл, помещенный в эту точку.

[Ответ: $E=2,55\cdot 10^4$ В/м; $F=51\cdot 10^{-5}$ Н]

3. Потенциал заряженного шара радиусом 1 см равен 300 В. Найти потенциал точки, удаленной на 9 см от поверхности шара. [Ответ: 30 В]

4. Протон влетает в плоский горизонтальный конденсатор параллельно его пластинам со скоростью $1,2\cdot 10^5$ м/с. Напряженность поля внутри конденсатора 30 В/см, длина пластин конденсатора 10 см. Во сколько раз скорость протона при вылете из конденсатора больше его начальной скорости?

[Ответ: в 2,24 раза]

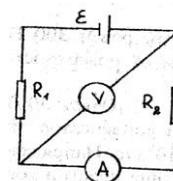
5. Около заряженной бесконечной плоскости находится точечный заряд $0,67\cdot 10^{-9}$ Кл. Под действием поля он переместился вдоль силовой линии на расстояние 2 см, при этом была совершена работа $5\cdot 10^{-6}$ Дж. Определить поверхностную плотность заряда на плоскости. [Ответ: $6,6\cdot 10^{-6}$ Кл/м²]

6. Между пластинами плоского конденсатора находится стеклянная пластина ($\epsilon=6$). Конденсатор заряжен до разности потенциалов 100 В. Какова будет разность потенциалов, если вытащить стеклянную пластину из конденсатора? [Ответ: 600 В]

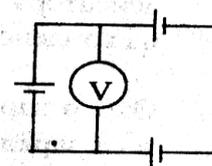
7. Емкость одного конденсатора в 9 раз больше емкости другого. На какой из этих конденсаторов надо подать большее напряжение, чтобы их энергия была одинаковой? Во сколько раз больше? [Ответ: в 3 раза]

8. Шар, погруженный в керосин ($\epsilon=2$), имеет потенциал 4500 В и поверхностную плотность заряда $1,1\cdot 10^{-9}$ Кл/см². Найти радиус, заряд, емкость и энергию шара. [Ответ: 7 мм; $7\cdot 10^{-9}$ Кл; $1,55\cdot 10^{-8}$ Ф; $1,58\cdot 10^{-5}$ Дж]

9. Найти показания амперметра и вольтметра на схеме. Сопротивление вольтметра 1000 Ом, ЭДС батареи 110 В, $R_1=400$ Ом, $R_2=600$ Ом. Сопротивлением батареи и амперметра пренебречь. [Ответ: 0,089 А; 35,6 В]



10. Что покажет вольтметр, если батареи одинаковы? Какой ток идет в цепи, если напряжение каждой батареи 1,5 В, а внутренние сопротивления 2 Ом? Сопротивление вольтметра считать бесконечно большим. [Ответ: 0 В; 0,25 А]



Вариант 5

1. Найти напряженность электрического поля в точке, находящейся на расстоянии $r_1=8$ см от точечного заряда $q_1=15\cdot 10^{-9}$ Кл и на расстоянии $r_2=8$ см от

точечного заряда $q_2=15\cdot 10^{-9}$ Кл. Заряды q_1 и q_2 расположены на расстоянии $r=8$ см друг от друга. Определить силу, с которой поле действует на точечный заряд $q=40\cdot 10^{-9}$ Кл, помещенный в эту точку поля.

[Ответ: $E = 0,365\cdot 10^5$ В/м; $F = 146\cdot 10^{-9}$ Н]

2. 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.

[Ответ: $E = 1,95\cdot 10^4$ В/м; $F = 19,5\cdot 10^{-5}$ Н]

3. Поверхностная плотность заряда на шаре радиусом 1 см равна 10^{-11} Кл/см². Найти потенциал точки, удаленной на 10 см от центра шара.

[Ответ: 11,3 В]

4. Два одинаковых по величине разноименных заряда $\pm 2\cdot 10^{-7}$ Кл находятся на расстоянии 5 см друг от друга. Какую работу нужно совершить, чтобы третий заряд $3\cdot 10^{-7}$ Кл переместить из точки, находящейся посередине между зарядами, в точку, удаленную от второго заряда на 10 см?

[Ответ: 1800 Дж]

5. Пылинка массой 20 мкг, несущая на себе заряд -40 нКл, влетела в электрическое поле в направлении силовых линий. После прохождения разности потенциалов 200 В пылинка имела скорость 10 м/с. Определить скорость пылинки до того, как она влетела в поле.

[Ответ: 30 м/с]

6. К воздушному конденсатору, заряженному до разности потенциалов 600 В и отключенному от источника напряжения, присоединили параллельно второй незаряженный конденсатор таких же размеров и формы, но с диэлектриком (фарфор). Определить диэлектрическую проницаемость фарфора, если после присоединения второго конденсатора разность потенциалов уменьшилась до 100 В.

[Ответ: 5]

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.

[Ответ: 0,25 Дж; 500 В]

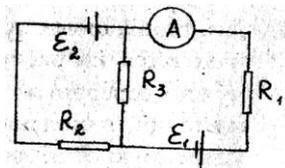
8. Заряженный шар А радиусом 2 см привели в соприкосновение с незаряженным шаром В, радиус которого 3 см. После того, как шары разъединили, энергия шара В оказалась равной 0,4 Дж. Какой заряд был на шаре А до их соприкосновения?

[Ответ: $2,7\cdot 10^{-6}$ Кл]

9. 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 - $10 \cdot 10^{-8} \text{ Ом}\cdot\text{м}$.)

[Ответ: 1) 0,17; 2) 0,17]

10. В схеме $\varepsilon_1=110 \text{ В}$, $\varepsilon_2=220 \text{ В}$, $R_1=R_2=100 \text{ Ом}$, $R_3=500 \text{ Ом}$. Определить показания амперметра. Внутренним сопротивлением батареи и амперметра пренебречь.



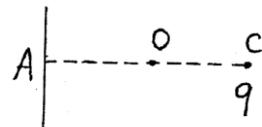
[Ответ: 0,4 А]

Вариант 6

1. Найти напряженность электрического поля в точке, находящейся на расстоянии $r_1=6 \text{ см}$ от точечного заряда $q_1=25 \text{ нКл}$ и на расстоянии $r_2=6 \text{ см}$ от точечного заряда $q_2=25 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$. Заряды q_1 и q_2 расположены на расстоянии $r=6\sqrt{3} \text{ см}$ друг от друга. Определить силу, с которой поле действует на заряд $q=50 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$, помещенный в эту точку поля.

[Ответ: $E = 0,62 \cdot 10^5 \text{ В/м}$; $F = 310 \cdot 10^{-5} \text{ Н}$]

2. Найти напряженность электрического поля в точке O , находящейся на расстоянии $AO=6 \text{ см}$ от бесконечно длинной заряженной нити с линейной плотностью заряда $8 \cdot 10^{-8} \text{ Кл/м}$ и на расстоянии $OC=6 \text{ см}$ от точечного заряда $q=5 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$.



[Ответ: $1,15 \cdot 10^4 \text{ В/м}$]

3. В трех вершинах квадрата со стороной 1 см находятся точечные заряды $Q=10^{-10} \text{ Кл}$. Найти потенциал в четвертой вершине.

[Ответ: 243,6 В]

4. Какую ускоряющую разность потенциалов должен пройти электрон, чтобы приобрести скорость 5000 км/с ?

[Ответ: 71,1 В]

5. Протон влетает в плоский горизонтально расположенный конденсатор параллельно пластинам на равном расстоянии от них. Расстояние между пластинами 4 см , к пластинам приложена разность потенциалов 300 В . На каком расстоянии от начала конденсатора протон попадет на пластину конденсатора, если он был разогнан разностью потенциалов 150 В ?

[Ответ: 0,04 м]

6. Три одинаковых плоских конденсатора соединены последовательно. Емкость такой батареи 89 нФ . Площадь каждой пластины 100 см^2 , диэлектрик - стекло с $\varepsilon=7$. Какова толщина стекла?

[Ответ: 2,32 мм]

7. Расстояние между пластинами плоского конденсатора с диэлектриком из бумаги, пропитанной парафином ($\varepsilon=2,1$), равно 2 мм , а напряжение между пластинами 200 В . Найти объемную плотность энергии поля.

[Ответ: 93 мДж/м^3]

8. Электрическое поле создано заряженным шаром радиусом 20 см. Концентрическая с ним сфера делит пространство на две области. Энергия внутренней области в 4 раза меньше внешней. Найти радиус сферы.

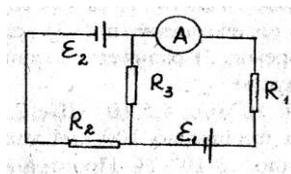
[Ответ: 25 см]

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

[Ответ: 1 Ом; 83,3%; 16,7%]

10. В схеме $\varepsilon_1=2 \text{ В}$, $\varepsilon_2=4 \text{ В}$, $R_1=0,5 \text{ Ом}$, а падение потенциала на сопротивлении R_2 равно 1 В. Определить показания амперметра. Внутренним сопротивлением батареи и амперметра пренебречь.

[Ответ: 2 А]



Вариант 7

1. Найти напряженность электрического поля в точке, находящейся на расстоянии $r_1=4 \text{ см}$ от положительного точечного заряда $q_1=30 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$ и на расстоянии $r_2=4 \text{ см}$ от отрицательного точечного заряда $q_2=-30 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$. Заряды q_1 и q_2 расположены на расстоянии $r=5 \text{ см}$ друг от друга. Определить силу, с которой поле действует на заряд $q=2 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$, помещенный в эту точку поля.

[Ответ: $E=1,12 \cdot 10^5 \text{ В/м}$; $F=22,4 \cdot 10^{-5} \text{ Н}$]

2. Найти напряженность электрического поля в точке, находящейся на расстоянии $r_1=6 \text{ см}$ от бесконечно длинной заряженной нити с линейной плотностью заряда $\tau_1=8 \cdot 10^{-8} \text{ Кл/м}$ и на расстоянии $r_2=6 \text{ см}$ от бесконечно длинной заряженной нити с линейной плотностью заряда $\tau_2=-8 \cdot 10^{-8} \text{ Кл/м}$. Нити находятся на расстоянии $r=6 \text{ см}$ друг от друга. Найти силу, с которой поле действует на точечный заряд $q=5 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}$, помещенный в эту точку.

[Ответ: $E=2,4 \cdot 10^4 \text{ В/м}$; $F=120 \cdot 10^{-5} \text{ Н}$]

3. В вершинах квадрата со стороной $a=2 \text{ см}$ находятся четыре заряда $q=10^{-8} \text{ Кл}$. Чему равен потенциал в центре квадрата?

[Ответ: 255 кВ]

4. С какой скоростью подлетает электрон к аноду вакуумного фотоэлемента, если разность потенциалов между анодом и катодом равна 300 В? Начальная скорость электрона 10^3 км/с .

[Ответ: $1,02 \cdot 10^7 \text{ м/с}$]

5. Электрон, находящийся в однородном электрическом поле, получает ускорение, равное 10^{14} см/с^2 . Найти: 1) скорость, которую получит электрон за 10^{-6} с своего движения; 2) работу сил электрического поля за это время; 3) разность потенциалов, пройденную при этом электроном.

[Ответ: 10^6 м/с ; $4,5 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$; 2,8 В]

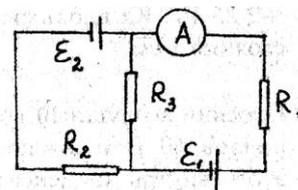
6. Пластины плоского конденсатора площадью 100 см^2 каждая притягиваются друг к другу с силой $3 \cdot 10^{-2} \text{ Н}$. Пространство между пластинами заполнено слюдой ($\epsilon=6$). Найти: 1) заряды, находящиеся на пластинах; 2) напряженность поля между пластинами. [Ответ: $1,77 \cdot 10^{-7} \text{ Кл}$; 336 кВ/м]

7. Конденсатор емкостью $0,5 \text{ мкФ}$ заряжен до разности потенциалов 100 В и отключен от источника напряжения. К нему параллельно подсоединен второй конденсатор емкостью $0,4 \text{ мкФ}$. Найти энергию искры, проскочившей при соединении конденсаторов. [Ответ: $1,1 \cdot 10^{-3} \text{ Дж}$]

8. Определить энергию поля, заключенного между заряженной сферой и концентрической с ней сферической поверхностью, радиус которой в три раза больше радиуса сферы. Заряд сферы $0,2 \text{ мкКл}$, радиус 20 см . [Ответ: $6 \cdot 10^{-4} \text{ Дж}$]

9. Определить общую мощность, полезную мощность и КПД батареи, ЭДС которой равна 240 В , если внешнее сопротивление 23 Ом и сопротивление батареи 1 Ом . [Ответ: $2,4 \text{ кВт}$; $2,3 \text{ кВт}$; 96%]

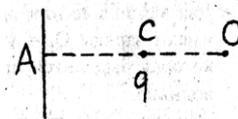
10. В схеме $\epsilon_1=30 \text{ В}$, $\epsilon_2=10 \text{ В}$, $R_2=20 \text{ Ом}$, $R_3=10 \text{ Ом}$. Через амперметр идет ток 1 А . Найти сопротивление R_1 . Сопротивлением батареи и амперметра пренебречь. [Ответ: 20 Ом]



Вариант 8

1. Найти напряженность электрического поля в точке, находящейся на расстоянии $r_1=3 \text{ см}$ от точечного заряда $q_1=2,5 \text{ нКл}$ и на расстоянии $r_2=8 \text{ см}$ от точечного заряда $q_2=-29,4 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$. Заряды q_1 и q_2 расположены на расстоянии $r=5 \text{ см}$ друг от друга. Определить силу, с которой поле действует на заряд $q=3 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$, помещенный в эту точку поля. [Ответ: $E=0,163 \cdot 10^5 \text{ В/м}$; $F=4,9 \cdot 10^{-5} \text{ Н}$]

2. Найти напряженность электрического поля в точке O , находящейся на расстоянии $AO=9 \text{ см}$ от бесконечно длинной заряженной нити с линейной плотностью заряда $2 \cdot 10^{-8} \text{ Кл/м}$ и на расстоянии $OC=3 \text{ см}$ от точечного заряда $q=2,5 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$. [Ответ: 29 кВ/м]



3. В трех вершинах квадрата со стороной $a=2 \text{ см}$ находится по заряду $q=2 \text{ нКл}$. Чему равен потенциал в четвертой вершине квадрата? [Ответ: $2,44 \text{ кВ}$]

4. Протон на большом расстоянии от проводника имел скорость 10^8 см/с . Потенциал проводника -3 кВ . Траектория протона заканчивается на поверхности проводника. Какую скорость имел протон вблизи поверхности?

[Ответ: $1,25 \cdot 10^6$ м/с]

5. Электростатическое поле создается положительно заряженной бесконечной нитью с линейной плотностью заряда 10^{-7} Кл/м. Какую работу надо совершить, чтобы перенести заряд $q = -2,25 \cdot 10^{-9}$ Кл вдоль силовой линии с расстояния 2 см до расстояния 1 см? [Ответ: $6,94 \cdot 10^{-6}$ Дж]

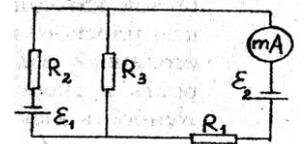
6. Плоский воздушный конденсатор заряжен до разности потенциалов 60 В и отключен от источника напряжения. После этого внутрь конденсатора параллельно обкладкам вводится пластинка из диэлектрика с $\epsilon = 2$. Толщина пластинки в два раза меньше величины зазора между обкладками конденсатора. Чему равна разность потенциалов между обкладками конденсатора после введения диэлектрика? [Ответ: 45 В]

7. Плоский конденсатор с площадью пластин 200 см², расстояние между которыми равно 1 см, подключен к источнику с напряжением 1000 В. Во сколько раз изменится энергия конденсатора, если пластины раздвинуть до расстояния 10 см? [Ответ: в 10 раз]

8. Два металлических шарика радиусами $R_1 = 5$ см и $R_2 = 10$ см имеют заряды $Q_1 = 40$ нКл и $Q_2 = -20$ нКл. Найти энергию, которая выделится при разряде, если шары соединить проводником. [Ответ: $1,5 \cdot 10^{-4}$ Дж]

9. Элемент, ЭДС которого 6 В, дает максимальную силу тока 3 А. Найти наибольшее количество тепла, которое может выделиться во внешнем сопротивлении за 1 мин. [Ответ: 1,08 кДж]

10. Какую силу тока показывает миллиамперметр в схеме, если в $\epsilon_1 = 2$ В, $\epsilon_2 = 1$ В, $R_1 = 1000$ Ом, $R_2 = 500$ Ом, $R_3 = 200$ Ом и сопротивление миллиамперметра $R = 200$ Ом? Внутренним сопротивлением элементов пренебречь.

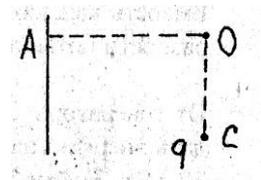


[Ответ: 0,45 А]

Вариант 9

1. 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. [Ответ: 0,83 см]

2. Найти напряженность электрического поля в точке О, находящейся на расстоянии $AO = 9$ см от бесконечно длинной заряженной нити с линейной плотностью заряда $2 \cdot 10^{-8}$ Кл/м и на расстоянии $OC = 3$ см от точечного заряда $q = 2,5 \cdot 10^{-9}$ Кл. [Ответ: $2,53 \cdot 10^{-4}$ В/м]



3. Две параллельные разноименно заряженные пластины находятся на расстоянии 5 см друг от друга. Поверхностная плотность заряда пластин $\pm 10^{-10}\text{ Кл/см}^2$. Определить разность потенциалов между пластинами.

[Ответ: $5,65\text{ кВ}$]

4. Точечные заряды 10^{-6} и 10^{-7} Кл находятся на расстоянии 10 см друг от друга. Какую работу совершат силы поля, если второй заряд, отталкиваясь от первого, удалится от него на расстояние 10 м ? [Ответ: $8,91 \cdot 10^{-3}\text{ Дж}$]

5. Пучок катодных лучей, направленный параллельно обкладкам плоского конденсатора, на пути 4 см отклонился на расстояние 2 мм от первоначального направления. Какую скорость и энергию имеют электроны катодного луча? Напряженность электрического поля конденсатора $22,5\text{ кВ/м}$. [Ответ: $3,98 \cdot 10^7\text{ м/с}$; $7,2 \cdot 10^{-16}\text{ Дж}$]

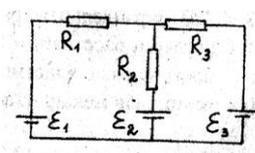
6. Пространство между пластинами плоского конденсатора заполнено двумя слоями диэлектриков: стекла ($\epsilon=7$) толщиной 1 см и парафина ($\epsilon=2$) толщиной 2 см . Разность потенциалов между обкладками 3000 В . Определить напряженность поля и падение потенциала в каждом из слоев.

[Ответ: $15,5\text{ кВ/м}$; $54,5\text{ кВ/м}$; 155 В ; 1090 В]

7. Шар радиусом 1 м заряжен до потенциала 30000 В . Найти энергию заряженного шара. [Ответ: $0,05\text{ Дж}$]

8. При разрядке батареи, состоящей из 20 параллельно включенных одинаковых конденсаторов, выделилось 10 Дж тепла. Емкость каждого конденсатора 4 мкФ . Определить, до какой разности потенциалов были заряжены конденсаторы. [Ответ: 500 В]

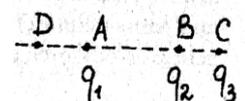
9. От генератора, ЭДС которого равна 110 В , требуется передать энергию на расстояние $2,5\text{ км}$. Потребляемая мощность 10 кВт . Найти минимальное сечение подводящих проводов, если потери мощности в сети не должны превышать 1% . [Ответ: $8,5 \cdot 10^{-4}\text{ м}^2$]



10. В схеме $\epsilon_1=25\text{ В}$. Падение потенциала на сопротивлении $R_1=10\text{ В}$, равно падению потенциала на сопротивлении R_3 и вдвое больше падения потенциала на сопротивлении R_2 . Найти величины ϵ_2 и ϵ_3 . Сопротивлением батарей пренебречь. [Ответ: $\epsilon_2=20\text{ В}$; $\epsilon_3=25\text{ В}$]

Вариант 10

1. Найти напряженность электрического поля в точке D , расположенной по отношению к зарядам $q_1=2,5 \cdot 10^{-9}\text{ Кл}$, $q_2=1,5 \cdot 10^{-9}\text{ Кл}$, $q_3=5 \cdot 10^{-9}\text{ Кл}$, как показано на рисунке. Расстояния: $AB=5\text{ см}$, $BC=4\text{ см}$, $AD=3\text{ см}$. Определить силу, с кото-



рой поле действует на точечный заряд $q=2\cdot 10^{-9}$ Кл, помещенный в точку D.
[Ответ: $E=3\cdot 10^4$ В/м; $F=6\cdot 10^{-5}$ Н]

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.
[Ответ: $2\cdot 10^4$ В/м; $6\cdot 10^4$ В/м]

3. Положительный точечный заряд $Q_1=4\cdot 10^{-9}$ Кл расположен в 3см от отрицательного $Q_2=-2\cdot 10^{-9}$ Кл. Найти потенциал в точке, расположенной в 6см от Q_1 и 5см от Q_2 .
[Ответ: 241 В]

4. Какую относительную скорость сближения должны иметь два протона, находящиеся на расстоянии 10см, чтобы они смогли приблизиться друг к другу на расстояние 10^{-10} см?
[Ответ: $5,25\cdot 10^5$ м/с]

5. Пучок протонов, часть из которых имеет скорость 10^7 м/с, а другая часть - скорость 10^6 м/с, попадает в однородное электрическое поле с напряженностью 9000 В/м. Скорость протонов перпендикулярна линиям напряженности поля. На флюоресцирующем экране, расположенном на расстоянии 20 см от места входа протонов в поле, получаются два пятна. Определить расстояние между пятнами.
[Ответ: $1,7\cdot 10^{-2}$ м]

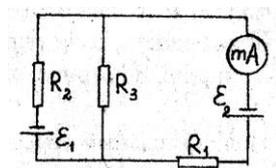
6. Между пластинами плоского конденсатора вложена тонкая слюдяная пластинка ($\epsilon=6$). Какое давление испытывает эта пластинка при напряженности электрического поля 10 кВ/см?
[Ответ: $106,2$ Н/м²]

7. Воздушный конденсатор емкостью 0,2 мкФ заряжен до разности потенциалов 500 В. Найти изменение энергии конденсатора при заполнении его жидким диэлектриком ($\epsilon=2$), если конденсатор остается соединенным с источником напряжения.
[Ответ: $25\cdot 10^{-3}$ Дж]

8. Шар радиусом 0,7см, имеющий потенциал 4500 В, погружен в керосин ($\epsilon=2$). Найти заряд, емкость и энергию шара.
[Ответ: $7\cdot 10^{-9}$ Кл; $1,55\cdot 10^{-12}$ Ф; $1,6\cdot 10^{-5}$ Дж]

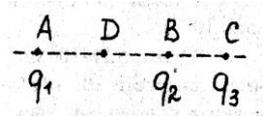
9. Две электрические лампочки включены в сеть параллельно. Сопротивление первой лампочки 360 Ом, второй - 240 Ом. Какая из лампочек поглощает большую мощность? Во сколько раз? [Ответ: в 1,5 раза большую мощность]

10. Какую силу тока показывает миллиамперметр, если $\epsilon_1=1$ В, $\epsilon_2=2$ В, $R_3=1500$ Ом, $R_1=500$ Ом, а падение потенциала на сопротивлении R_2 равно 1 В? Сопротивлением элементов пренебречь. [Ответ: 0,001 А]



Вариант 11

1. Найти напряженность электрического поля в точке D , расположенной по отношению к зарядам $q_1=5 \cdot 10^{-9}$ Кл, $q_2=4,5 \cdot 10^{-9}$ Кл, $q_3=2 \cdot 10^{-9}$ Кл, как показано на рисунке. Расстояния; $AB=8$ см, $BC=4$ см, $AD=3$ см. Определить силу, с которой поле действует на точечный заряд $q=4 \cdot 10^{-9}$ Кл, помещенный в точку D .



[Ответ: $E=3,12 \cdot 10^4$ В/м; $F=12,48 \cdot 10^{-5}$ Н]

2. Найти напряженность электрического поля в точке, находящейся посередине между бесконечно заряженной плоскостью с поверхностью заряда $1,77 \cdot 10^{-8}$ Кл/м² и длинной нитью с линейной плотностью заряда $8,00 \cdot 10^{-8}$ Кл/м. Нить расположена на расстоянии 6 см от плоскости.

[Ответ: $3,9 \cdot 10^3$ В/м]

3. Известно, что градиент потенциала электростатического поля у поверхности Земли направлен вертикально вниз и равен 130 В/м. Найти поверхностную плотность заряда Земли.

[Ответ: $-1,15 \cdot 10^{-9}$ Кл/м]

4. 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.

[Ответ: 80 В]

5. Бесконечная плоскость заряжена отрицательно с поверхностной плотностью $3,54 \cdot 10^{-2}$ мкКл/м². По направлению силовой линии поля летит электрон. Определить минимальное расстояние, на которое может подлететь к плоскости электрон, если на расстоянии 5 см он имел кинетическую энергию 80 эВ.

[Ответ: 1 см]

6. Два одинаковых конденсатора соединены последовательно и подключены к источнику ЭДС. Во сколько раз изменится разность потенциалов на одном из конденсаторов, если другой погрузить в жидкость с $\epsilon=2$?

[Ответ: $2\epsilon/(\epsilon+1)=4/3$]

7. При увеличении в 2 раза напряжения, поданного на воздушный конденсатор емкостью 20 мкФ, энергия поля возросла на 0,3 Дж. Найти начальные значения напряжения и энергии поля.

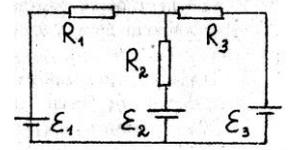
[Ответ: 100 В; 0,1 Дж]

8. Найти энергию уединенной сферы радиусом 4 см, заряженной до потенциала 500 В.

[Ответ: 45 мДж]

9. Амперметр, сопротивление которого $0,16 \text{ Ом}$, зашунтирован сопротивлением $0,04 \text{ Ом}$. Амперметр показывает 8 А . Чему равна сила тока в магистрали?
[Ответ: 40 А]

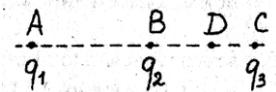
10. В схеме $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = \varepsilon_3$. $R_1 = 20 \text{ Ом}$, $R_2 = 12 \text{ Ом}$ и падение потенциала на сопротивлении R_2 6 В . Найти силу тока во всех участках цепи. Найти сопротивление R_3 . Внутренним сопротивлением элементов пренебречь.



[Ответ: $I_1 = 0,3 \text{ А}$; $I_2 = 0,4 \text{ А}$; $I_3 = 0,8 \text{ А}$; $R_3 = 7,5 \text{ Ом}$]

Вариант 12

1. Найти напряженность электрического поля в точке D , расположенной по отношению к зарядам $q_1 = 20 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$, $q_2 = 5 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$, $q_3 = 1,25 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$, как показано на рисунке. Расстояние $AB = 5 \text{ см}$, $BC = 6 \text{ см}$, $AD = 8 \text{ см}$. Определить силу, с которой поле действует на точечный заряд $q = 30 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$, помещенный в точку D .



[Ответ: $E = 6,56 \cdot 10^4 \text{ В/м}$; $F = 19,7 \cdot 10^{-5} \text{ Н}$]

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 $q = 2,5 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$. Сторона шестиугольника $a = 3 \text{ см}$.

[Ответ: 0 В/м ; $5 \cdot 10^4 \text{ В/м}$; 10^5 В/м]

3. Три пластины с поверхностными плотностями заряда $\sigma_1 = 6,7 \cdot 10^{-7} \text{ Кл/м}^2$, $\sigma_2 = 1,3 \cdot 10^{-7} \text{ Кл/м}^2$, $\sigma_3 = -3 \cdot 10^{-6} \text{ Кл/м}^2$ расположены на расстоянии 1 мм друг от друга. Найти разность потенциалов между ними.

[Ответ: $\varphi_{12} = 75 \text{ В}$; $\varphi_{23} = 225 \text{ В}$]

4. Протон, начальная скорость которого 10^5 м/с , влетел в однородное электрическое поле напряженностью 300 В/см так, что вектор скорости совпал с направлением силовых линий. Какой путь должен пройти протон в направлении линий поля, чтобы его скорость удвоилась?
[Ответ: $5,19 \text{ мм}$]

5. Положительные заряды $3,00$ и $0,02 \text{ мкКл}$ находятся в вакууме на расстоянии $1,5 \text{ м}$ друг от друга. Определить работу, необходимую для сближения зарядов до расстояния 1 м .
[Ответ: 180 мкДж]

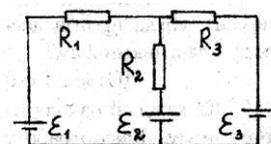
6. Плоский конденсатор зарядили при помощи источника с напряжением 200 В . Затем конденсатор был отключен, и расстояние между пластинами было увеличено от первоначального $0,2$ до $0,7 \text{ мм}$, а пространство между пластинами заполнили слюдой ($\varepsilon = 7$). Каким стало напряжение между пластинами?
[Ответ: 100 В]

7. Определить количество электрической энергии, перешедшей в тепло при соединении одноименно заряженными обкладками конденсаторов $C_1=2 \text{ мкФ}$ и $C_2=0,5 \text{ мкФ}$, заряженных до напряжений 100 и 50 В соответственно. [Ответ: $5 \cdot 10^{-4} \text{ Дж}$]

8. Металлический заряженный шар радиусом 20 см создает электрическое поле. Концентрическая с шаром сфера делит все пространство на две области так, что энергия внутренней области составляет 1/4 часть от энергии всего поля. Найти радиус этой сферы. [Ответ: 26,7 см]

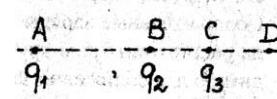
9. От батареи, ЭДС которой равна 500 В, требуется передать энергию на расстояние 2,5 км. Потребляемая мощность равна 10 кВт. Найти минимальные потери мощности в сети, если диаметр медных проводов 1,5 см (удельное сопротивление меди $1,7 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$). [Ответ: 100 Вт]

10. В схеме $\varepsilon_1=2 \text{ В}$, $\varepsilon_2=4 \text{ В}$, $\varepsilon_3=6 \text{ В}$, $R_1=40 \text{ Ом}$, $R_2=6 \text{ Ом}$ и $R_3=8 \text{ Ом}$. Найти силу тока во всех участках цепи. Внутренним сопротивлением элементов пренебречь. [Ответ: $I_1=0,3 \text{ А}$; $I_2=0,077 \text{ А}$; $I_3=0,308 \text{ А}$]

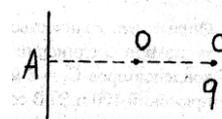


Вариант 13

1. Найти напряженность электрического поля в точке D, расположенной по отношению к зарядам $q_1=15 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$, $q_2=15 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$, $q_3=5 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$, как показано на рисунке. Расстояния: $AB=2 \text{ см}$, $BC=3 \text{ см}$, $AD=10 \text{ см}$. Определить силу, с которой поле действует на точечный заряд $q=4 \text{ нКл}$, помещенный в точку D. [Ответ: $E=5,23 \cdot 10^4 \text{ В/м}$; $F=20,9 \cdot 10^{-5} \text{ Н}$]



2. На расстоянии $AC=14 \text{ см}$ от бесконечной заряженной плоскости с поверхностной плотностью заряда $70,8 \cdot 10^{-8} \text{ Кл/м}^2$ расположен точечный заряд $q=5 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$. Найти напряженность электрического поля в точке O, находящейся на расстоянии $AO=9 \text{ см}$ от плоскости. [Ответ: $2,2 \cdot 10^4 \text{ В/м}$]



3. Установлено, что максимальная напряженность электрического поля в воздухе при атмосферном давлении составляет 10 В/м. Найти наибольшие потенциал и заряд, которые можно сообщить сфере диаметром 30 см. [Ответ: $1,5 \cdot 10^5 \text{ В}$; $2,5 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$]

4. От положительной пластины конденсатора под действием электрического поля одновременно начинают двигаться протон и α -частица. На каком расстоянии от отрицательной пластины будет находиться α -частица в тот момент, когда протон достигнет пластины, если расстояние между пластинами 2 см? [Ответ: 1 см]

5. Разноименные точечные заряды по $5 \cdot 10^{-8}$ Кл каждый находятся в вакууме на расстоянии 5 см друг от друга. Какую работу нужно совершить, чтобы увеличить расстояние между ними до 0,5 м? [Ответ: $4,05 \cdot 10^{-4}$ Дж]

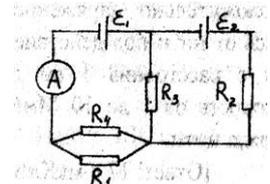
6. Плоский воздушный конденсатор с площадью пластин 200 см^2 заряжен до напряжения 2 кВ. После зарядки конденсатор отключили от источника напряжения и пространство между пластинами заполнили эбонитом ($\epsilon=2,6$). Расстояние между пластинами 1 см. Найти: 1) изменение емкости конденсатора; 2) изменение напряженности поля внутри конденсатора. [Ответ: $2,83 \cdot 10^{-11}$ Ф; 123 кВ/м]

7. Сила притяжения между пластинами плоского конденсатора 60 мН. Площадь каждой пластины 250 см^2 . Найти объемную плотность энергии поля конденсатора. [Ответ: $2,4 \text{ Дж/м}^3$]

8. Найти радиус сферы, концентрической с заряженным шаром радиусом 30 см, если эта сфера делит все пространство на две области так, что энергия внутренней области в три раза меньше внешней. [Ответ: 40 см]

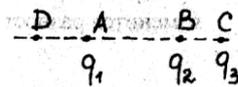
9. Имеется 120-вольтовая лампочка мощностью 40 Вт. Какое добавочное сопротивление нужно включить последовательно лампочкой, чтобы она давала нормальный накал при напряжении в цепи 220 В? Сколько метров нихромовой проволоки диаметром 0,3 мм надо взять, чтобы получить такое сопротивление? Удельное сопротивление нихрома 10^{-6} Ом·м. [Ответ: 300 Ом; 21,1 м]

10. На схеме $\epsilon_1=\epsilon_2=100 \text{ В}$, $R_1=20 \text{ Ом}$, $R_2=20 \text{ Ом}$, $R_3=40 \text{ Ом}$ и $R_4=30 \text{ Ом}$. Найти показание амперметра. Сопротивления батарей и амперметра пренебречь. [Ответ: 9 А]

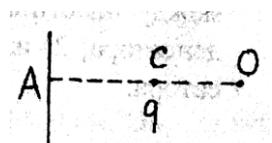


Вариант 14

1. Найти напряженность электрического поля в точке D, расположенной по отношению к зарядам $q_1=-2,5 \cdot 10^{-9}$ Кл, $q_2=15 \cdot 10^{-9}$ Кл, $q_3=50 \cdot 10^{-9}$ Кл, как показано на рисунке. Расстояние $AB=5 \text{ см}$, $BC=4 \text{ см}$, $AD=3 \text{ см}$. Определить силу, с которой поле действует на точечный заряд $q=20 \cdot 10^{-9}$ Кл, помещенный в точку D. [Ответ: $E=2,7 \cdot 10^4 \text{ В/м}$; $F=54 \cdot 10^{-5} \text{ Н}$]



2. На расстоянии $AC=6 \text{ см}$ от бесконечной заряженной плоскости с поверхностной плотностью заряда $177 \cdot 10^{-8}$ Кл/м² расположен точечный заряд $q=5 \cdot 10^{-9}$ Кл. Найти напряженность электрического поля в точке O, находящейся на расстоянии $AO=9 \text{ см}$ от плоскости. [Ответ: $15 \cdot 10^4 \text{ В/м}$]



3. Два разноименных точечных заряда, отношение величин которых равно n , расположены на расстоянии d друг от друга. Найти точку на отрезке, соединяющем эти заряды, потенциал которой равен нулю.

[Ответ: $x = d/(1+n)$ от меньшего заряда]

4. Узкий пучок электронов, обладающих энергией 1600 эВ , проходит в вакууме посередине между пластинами плоского конденсатора. Какое напряжение необходимо подвести к пластинам, чтобы электроны не вышли за пределы пластин? Длина пластин 2 см , расстояние между ними 1 см .

[Ответ: 800 В]

5. Электрическое поле создается положительно заряженной бесконечной нитью. Протон, двигаясь от нити под действием поля вдоль линии напряженности с расстояния 1 см до расстояния 5 см , изменил свою скорость от 1 до 10 Мм/с . Определить линейную плотность заряда нити. [Ответ: $17,8 \text{ мкКл/м}$]

6. Два одинаковых плоских воздушных конденсатора соединены последовательно и подключены к источнику ЭДС. Внутрь одного из них вносят диэлектрик с $\epsilon=3$, заполняя все пространство между обкладками. Как и во сколько раз изменится разность потенциалов в этом конденсаторе?

[Ответ: $[2/(\epsilon+1)=0,5]$]

7. Две металлические пластины расположены параллельно на расстоянии $0,6 \text{ см}$ друг от друга в воздухе. До какой разности потенциалов их требуется зарядить, чтобы напряженность поля между ними составила $7 \cdot 10^2 \text{ В/см}$? Какая энергия запасена в конденсаторе, если заряд на пластинах $8 \cdot 10^{-4} \text{ Кл}$?

[Ответ: $420 \text{ В}; 0,17 \text{ Дж}$]

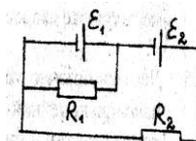
8. Два проводящих шарика, радиусы которых 3 и 12 см , получили заряды 10^{-9} и $12 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$. Что произойдет, когда шарики соединят проволокой? Определить энергию шариков до и после соединения.

[Ответ: $1,50 \cdot 10^{-7} \text{ Дж}; 54 \cdot 10^{-7} \text{ Дж}; 10,14 \cdot 10^{-7} \text{ Дж}; 81 \cdot 10^{-7} \text{ Дж}$]

9. В лаборатории, удаленной от генератора на 100 м , включили электрический нагревательный прибор, потребляющий 10 А . На сколько понизилось напряжение на зажимах электрической лампочки, горящей в этой лаборатории? Удельное сопротивление меди $1,7 \cdot 10^{-8} \text{ Ом}\cdot\text{м}$, сечение медных проводов 5 мм^2 .

[Ответ: на $6,8 \text{ В}$]

10. На схеме ϵ_1 и ϵ_2 - два элемента с одинаковыми ЭДС и одинаковыми внутренними сопротивлениями. Сопротивление $R_2=1 \text{ Ом}$, падение потенциала на зажимах элемента ϵ_1 равно 2 В , вдвое больше падения потенциала на зажимах элемента ϵ_2 . Падение потенциала на сопротивлении R_2 равно падению потенциа-

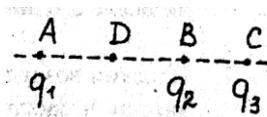


ла на элементе ε_2 . Найти ЭДС и внутренние сопротивления элементов.

[Ответ: $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = 2 \text{ В}$; $r_1 = r_2 = 1 \text{ Ом}$]

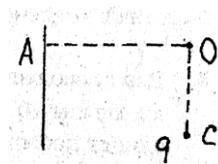
Вариант 15

1. Найти напряженность электрического поля в точке D , расположенной по отношению к зарядам $q_1 = -1 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$, $q_2 = 3 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$, $q_3 = 2,5 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$, как показано на рисунке. Расстояние $AB = 6 \text{ см}$, $BC = 6 \text{ см}$, $AD = 2 \text{ см}$. Определить силу, с которой поле действует на точечный заряд $q = 30 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$, помещенный в точку D .



[Ответ: $E = 7,7 \cdot 10^4 \text{ В/м}$; $F = 231 \cdot 10^{-5} \text{ Н}$]

2. Найти напряженность электрического поля в точке O , находящейся на расстоянии $OC = 8 \text{ см}$ от точечного заряда $q = 20 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$ и на расстоянии AO от бесконечной заряженной плоскости с поверхностной плотностью заряда $35,4 \cdot 10^{-8} \text{ Кл/м}^2$.



[Ответ: $3,45 \cdot 10^4 \text{ В/м}$]

3. Две разноименно заряженные плоскости с поверхностной плотностью заряда $\sigma_1 = 2 \cdot 10^{-9} \text{ Кл/м}^2$ и $\sigma_2 = -3 \cdot 10^{-9} \text{ Кл/м}^2$ расположены на расстоянии 10 см друг от друга. Найти разность потенциалов между плоскостями.

[Ответ: 28 В]

4. При радиоактивном распаде из ядра атома полония вылетает α -частица со скоростью $1,6 \cdot 10^9 \text{ см/с}$. Какую разность потенциалов надо приложить, чтобы сообщить α -частице в вакууме такую же скорость?

[Ответ: $2,66 \text{ МВ}$]

5. Две одноименно заряженные бесконечно длинные нити с одинаковой линейной плотностью заряда $3 \cdot 10^{-8} \text{ Кл/см}$ находятся на расстоянии 2 см друг от друга. Какую работу (на единицу длины) надо совершить, чтобы сдвинуть эти нити до расстояния 1 см ?

[Ответ: $0,112 \text{ Дж/м}$]

6. Воздушный конденсатор, заряженный до разности потенциалов 800 В , соединяется параллельно с одинаковым по размерам незаряженным конденсатором, заполненным диэлектриком. Какова диэлектрическая проницаемость диэлектрика, если после соединения разность потенциалов стала 100 В ?

[Ответ: $\varepsilon = 7$]

7. Плоский воздушный конденсатор с площадью пластин 80 см^2 каждая и расстоянием между ними $1,5 \text{ мм}$ заряжается от источника с напряжением 100 В , отключается от него и погружается в жидкий диэлектрик с $\varepsilon = 2,5$. Как и на сколько изменится при этом энергия конденсатора?

[Ответ: уменьшится на $1,4 \cdot 10^{-7} \text{ Дж}$]

8. При изучении фотоэлектрических явлений употребляется сферический конденсатор, состоящий из центрального катода - металлического шарика

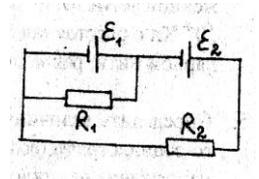
диаметром 1,5 см, и анода - внутренней поверхности посеребренной изнутри сферической колбы диаметром 11 см. Воздух из колбы откачивается. Найти емкость такого конденсатора. Чему равна энергия конденсатора, если внутреннему шару сообщена поверхностная плотность заряда 10^{-9} Кл/м²?

[Ответ: 1,9 нФ; $4 \cdot 10^3$ Дж]

9. Разность потенциалов между двумя точками *A* и *B* равна 9 В. Имеются два проводника, сопротивления которых равны соответственно 5 и 3 Ом. Найти количество тепла, выделяющееся в каждом проводнике в 1 с, если проводники *A* и *B* включены: 1) последовательно; 2) параллельно.

[Ответ: 1) $Q_1=6,32$ Дж; $Q_2=3,82$ Дж; 2) $Q_1=16,2$ Дж; $Q_2=27,2$ Дж]

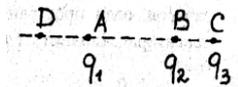
10. На схеме \mathcal{E}_1 и \mathcal{E}_2 - два элемента с одинаковыми ЭДС в 2 В и одинаковыми внутренними сопротивлениями, равными 0,5 Ом. Найти силу тока, текущего через сопротивление $R_1=0,5$ Ом; сопротивление $R_2 = 1,5$ Ом и через элемент \mathcal{E}_1 .



[Ответ: 2,22 А; 0,44 А; 1,78 А]

Вариант 16

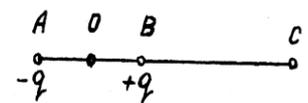
1. Найти напряженность электрического поля в точке *D*, расположенной по отношению к зарядам $q_1=-5 \cdot 10^{-9}$ Кл, $q_2=-15 \cdot 10^{-9}$ Кл, $q_3=5 \cdot 10^{-9}$ Кл, как показано на рисунке. Расстояние $AB=5$ см, $BC=4$ см, $AD=3$ см. Определить силу, с которой поле действует на точечный заряд $q=15 \cdot 10^{-9}$ Кл, помещенный в точку *D*.



[Ответ: $E=4 \cdot 10^4$ В/м; $F=60 \cdot 10^{-5}$ Н]

2. В вершинах правильного четырехугольника расположены положительных и 2 отрицательных заряда. Найти напряженность электрического поля в центре четырехугольника при различном расположении этих зарядов. Величина каждого заряда $q=1,5 \cdot 10^{-9}$ Кл. Сторона четырехугольника $a=8$ см.
[Ответ: 0; 84,3 В/м]

3. Заряды диполя $-q$ и $+q$ помещены в точки *A* и *B*. На каком расстоянии *C* от центра диполя *O* потенциал поля диполя будет таким же, как потенциал поля, создаваемого зарядом $+q$, помещенным в точку *O*? Плечо диполя равно *d*.



[Ответ: $OC=1,207 \cdot d=d/2 \cdot (1+\sqrt{2})$]

4. Определить линейную плотность бесконечно длинной заряженной нити, если работа сил поля по перемещению заряда 10^{-9} Кл с расстояния 5 см до 2 см в направлении, перпендикулярном нити, равна 50 мкДж.

[Ответ: 303 нКл/м]

5. Определить величину отклонения луча на экране электронного осциллографа, если ускоряющее анодное напряжение 1 кВ, напряжение на отклоня-

ющих пластинах 150 В , их длина 1 см , а расстояние от отклоняющих пластин до экрана 15 см .
 [Ответ: $5,1 \cdot 10^{-2} \text{ м}$]

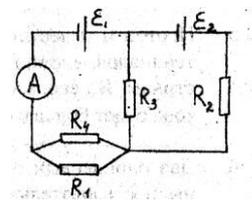
6. Определить общую емкость трех плоских воздушных конденсаторов, соединенных параллельно. Геометрические размеры конденсаторов одинаковы: площадь пластин 314 см^2 , расстояние между ними 1 мм . Как изменится общая емкость конденсаторов, если пространство между пластинами одного конденсатора заполнить слюдой ($\epsilon=6$), а второго - парафином ($\epsilon=2$)?
 [Ответ: $8,34 \cdot 10^{-10} \text{ Ф}$; $3,1 \cdot 10^{-9} \text{ Ф}$]

7. Площадь каждой из пластин плоского конденсатора 200 см^2 , а расстояние между ними 1 см . Какова энергия поля, если напряженность поля 500 кВ/м , а пространство между обкладками заполнено слюдой ($\epsilon=6$)? [Ответ: $1,32 \text{ Дж}$]

8. Два проводящих шарика, радиусы которых $4,5$ и 18 см , получили заряды $1,5 \cdot 10^{-9}$ и $18 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$. Что произойдет, когда шарики соединят проволокой? Определить энергию шариков до и после соединения.
 [Ответ: $225 \cdot 10^{-9} \text{ Дж}$; $81 \cdot 10^{-7} \text{ Дж}$; $15,2 \cdot 10^{-7} \text{ Дж}$; $121,5 \cdot 10^{-7} \text{ Дж}$]

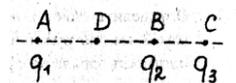
9. Элемент замыкают сначала на внешнее сопротивление $R_1=2 \text{ Ом}$, а затем на внешнее сопротивление $R_2=0,5 \text{ Ом}$. Найти ЭДС элемента и его внутреннее сопротивление, если известно, что в каждом из этих случаев мощность, выделяемая во внешней цепи, одинакова и равна $3,54 \text{ Вт}$. [Ответ: 4 В ; 1 Ом]

10. На схеме $\epsilon_1=2\epsilon_2$, $R_1=R_2=20 \text{ Ом}$, $R_3=15 \text{ Ом}$ и $R_4=30 \text{ Ом}$. Амперметр показывает $1,5 \text{ А}$. Найти величины ϵ_1 и ϵ_2 , а также силы токов I_2 и I_3 , идущих соответственно через сопротивления R_2 и R_3 . Сопротивлением батарей и амперметра пренебречь. [Ответ: $\epsilon_1=24 \text{ В}$; $\epsilon_2=12 \text{ В}$; $I_2=1,2 \text{ А}$; $I_3=0,3 \text{ А}$]



Вариант 17

1. Найти напряженность электрического поля в точке D, расположенной по отношению к зарядам $q_1=-30 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$, $q_2=-50 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$, $q_3=200 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$, как показано на рисунке. Расстояния: $AB=7 \text{ см}$, $BC=5 \text{ см}$, $AD=4 \text{ см}$. Определить силу, с которой поле действует на точечный заряд $q=50 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$, помещенный в точку D.
 [Ответ: $E=5 \cdot 10^4 \text{ В/м}$; $F=2,5 \cdot 10^{-3} \text{ Н}$]



2. В вершинах правильного треугольника расположены 3 положительных заряда. Найти напряженность электрического поля в центре треугольника. Величина каждого заряда $q=1,5 \text{ нКл}$. Сторона треугольника $a=8 \text{ см}$.
 [Ответ: 0 В/м]

3. Заряды распределены равномерно по поверхности двух концентрических сфер с радиусами 10 и 20 см, причем поверхностная плотность зарядов на обеих сферах одинакова. Найти σ , если потенциал в центре равен 300 В.

[Ответ: $8,85 \cdot 10^{-9}$ Кл/м²]

4. Электростатическое поле создается положительно заряженной бесконечной плоскостью. Поверхностная плотность заряда на плоскости 10 нКл/м². Какую работу надо совершить, чтобы перенести электрон вдоль линии напряженности с расстояния 2 см до расстояния 1 см? [Ответ: $9,04 \cdot 10^{-19}$ Дж]

5. Протон и α -частица, ускоренные одинаковой разностью потенциалов, влетают в плоский конденсатор параллельно пластинам. Во сколько раз отклонение протона полем конденсатора будет больше отклонения α -частицы?

[Ответ: в 2 раза]

6. Два одинаковых плоских воздушных конденсатора соединены последовательно и подключены к источнику электрического тока с постоянной ЭДС. Внутри одного из них вносят диэлектрик с $\epsilon=9$. Диэлектрик заполняет все пространство между обкладками. Как и во сколько раз изменится напряженность в этом конденсаторе?

[Ответ: в 0,2 раза]

7. Определить емкость и энергию металлической сферы радиусом 2 см, погруженной в воду ($\epsilon=81$), если поверхностная плотность заряда на сфере $3 \cdot 10^{-5}$ Кл/см².

[Ответ: $1,8 \cdot 10^{-10}$ Ф; $6,25 \cdot 10^{-13}$ Дж]

8. Плоский конденсатор имеет в качестве изолирующего слоя стеклянную пластинку ($\epsilon=6$) толщиной 2 мм и площадью 300 см². Конденсатор заряжен до напряжения 100 В, после чего отключен от источника. Определить механическую работу, которую нужно произвести, чтобы вынуть стеклянную пластинку из конденсатора.

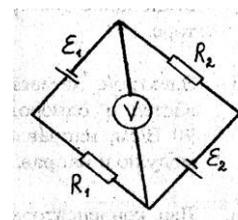
[Ответ: $2 \cdot 10^{-5}$ Дж]

9. Элемент, ЭДС которого ϵ и внутреннее сопротивление r , замкнут на внешнее сопротивление R . Наибольшая мощность во внешней цепи 9 Вт. Сила тока, текущего при этих условиях по цепи, равна 3 А. Найти величины ϵ и r .

[Ответ: 6 В; 1 Ом]

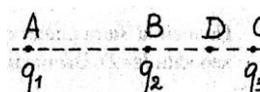
10. На схеме $\epsilon_1=\epsilon_2$, $R_1=R_2=100$ Ом. Вольтметр показывает 150 В. Сопротивление вольтметра 150 Ом. Найти ЭДС батарей. Сопротивлением батарей пренебречь.

[Ответ: 200 В]



Вариант 18

1. Найти напряженность электрического поля в точке D, расположенной по отношению к зарядам $q_1=-1,5 \cdot 10^{-9}$ Кл, $q_2=-1 \cdot 10^{-9}$ Кл, $q_3=3 \cdot 10^{-9}$ Кл, как показано на рисунке. Рас-



стояния: $AB=6$ см, $BC=6$ см, $AD=8$ см. Определить силу, с которой поле действует на точечный заряд $q=2 \cdot 10^{-9}$ Кл, помещенный в точку D .

[Ответ: $E=4,15 \cdot 10^4$ В/м; $F=8,3 \cdot 10^{-5}$ Н]

2. В вершинах правильного шестиугольника расположены 4 положительных и 2 отрицательных заряда. Найти напряженность электрического поля в центре шестиугольника при различном расположении этих зарядов. Величина каждого заряда $q=5 \cdot 10^{-9}$ Кл. Сторона шестиугольника $a=12$ см.

[Ответ: $1,04 \cdot 10^4$ В/м; $0,6 \cdot 10^4$ В/м; 0 В/м]

3. Две одноименно заряженные плоскости с поверхностной плотностью заряда $\sigma_1=10^{-9}$ Кл/м² и $\sigma_2=4 \cdot 10^{-9}$ Кл/м² расположены на расстоянии 10 см друг от друга. Найти разность потенциалов между одной из пластин и точкой, расположенной посередине между плоскостями. [Ответ: 8,47 В]

4. Электрон, обладающий скоростью $6 \cdot 10^9$ см/с, влетает в плоский конденсатор параллельно его пластинам. Расстояние между пластинами 5 см, разность потенциалов 600 В. Найти отклонение электрона, вызванное напряжением на конденсаторе.

[Ответ: $3,66 \cdot 10^{-3}$ м]

5. Электрон, летевший горизонтально со скоростью 1,6 Мм/с, влетел в однородное электрическое поле напряженностью 90 В/см, направленное вертикально вверх. Какова будет по модулю и направлению скорость электрона через 1 нс?

[Ответ: 2,3 Мм/с; $\alpha=45^\circ$]

6. Два конденсатора с воздушным зазором, емкостью 100 нФ каждый, соединены последовательно и подключены к источнику, ЭДС которого 10 В. Как изменится заряд конденсаторов, если один из них погрузить в жидкий диэлектрик с $\epsilon=2$?

[Ответ: $1,67 \cdot 10^{-10}$ Кл]

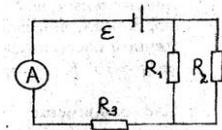
7. Половина металлического шара радиусом 6 см погружена в керосин ($\epsilon=2$). Вычислить емкость шара.

[Ответ: 10 нФ]

8. Две пластины площадью 200 см² погружены в масло, диэлектрическая проницаемость которого 2,2, и подключены к полюсам батареи с ЭДС 200 В. Какую работу необходимо затратить, чтобы после отключения батареи уменьшить расстояние между пластинами от 5 до 1 см?

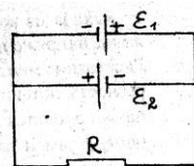
[Ответ: $1,2 \cdot 10^{-7}$ Дж]

9. В схеме ϵ - батарея, ЭДС которой равна 120 В. $R_3 = 30$ Ом, $R_2=60$ Ом. Амперметр показывает 2 А. Найти мощность, выделяющуюся в сопротивлении R_1 . Сопротивлением батареи и амперметра пренебречь.



[Ответ: 16 Вт]

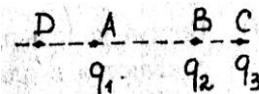
10. Две батареи ($\varepsilon_1=10\text{ В}$, $r_1=1\text{ Ом}$, $\varepsilon_2=8\text{ В}$, $r_2=2\text{ Ом}$) и реостат $R=60\text{ Ом}$ соединены так, как показано на схеме. Найти силу тока в батареях и реостате



[Ответ: 6,4 А; 5,8 А; 0,6 А]

Вариант 19

1. Найти напряженность электрического поля в точке D , расположенной по отношению к зарядам $q_1=-5\cdot 10^{-9}\text{ Кл}$, $q_2=1,5\cdot 10^{-9}\text{ Кл}$, $q_3=-5\cdot 10^{-9}\text{ Кл}$, как показано на рисунке. Расстояние: $AB=3\text{ см}$, $BC=4\text{ см}$, $AD=5\text{ см}$. Определить силу, с которой поле действует на точечный заряд $q=3\cdot 10^{-9}\text{ Кл}$, помещенный в точку D .



[Ответ: $E=2,3\cdot 10^4\text{ В/м}$; $F=6,9\cdot 10^{-5}\text{ Н}$]

2. В вершинах правильного четырехугольника расположены три положительных и один отрицательный заряды. Найти напряженность электрического поля в центре четырехугольника. Величина каждого заряда $q=5\cdot 10^{-9}\text{ Кл}$. Сторона четырехугольника $a=3\text{ см}$. [Ответ: $2\cdot 10^5\text{ В/м}$]

3. Потенциал поля в некоторой области зависит от координаты x следующим образом: $\varphi=a\cdot x^2/2+C$. Какова будет напряженность поля? [Ответ: $E=ax$]

4. Протон, летящий по направлению к неподвижному ядру двукратно ионизированного атома гелия, в некоторой точке поля ядра с напряженностью 100 В/см имеет скорость 10^6 м/с . На какое расстояние протон сможет приблизиться к ядру? [Ответ: $6,6\cdot 10^{-9}\text{ м}$]

5. Расстояние между пластинами управляющего конденсатора электронно-лучевой трубки 16 мм , длина пластин 3 см . На какое расстояние сместится электрон, влетающий в конденсатор со скоростью $2\cdot 10^4\text{ км/с}$ параллельно пластинам, к моменту выхода из конденсатора, если на пластины подано постоянное напряжение 48 В ? [Ответ: $0,6\text{ мм}$]

6. Расстояние между пластинами плоского конденсатора $1,5\text{ мм}$, разность потенциалов 500 В . В пространстве между пластинами находятся два слоя диэлектриков: фарфор ($\varepsilon=6$) толщиной $0,6\text{ мм}$ и парафин ($\varepsilon=2$) толщиной $0,2\text{ мм}$. Определить напряженность и падение потенциала в каждом слое между пластинами конденсатора.

[Ответ: $9,26\cdot 10^4\text{ В/м}$; $2,78\cdot 10^5\text{ В/м}$; $5,56\cdot 10^5\text{ В/м}$; $55,5\text{ В}$; $55,5\text{ В}$; 389 В]

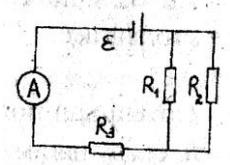
7. Восемь капель радиусом 1 см , заряженные до потенциала 5 В , сливаются в одну. Найти потенциал и энергию полученной капли.

[Ответ: 20 В ; $4,4\cdot 10^{-9}\text{ Дж}$]

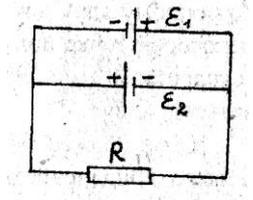
8. Воздушный конденсатор емкостью $0,2\text{ мкФ}$ заряжен до разности потенциалов 600 В . Найти изменение энергии конденсатора и работу, совершаемую

силами поля, при заполнении конденсатора жидким диэлектриком ($\varepsilon=2$), если заполнение конденсатора диэлектриком производится после отключения конденсатора от источника напряжения. [Ответ: $18 \cdot 10^{-3}$ Дж; $18 \cdot 10^{-3}$ Дж]

9. Найти показания амперметра в схеме. ЭДС батареи 100 В, ее внутреннее сопротивление 2 Ом. Сопротивления R_1 и R_2 равны соответственно 25 и 78 Ом. Мощность, выделяемая на сопротивлении R_1 , 16 Вт. Сопротивлением амперметра пренебречь. [Ответ: 1 А]



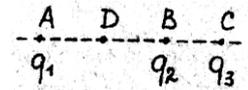
10. Две батареи ($\varepsilon_1=8$ В, $r_1=2$ Ом, $\varepsilon_2=6$ В, $r_2=1,5$ Ом) и реостат $R=10$ Ом соединены так, как показано на схеме. Найти силу тока в реостате.



[Ответ: 0,63 А]

Вариант 20

1. Найти напряженность электрического поля в точке D, расположенной по отношению к зарядам $q_1=-10^{-8}$ Кл, $q_2=5 \cdot 10^{-9}$ Кл, $q_3=-15 \cdot 10^{-9}$ Кл, как показано на рисунке. Расстояния: $AB = 5$ см, $BC = 3$ см, $AD = 2$ см. Определить силу, с которой поле действует на точечный заряд $q = 40 \cdot 10^{-9}$ Кл, помещенный в точку D.



[Ответ: $E = 25,4 \cdot 10^4$ В/м; $F = 1020 \cdot 10^{-5}$ Н]

2. В вершинах правильного шестиугольника расположены пять положительных и один отрицательный заряды. Найти напряженность электрического поля в центре шестиугольника при различном расположении этих зарядов. Величина каждого заряда $q=3 \cdot 10^{-9}$ Кл. Сторона шестиугольника $a = 4$ см.

[Ответ: $3,4 \cdot 10^4$ В/м]

3. Две одноименно заряженные пластины площадью 100 см² каждая расположены на расстоянии 2 см друг от друга. Заряд левой пластины $-2 \cdot 10^{-9}$ Кл, а правой $-4 \cdot 10^{-9}$ Кл. Чему равна разность потенциалов между пластинами?

[Ответ: 226 В]

4. Протон и α -частица, двигаясь с одинаковой скоростью, влетают в плоский конденсатор параллельно пластинам. Во сколько раз отклонение протона будет больше отклонения α -частицы?

[Ответ: в 2 раза]

5. Электростатическое поле создается положительно заряженной бесконечной нитью с линейной плотность заряда 1 нКл/см. Какую скорость приобретает электрон, приблизившись под действием поля в нити вдоль линии напряженности с расстояния 1,5 см до расстояния 1 см? [Ответ: 16 Мм/с]

6. Между пластинами плоского конденсатора, заряженного до разности потенциалов 400 В, находятся два слоя диэлектриков: парафин ($\varepsilon=2$) толщиной

4 мм и слюда ($\epsilon=6$) толщиной 3 мм. Площадь каждой пластины конденсатора 200 см^2 . Найти напряженность и падение потенциала в каждом слое.

[Ответ: 80000 В/м ; 26667 В/м ; 320 В ; 80 В]

7. Половина металлического шара радиусом 12 см погружена в воду ($\epsilon=81$). Определить емкость шара.

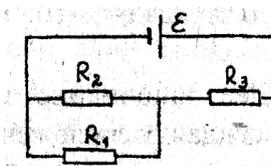
[Ответ: $5,46 \cdot 10^{-10} \text{ Ф}$]

8. Найти объемную плотность энергии в точке, находящейся: 1) на расстоянии 2 см от поверхности заряженного шара радиусом 1 см; 2) вблизи бесконечной заряженной плоскости. Поверхностная плотность заряда $1,67 \cdot 10^{-5} \text{ Кл/м}^2$ одинакова на обеих поверхностях. Диэлектрическая проницаемость равна 2.

[Ответ: $9,7 \cdot 10^{-2} \text{ Дж/м}^3$; $1,97 \text{ Дж/м}^3$]

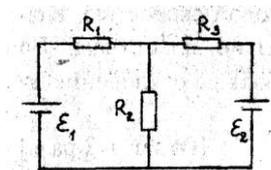
9. В схеме ϵ - батарея, ЭДС которой 120 В, $R_1=25 \text{ Ом}$, $R_2=R_3=100 \text{ Ом}$. Найти мощность, выделяющуюся на сопротивлении R_1 . Сопротивлением батареи пренебречь.

[Ответ: 16 Вт]



10. Требуется определить силу тока в сопротивлении R_3 и напряжение на концах этого сопротивления, если $\epsilon_1=4 \text{ В}$, $\epsilon_2=3 \text{ В}$, $R_1=2 \text{ Ом}$, $R_2=6 \text{ Ом}$, $R_3=1 \text{ Ом}$. Внутренними сопротивлениями источников тока пренебречь.

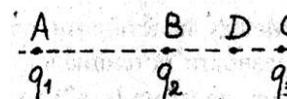
[Ответ: 0 А ; 0 В]



Вариант 21

1. Найти напряженность электрического поля в точке D , расположенной по отношению к зарядам $q_1=-20 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$, $q_2=25 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$, $q_3=-10 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$, как показано на рисунке. Расстояния: $AB=4 \text{ см}$, $BC=7 \text{ см}$, $AD=9 \text{ см}$. Определить силу, с которой поле действует на точечный заряд $q=10 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$, помещенный в точку D .

[Ответ: $E = 29,3 \cdot 10^4 \text{ В/м}$; $F=293 \cdot 10^{-5} \text{ Н}$]



2. В вершинах правильного треугольника расположены 2 положительных и 1 отрицательный заряды. Найти напряженность электрического поля в центре треугольника. Величина каждого заряда $q=2,5 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$. Сторона треугольника $a = 3 \text{ см}$.

[Ответ: $3,76 \cdot 10^4 \text{ В/м}$]

3. Точечные заряды $Q_1=-12 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$ и $Q_2=8 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$ расположены в 10 см друг от друга. Найти потенциал в точке, расположенной в 6 см от первого и в 4 см от второго заряда.

[Ответ: 0 В]

4. Разность потенциалов между пластинами плоского конденсатора 900 В. Какую скорость приобретет электрон, пролетев расстояние между пластинами?

[Ответ: $1,78 \cdot 10^4 \text{ км/с}$]

5. Электрон с начальной скоростью $3 \cdot 10^6$ м/с влетел в однородное электрическое поле напряженностью 150 В/м. Вектор начальной скорости перпендикулярен линиям напряженности электрического поля. Найти: 1) силу, действующую на электрон; 2) ускорение, приобретаемое электроном; 3) скорость электрона через $0,1$ мкс. [Ответ: $2,4 \cdot 10^{-17}$ Н; $2,75 \cdot 10^{13}$ м/с²; $4,07 \cdot 10^6$ м/с]

6. Между пластинами плоского конденсатора, заряженного до разности потенциалов 400 В, находятся два слоя диэлектриков: стекло ($\epsilon=7$) толщиной 3 мм и эбонит ($\epsilon=2,6$) толщиной 7 мм. Площадь каждой пластины 250 см². Найти напряженность и падение потенциала в каждом слое.

[Ответ: $20,9$ кВ/м; $48,2$ кВ/м; $62,6$ В; $337,4$ В]

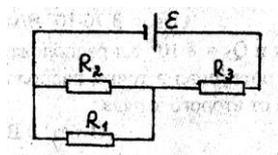
7. Шар радиусом $R_1=6$ см заряжен до потенциала 300 В, а шар радиусом $R_2=4$ см до потенциала 500 В. Определить потенциалы и энергии шаров после того, как их соединили металлическим проводником. Емкостью соединительных проводников пренебречь.

[Ответ: $\varphi_1=\varphi_2=30$ В; $W_1=48 \cdot 10^{-8}$ Дж; $W_2=32 \cdot 10^{-8}$ Дж]

8. Два плоских конденсатора емкостями $0,5$ и $1,5$ мкФ соединены последовательно и подключены к источнику питания. При этом на обкладках появился заряд $4,5 \cdot 10^{-4}$ Кл. Определить: 1) емкость батареи; 2) напряжение на обоих конденсаторах; 3) энергию электрического поля батареи.

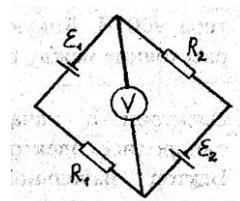
[Ответ: $0,375$ мкФ; 1200 В; 300 В; $0,27$ Дж]

9. В схеме сопротивление $R_1=100$ Ом, мощность, выделяющаяся на нем, равна 16 Вт. КПД генератора 80% . Найти ЭДС генератора, если известно, что падение потенциала на сопротивлении $R_3=40$ В. [Ответ: 100 В]



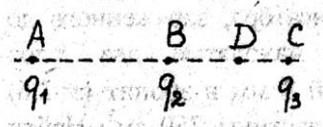
10. В схеме $\epsilon_1=\epsilon_2=110$ В, $R_1=R_2=200$ Ом. Сопротивление вольтметра 1000 Ом. Найти показание вольтметра. Сопротивлением батарей пренебречь.

[Ответ: 100 В]



Вариант 22

1. Найти напряженность электрического поля в точке D , расположенной по отношению к зарядам $q_1=-15 \cdot 10^{-9}$ Кл, $q_2=4,5 \cdot 10^{-9}$ Кл, $q_3=2,5 \cdot 10^{-9}$ Кл, как показано на рисунке. Расстояния: $AB=3$ см, $BC=8$ см, $AD=8$ см.



Определить силу, с которой поле действует на точечный заряд $q=5$ нКл, помещенный в точку D . [Ответ: $E=2,9 \cdot 10^4$ В/м; $F=14,5 \cdot 10^{-5}$ Н]

2. Найти напряженность электрического поля в одной из вершин квадрата со стороной $a=12$ см, если в остальных трех вершинах находятся одинаковые по величине положительные заряды $q=5 \cdot 10^{-9}$ Кл. [Ответ: $0,57 \cdot 10^4$ В/м]

3. Два одинаковых точечных заряда величиной $5 \cdot 10^{-9}$ Кл расположены на расстоянии 6 см друг от друга. Найти потенциал в точке, находящейся посередине между ними. [Ответ: 3000 В]

4. Электрон влетает с некоторой скоростью в плоский горизонтальный конденсатор параллельно пластинам на равном расстоянии от них. Расстояние между пластинами 4 см, напряженность электрического поля 1 В/см. Через сколько времени после того, как электрон влетел в конденсатор, он попадет на одну из пластин? На каком расстоянии от начала конденсатора электрон попадет на пластину, если бы он был ускорен разностью потенциалов 60 В? [Ответ: $4,8 \cdot 10^{-8}$ с; 22 см]

5. Поверхность нагретой отрицательно заряженной нити электрон покидает со скоростью 20 м/с. Какую скорость он будет иметь на расстоянии 2 см от нее? Линейная плотность заряда нити $-2 \cdot 10^{-9}$ Кл/м, радиус нити 0,5 мм. [Ответ: $6,84 \cdot 10^6$ м/с]

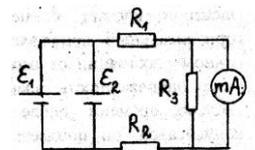
6. Определить общую емкость трех плоских воздушных конденсаторов, соединенных параллельно. Геометрические размеры конденсаторов одинаковы: площадь пластин 200 см^2 , расстояние между пластинами 1 мм. Как изменится общая емкость конденсаторов, если пространство между пластинами каждого из них заполнить стеклом ($\epsilon=7$)? [Ответ: $5,31 \cdot 10^{-10}$ Ф; $3,72 \cdot 10^{-9}$ Ф]

7. 1 млн сферических капелек радиусом $5 \cdot 10^{-4}$ см сливается в одну каплю. Заряд каждой капельки $1,6 \cdot 10^{-14}$ Кл. Какая энергия расходуется на преодоление электрических сил отталкивания капелек? [Ответ: $23 \cdot 10^{-4}$ Дж]

8. Металлический шар радиусом 3 см несет заряд 25 нКл. Шар окружен слоем парафина ($\epsilon=2$) толщиной 3 см. Определить энергию электрического поля, заключенного в слое диэлектрика. [Ответ: $2,34 \cdot 10^{-5}$ Дж]

9. ЭДС батареи 20 В. Сопротивление внешней цепи 2 Ом. Сила тока 4 А. С каким КПД работает батарея? При каком значении внешнего сопротивления КПД будет 99%? [Ответ: 0,4; 297 Ом]

10. Найти показание миллиамперметра в схеме, если $\epsilon_1=\epsilon_2=1,5$ В, $r_1=r_2=0,5$ Ом, $R_1=R_2=2$ Ом и $R_3=1$ Ом. Сопротивление миллиамперметра 3 Ом. [Ответ: 75 мА]

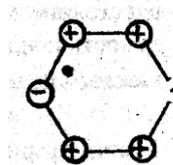


Вариант 23

1. В однородном электрическом поле в вакууме находится пылинка, имеющая массу $4 \cdot 10^{-7}$ г и заряд $1,6 \cdot 10^{-11}$ Кл. Какой должна быть по величине и

направлению напряженность поля, чтобы пылинка оставалась в покое?
[Ответ: 245 В/м]

2. Найти напряженность электрического поля в центре правильного шестиугольника, в вершинах которого находятся четыре положительных и один отрицательный заряд. Все заряды одинаковые по величине и равны $q=4,5 \cdot 10^{-9}$ Кл. Сторона шестиугольника 3 см. [Ответ: $2,8 \cdot 10^4$ В/м]



3. В вершинах квадрата со стороной 10 см находятся точечные заряды величиной $5 \cdot 10^{-9}$ Кл. Чему равен потенциал в центре квадрата? [Ответ: 2,5 кВ]

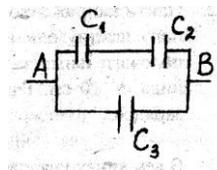
4. Электрон находится в однородном электрическом поле напряженностью $2 \cdot 10^5$ В/м. Какой путь пройдет электрон за 1 нс, если его начальная скорость равна нулю? Какой скоростью будет обладать электрон в конце этого пути?
[Ответ: 1,76 см; $3,52 \cdot 10^7$ м/с]

5. Электрическое поле образовано положительно заряженной бесконечной нитью. Двигаясь под действием этого поля от точки, находящейся на расстоянии 1 см от нити, до точки с расстоянием 4 см, α -частица изменила свою скорость от $2 \cdot 10^5$ до $3 \cdot 10^6$ м/с. Найти линейную плотность заряда на нити и работу, которую совершила α -частица. [Ответ: $3,7 \cdot 10^{-6}$ Кл/м; $2,6 \cdot 10^{-14}$ Дж]

6. На сколько увеличится емкость плоского воздушного конденсатора, если воздушный зазор плотно заполнить двумя слоями диэлектрика: слюдой ($\epsilon=6$) толщиной 0,4 мм и парафином ($\epsilon=2$) толщиной 1 мм? Площадь пластин 100 см². [Ответ: 930 нФ]

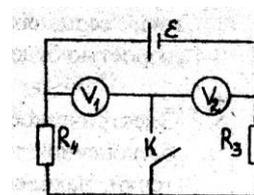
7. Металлический шар радиусом 24 см наполовину погружен в масло ($\epsilon=2$). Определить емкость шара. [Ответ: $40 \cdot 10^{-12}$ Ф]

8. Емкость батареи конденсаторов, изображенной на рисунке, равна 5,8 мкФ. Каковы емкость и заряд третьего конденсатора, если $C_1=1$ мкФ, $C_2=4$ мкФ, а подведенное к точкам А и В напряжение 220 В? Чему равна энергия всех конденсаторов?
[Ответ: 5 мкФ; 1,1 мКл; 0,14 Дж]



9. Лампочка и реостат, соединенные последовательно, присоединены к источнику тока. Напряжение на зажимах лампочки 40 В. Сопротивление реостата 10 Ом. Внешняя цепь потребляет мощность 120 Вт. Найти силу тока в цепи. [Ответ: 2 А]

10. В схеме V_1 и V_2 - два вольтметра, сопротивления которых равны соответственно $R_1=3000$ Ом и $R_2=2000$ Ом, $R_3=3000$ Ом, $R_4=2000$ Ом, $\epsilon=200$ В. Найти показания



метров в случае, когда ключ K разомкнут. Сопротивлением батареи пренебречь. Задачу решить, применив правила Кирхгофа. [Ответ: $U_1=120\text{ В}$; $U_2=80\text{ В}$]

Вариант 24

1. Три точечных заряда $q_1=5\cdot 10^{-9}\text{ Кл}$, $q_2=10^{-8}\text{ Кл}$ и $q_3=5\cdot 10^{-9}\text{ Кл}$, расположены на одной прямой. Расстояние между ними 6 см . Найти точку на прямой, в которой напряженность электрического поля равна нулю.

[Ответ: $3,5\text{ см}$ от первого заряда]

2. Найти напряженность электрического поля в центре правильного шестиугольника, в трех вершинах которого находятся положительные заряды $q=15\cdot 10^{-9}\text{ Кл}$. Сторона шестиугольника $a=10\text{ см}$. Рассмотреть разные варианты расположения зарядов. [Ответ: $2,72\cdot 10^4\text{ В/м}$; $1,36\cdot 10^4\text{ В/м}$; 0 В/м]

3. В вершинах квадрата со стороной $0,5\text{ м}$ находятся одинаковые заряды по $4\cdot 10^{-8}\text{ Кл}$. Найти потенциал точки, расположенной посередине одной из сторон. [Ответ: $4,16\text{ кВ}$]

4. Электрон с начальной скоростью $2\cdot 10^3\text{ км/с}$ движется вдоль однородного поля плоского конденсатора. Какова разность потенциалов на его обкладках, если электрон останавливается, пройдя путь $1,5\text{ см}$? Расстояние между пластинами 5 см . Сколько времени будет двигаться электрон до остановки?

[Ответ: 38 В ; $1,5\cdot 10^{-8}\text{ с}$]

5. На расстоянии 5 см от бесконечно длинной заряженной нити радиусом 1 мм находится пылинка массой $3\cdot 10^{-9}\text{ кг}$ с зарядом 10^{-10} Кл . Электрическое поле перемещает ее ближе к нити на 2 см , при этом совершается работа $5\cdot 10^{-6}\text{ Дж}$. Найти: 1) линейную плотность заряда нити; 2) скорость пылинки, долетевшей до нее. [Ответ: $5,45\cdot 10^{-6}\text{ Кл/м}$; $2,8\cdot 10^2\text{ м/с}$]

6. Два одинаковых воздушных конденсатора соединены параллельно. Как и во сколько раз изменится емкость системы конденсаторов, если их соединить между собой последовательно, предварительно заполнив пространство между обкладками парафином ($\epsilon=2$)? [Ответ: уменьшится в 2 раза]

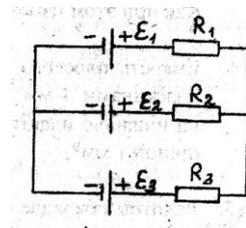
7. Уединенный металлический шар радиусом 6 см несет некоторый заряд. Концентрическая с шаром сфера делит пространство на две части так, что энергия электрического поля как внутренней, так и внешней области одинакова. Определить радиус этой сферы. [Ответ: 12 см]

8. Пространство между обкладками плоского конденсатора заполнено слюдой ($\epsilon=7$). Площадь пластин 200 см^2 , расстояние между ними $0,3\text{ см}$. Какую работу нужно совершить, чтобы увеличить расстояние между обкладками до $0,5\text{ см}$, не отключая конденсатор от батареи? [Ответ: $29,89\cdot 10^{-6}\text{ Дж}$]

9. ЭДС элемента 6 В . При внешнем сопротивлении $1,1\text{ Ом}$ сила тока в цепи 3 А . Найти падение потенциала внутри элемента и его сопротивление.

[Ответ: $2,7\text{ В}$; $0,9\text{ Ом}$]

10. Три источника с ЭДС $\varepsilon_1=11\text{ В}$, $\varepsilon_2=4\text{ В}$, $\varepsilon_3=6\text{ В}$ и три реостата с сопротивлениями $R_1=5\text{ Ом}$, $R_2=10\text{ Ом}$ и $R_3=20\text{ Ом}$ соединены, как указано на схеме. Определить силу тока в реостатах. Внутренним сопротивлением источников тока пренебречь. [Ответ: $0,54\text{ А}$; $0,42\text{ А}$; $0,12\text{ А}$]



Вариант 25

1. Найти напряженность электрического поля в одной из вершин квадрата со стороной $a = 4\text{ см}$, если в остальных трех вершинах находятся одинаковые по величине два положительных и один отрицательный заряды $q=3\cdot 10^{-9}\text{ Кл}$. Положительные заряды находятся на диагонали квадрата. [Ответ: $0,84\cdot 10^4\text{ В/м}$]

2. Найти напряженность электрического поля в центре правильного шестиугольника, в пяти вершинах которого находятся положительные заряды $q=3\cdot 10^{-9}\text{ Кл}$. Сторона шестиугольника $a=4\text{ см}$. [Ответ: $1,68\cdot 10^4\text{ В/м}$]

3. В вершинах куба со стороной 2 см расположены одинаковые: заряды величиной $2\cdot 10^{-9}\text{ Кл}$. Чему равен потенциал в центре куба? [Ответ: $8,3\text{ кВ}$]

4. Электрон движется по направлению силовых линий однородного поля, напряженность которого $1,2\text{ В/см}$. Какое расстояние он пролетит в вакууме до полной потери скорости, если его начальная скорость 10^3 км/с ? Сколько времени будет длиться этот полет? [Ответ: $2,4\cdot 10^{-2}\text{ м}$; $4,75\cdot 10^{-8}\text{ с}$]

5. Длинный цилиндр радиусом 1 см равномерно заряжен с линейной плотностью 10^{-5} Кл/м . α -частица, попавшая в поле, перемещается вдоль силовой линии от поверхности до точки, находящейся на расстоянии 4 см от поверхности цилиндра. Как при этом изменится энергия α -частицы?

[Ответ: $4,95\cdot 10^4\text{ эВ}$]

6. Емкость плоского конденсатора $1,8\text{ мкФ}$. Расстояние между пластинами 4 мм . Какова будет емкость конденсатора, если на нижнюю пластинку положить стеклянный лист ($\varepsilon=7$) толщиной 1 мм ? [Ответ: $6,2\cdot 10^{-6}\text{ Ф}$]

7. Радиусы обкладок сферического конденсатора равны соответственно 7 и 8 см . Пространство между ними заполнено парафином ($\varepsilon=2$). Поверхностная плотность заряда на внутренней обкладке $3\cdot 10^{-5}\text{ Кл/см}^2$. Найти емкость, заряд и энергию конденсатора. [Ответ: $2,4\cdot 10^{-11}\text{ Ф}$; $1,8\cdot 10^{-10}\text{ Кл}$; $1,3\cdot 10^{-10}\text{ Дж}$]

8. Емкость плоского конденсатора 111 нФ . Диэлектрик - фарфор ($\epsilon=5$). Конденсатор зарядили до разности потенциалов 600 В и отключили от источника напряжения. Какую работу нужно совершить, чтобы вынуть диэлектрик из конденсатора? Трением пренебречь. [Ответ: 80 мкДж]

9. К батарее, ЭДС которой 2 В и внутреннее сопротивление $0,5 \text{ Ом}$, присоединен проводник. Определить, при каком сопротивлении проводника мощность, выделяемая на нем, максимальна? Какова при этом мощность, выделяемая в проводнике? [Ответ: $0,5 \text{ Ом}; 2 \text{ Вт}$]

10. Три батареи с ЭДС $\epsilon_1=12 \text{ В}$, $\epsilon_2=5 \text{ В}$, $\epsilon_3=10 \text{ В}$ и одинаковыми внутренними сопротивлениями по 1 Ом соединены между собой одинаковыми полюсами. Какова сила токов, идущих через батареи? [Ответ: $3 \text{ А}; 4 \text{ А}; 1 \text{ А}$]

Вариант 26

1. Найти напряженность электрического поля в центре квадрата со стороной $a=8 \text{ см}$, в трех вершинах которого расположены три одинаковых положительных заряда $q=1,5 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$. [Ответ: $1,55 \cdot 10^4 \text{ В/м}$]

2. Найти напряженность электрического поля в центре правильного шестиугольника, в четырех вершинах которого находятся положительные заряды $q=5 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$. Сторона шестиугольника $a=5 \text{ см}$. Рассмотреть разные варианты расположения зарядов. [Ответ: $3,11 \cdot 10^4 \text{ В/м}; 1,8 \cdot 10^4 \text{ В/м}; 0 \text{ В/м}$]

3. Две пластины площадью 250 см^2 каждая расположены на расстоянии 5 см друг от друга. Заряд одной пластины $-3 \cdot 10^9 \text{ Кл}$, а другой $4 \cdot 10^9 \text{ Кл}$. Чему равна разность потенциалов между пластинами? [Ответ: 791 В]

4. Протон сближается с α -частицей. Скорость протона на достаточно большом удалении от α -частицы была $3 \cdot 10^5 \text{ м/с}$, а скорость α -частицы можно принять равной нулю. Определить минимальное расстояние, на которое подойдет протон к α -частице, и скорости обеих частиц в этот момент.

[Ответ: $7,67 \text{ нм}; 60 \text{ км/с}$]

5. Три точечных заряда $Q_A=3 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$, $Q_B=5 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$ и $Q_C=-6 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$ находятся в вершинах треугольника ABC . $AB=0,3 \text{ м}$, $BC=0,5 \text{ м}$, $AC=0,6 \text{ м}$. Определить работу, которую нужно совершить, чтобы развести эти заряды на такое расстояние, чтобы их силы взаимодействия можно было считать равными нулю. Заряды находятся в керосине ($\epsilon=2$). [Ответ: $-0,18 \text{ Дж}$]

6. Между пластинами плоского конденсатора находится плотно прилегающая фарфоровая пластина ($\epsilon=6$). Конденсатор заряжен до разности потенциалов

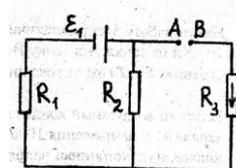
150 В. Какова будет разность потенциалов, если фарфоровую пластину из конденсатора убрать? [Ответ: 900 В]

7. Вычислить энергию электростатического поля шара, которому сообщен заряд 10^{-7} Кл, если диаметр шара 20 см. [Ответ: 450 мкДж]

8. Шесть конденсаторов емкостью по $5 \cdot 10^{-3}$ мкФ соединили параллельно в батарею и зарядили до 4000 В. Какой заряд накоплен всеми конденсаторами? Сколько тепла выделится при разрядке батареи? [Ответ: $1,2 \cdot 10^{-4}$ Кл; 0,24 Дж]

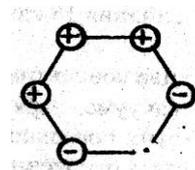
9. Сила тока в проводнике меняется со временем по закону $I=4+2 \cdot t$. Какое количество электричества проходит через его поперечное сечение за время от 2 до 6 с? При какой силе постоянного тока через поперечное сечение проводника за это же время проходит такое же количество электричества? [Ответ: 48 Кл; 12 А]

10. Три сопротивления $R_1=5$ Ом, $R_2=1$ Ом, $R_3=3$ Ом, а также источник тока ($\mathcal{E}_1=1,4$ В) соединены, как показано на схеме. Определить ЭДС источника тока, который надо включить в цепь между точками А и В, чтобы в сопротивлении R_3 шел ток силой 3 А. [Ответ: 11,26 В]



Вариант 27

1. Найти напряженность электрического поля в центре правильного шестиугольника, в вершинах которого находятся три положительных и два отрицательных заряда. Все заряды одинаковые по величине ($q=1,5 \cdot 10^{-8}$ Кл). Сторона шестиугольника 8 см. [Ответ: $6,33 \cdot 10^4$ В/м]



2. Заряды распределены равномерно по поверхности двух концентрических сфер с радиусами 10 и 20 см. Найти потенциал в центре, если поверхностная плотность заряда на первой сфере равна $8,85 \cdot 10^{-10}$ Кл/м², а заряд второй сферы $2 \cdot 10^{-9}$ Кл. [Ответ: 99,9 В]

3. Два точечных заряда $q_1=-8 \cdot 10^{-9}$ Кл и $q_2=10^{-8}$ Кл расположены на расстоянии 3 см друг от друга. Найти потенциал в точке, отстоящей на 4 см от первого и на 5 см от второго заряда. [Ответ: 0 В]

4. Поток электронов, ускоренных разностью потенциалов 5000 В, влетает в середину между пластинами плоского конденсатора параллельно им. Какое наименьшее напряжение нужно приложить к конденсатору, чтобы электроны не вылетели из него? Длина конденсатора 5 см, расстояние между пластинами 1 см. [Ответ: 400 В]

5. Найти работу электростатических сил при перемещении заряда 10^{-9} Кл из точки A в точку B , если эти точки находятся на расстояниях 5 и 20 см от точечного заряда $1,67 \cdot 10^{-7}$ Кл. [Ответ: $2,25 \cdot 10^{-7}$ Дж]

6. Плоский воздушный конденсатор с площадью пластин 100 см^2 заряжен до напряжения 1000 В. После зарядки конденсатор отключили от источника напряжения и пространство между пластинами заполнили эбонитом ($\epsilon=2,6$). Расстояние между пластинами 5 мм. Насколько и как изменились емкость конденсатора и разность потенциалов между обкладками?

[Ответ: 28,3 нФ; 615 В]

7. Определить энергию и потенциал капли, образованной от слияния 16 капелек радиусом 1 мм, потенциал которых 10 В. [Ответ: 64 В; $5,7 \cdot 10^{-9}$ Дж]

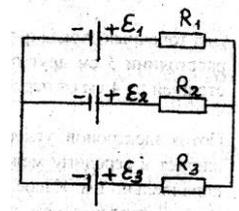
8. Две концентрические сферические поверхности, находящиеся в вакууме, заряжены одинаковым зарядом $3 \cdot 10^{-6}$ Кл. Радиусы этих поверхностей 1 и 2 м. Найти энергию электрического поля, заключенного между этими сферами.

[Ответ: $2,03 \cdot 10^{-2}$ Дж]

9. Сколько витков нихромовой проволоки ($\rho=10^{-6}$ Ом·м) диаметром 1 мм надо намотать на фарфоровый цилиндр радиусом 2,5 см, чтобы получилась печь сопротивлением 40 Ом? [Ответ: 200]

10. Три источника с ЭДС $\epsilon_1=11$ В, $\epsilon_2=4$ В, $\epsilon_3=6$ В и три реостата с сопротивлениями $R_1=5$ Ом, $R_2=10$ Ом и $R_3=2$ Ом соединены, как указано на схеме. Определить силу тока в реостатах. Внутренним сопротивлением источников тока пренебречь.

[Ответ: 0,8 А; 0,3 А; 0,5 А]



Вариант 28

1. В центр квадрата, в вершинах которого находится по заряду в $2,3 \cdot 10^{-9}$ Кл, помещен отрицательный заряд. Найти величину этого заряда, если результирующая сила, действующая на каждый заряд, равна нулю.

[Ответ: $2,3 \cdot 10^{-9}$ Кл]

2. В пяти вершинах шестиугольника со стороной 5 см расположены одинаковые заряды величиной $5 \cdot 10^{-9}$ Кл. Найти потенциал в шестой вершине.

[Ответ: 3,29 кВ]

3. Потенциал заряженного цилиндрического проводника 300 В. Какой минимальной скоростью должен обладать электрон, чтобы улететь с поверхности проводника в бесконечность? [Ответ: 10^7 м/с]

4. Электрон влетает в плоский горизонтальный конденсатор параллельно его пластинам со скоростью 10^7 м/с. Напряженность поля в конденсаторе

100 В/см, длина конденсатора 5 см. Найти величину и направление скорости электрона перед вылетом его из конденсатора.

[Ответ: $1,33 \cdot 10^7$ м/с; $\operatorname{tg} \alpha = 0,88$]

5. Под действием электростатического поля равномерно заряженной бесконечной плоскости точечный заряд величиной 1 нКл переместился вдоль силовой линии на расстояние 1 см, при этом совершена работа 5 мкДж. Определить поверхностную плотность заряда на плоскости.

[Ответ: $8,85$ мкКл/м²]

6. Две бесконечные параллельные пластины равномерно заряжены с поверхностной плотностью ± 10 нКл/м². Насколько изменится сила взаимного притяжения (на единицу площади), если пространство между пластинами заполнить стеклом ($\epsilon=7$)?

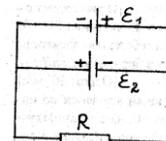
[Ответ: $4,71$ мкПа]

7. Сферический конденсатор состоит из двух сфер радиусами 20 и 21 см. Пространство между ними заполнено парафином ($\epsilon=2$). Найти емкость, заряд и энергию конденсатора, если поверхностная плотность заряда на внутренней сфере 10^{-9} Кл/м². [Ответ: $9,33 \cdot 10^{-10}$ Ф; $5 \cdot 10^{-10}$ Кл; $1,3 \cdot 10^{-10}$ Дж]

8. Плоский воздушный конденсатор состоит из двух пластин площадью 200 см², расположенных на расстоянии 0,3 см друг от друга. Конденсатор заряжают до напряжения 600 В и отключают от батареи. Какую работу надо совершить, чтобы увеличить расстояние между обкладками до 0,5 см? [Ответ: $7,12 \cdot 10^{-5}$ Дж]

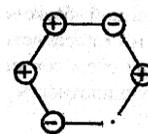
9. ЭДС элемента 12 В. При внешнем сопротивлении 1,1 Ом сила тока в цепи 6 А. Найти падение потенциала внутри элемента и его внутреннее сопротивление. [Ответ: 5,4 В; 0,9 Ом]

10. Два источника тока ($\epsilon_1=12$ В, $r_1=1$ Ом, $\epsilon_2=6$ В, $r_2=2$ Ом) и реостат $R=20$ Ом соединены, как показано на схеме. Найти ток, текущий через реостат. [Ответ: 0,29 А]



Вариант 29

1. Найти напряженность электрического поля в центре правильного шестиугольника, в вершинах которого находятся три положительных и два отрицательных заряда. Все заряды одинаковые по величине ($q=2,5 \cdot 10^{-9}$ Кл). Сторона шестиугольника 3 см.



[Ответ: $2,5 \cdot 10^4$ В/м]

2. Два шарика одинакового радиуса и веса, подвешенные на нитях одинаковой длины, опускаются в жидкий диэлектрик, плотность которого ρ_1 и диэлектрическая проницаемость ϵ . Какова должна быть плотность материала

шариков, чтобы углы расхождения нитей в воздухе и в диэлектрике были одинаковыми? [Ответ: $\varepsilon\rho_1/(\varepsilon-1)$]

3. Расстояние между двумя металлическими пластинами площадью 20 см^2 каждая, находящимися в керосине, равно 1 см . Заряд левой пластины 10^{-9} Кл , заряд правой $3 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$. Определить разность потенциалов между пластинами и скорость, с которой электрон, случайно покинувший одну из пластин ($v_0=0 \text{ м/с}$), достигнет другой пластины. [Ответ: $56,5 \text{ В}$; $4,45 \cdot 10^6 \text{ м/с}$]

4. Пылинка массой $4 \cdot 10^{-10} \text{ кг}$ с зарядом 10^{-16} Кл попадает в поле заряженного шара, имея скорость 10 см/с , направленную к центру шара. На какое расстояние она сможет приблизиться к шару, заряд которого 10^{-9} Кл ? [Ответ: $4,5 \cdot 10^{-5} \text{ м}$]

5. На расстоянии $r_1=4 \text{ см}$ от бесконечно длинной заряженной нити находится точечный заряд $0,67 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$. Под действием поля заряд перемещается до $r_2=2 \text{ см}$, при этом совершается работа $50 \cdot 10^{-7} \text{ Дж}$. Найти линейную плотность заряда на нити. [Ответ: $6 \cdot 10^{-7} \text{ Кл/м}$]

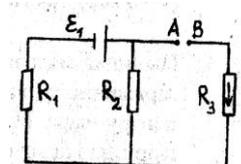
6. Определить общую ёмкость трех плоских конденсаторов, соединенных последовательно. Геометрические размеры конденсаторов одинаковы: площадь пластин 250 см^2 , расстояние между пластинами $1,5 \text{ мм}$. Как изменится общая емкость конденсаторов, если пространство между пластинами одного конденсатора заполнить фарфором ($\varepsilon=6$), а другого воском ($\varepsilon=7,8$)? [Ответ: 49 нФ ; увеличится на 93 нФ]

7. Электрическое поле создается заряженной ($Q=0,1 \text{ мкКл}$) сферой радиусом 10 см . Какова энергия поля, заключенного в объеме, ограниченном сферой и концентрической с ней сферической поверхностью радиусом 20 см ? [Ответ: $2,25 \cdot 10^{-4} \text{ Дж}$]

8. Какую работу нужно совершить, чтобы увеличить расстояние между обкладками плоского воздушного конденсатора площадью 100 см^2 от 3 до 10 см ? Напряжение между обкладками постоянно и равно 220 В . [Ответ: $5 \cdot 10^{-8} \text{ Дж}$]

9. Катушка из медной проволоки ($\rho=1,7 \cdot 10^{-8} \text{ Ом}\cdot\text{м}$, $\gamma=8600 \text{ кг/м}^3$) имеет сопротивление $10,8 \text{ Ом}$. Масса проволоки $3,41 \text{ кг}$. Сколько метров проволоки и какого диаметра намотано на катушке? [Ответ: 500 м ; 10^{-3} м]

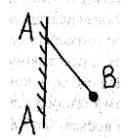
10. Три сопротивления $R_1=5 \text{ Ом}$, $R_2=1 \text{ Ом}$, $R_3=3 \text{ Ом}$, а также источник тока $\varepsilon_1=1,4 \text{ В}$ соединены, как показано на схеме. Определить ЭДС источника тока, который надо включить в цепь между точками A и B , чтобы в сопротивлении R_3 шел



ток 1 A в направлении, указанном стрелкой. Сопротивлением источников тока пренебречь. [Ответ: 4 B]

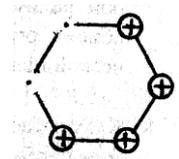
Вариант 30

1. На рис. AA - заряженная бесконечная плоскость, и B - одноименно заряженный шарик массой $4 \cdot 10^{-5}\text{ кг}$ и с зарядом $q = 6,67 \cdot 10^{-10}\text{ Кл}$. Натяжение нити, на которой висит шарик, $9 \cdot 10^{-4}\text{ Н}$. Найти поверхностную плотность заряда на плоскости.



[Ответ: $2,15 \cdot 10^{-5}\text{ Кл/м}^2$]

2. Найти напряженность электрического поля в центре правильного шестиугольника, в вершинах которого находятся четыре одинаковых положительных заряда $q = 10^{-8}\text{ Кл}$. Сторона шестиугольника 2 см .



[Ответ: $38 \cdot 10^4\text{ В/м}$]

3. Точечный заряд величиной 10 нКл , находясь в некоторой точке поля, обладает потенциальной энергией 10 мкДж . Найти потенциал этой точки поля.

[Ответ: 1 кВ]

4. Протон движется со скоростью $7,7 \cdot 10^8\text{ см/с}$. На какое наименьшее расстояние может приблизиться этот протон к ядру атома алюминия?

[Ответ: $6,1 \cdot 10^{-14}\text{ м}$]

5. В плоский конденсатор длиной 5 см влетает электрон под углом 15° к пластинам. Электрон обладает энергией 1500 эВ . Расстояние между пластинами 1 см . Определить величину напряжения на пластинах конденсатора, при котором электрон при выходе из конденсатора будет двигаться параллельно пластинам.

[Ответ: 150 В]

6. К воздушному конденсатору, заряженному до разности потенциалов 350 В и отключенному от источника напряжения, присоединили параллельно второй незаряженный конденсатор таких же размеров и формы, но с диэлектриком. После присоединения второго конденсатора разность потенциалов уменьшилась до 50 В . Во сколько раз емкость второго конденсатора больше, чем первого?

[Ответ: в 6 раз]

7. При увеличении напряжения, поданного на конденсатор емкостью 25 мкФ , в 2,6 раза, энергия поля возросла на $0,6\text{ Дж}$. Найти начальные значения напряжения и энергии поля.

[Ответ: 91 В ; $0,104\text{ Дж}$]

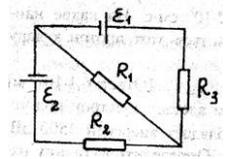
8. Шар, погруженный в масло ($\epsilon = 5$), имеет потенциал 5000 В и поверхностную плотность заряда $2 \cdot 10^{-5}\text{ Кл/м}^2$. Найти радиус шара, его заряд, емкость и энергию. [Ответ: $1,1 \cdot 10^{-2}\text{ м}$; $3 \cdot 10^{-8}\text{ Кл}$; $6,1 \cdot 10^{-6}\text{ мкФ}$; $7,4 \cdot 10^{-5}\text{ Дж}$]

9. В цепь включены параллельно медная и стальная проволоки равной длины и диаметра. Найти: 1) отношение количеств теплоты, выделяющейся в этих проволоках; 2) отношение падений напряжения на этих проволоках. (Удельное сопротивление меди $1,7 \cdot 10^{-8} \text{ Ом}\cdot\text{м}$; стали - $1,0 \cdot 10^{-7} \text{ Ом}\cdot\text{м}$).

[Ответ: 5,9; 1]

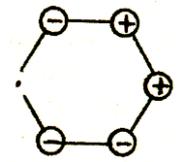
10. В схеме $\varepsilon_1=1 \text{ В}$, $\varepsilon_2=3 \text{ В}$, $R_1=1 \text{ Ом}$, $R_2=2 \text{ Ом}$, $R_3=3 \text{ Ом}$. Найти силу тока во всех участках цепи. Внутренним сопротивлением элементов пренебречь.

[Ответ: $I_1=I_2=1 \text{ А}$; $I_3=0 \text{ А}$]



Вариант 31

1. Найти напряженность электрического поля в центре правильного шестиугольника, в вершинах которого находятся три отрицательных точечных заряда $q=3 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$ и две бесконечно длинные заряженные нити с линейной плотностью заряда $\tau=2 \cdot 10^{-8} \text{ Кл/м}$. Сторона шестиугольника 9 см . [Ответ: $9,95 \cdot 10^3 \text{ В/м}$]



2. Найти силу, действующую на заряд $q=6,6 \cdot 10^{-10} \text{ Кл}$, если заряд помещен на расстоянии 2 см от поверхности заряженного шара радиусом 2 см и с поверхностной плотностью заряда $2 \cdot 10^{-9} \text{ Кл/см}^2$. Диэлектрическая проницаемость среды равна ϵ . [Ответ: $6,28 \cdot 10^{-5} \text{ Н}$]

3. При перемещении заряда 20 нКл между двумя точками поля внешними силами совершена работа 4 мкДж . Определить разность потенциалов этих точек поля. [Ответ: 200 В]

4. Заряженная частица, пройдя ускоряющую разность потенциалов $6 \cdot 10^5 \text{ В}$, приобрела скорость 5400 км/с . Определить массу частицы, если ее заряд равен $2e$. [Ответ: $1,3 \cdot 10^{-26} \text{ кг}$]

5. Электрон перемещается от одной пластины плоского конденсатора до другой. Разность потенциалов между пластинами 300 В , расстояние между ними 5 мм . Определить: 1) скорость, с которой электрон достигнет другой пластины; 2) время его движения; 3) поверхностную плотность заряда на пластинах. Начальная скорость электрона мала.

[Ответ: $1,05 \cdot 10^7 \text{ м/с}$; $\cdot 10^{-9} \text{ с}$; $5,3 \cdot 10^{-7} \text{ Кл/м}^2$]

6. Расстояние между пластинами плоского конденсатора 7 мм , площадь пластин 200 см^2 . На сколько увеличится емкость конденсатора, если пространство между пластинами заполнить двумя слоями диэлектриков: парафина ($\epsilon=2$) толщиной 4 мм , и слюды ($\epsilon=6$) толщиной 3 мм ?

[Ответ: $45,5 \text{ нФ}$]

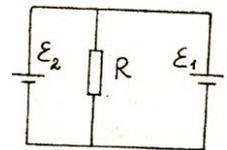
7. Поверхностная плотность заряда на внутренней сфере сферического кон-

денсатора $2 \cdot 10^{-9} \text{ Кл/м}^2$. Радиусы сфер 10 и 11 см. Найти емкость, заряд и энергию конденсатора. Пространство между обкладками заполнено парафином ($\epsilon=2$).
 [Ответ: $2,2 \cdot 10^{-10} \text{ Ф}$; $2,5 \cdot 10^{-10} \text{ Кл}$; $1,4 \cdot 10^{-10} \text{ Дж}$]

8. При разрядке батареи, состоящей из 10 параллельно включенных одинаковых конденсаторов, выделилось 2 Дж тепла. Конденсаторы были заряжены до разности потенциалов 600 В. Определить емкость каждого конденсатора.
 [Ответ: 1,11 мкФ]

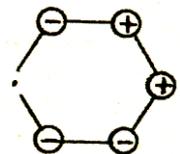
9. Сила тока в проводнике меняется со временем t по закону $I=4+2 \cdot t$. Какое количество электричества q проходит через его поперечное сечение за время от $t_1=2 \text{ с}$ до $t_2=4 \text{ с}$? При какой силе постоянного тока через поперечное сечение проводника за это же время пройдет такое же количество электричества?
 [Ответ: 20 Кл; 10 А]

10. В схеме $\epsilon_1=2 \text{ В}$, $\epsilon_2=4 \text{ В}$, $r_1=r_2=1 \text{ Ом}$, $R=100 \text{ Ом}$. Найти силу тока в батарее и реостате.
 [Ответ: $I_1=0,85 \text{ А}$; $I_2=1,14 \text{ А}$; $I_3=0,29 \text{ А}$]



Вариант 32

1. Найти напряженность электрического поля в центре правильного шестиугольника, в вершинах которого находятся три отрицательных точечных заряда ($q=2,5 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$) и две бесконечно длинные заряженные нити с линейной плотностью заряда $\tau=2 \cdot 10^{-8} \text{ Кл/м}$. Сторона шестиугольника 9 см.



[Ответ: $4 \cdot 10^3 \text{ В/м}$]

2. Между двумя вертикальными пластинами, находящимися на расстоянии 1 см друг от друга, на нити висит шарик, масса которого 0,1 г. После того, как на пластины была подана разность потенциалов 1000 В, нить отклонилась на угол 10° . Найти заряд шарика.
 [Ответ: $1,73 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$]

3. Два бесконечно длинных коаксиальных цилиндра радиусами 10,0 и 10,5 мм заряжены одноименными зарядами. Плотность заряда на внешнем цилиндре $2/3 \cdot 10^{-5} \text{ Кл/м}^2$, а на внутреннем $1/3 \cdot 10^{-5} \text{ Кл/м}^2$. Найти разность потенциалов между цилиндрами.
 [Ответ: 183 В]

4. Шарик массой 1 г и с зарядом 10^{-8} Кл перемещается из точки А, потенциал которой 600 В, в точку В с потенциалом 0 В. Чему была равна скорость шарика в точке А, если в точке В она стала равна 20 см/с?
 [Ответ: 0,167 м/с]

5. Заряд $q=-10^{-8} \text{ Кл}$ перемещается в однородном электрическом поле напряженностью 400 В/см на расстояние 80 см под углом 60° к направлению поля. Какая совершается при этом работа?
 [Ответ: $1,6 \cdot 10^{-3} \text{ Дж}$]

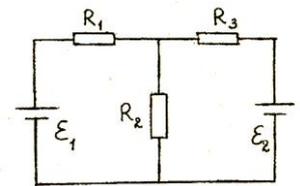
Между пластинами плоского конденсатора находятся два слоя диэлектриков: парафин ($\varepsilon=2$) толщиной 4 мм и слюда ($\varepsilon=6$) толщиной 3 мм. Напряженность электрического поля в парафине $8 \cdot 10^4 \text{ В/м}$. Найти разность потенциалов между обкладками конденсатора. [Ответ: 400 В]

6. Найти емкость, заряд и энергию сферического конденсатора, состоящего из двух концентрических сфер радиусами 5 и 6 см. Поверхностная плотность заряда на внутренней сфере 10^{-5} Кл/см^2 . Конденсатор заполнен маслом ($\varepsilon=2$). [Ответ: $6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Ф}$; $3,1 \cdot 10^{-11} \text{ Кл}$; $7,3 \cdot 10^{-12} \text{ Дж}$]

7. Импульсную стыковую сварку медной проволоки осуществляют с помощью разряда конденсатора емкостью 1200 мкФ при напряжении на конденсаторе 1500 В. Какова длительность разрядного импульса, если его средняя полезная мощность $2,75 \cdot 10^7 \text{ Вт}$ и КПД установки 5%? [Ответ: $2,47 \cdot 10^{-6} \text{ с}$]

8. Найти падение потенциала на медном проводе длиной 500 м и диаметром 2 мм, если сила тока в нем равна 2 А? ($\rho_{\text{Cu}} = 1,7 \cdot 10^{-8} \text{ Ом}\cdot\text{м}$.) [Ответ: 5,4 В]

Требуется определить силу тока в сопротивлении R_2 , если $\varepsilon_1=1,5 \text{ В}$, $\varepsilon_2=1 \text{ В}$, $R_1=50 \text{ Ом}$, $R_2=100 \text{ Ом}$, $R_3=80 \text{ Ом}$. Внутренними сопротивлениями источников тока пренебречь. [Ответ: 10 мА]



Вариант 33

1. Найти напряженность электрического поля в центре правильного шестиугольника, в вершинах которого находятся три положительных и один отрицательный заряды. Все заряды одинаковые по величине ($q=3 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$). Сторона шестиугольника 5 см. [Ответ: $3,6 \cdot 10^4 \text{ В/м}$]

2. Найти силу, действующую на заряд $6,6 \cdot 10^{-10} \text{ Кл}$, если заряд помещен на расстояние 2 см от заряженной нити с линейной плотностью заряда $2 \cdot 10^{-9} \text{ Кл/см}$. Диэлектрическая проницаемость среды равна 6. [Ответ: $2 \cdot 10^{-5} \text{ Н}$]

3. Три бесконечные заряженные плоскости с поверхностными плотностями заряда $\sigma_1=2 \cdot 10^{-9} \text{ Кл/м}^2$, $\sigma_2=-3 \cdot 10^{-9} \text{ Кл/м}^2$, $\sigma_3=-4 \cdot 10^{-9} \text{ Кл/м}^2$ находятся на расстоянии 1 см друг от друга. Найти разность потенциалов между ними. [Ответ: $\varphi_{12}=5 \text{ В}$; $\varphi_{23}=1,7 \text{ В}$]

4. Медленно движущийся электрон попадает в поле заряженного шара, радиус которого $r=10 \text{ см}$, а заряд $1,1 \cdot 10^{-5} \text{ Кл}$. Какую скорость будет иметь электрон, когда он достигнет поверхности шара? Считать, что начальное расстояние электрона от поверхности шара $l \gg r$. [Ответ: $5,6 \cdot 10^8 \text{ м/с}$]

5. В вершинах при острых углах ромба, составленного из двух равносторонних треугольников со стороной 0,25 м, помещены заряды

$q_1=q_2=2,5 \cdot 10^{-9}$ Кл. В вершине при одном из тупых углов помещен заряд $q_3=-5 \cdot 10^{-9}$ Кл. Определить работу по перемещению заряда $q_4=-2 \cdot 10^{-9}$ Кл из четвертой вершины в центр ромба. [Ответ: $-3,04 \cdot 10^{-7}$ Дж]

6. Емкость плоского конденсатора $1,8$ мкФ. Расстояние между пластинами 4 мм. Во сколько раз увеличится емкость конденсатора, если на нижнюю пластину положить стеклянный ($\epsilon=7$) лист толщиной 1 мм? [Ответ: $1,26$]

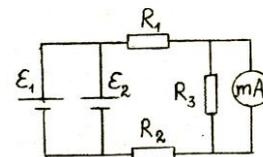
7. Уединенная металлическая сфера емкостью 10 пФ заряжена до потенциала 3 кВ. Определить энергию поля, заключенного в сферическом слое, ограниченном сферой и концентрической с ней сферической поверхностью, радиус которой в 3 раза больше радиуса сферы. [Ответ: 30 мкДж]

8. Пять параллельно соединенных одинаковых конденсаторов емкостью по $0,1$ мкФ заряжаются до общей разности потенциалов 30 кВ. Определить среднюю мощность разряда, если батарея разряжается за $1,5 \cdot 10^{-6}$ с. Остаточное напряжение $0,5$ кВ. [Ответ: $1,5 \cdot 10^8$ Вт]

9. Найти сопротивление железного стержня диаметром 1 см, если его масса 1 кг ($\rho=8,7 \cdot 10^{-8}$ Ом-м; $\gamma=7900$ кг/м³). [Ответ: $18 \cdot 10^{-4}$ Ом]

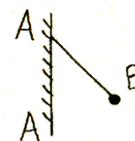
10. Найти показание миллиамперметра в схеме, если $\epsilon_1=\epsilon_2=1,5$ В, $r_1=r_2=0,5$ Ом, $R_1=R_2=2$ Ом и $R_3=1$ Ом. Сопротивление миллиамперметра 3 Ом.

[Ответ: 75 мА]



Вариант 34

1. На рис. AA - заряженная бесконечная плоскость с поверхностной плотностью заряда $4 \cdot 10^{-9}$ Кл/см², B - одноименно заряженный шарик массой 1 г и с зарядом 10^{-9} Кл. Какой угол с плоскостью AA образует нить, на которой висит шарик? [Ответ: 13°]



2. Найти силу, действующую на заряд $6,6 \cdot 10^{-10}$ Кл, если заряд помещен в поле заряженной плоскости с поверхностной плотностью заряда $2 \cdot 10^{-9}$ Кл/см². Диэлектрическая проницаемость среды равна 6 . [Ответ: $12,6 \cdot 10^{-5}$ Н]

3. В вершинах квадрата со стороной 15 см находятся четыре одинаковых заряда по $3 \cdot 10^{-10}$ Кл. Чему равен потенциал в центре квадрата? [Ответ: $101,7$ В]

4. Пылинка массой 5 нг, несущая на себе 10 электронов, прошла в вакууме ускоряющую разность потенциалов 1 МВ. Какова кинетическая энергия пылинки? Какую скорость она приобрела? [Ответ: $1,6 \cdot 10^{-12}$; $0,8$ м/с]

5. Какая совершается работа при перенесении точечного заряда $2 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}$ из бесконечности в точку, находящуюся на расстоянии 1 см от поверхности шара радиусом 1 см с поверхностной плотностью заряда 10^{-9} Кл/см^2 [Ответ: $1,3 \cdot 10^{-4} \text{ Дж}$]

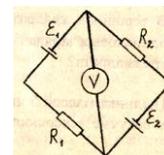
6. Как и на сколько изменится емкость плоского воздушного конденсатора, если воздушный зазор плотно заполнить тремя слоями диэлектриков: слюдой ($\epsilon=6$) толщиной $0,5 \text{ мм}$, фарфором ($\epsilon=5$) толщиной $1,5 \text{ мм}$ и парафином ($\epsilon=2$) толщиной 2 мм ? Площадь пластин 200 см^2 . [Ответ: увеличится на $88,5 \text{ пФ}$]

7. Определить емкость и энергию шара, который имеет поверхностную плотность заряда $2 \cdot 10^{-9} \text{ Кл/см}^2$ и потенциал 10000 В . Шар погружен в керосин ($\epsilon=2$). [Ответ: $1,97 \cdot 10^{-6} \text{ мкФ}$; $9,8 \cdot 10^{-5} \text{ Дж}$]

8. Объемная плотность энергии электрического поля воздушного конденсатора $0,85 \text{ Дж/м}^3$. Площадь каждой пластины 250 см^2 . Определить силу взаимного притяжения пластин. [Ответ: 85 мН]

9. Сопротивление вольфрамовой нити электрической лампы при $t_1=20^\circ\text{C}$ равно $35,8 \text{ Ом}$. Какова будет температура t_2 нити, если при включении в цепь с напряжением 120 В по нити идет ток $0,33 \text{ А}$? Температурный коэффициент сопротивления вольфрама $\alpha=0,46 \cdot 10^{-3} \text{ град}^{-1}$. [Ответ: 2200°C]

10. В схеме $\epsilon_1=12 \text{ В}$, $\epsilon_2=6 \text{ В}$, $R_1=10 \text{ Ом}$, $R_2=20 \text{ Ом}$. Сопротивление вольтметра 1000 Ом . Найти показание вольтметра. Сопротивлением батарей пренебречь. [Ответ: $9,93 \text{ В}$]



Вариант 35

1. Внутри горизонтально расположенного плоского конденсатора, расстояние между пластинами которого $3,84 \text{ мм}$, находится заряженная частица с зарядом $4,8 \cdot 10^{-10} \text{ Кл}$. Чтобы частица находилась в равновесии, между пластинами конденсатора нужно было приложить разность потенциалов 40 В . Найти массу частицы. [Ответ: $5,1 \cdot 10^{-16} \text{ кг}$]

2. Найти силу, действующую на заряд $6,6 \cdot 10^{-10} \text{ Кл}$, если заряд помещен на расстоянии 2 см от поверхности заряженного шара радиусом 2 см и поверхностной плотностью заряда $2 \cdot 10^{-9} \text{ Кл/см}^2$. Диэлектрическая проницаемость среды равна 6 . [Ответ: $6,28 \cdot 10^{-5} \text{ Н}$]

3. Заряды диполя $\pm 3 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$. Плечо диполя 1 см . Найти потенциал в точке, расположенной в 10 см от центра диполя. Рассмотреть две ситуации: точка на оси диполя и на перпендикуляре к ней. [Ответ: 27 В , 0 В]

4. На расстоянии 10 см от пластины с поверхностной плотностью заряда $2 \cdot 10^{-6} \text{ Кл/см}^2$ находится точечный положительный заряд $0,5 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$. Какая

работа совершится, если заряд переместится по силовой линии на расстояние 1 см? [Ответ: $5,65 \cdot 10^{-3}$ Дж]

5. Электрон, пройдя в плоском конденсаторе путь от одной пластины до другой, приобрел скорость 10^5 м/с. Расстояние между пластинами 8 мм. Найти разность потенциалов между пластинами и поверхностную плотность заряда на них. [Ответ: $2,8 \cdot 10^{-2}$ В; $3,1 \cdot 10^{-11}$ Кл]

6. Две бесконечные параллельные пластины равномерно заряжены с поверхностной плотностью заряда ± 15 нКл/м². На сколько изменится сила взаимного притяжения, приходящаяся на единицу площади пластины, если пространство между пластинами заполнить парафином ($\epsilon=2$)? [Ответ: $6,35$ мкН/м²]

7. Металлический шар радиусом 2,5 см несет заряд 30 нКл. Шар окружен слоем пчелиного воска ($\epsilon=3,8$). Определить энергию поля, заключенного в слое диэлектрика. [Ответ: $3,38 \cdot 10^{-5}$ Дж]

8. К пластинам воздушного конденсатора, каждая из которых имеет площадь 100 см², приложена разность потенциалов 280 В. Напряженность поля в конденсаторе 560 В/см. Определить поверхностную плотность заряда, емкость конденсатора и его энергию. [Ответ: $4,96 \cdot 10^{-7}$ Кл/м²; 17,7 нФ; $6,93 \cdot 10^{-7}$ Дж]

9. Сколько витков нихромовой проволоки ($\rho=10^{-6}$ Ом·м) диаметром 2 мм надо намотать на фарфоровый цилиндр радиусом 2,5 см, чтобы получить печь сопротивлением 40 Ом? [Ответ: 800]

10. Три батареи с ЭДС $\epsilon_1=12$ В, $\epsilon_2=5$ В, $\epsilon_3=10$ В и одинаковыми внутренними сопротивлениями по 1 Ом соединены между собой одинаковыми полюсами. Какова сила токов, идущих через батареи? [Ответ: 3 А; 4 А; 1 А]

Вариант 36

1. Шесть одинаковых по величине и знаку зарядов q расположены в вершинах правильного шестиугольника. Какой заряд (по знаку и величине) нужно поместить в центре шестиугольника, чтобы вся система зарядов находилась в равновесии? [Ответ: $1,83 \cdot q$]

2. Мыльный пузырь с зарядом $2,22 \cdot 10^{-10}$ Кл находится в равновесии в поле горизонтального плоского конденсатора. Найти разность потенциалов между пластинами конденсатора, если масса пузыря 0,01 г и расстояние между пластинами 5 см. [Ответ: 22 кВ]

3. Точечные заряды $q_1=4 \cdot 10^{-9}$ Кл и $q_2=-2 \cdot 10^{-9}$ Кл расположены в 3 см друг от друга. Найти потенциал в точке, находящейся на расстоянии 1 см от q_1 и 3 см от q_2 . [Ответ: 3000 В]

4. Определить ускоряющую разность потенциалов, которую должен пройти в электрическом поле электрон, обладающий скоростью 10^6 м/с, чтобы его скорость возросла в 2 раза. [Ответ: 8,53 В]

5. Диполь с электрическим моментом $3 \cdot 10^{-10}$ Кл·м свободно устанавливается в однородном электрическом поле напряженностью 1500 В/см. Какую работу нужно совершить, чтобы повернуть диполь на 180° ? [Ответ: $9 \cdot 10^{-5}$ Дж]

6. Между пластинами плоского конденсатора, заряженного до разности потенциалов 200 В, находятся два слоя диэлектриков: слюды ($\epsilon=6$) толщиной 2 мм и парафина ($\epsilon=2$) толщиной 6 мм. Площадь каждой пластины 200 см². Найти напряженность и падение потенциала в каждом слое. [Ответ: 10^4 В/м; $3 \cdot 10^4$ В/м; 20 В; 180 В]

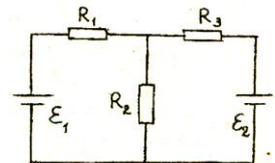
7. Проводящий шарик радиусом 2 см наэлектризован до потенциала 90000 В, а затем соединен с Землей проводником. Какое количество энергии выделится в проводнике? [Ответ: $4,5 \cdot 10^{-3}$ Дж]

8. Определить количество электрической энергии, перешедшей в тепло при соединении одноименно заряженными обкладками конденсаторов $C_1=2,5$ мкФ и $C_2=1,5$ мкФ, заряженных до напряжений $U_1=200$ В и $U_2=150$ В соответственно. [Ответ: $1,27 \cdot 10^{-5}$ Дж]

9. Разность потенциалов между точками А и В 9 В. Имеются два проводника, сопротивления которых 5 и 3 Ом. Найти количество тепла, выделяющееся в каждом из них за 1 с, если провода соединены: 1) последовательно; 2) параллельно. [Ответ: 3,79 Дж; 27 Дж]

10. Каково должно быть соотношение между сопротивлениями и ЭДС в цепи (см. схему), при котором через вторую батарею не будет течь ток?

[Ответ: $\epsilon_2(R_2+R_1)=\epsilon_1R_2$; R_3 - любое]



Вариант 37

1. Два шарика одинакового радиуса и веса подвешены на двух нитях так, что их поверхности соприкасаются. После сообщения шарикам заряда $q_0=4 \cdot 10^{-7}$ Кл они оттолкнулись друг от друга и разошлись на угол 60° . Расстояние от точки подвеса до центра шарика 20 см. Найти плотность материала шариков, если известно, что при погружении этих шариков в керосин ($\epsilon=2$) угол расхождения нитей стал равен 54° . Плотность керосина 800 кг/м³. [Ответ: 2550 кг/м³]

2. Два положительных точечных заряда q и $4q$ закреплены на расстоянии 60 см друг от друга. Определить, в какой точке на прямой, проходящей через

заряды, следует поместить третий заряд q так, чтобы он находился в равновесии.
[Ответ: в 40 см от заряда $4q$]

3. Принимая Землю за шар радиусом 6400 км, определить заряд и потенциал поверхности Земли. Напряженность электрического поля у поверхности 130 В/м.
[Ответ: $5,92 \cdot 10^3$ Кл; $8,2 \cdot 10^8$ В]

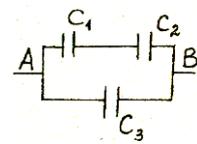
4. На какое расстояние могут сблизиться два электрона, если они движутся навстречу друг другу с относительной скоростью 10^7 м/с?
[Ответ: $5,1 \cdot 10^{-5}$ м]

5. α -частица влетает в плоский горизонтальный конденсатор параллельно его пластинам со скоростью $1,2 \cdot 10^5$ м/с. Напряженность поля внутри конденсатора 30 В/см, длина пластин конденсатора 10 см. Во сколько раз скорость α -частицы при вылете из конденсатора больше ее начальной скорости?
[Ответ: в 1,42 раза]

6. Плоский конденсатор зарядили при помощи источника с напряжением 200 В. Затем конденсатор был отключен от источника. Каким станет напряжение между пластинами, если расстояние между ними увеличить от первоначального 0,2 мм до 0,52 мм, а пространство между пластинами заполнить эбонитом ($\epsilon=2,6$)?
[Ответ: 400 В]

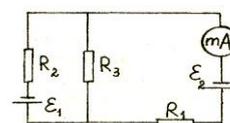
7. Два одинаковых металлических шарика радиусом $R=1$ см расположены в вакууме на расстоянии $d=30$ см. Шарики заряжены разноименными и равными по величине зарядами. Какова емкость конденсатора, образованного шариками? Вычислить емкость конденсатора при условии $d \gg R$.
[Ответ: 0,575 нФ; 0,556 нФ]

8. Три конденсатора соединены, как показано на рисунке. Напряжение, подведенное к точкам А и В, равно 250 В, $C_1=1,5$ мкФ, $C_2=3$ мкФ, $C_3=4$ мкФ. Какой заряд накоплен всеми конденсаторами? Чему равна энергия всех конденсаторов? [Ответ: $1,25 \cdot 10^{-3}$ Кл; 0,156 Дж]



9. Какая разность потенциалов получается на зажимах двух элементов, включенных параллельно, если их ЭДС равны соответственно 6 и 12 В, а внутренние сопротивления 0,6 и 0,5 Ом?
[Ответ: 92,7 В]

10. Какую силу тока показывает миллиамперметр в схеме, если $\epsilon_1=1$ В, $\epsilon_2=2$ В, $R_1=1500$ Ом, $R_2=500$ Ом, а падение потенциала на R_2 равно 1 В? Внутренним сопротивлением элементов пренебречь.
[Ответ: 0,45 мА]



Вариант 38

1. В вершинах шестиугольника со стороной $a=10$ см расположены точечные заряды $q, 2q, 3q, 4q, 5q, 6q$ ($q=0,1$ мкКл). Найти силу, действующую на точечный заряд q , находящийся в центре шестиугольника. [Ответ: 54 мН]

2. Три одинаковых маленьких шарика массой по 0,1 г подвешены в одной точке на шелковых нитях длиной 20 см. Какие заряды следует сообщить шарикам, чтобы каждая нить составляла с вертикалью угол 30° ?
[Ответ: $33 \cdot 10^{-9}$ Кл]

3. Электростатическое поле создано положительным точечным зарядом. Потенциал поля в точке, удаленной от заряда на расстояние 12 см, равен 24 В. Определить значение и направление градиента потенциала в этой точке.
[Ответ: 200 В/м; к заряду]

4. Какой минимальной скоростью должен обладать протон, чтобы он мог достичь поверхности заряженного до потенциала 400 В металлического шара? Первоначально протон находился от шара на расстоянии, равном трем радиусам шара.
[Ответ: $2,4 \cdot 10^5$ м/с]

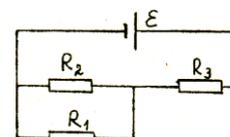
5. В однородное электрическое поле напряженностью 200 В влетает вдоль силовой линии электрон со скоростью 2 Мм/с. Определить расстояние, которое он пройдет до точки, в которой его скорость будет равна половине начальной.
[Ответ: 4,27 см]

6. Воздушный конденсатор, заряженный до разности потенциалов 240 В, соединили параллельно с одинаковым по размеру незаряженным конденсатором, заполненным диэлектриком. Какова проницаемость диэлектрика, если после соединения разность потенциалов стала равной 80 В? [Ответ: 2]

7. Определить емкость конденсатора, для изготовления которого использовали ленту алюминиевой фольги длиной 157 см и шириной 9 см. Толщина парафинированной бумаги ($\epsilon=2$) равна 0,1 мм. Какая энергия запасена в конденсаторе, если он заряжен до рабочего напряжения 400 В?
[Ответ: $2,5 \cdot 10^{-8}$ Ф; $2 \cdot 10^{-3}$ Дж]

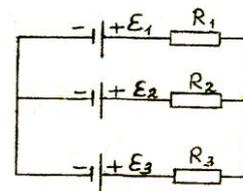
8. Потенциал шара, погруженного в керосин ($\epsilon=2$), 9000 В. Поверхностная плотность заряда $2,2 \cdot 10^{-5}$ Кл/м². Найти емкость и энергию шара.
[Ответ: $1,6 \cdot 10^{-12}$ Ф; $6,48 \cdot 10^{-5}$ Дж]

9. В схеме $\epsilon = 2,1$ В, $R_1=3$ Ом, $R_2=6$ Ом, $R_3=5$ Ом. Найти силу тока, текущего через R_1 . Сопротивлением амперметра пренебречь.
[Ответ: 0,2 А]



10. В схеме $\varepsilon_1=\varepsilon_2=\varepsilon_3=110\text{ В}$, $R_1=50\text{ Ом}$, $R_2=100\text{ Ом}$, $R_3=200\text{ Ом}$. Найти ток, текущий через сопротивление R_3 . Внутренним сопротивлением батарей пренебречь.

[Ответ: 0 А]



Вариант 39

1. Два шарика массой 0,2 г каждый подвешены в одной точке на нитях длиной 20 см каждая. Получив одинаковый заряд, шарики разошлись так, что нити образовали между собой угол 60° . Найти заряд каждого шарика.

[Ответ: 50,1 нКл]

2. Три одинаковых заряда в 1 нКл расположены по вершинам равностороннего треугольника. Какой отрицательный заряд нужно поместить в центре треугольника, чтобы его притяжение уравновесило силы взаимного отталкивания?

[Ответ: 0,577 нКл]

3. Две концентрические сферы радиусами R и $2\cdot R$ несут одноименные заряды 1 и 2 мкКл соответственно. На расстоянии $3\cdot R$ от центра потенциал равен 9 кВ. Найти R .

[Ответ: 1 м]

4. Какую ускоряющую разность потенциалов должен пройти электрон, чтобы получить скорость 8 Мм/с?

[Ответ: 182 В]

5. От положительной пластины конденсатора под действием электрического поля одновременно начинают двигаться протон и α -частица. На каком расстоянии от отрицательной пластины будет находиться α -частица в тот момент, когда протон достигнет пластины, если расстояние между пластинами 5 см?

[Ответ: 2,5 см]

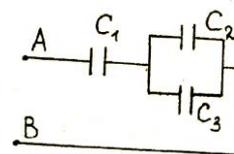
6. Точечный заряд 1 нКл, находящийся в воздухе, поместили в диэлектрик (парафин, $\varepsilon=2$). На сколько изменится напряженность электрического поля в точке, отстоящей от заряда на 10 см?

[Ответ: 450 В/м]

7. Воздушный конденсатор емкостью 0,6 мкФ заряжен до разности потенциалов 120 В и отключен от источника напряжения. К нему параллельно присоединяют второй такой же конденсатор, но с диэлектриком ($\varepsilon=2,2$). Найти энергию искры, проскочившей при соединении конденсаторов.

[Ответ: $2,97\cdot 10^{-3}$ Дж]

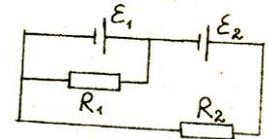
8. Три конденсатора емкостями $C_1=0,2\text{ мкФ}$, $C_2=C_3=6,4\text{ мкФ}$ соединены, как показано на рисунке, и подключены к источнику напряжения 250 В. Найти общий заряд, заряды и разности потенциалов на отдельных конденсаторах. Определить электрическую энергию, запасенную батареей конденсаторов.



[Ответ: $4\cdot 10^{-5}$ Кл; $4\cdot 10^{-5}$ Кл; $2\cdot 10^{-5}$ Кл; $2\cdot 10^{-5}$ Кл; 200 В; 50 В; 50 В; $5\cdot 10^{-3}$ Дж]

9. Катушка из медной проволоки ($\rho=1,7 \cdot 10^{-8} \text{ Ом}\cdot\text{м}$, $\gamma=8600 \text{ кг/м}^3$) имеет сопротивление $172,8 \text{ Ом}$. Масса проволоки $3,41 \text{ кг}$. Сколько метров проволоки и какого диаметра намотано на катушке? [Ответ: 2000 м ; $0,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}$]

10. В схеме $\varepsilon_1=\varepsilon_2=2 \text{ В}$. Внутренние сопротивления батарей $r_1=r_2=0,5 \text{ Ом}$. Найти токи, идущие через сопротивления $R_1=0,5 \text{ Ом}$, $R_2=1,5 \text{ Ом}$ и через элемент ε_1 .



[Ответ: $2,22 \text{ А}$; $0,44 \text{ А}$; $1,78 \text{ А}$]

Вариант 40

1. Найти напряженность электрического поля в точке, находящейся на расстоянии $r_1=6 \text{ см}$ от точечного заряда $q_1=7,5 \text{ нКл}$ и на расстоянии $r_2=8 \text{ см}$ от точечного заряда $q_2=14,7 \text{ нКл}$. Заряды q_1 и q_2 расположены на расстоянии $r=10 \text{ см}$ друг от друга. Определить силу, с которой поле действует на заряд $q=2 \text{ нКл}$, помещенный в эту точку поля. [Ответ: $E=2,8 \cdot 10^4 \text{ В/м}$; $F=5,6 \cdot 10^{-5} \text{ Н}$]

2. Три одинаковых маленьких шарика массой по $0,1 \text{ г}$ подвешены в одной точке на шелковых нитях длиной 20 см . Какие заряды следует сообщить шарикам, чтобы каждая нить составляла с вертикалью угол 30° ?

[Ответ: $33 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$]

3. Две одинаковые металлические пластины площадью 250 см^2 каждая, находящиеся на расстоянии 1 см друг от друга, заряжены: одна зарядом $5 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$, а другая 10^{-8} Кл . Найти разность потенциалов между ними.

[Ответ: 113 В]

4. Пылинка массой 200 мкг , несущая на себе заряд 40 нКл , влетела в электрическое поле в направлении силовых линий. После прохождения разности потенциалов 200 В пылинка имела скорость 10 м/с . Определить скорость пылинки до того, как она влетела в поле. [Ответ: $4,47 \text{ м/с}$]

5. Два точечных заряда 6 и 3 нКл находятся на расстоянии 60 см друг от друга. Какую работу необходимо совершить внешним силам, чтобы уменьшить расстояние между зарядами вдвое? [Ответ: $2,7 \cdot 10^{-7} \text{ Дж}$]

6. Воздушный конденсатор, заряженный до разности потенциалов 60 В , соединили параллельно с одинаковым по размерам незаряженным конденсатором, заполненным диэлектриком. Какова проницаемость диэлектрика, если после соединения разность потенциалов стала равна 20 В ? [Ответ: 2]

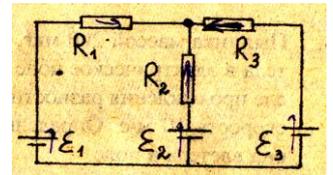
7. Сфере радиусом $0,1 \text{ м}$ сообщен заряд 10^{-5} Кл . Найти энергию поля, заключенного в объеме, ограниченном сферой и концентрической с ней сферической поверхностью радиусом, превышающим в 3 раза радиус сферы.

[Ответ: 3 Дж]

8. Внутри плоского конденсатора с площадью пластин 200 см^2 и расстоянием между ними $0,1 \text{ см}$ находится пластина из стекла ($\varepsilon=5$), целиком заполняющая пространство между пластинами. Как изменится энергия конденсатора, если удалить стеклянную пластину? Конденсатор все время присоединен к батарее с ЭДС 300 В . [Ответ: $3,18 \cdot 10^{-5} \text{ Дж}$]

9. Батарея включена на сопротивление $R_1=10 \text{ Ом}$ и дает ток силой $I_1=3 \text{ А}$. Если ту же батарею включить на сопротивление $R_2=20 \text{ Ом}$, то сила тока будет $I_2=1,6 \text{ А}$. Найти ЭДС и внутреннее сопротивление батареи. [Ответ: $34,3 \text{ В}$; $1,43 \text{ Ом}$]

10. В схеме $\varepsilon_1=\varepsilon_2=\varepsilon_3$, $R_1=20 \text{ Ом}$, $R_2=12 \text{ Ом}$, падение потенциала на R_2 6 В . Найти R_3 и силу тока во всех участках цепи. Внутренними сопротивлениями элементов пренебречь.



[Ответ: $7,5 \text{ Ом}$; $0,3 \text{ А}$; $0,5 \text{ А}$; $0,8 \text{ А}$]

Вариант 41

1. Точечные заряды $q_1=10^{-9} \text{ Кл}$ и $q_2=5 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$ имеют координаты, равные $(0;0)$ и $(2;0)$ соответственно. Найти напряженность в точке с координатой $(5;3\sqrt{3})$. [Ответ: $1,41 \text{ В/м}$]

2. С какой силой отталкиваются два одноименных заряда в 1 Кл , находящихся на расстоянии 1 км друг от друга? [Ответ: 9180 Н]

3. Потенциал шара, заряженного с поверхностной плотностью 10^{-11} Кл/см^2 , на расстоянии 10 см от его центра равен $11,3 \text{ В}$. Найти радиус шара. [Ответ: 1 см]

4. Определить начальную скорость сближения протонов, находящихся на достаточно большом расстоянии друг от друга, если минимальное расстояние, на которое они могут сблизиться, 10^{-11} см . [Ответ: $1,69 \cdot 10^6 \text{ м/с}$]

5. Под действием электростатического поля равномерно заряженной бесконечной плоскости точечный заряд в $1,5 \text{ нКл}$ переместился вдоль силовой линии на расстояние 1 см ; при этом была совершена работа 8 мкДж . Определить поверхностную плотность заряда на плоскости. [Ответ: $9,44 \text{ мкКл/м}^2$]

6. Два плоских конденсатора, имеющих емкость по 10 нФ каждый, соединены в батарею последовательно. На сколько изменится емкость батареи, если пространство между пластинами одного из конденсаторов заполнить диэлектриком с $\varepsilon=2$? [Ответ: $1,7 \text{ нФ}$]

7. Шар с поверхностной плотностью заряда $3 \cdot 10^{-9} \text{ Кл/см}^2$ имеет потенциал 30000 В . Найти емкость и энергию шара, если шар погружен в масло ($\epsilon = 5$).

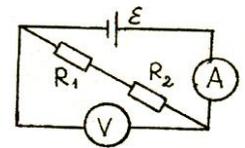
[Ответ: $24,6 \cdot 10^{-12} \text{ Ф}$; $1,1 \cdot 10^{-2} \text{ Дж}$]

8. Пространство между обкладками плоского конденсатора, заряженного до разности потенциалов 300 В , заполнено двумя слоями диэлектриков одинаковой толщины: парафинированной бумагой ($\epsilon=2$) и слюдой ($\epsilon=8$). Слои расположены параллельно пластинам. Расстояние между пластинами 2 см , площадь каждой пластины 20 см^2 . Определить энергию в каждом слое конденсатора.

[Ответ: $10,2 \cdot 10^{-7} \text{ Дж}$; $2,55 \cdot 10^{-7} \text{ Дж}$]

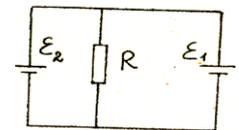
9. Найти показания амперметра и вольтметра на схеме. Сопротивление вольтметра $R_V=1000 \text{ Ом}$, ЭДС батареи 12 В , $R_1=10 \text{ Ом}$, $R_2=20 \text{ Ом}$.

[Ответ: $0,36 \text{ А}$; $12,23 \text{ В}$]



10. В приведенной схеме $\epsilon_1=\epsilon_2=4 \text{ В}$. Внутренние сопротивления источников. $r_1=0,5 \text{ Ом}$, $r_2=1 \text{ Ом}$. Внешнее сопротивление $R=5 \text{ Ом}$. Найти токи во всех участках цепи.

[Ответ: $0,5 \text{ А}$; $0,25 \text{ А}$; $0,75 \text{ А}$]



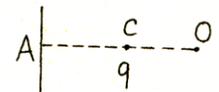
Вариант 42

1. Найти напряженность электрического поля в точке, лежащей посередине между точечными зарядами $8 \cdot 10^{-9}$ и $-6 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$. Расстояние между зарядами 10 см .

[Ответ: $5,04 \cdot 10^4 \text{ В/м}$]

2. Найти напряженность электрического поля в точке O , находящейся на расстоянии $AO=9 \text{ см}$ от бесконечно длинной заряженной нити с линейной плотностью заряда $2 \cdot 10^{-8} \text{ Кл/м}$ и на расстоянии $OC=3 \text{ см}$ от точечного заряда $q=2,5 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$.

[Ответ: $37\,400 \text{ В/м}$]



3. В вершинах куба со стороной $0,5 \text{ см}$ расположены заряды по $5 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$. Чему равен потенциал в центре куба?

[Ответ: 830 В]

4. Какая совершается работа при перенесении точечного заряда $2 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}$ из бесконечности в точку, находящуюся на расстоянии 1 см от поверхности шара радиусом 1 см с поверхностной плотностью заряда $\sigma=10^{-9} \text{ Кл/см}^2$.

[Ответ: $1,13 \cdot 10^{-4} \text{ Дж}$]

5. В разрядную трубку, заполненную газом под очень низким давлением, впаяны на расстоянии 10 см два плоских электрода: анод и катод. Между ними создана разность потенциалов 5 В . С анода под действием света вырываются электроны со скоростью 10^5 м/с . Какое расстояние пройдут эти электроны, прежде чем начнут возвращаться к аноду? С какой скоростью элект-

троны достигнут анода, если этим же светом освещать катод? Поле между электродами считать однородным. [Ответ: $5,7 \cdot 10^{-4} \text{ м}$; $1,33 \cdot 10^6 \text{ м/с}$]

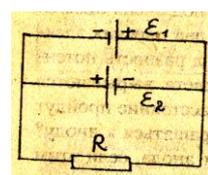
6. Плоский воздушный конденсатор заряжен до разности потенциалов 240 В и отключен от источника тока. После этого внутрь конденсатора параллельно обкладкам ввели пластинку из диэлектрика с $\epsilon = 3$. Толщина пластинки в 3 раза меньше величины зазора между обкладками конденсатора. Чему равна разность потенциалов между обкладками конденсатора после введения диэлектрика? [Ответ: 187 В]

7. Найти энергию поля, заключенного в объеме, ограниченном сферой и концентрической с ней сферической поверхностью радиусом, превышающим радиус сферы в 2 раза. Заряд сферы $2 \cdot 10^{-5} \text{ Кл}$, радиус $0,1 \text{ м}$. [Ответ: 9104 Дж]

8. Конденсатор образован из 21 латунного листа, между которыми помещены стеклянные ($\epsilon=7$) пластинки толщиной 2 мм . Площади латунных листов и стеклянных пластинок одинаковы (200 см^2). Листы соединены так, что образуют батарею параллельно соединенных конденсаторов. Определить ее емкость и энергию, запасенную батареей, если ее зарядить до напряжения 400 В . [Ответ: $1,3 \cdot 10^{-8} \text{ Ф}$; $1,04 \cdot 10^{-3} \text{ Дж}$]

9. Сила тока в проводнике меняется со временем t по уравнению $I=3+t^2$. Какое количество электричества проходит через его поперечное сечение за время от $t_1=2 \text{ с}$ до $t_2=6 \text{ с}$? При какой силе тока через поперечное сечение проводника за это же время проходит такое же количество электричества? [Ответ: 28 Кл ; 7 А]

10. Две батареи и реостат соединены так, как показано на схеме. $\epsilon_1=\epsilon_2=110 \text{ В}$, $r_1=5 \text{ Ом}$, $r_2=10 \text{ Ом}$, $R=50 \text{ Ом}$. Найти ток в реостате. [Ответ: $0,76 \text{ А}$]



Вариант 43

1. Два одинаковых заряженных шарика подвешены на нитях одинаковой длины в одной точке. При этом нити разошлись на угол α . Шарики погружаются в масло плотностью 800 кг/м^3 . Какова диэлектрическая проницаемость масла, если угол расхождения нитей при погружении шариков в масло остается неизменным? Плотность материала шариков 1600 кг/м^3 . [Ответ: 2]

2. В вершинах правильного шестиугольника расположены пять положительных и один отрицательный заряды. Найти напряженность электрического поля в центре шестиугольника. Величина каждого заряда $q=3 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$. Сторона шестиугольника $a=4 \text{ см}$. [Ответ: $3,4 \cdot 10^4 \text{ В/м}$]

3. Четыре одинаковых заряда величиной $5 \cdot 10^{-5}$ Кл находятся в вершинах квадрата со стороной 10 см. Найти потенциал в точке, расположенной посередине одной из сторон. [Ответ: $26 \cdot 10^6$ В]

4. Определить разность потенциалов электростатического поля между точками 1 и 2, если электрон, двигаясь в этом поле, в точке 1 имел скорость 10^9 см/с, а в точке 2 - $2 \cdot 10^9$ см/с. [Ответ: 850 В]

5. Электрон с начальной скоростью 3 Мм/с влетел в однородное электрическое поле напряженностью 150 В/м. Вектор начальной скорости перпендикулярен линиям напряженности электрического поля. Определить: 1) силу, действующую на электрон; 2) ускорение, приобретаемое электроном; 3) скорость электрона через 0,1 мкс. [Ответ: $24 \cdot 10^{-18}$ Н; $26,4 \cdot 10^{12}$ м/с²; $4 \cdot 10^6$ м/с]

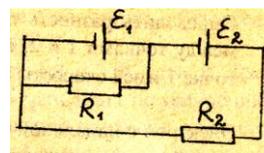
6. Плоский воздушный конденсатор с площадью пластин 200 см² заряжен до напряжения 600 В. После зарядки конденсатор отключили от источника напряжения и пространство между пластинами заполнили эбонитом ($\epsilon=2,6$). Расстояние между пластинами 4 мм. Найти: 1) изменение емкости конденсатора; 2) изменение напряженности электрического поля внутри конденсатора. [Ответ: 88,5 нФ; 100 кВ/м]

7. Определить емкость конденсатора, состоящего из двух шариков диаметрами 1 см, заряженных разноименными и равными по абсолютной величине зарядами, центры которых находятся в воздухе на расстоянии 20 см друг от друга. Заряды на поверхности шариков распределены равномерно. [Ответ: 0,285 нФ]

8. Конденсатор емкостью 0,6 мкФ, заряженный до разности потенциалов 200 В, соединяют в батарею параллельно с конденсатором емкостью 0,4 мкФ и с разностью потенциалов на обкладках 300 В. Определить емкость батареи, разность потенциалов на ее зажимах и запасенную в ней энергию. [Ответ: 1 мкФ; 240 В; $3 \cdot 10^{-2}$ Дж]

9. Найти сопротивление железного стержня диаметром 2 см, если его масса равна 1 кг ($\rho=8,7 \cdot 10^{-8}$ Ом·м; $\gamma=7900$ кг/м³). [Ответ: $1,125 \cdot 10^{-4}$ Ом]

10. Два элемента соединены между собой и с сопротивлениями по схеме, где $\epsilon_1 = \epsilon_2 = 110$ В, $r_1=r_2=5$ Ом, $R_1=50$ Ом, $R_2=100$ Ом. Найти токи, текущие через сопротивления и через источник ϵ_1 . [Ответ: 2 А; 0,1 А; 1,9 А]



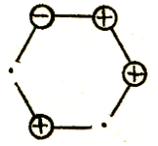
Вариант 44

1. Найти напряженность электрического поля в точке, находящейся на расстоянии $r_1=6$ см от точечного заряда $q_1=5 \cdot 10^{-8}$ Кл и на расстоянии $r_2=6$ см от точечного заряда $q_2=5 \cdot 10^{-8}$ Кл. Заряды q_1 и q_2 расположены на расстоянии

$r=6\sqrt{3}$ см друг от друга. Определить силу, с которой поле действует на заряд $q=5\cdot 10^{-8}$ Кл, помещенный в эту точку поля.

[Ответ: $E=1,25\cdot 10^5$ В/м; $F=6,2\cdot 10^{-3}$ Н]

2. Найти напряженность электрического поля в центре правильного шестиугольника, в вершинах которого находятся три положительных и один отрицательный заряды. Все заряды одинаковые по величине ($q=3\cdot 10^{-9}$ Кл). Сторона шестиугольника 4 см. [Ответ: $3\cdot 10^4$ В/м]



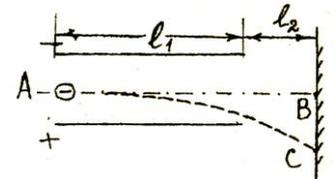
3. Два точечных заряда $q_1=4\cdot 10^{-9}$ Кл и $q_2=-2\cdot 10^{-9}$ Кл расположены на расстоянии 3 см друг от друга. Чему равна работа по перемещению пробного заряда из бесконечности в точку, отстоящую на 3 см от q_1 и 0,5 см от q_2 ?

[Ответ: 2400 Дж]

4. Найти отношение скоростей ионов Cu^{2+} и K^+ , прошедших одинаковую разность потенциалов.

[Ответ: 1,1]

5. Электрон без начальной скорости пролетел разность потенциалов 10 кВ и влетел в пространство между пластинами плоского конденсатора, заряженного до разности потенциалов 100 В, по линии АВ, параллельной пластинам. Расстояние между пластинами 2 см. Длина пластин конденсатора в направлении полета электрона 20 см. Определить расстояние ВС на экране, отстоящем от конденсатора на $L_2=1$ м.



[Ответ: 5,5 см]

6. Плоский конденсатор заряжен при помощи источника с напряжением 220 В, затем конденсатор отключили от источника. Какими станут напряжение и напряженность между пластинами, если расстояние между ними увеличить от первоначального 0,2 мм до 0,4 мм, а пространство между пластинами заполнить эбонитом ($\epsilon=2,6$)? [Ответ: 170 В; 422,5 кВ/м]

7. Найти напряженность поля между обкладками сферического конденсатора и его емкость, если радиус внутренней сферы 5 см, а внешней 7 см. Пространство между сферами заполнено диэлектриком ($\epsilon=5$); на внутренней сфере находится заряд $1,67\cdot 10^{-6}$ Кл. [Ответ: $1,97\cdot 10^{-11}$ Ф; $6,1\cdot 10^5$ В/м]

8. Три конденсатора емкостью 1, 2 и 3 мкФ соединены последовательно и присоединены к источнику напряжения с разностью потенциалов 220 В. Какой заряд и напряжение на каждом конденсаторе? Чему равна энергия всех конденсаторов? [Ответ: $1,2\cdot 10^{-4}$ Кл; 120 В; 60 В; 40 В; $1,32\cdot 10^{-2}$ Дж]

9. Электрическая цепь составлена из трех кусков проволоки одинаковой длины из одного материала, соединенных последовательно. Сечение кусков раз-

лично: 1, 2 и 3 мм^2 . Разность потенциалов на концах цепи 12 В. Определить падение напряжения на каждом проводнике. [Ответ: 6,5 В; 3,2 В; 2,18 В]

10. Три батареи с ЭДС $\varepsilon_1=10$ В, $\varepsilon_2=\varepsilon_3=6$ В и внутренними сопротивлениями $r_1=2$ Ом, $r_2=r_3=1$ Ом соединены между собой одинаковыми полюсами. Сопротивление соединительных проводников ничтожно мало. Какова сила токов, идущих через батареи? [Ответ: 1,6 А; 0,8 А; 0,8 А]

Вариант 45

1. Расстояние между двумя точечными зарядами $q_1=1$ мкКл и $q_2=-1$ мкКл равно 10 см. Определить силу, действующую на точечный заряд $q = 0,1$ мкКл, удаленный на 6 см от первого и на 8 см от второго заряда. [Ответ: 287 мН]

2. В центр квадрата, в вершинах которого находится по заряду величиной $2,3 \cdot 10^{-9}$ Кл, помещен отрицательный заряд. Найти величину этого заряда, если результирующая сила, действующая на каждый заряд, равна нулю. [Ответ: $2,1 \cdot 10^{-9}$ Кл]

3. Две пластины площадью 100 см^2 каждая расположены на расстоянии 1 см друг от друга. Заряд одной пластины 5 нКл, а другой 8 нКл. Чему равна разность потенциалов между пластинами? [Ответ: 1,69 В]

4. Два одинаковых по величине разноименных заряда $2 \cdot 10^{-7}$ Кл и $-2 \cdot 10^{-7}$ Кл находятся на расстоянии 5 см друг от друга. Какую работу нужно совершить, чтобы третий заряд $5 \cdot 10^{-7}$ Кл переместить из точки, находящейся посередине между зарядами в точку, удаленную от второго заряда на 10 см? [Ответ: $1,8 \cdot 10^{-3}$ Дж]

5. Найти работу перемещения заряда 10^{-8} Кл на расстояние 3 см в плоском горизонтальном конденсаторе с поверхностной плотностью заряда на пластинах $0,4$ мкКл/ м^2 . [Ответ: $1,36 \cdot 10^{-5}$ Дж]

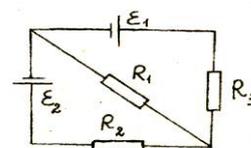
6. Два одинаковых плоских воздушных конденсатора соединены последовательно и подключены к источнику тока с постоянной ЭДС. Внутрь одного из них вносят диэлектрик с $\varepsilon=4$. Диэлектрик заполняет все пространство между обкладками конденсатора. Как и во сколько раз изменится напряженность электрического поля в этом конденсаторе? [Ответ: 0,4]

7. Заряженная сфера ($q=0,1$ мкКл) радиусом 0,2 м создает электрическое поле. Найти энергию поля, заключенного в объеме между данной сферической поверхностью и второй сферой, радиус которой в 2 раза больше первой. [Ответ: $1,125 \cdot 10^{-4}$ Дж]

8. Плоский воздушный конденсатор емкостью $1,6 \cdot 10^3 \text{ нФ}$ заряжен до разности потенциалов 500 В . Его отключили от источника тока и увеличили расстояние между пластинами в 3 раза. Определить разность потенциалов на пластинах после их раздвижения и работу, совершенную силами для раздвижения пластин.
[Ответ: $1,5 \text{ кВ}$; $4 \cdot 10^{-4} \text{ Дж}$]

9. Найти падение потенциала на медном проводе длиной 100 м и диаметром 2 мм , если сила тока в нем 2 А ($\rho = 1,7 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$).
[Ответ: $10,8 \text{ В}$]

10. В приведенной схеме $\varepsilon_1 = 2 \text{ В}$, $\varepsilon_2 = 3 \text{ В}$, $R_1 = 1 \text{ Ом}$, $R_2 = 2 \text{ Ом}$, $R_3 = 3 \text{ Ом}$. Внутренними сопротивлениями источников тока пренебречь. Найти токи во всех участках цепи.



[Ответ: $13/11 \text{ А}$; $10/11 \text{ А}$; $3/11 \text{ А}$]

Вариант 46

1. Нить выдерживает максимальное натяжение, равное $9,8 \text{ мН}$. Подвешенный на этой нити шарик массой $0,6 \text{ г}$ имеет заряд $1,06 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}$. Снизу, в направлении линии подвеса, к нему подносят шарик, имеющий заряд $-13,3 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$. При каком расстоянии R между шариками нить разорвется?
[Ответ: $1,8 \text{ см}$]

2. Бесконечная равномерно заряженная плоскость имеет поверхностную плотность заряда $\sigma = 9 \cdot 10^{-6} \text{ Кл/м}$. Над ней находится алюминиевый шарик с зарядом $3,68 \cdot 10^{-7} \text{ Кл}$. Какой радиус должен иметь шарик, чтобы он не падал?
($\rho_{\text{Al}} = 2600 \text{ кг/м}^3$.)
[Ответ: $0,012 \text{ м}$]

3. В пяти вершинах правильного шестиугольника со стороной 2 см расположены положительные заряды $q = 3 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$. В шестой вершине - отрицательный заряд $Q = -3q$. Найти потенциал в центре шестиугольника.
[Ответ: $2,7 \text{ кВ}$]

4. Заряды $q_1 = 3,33 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$ и $q_2 = -3,33 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$ имеют координаты $(0,0)$ и $(8,0)$ соответственно. Определить работу электрических сил при перемещении заряда 10^{-9} Кл из точки с координатой $(0,6)$ в точку $(8,6)$. (Цена деления 1 см .)
[Ответ: $8,7 \cdot 10^{-7} \text{ Дж}$]

5. В электронной лампе электроны ускоряются разностью потенциалов 220 В . Чему равна скорость электронов при попадании их на анод?
[Ответ: $8,8 \cdot 10^6 \text{ м/с}$]

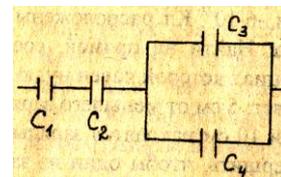
6. Между пластинами плоского конденсатора находятся два слоя диэлектриков: стекла ($\varepsilon = 6$) толщиной 7 мм и эбонита ($\varepsilon = 2,6$) толщиной 3 мм . Площадь каждой пластины 200 см^2 . На сколько уменьшится емкость конденсатора, если из него удалить оба слоя диэлектриков?
[Ответ: $58,6 \text{ нФ}$]

7. Два металлических шарика, первый с зарядом 10^{-8} Кл и радиусом 3 см и второй радиусом 2 см и с потенциалом 9000 В, соединены проволочкой, емкостью которой можно пренебречь. Найти: 1) энергию каждого шарика до разряда; 2) энергию соединенных проводником шариков; 3) работу разряда.

[Ответ: 1) $W_1=1,5 \cdot 10^{-5}$ Дж; $W_2=9 \cdot 10^{-5}$ Дж; 2) $8,1 \cdot 10^{-5}$ Дж; 3) $4 \cdot 10^{-5}$ Дж]

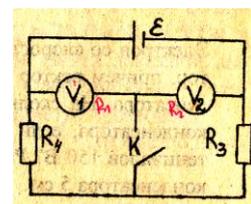
8. Какой заряд необходимо сообщить батарее из четырех конденсаторов емкостью $C_1=2$ мкФ, $C_2=3$ мкФ, $C_3=4$ мкФ и $C_4=6$ мкФ, чтобы зарядить ее до напряжения 1000 В?

[Ответ: $1,07 \cdot 10^{-3}$ Кл]



9. В схеме V_1 и V_2 - два вольтметра, сопротивления которых равны соответственно $R_1=3000$ Ом и $R_2=2000$ Ом, $R_3=3000$ Ом, $R_4=2000$ Ом, $\varepsilon=200$ В. Найти показания вольтметров в случаях, когда ключ K замкнут. Сопротивлением батареи пренебречь. Задачу решить, применив правила Кирхгофа.

[Ответ: $U_1=U_2=100$ В]



10. К батарее, ЭДС которой 2 В и внутреннее сопротивление 0,5 Ом, присоединен проводник. Определить, при каком сопротивлении проводника мощность, выделяемая на нем, максимальна? Как велика при этом мощность, выделяемая в проводнике?

[Ответ: 0,5 Ом; 2 Вт]

Вариант 47

1. Два бесконечно длинных параллельных провода, расположенных в вакууме, заряжены равномерно с линейной плотностью заряда $\tau = 5 \cdot 10^{-8}$ Кл/м. Расстояние между проводами 0,5 м. Определить силу, действующую на единицу длины провода.

[Ответ: $9 \cdot 10^{-5}$ Н/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.

[Ответ: 0,83 см]

3. Два точечных заряда $2 \cdot 10^{-9}$ Кл и $-6 \cdot 10^{-9}$ Кл расположены на расстоянии 20 см друг от друга. Найти на прямой, соединяющей эти заряды, точку, потенциал которой равен нулю.

[Ответ: 5 см от меньшего заряда]

4. В вершинах квадрата со стороной 10 см находятся заряды по 1 нКл. Какую работу нужно совершить, чтобы один из зарядов перенести в центр?

[Ответ: $14,85 \cdot 10^{-8}$ Дж]

5. Электрон со скоростью $4 \cdot 10^7$ м/с влетает в плоский конденсатор, причем вектор его скорости параллелен пластинам конденсатора. На сколько сместится точка вылета электрона из конденсатора, если к конденсатору прило-

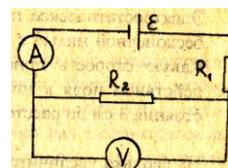
жена разность потенциалов 150 В ? Расстояние между пластинами 1 см , длина конденсатора 5 см .
[Ответ: $0,205 \text{ см}$]

6. Две бесконечные параллельные пластины равномерно заряжены с поверхностной плотностью заряда $\pm 10 \text{ нКл/м}^2$. На сколько изменится сила взаимного притяжения, приходящаяся на единицу площади пластин, если их поместить в трансформаторное масло ($\epsilon=2,2$)? [Ответ: $3,1 \cdot 10^{-6} \text{ Па}$]

7. Пространство между обкладками плоского конденсатора, заряженного до разности потенциалов 300 В , заполнено двумя слоями диэлектриков одинаковой толщины: парафинированной бумаги ($\epsilon=2$) и слюды ($\epsilon=8$). Слои расположены параллельно обкладкам. Расстояние между обкладками 2 см , площадь каждой пластины 200 см^2 . Определить емкость и энергию конденсатора.
[Ответ: $28,3 \text{ нФ}$; $12,75 \cdot 10^{-7} \text{ Дж}$]

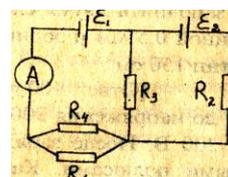
8. Металлический шар радиусом 10 см несет некоторый заряд. Концентрическая этому шару сфера делит пространство на две части (внутреннюю и внешнюю). Найти радиус этой сферы, если энергия внутренней области в 2 раза меньше внешней.
[Ответ: 15 см]

9. Батарея аккумуляторов с $\epsilon=6 \text{ В}$ замкнута на два реостата с $R_1=R_2=5000 \text{ Ом}$. Что покажет вольтметр, если его сопротивление 10000 Ом ? Внутренним сопротивлением батареи пренебречь.
[Ответ: $2,4 \text{ В}$]



10. На схеме $\epsilon_1=6 \text{ В}$, $\epsilon_2=4 \text{ В}$, $R_1=19 \text{ Ом}$, $R_2=20 \text{ Ом}$, $R_3=5 \text{ Ом}$ и $R_4=15 \text{ Ом}$. Найти показание амперметра. Сопротивлением батарей и амперметра пренебречь.

[Ответ: $0,68 \text{ А}$]



Вариант 48

1. Точечные заряды $q_1=10^{-9} \text{ Кл}$ и $q_2=5 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$ имеют координаты соответственно $(0,0)$ и $(2,0)$ и находятся в вакууме. Найти напряженность результирующего поля в точке $(5,3\sqrt{3})$.
[Ответ: $1,41 \text{ В/м}$]

2. Четыре точечных заряда по $3,3 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$ закреплены в вершинах квадрата со стороной 10 см . Найти силу, действующую со стороны трех зарядов на четвертый.
[Ответ: $1,9 \cdot 10^{-5} \text{ Н}$]

3. Две одноименно заряженные плоскости с поверхностной плотностью заряда $\sigma_1=5 \cdot 10^{-12} \text{ Кл/см}^2$ и $\sigma_2=3 \cdot 10^{-12} \text{ Кл/см}^2$ расположены на расстоянии 1 см друг от друга. Найти разность потенциалов между ними. [Ответ: $11,3 \text{ В}$]

4. Электрон, летевший горизонтально со скоростью 1600 км/с , влетел в однородное электрическое поле с напряженностью 90 В/см , направленное

вертикально вверх. Каковы будут координаты электрона в этом поле через 10^{-9} с? [Ответ: $1,6 \cdot 10^{-3}$ м; $0,8 \cdot 10^{-3}$ м]

5. Электростатическое поле создано положительно заряженной бесконечной нитью с линейной плотностью заряда 2 нКл/см. Какую скорость приобретет электрон, приблизившись под действием поля к нити вдоль линии напряженности с расстояния 3 см до расстояния 2 см? [Ответ: $22,4$ Мм/с]

6. Насколько увеличится емкость плоского воздушного конденсатора, если воздушный зазор плотно заполнить двумя слоями диэлектриков: фарфора ($\epsilon=6$) толщиной $0,5$ мм и эбонита ($\epsilon=2,6$) толщиной 2 мм? Площадь пластин 150 см². [Ответ: 100 нФ]

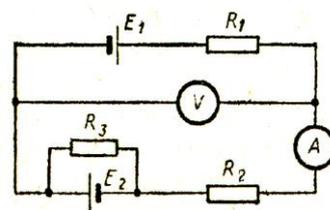
7. Конденсатор емкостью 3 мкФ заряжен до напряжения 300 В, а конденсатор емкостью 2 мкФ - до 200 В. После зарядки конденсаторы соединили одноименными полюсами. Какая разность потенциалов установится между обкладками конденсатора? Какое количество теплоты выделится при соединении конденсаторов? [Ответ: 260 В; $6 \cdot 10^{-3}$ Дж]

8. Пластины плоского конденсатора раздвигаются так, что его емкость меняется от 5 до 3 мкФ. Какая работа совершается при этом, если заряд конденсатора $4 \cdot 10^{-5}$ Кл? [Ответ: $1,07 \cdot 10^{-4}$ Дж]

9. В ускорителе пучок частиц движется со скоростью v по круговой орбите радиусом R . Средний ток, создаваемый пучком, равен I . Найти заряд пучка. [Ответ: $q=2 \cdot \pi \cdot R \cdot I/v$]

10. Что покажет вольтметр, если показания амперметра 150 мА, $E_1=E_2=1,5$ В, $R_1=R_2=20$ Ом и внутренние сопротивления источников и амперметра пренебрежимо малы?

[Ответ: $1,5$ В]



Вариант 49

1. Отрицательный заряд расположен на прямой, соединяющей два одинаковых положительных заряда. Расстояния между отрицательным зарядом и каждым из положительных относятся между собой как $1:3$. Во сколько раз изменится сила, действующая на отрицательный заряд, если его поменять местами с одним из положительных? [Ответ: $1,2$; $0,675$]

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. [Ответ: $0,83$ см]

3. Радиус центрального проводника коаксиального кабеля 10 см , а внешнего - 12 см . Линейные плотности заряда проводников $\pm 5 \cdot 10^{-8}\text{ Кл/м}$. Найти разность потенциалов между проводниками. [Ответ: 164 В]

4. Протон, начальная скорость которого 10^5 м/с , влетел в однородное электрическое поле напряженностью 300 В/см против вектора напряженности. Какой путь пройдет протон в этом поле до остановки? [Ответ: $0,17\text{ см}$]

5. На пластинах плоского конденсатора находится заряд 10 нКл . Площадь каждой пластины 100 см^2 , диэлектрик - воздух. Какую работу нужно совершить, чтобы увеличить расстояние между пластинами на 2 мм ? [Ответ: $1,13\text{ мкДж}$]

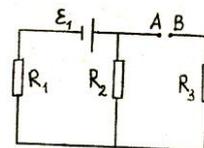
6. Точечный заряд 10 нКл , находящийся в воздухе, поместили в диэлектрик (масло, $\varepsilon=5$). Определить изменение потенциала электрического поля в точке, отстоящей от заряда на 10 см . [Ответ: 720 В]

7. Плоский воздушный конденсатор с площадью пластин 150 см^2 и расстоянием между ними $2,5\text{ мм}$ заряжается от источника с напряжением 100 В , отключается от него и погружается в жидкий диэлектрик. Энергия конденсатора при этом уменьшается на $1,5 \cdot 10^{-7}\text{ Дж}$. Чему равна диэлектрическая проницаемость жидкого диэлектрика? [Ответ: $2,3$]

8. Определить емкость лейденской банки, если известно, что после соединения ее внутренней обкладки с шаром радиусом 20 см , наэлектризованным до потенциала 2400 В , потенциал шара уменьшился до 60 В . Наружная обкладка лейденской банки заземлена. [Ответ: 870 нФ]

9. Какой следует взять диаметр медного провода, чтобы падение напряжения на нем на расстоянии $1,4\text{ км}$ равнялось 1 В при токе в 1 А ($\rho_{\text{Cu}}=1,7 \cdot 10^{-8}\text{ Ом}\cdot\text{м}$)? [Ответ: $5,6\text{ мм}$]

10. Три сопротивления $R_1=5\text{ Ом}$, $R_2=1\text{ Ом}$ и $R_3=3\text{ Ом}$, а также источник тока с ЭДС, равной $1,4\text{ В}$, соединены, как показано на рисунке. Определить ЭДС источника тока, который надо подключить в цепь между точками A и B , чтобы в сопротивлении R_3 шел ток силой 1 А . [Ответ: $3,6\text{ В}$]



Вариант 50

1. Найти напряженность электрического поля в третьей вершине равностороннего треугольника со стороной 6 см , если в двух других вершинах расположены точечные заряды $q_1=2,5\text{ нКл}$ и $q_2=7,5\text{ нКл}$. Определить силу, с которой поле действует на заряд $q=4 \cdot 10^{-9}\text{ Кл}$, помещенный в эту точку поля. [Ответ: $E=2,25 \cdot 10^4\text{ В/м}$; $F=9 \cdot 10^{-5}\text{ Н}$]

2. Бесконечная равномерно заряженная плоскость имеет поверхностную плотность заряда $\sigma = 9 \cdot 10^{-6} \text{ Кл/м}^2$. Над ней находится алюминиевый шарик с зарядом $3,68 \cdot 10^{-7} \text{ Кл}$. Какой радиус должен иметь шарик, чтобы он не падал?
[Ответ: $0,012 \text{ м}$]

3. Пусть в шарике диаметром 1 см , изготовленном из угля, на каждый миллион протонов приходится один избыточный электрон. Чему равен потенциал на поверхности шарика? Плотность угля $1,7 \text{ г/см}^3$. [Ответ: $76,8 \cdot 10^9 \text{ В}$]

4. Найти работу перемещения заряда 10^{-8} Кл от одной пластины конденсатора до другой, если поверхностная плотность заряда на пластинах $0,4 \text{ мкКл/м}^2$, а расстояние между ними 3 см . [Ответ: $1,36 \cdot 10^{-5} \text{ Дж}$]

5. Под действием электростатического поля равномерно заряженной бесконечной плоскости точечный заряд 2 нКл перемещается вдоль силовой линии на расстояние 2 см ; при этом совершается работа 5 мкДж . Определить поверхностную плотность заряда на плоскости. [Ответ: $2,21 \text{ мкКл/м}^2$]

6. Между пластинами плоского конденсатора, заряженного до разности потенциалов 400 В , находятся два слоя диэлектриков: парафин ($\epsilon=2$) толщиной 4 мм и слюда ($\epsilon=6$) толщиной 3 мм . Площадь пластин 200 см^2 . Найти индукцию поля и емкость конденсатора. [Ответ: $1,42 \cdot 10^{-6} \text{ Кл/м}^2$; $70,8 \text{ пФ}$]

7. Найти емкость земного шара. Радиус Земли принять равным 6400 км . На сколько изменится потенциал земного шара, если передать ему количество электричества в 1 Кл ? [Ответ: $7,1 \cdot 10^{-4} \text{ Ф}$; на 1400 В]

8. Плоский конденсатор емкостью 2 мкФ , заряженный до напряжения 100 В , соединяют параллельно с конденсатором такой же емкости, но заряженным до 200 В . Какое установится напряжение между обкладками? Чему будет равна энергия батареи конденсаторов? [Ответ: 150 В ; $4,5 \cdot 10^{-2} \text{ Дж}$]

9. К источнику тока с ЭДС, равной $1,5 \text{ В}$, присоединили катушку с сопротивлением $0,1 \text{ Ом}$. Амперметр показан силу тока $0,5 \text{ А}$. Когда в цепь включили последовательно с источником еще один источник тока с такой же ЭДС, то сила тока оказалась равной $0,4 \text{ А}$. Определить внутренние сопротивления первого и второго источников тока. [Ответ: $2,9 \text{ Ом}$; $4,5 \text{ Ом}$]

10. Две группы из трех последовательно соединенных элементов соединены параллельно. ЭДС каждого элемента $1,2 \text{ В}$, внутреннее сопротивление $0,2 \text{ Ом}$. Полученная батарея замкнута на внешнее сопротивление $1,5 \text{ Ом}$. Найти силу тока во внешней цепи. [Ответ: 2 А]

Вариант 51

1. Электрическое поле создано двумя точечными зарядами величиной 10 и -20 нКл, находящимися на расстоянии 29 см друг от друга. Определить напряженность поля в точке, удаленной от первого заряда на 30 см и от второго на 50 см. [Ответ: 280 В/м]

2. Длинная тонкая проволока несет равномерно распределенный заряд. Вычислить линейную плотность заряда, если напряженность поля на расстоянии 50 см от проволоки 200 В/м. [Ответ: 5,55 нКл/м]

3. В вершинах квадрата расположены три положительных и один отрицательный заряды, абсолютная величина которых $3 \cdot 10^{-8}$ Кл. Сторона квадрата 2 см. Найти потенциал в центре квадрата. [Ответ: 26,16 кВ]

4. В закрепленной металлической сфере радиусом 10^{-2} м, имеющей заряд $q_1 = -10^{-8}$ Кл, проделано маленькое отверстие. Точечный заряд $q_2 = 10^{-9}$ Кл массой 10^{-6} кг летит по прямой, проходящей через центр сферы и отверстие, имея на очень большом расстоянии скорость 1 м/с. Какова скорость точечного заряда в центре сферы? [Ответ: 4 м/с]

5. Бесконечная заряженная плоскость имеет поверхностную плотность заряда $\sigma = 9 \cdot 10^{-6}$ Кл/м². Над ней находится алюминиевый шарик с зарядом $q = 3,68 \cdot 10^{-7}$ Кл. Какой радиус должен иметь шарик, чтобы он не падал? ($\rho_{Al} = 2600$ кг/м³.) [Ответ: 0,012 м]

6. Три одинаковых плоских конденсатора соединены последовательно. Емкость такой батареи 180 см. Площадь пластин 200 см². Диэлектрик - парафин ($\epsilon = 2$). Какова толщина парафина? [Ответ: 0,6 мм]

7. Конденсатор емкостью $C_1 = 2$ мкФ заряжен до напряжения 110 В. Затем, отключив от сети, его замыкают на конденсатор неизвестной емкости C_2 , который при этом заряжается до напряжения 44 В. Определить емкость второго конденсатора. [Ответ: 3 мкФ]

8. Плоский конденсатор имеет в качестве изолирующего слоя слюдяную ($\epsilon = 8$) пластинку толщиной 3 мм и площадью 300 см². Конденсатор заряжен до напряжения 200 В, после чего отключен от источника напряжения. Определить механическую работу, которую необходимо произвести, чтобы удалить слюдяную пластинку из конденсатора. Трение в расчет не принимать. [Ответ: $9,9 \cdot 10^{-5}$ Дж]

9. Какой шунт R нужно присоединить к стрелочному гальванометру со шкалой в 100 делений, ценой деления 10^{-6} А и внутренним сопротивлением гальванометра 150 Ом, чтобы им можно было пользоваться для измерения токов до 1 мА? [Ответ: 16,7 Ом]

10. Какое сопротивление R нужно подключить к n одинаковым параллельно соединенным источникам с ЭДС и с внутренним сопротивлением r , чтобы потребляемая полезная мощность была максимальной? [Ответ: $R=r/n$]

Вариант 52

1. В вершинах правильного четырехугольника расположены три положительных и один отрицательный заряды. Найти напряженность электрического поля в центре четырехугольника. Величина каждого заряда $q=10^{-8}$ Кл. Сторона четырехугольника 3 см. [Ответ: $4 \cdot 10^5$ В/м]

2. Найти напряженность электрического поля в точке, находящейся на расстоянии $r_1=6$ см от бесконечно длинной заряженной нити с линейной плотностью заряда $\tau_1=2 \cdot 10^{-8}$ Кл/м и на расстоянии $r_2=9$ см от бесконечно длинной заряженной нити с линейной плотностью заряда $\tau_2=4 \cdot 10^{-8}$ Кл/м. Нити находятся на расстоянии $r=3$ см друг от друга. Найти силу, с которой поле действует на точечный заряд $q=10^{-8}$ Кл, помещенный в эту точку.

[Ответ: $E=1,4 \cdot 10^4$ В/м; $F=14 \cdot 10^{-5}$ Н]

3. Две металлические концентрические сферы радиусами 5 и 6 см несут заряды $+5 \cdot 10^{-9}$ Кл и $-3 \cdot 10^{-9}$ Кл соответственно. Найти разность потенциалов между сферами. [Ответ: 1200 В]

4. Два точечных заряда $q_1=-8 \cdot 10^{-9}$ Кл и $q_2=10^{-9}$ Кл расположены на расстоянии 3 см друг от друга. Чему равна работа по перемещению пробного заряда из бесконечности в точку, отстоящую на 4 см от q_1 и на 5 см от q_2 ?

[Ответ: 17,8 Дж]

5. Четыре проводящих шарика радиусом 10^{-3} м, в центре каждого из которых находится заряд 10^{-7} Кл, расположены вдоль прямой, касаясь друг друга. Какую работу надо совершить, чтобы сложить из шариков пирамидку (правильный тетраэдр)? Влиянием силы тяжести пренебречь.

[Ответ: 7,5 мДж]

6. Два одинаковых плоских воздушных конденсатора соединены последовательно и подключены к источнику ЭДС. Внутри одного из них вносят диэлектрик с $\epsilon=4$. Диэлектрик заполняет все пространство между обкладками. Как и во сколько раз изменится разность потенциалов в этом конденсаторе?

[Ответ: $2/(\epsilon+1)=0,4$]

7. Две пластины площадью 150 см² погружены в жидкий диэлектрик ($\epsilon=2,3$) и подключены к полюсам батареи с ЭДС 400 В. Какую работу необходимо затратить, чтобы после отключения батареи уменьшить расстояние между пластинами от 3 см до 0,5 см?

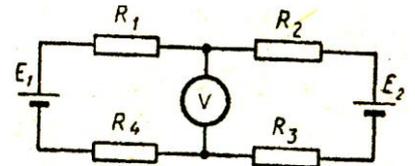
[Ответ: $6,78 \cdot 10^{-7}$ Дж]

8. Два конденсатора соединены параллельно, к ним подведено напряжение 450 В. Определить емкости C_1 и C_2 и общую емкость, если $C_1=4 \cdot C_2$, а энергия электрического поля 28 мДж. [Ответ: $5,53 \cdot 10^{-8} \text{ Ф}$; $22,12 \cdot 10^{-8} \text{ Ф}$; $27,65 \cdot 10^{-8} \text{ Ф}$]

9. В цепь, составленную из источника ЭДС с внутренним сопротивлением 1 Ом и внешнего сопротивления 100 Ом, включается вольтметр, первый раз - параллельно сопротивлению, второй - последовательно с ним. Показания вольтметра оказались одинаковыми. Найти сопротивление вольтметра.

[Ответ: 10000 Ом]

10. Что покажет вольтметр, сопротивление которого 300 Ом, при включении в схему? $\varepsilon_1=\varepsilon_2=2,2 \text{ В}$, $R_1=100 \text{ Ом}$, $R_2=200 \text{ Ом}$, $R_3=300 \text{ Ом}$, $R_4=400 \text{ Ом}$. Внутренним сопротивлением источников можно пренебречь.



[Ответ: 1,1 В]

Вариант 53

1. Найти напряженность электрического поля в точке, находящейся посередине между двумя бесконечными заряженными плоскостями с поверхностными плотностями зарядов $\sigma_1=70,8 \cdot 10^{-8} \text{ Кл/м}^2$ и $\sigma_2=141,6 \cdot 10^{-8} \text{ Кл/м}^2$. Чему будет равна напряженность, если первая плоскость будет иметь такой же по величине, но отрицательный заряд. [Ответ: $4 \cdot 10^4 \text{ В/м}$; $12 \cdot 10^4 \text{ В/м}$]

2. Найти напряженность электрического поля в точке, находящейся на расстоянии $r_1 = 6 \text{ см}$ от бесконечно длинной заряженной нити с линейной плотностью заряда $\tau_1 = 4 \cdot 10^{-8} \text{ Кл/м}$ и на расстоянии $r_2 = 6 \text{ см}$ от бесконечно длинной заряженной нити с линейной плотностью заряда $\tau_2 = -4 \cdot 10^{-8} \text{ Кл/м}$. Нити находятся на расстоянии $r = 6 \text{ см}$ друг от друга. Найти силу, с которой поле действует на точечный заряд $q = 5 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}$, помещенный в эту точку.

[Ответ: $E = 1,2 \cdot 10^4 \text{ В/м}$; $F = 60 \cdot 10^{-5} \text{ Н}$]

3. Металлическому шару диаметром 20 м сообщили заряд 1 Кл. Каков будет потенциал шара относительно бесконечно удаленной концентрической с ним сферы? [Ответ: $9 \cdot 10^8 \text{ В}$]

4. Три маленьких одинаковых шарика массой m с одинаковыми зарядами q могут скользить по длинному стержню. Какую скорость будут иметь шарики на большом расстоянии друг от друга, если в начальный момент они покоились и расстояние между ними было равно 1?

[Ответ: средний шарик покоится; $v = q \cdot (5/4\pi\varepsilon_0 \cdot 2lm)^{1/2}$]

5. На расстоянии $r_1 = 4 \text{ см}$ от бесконечно длинной заряженной нити находится точечный заряд $q = 6,7 \cdot 10^{-10} \text{ Кл}$. Под действием поля заряд перемещается до расстояния $r_2 = 2 \text{ см}$, при этом совершается работа $5 \cdot 10^{-6} \text{ Дж}$. Найти линейную плотность заряда нити. [Ответ: $6 \cdot 10^{-7} \text{ Кл/м}$]

6. Две бесконечные параллельные пластины равномерно заряжены с поверхностной плотностью заряда 20 и -15 нКл/м^2 . На сколько изменится сила взаимного притяжения, приходящаяся на единицу площади, если пространство между пластинами заполнить парафинированной бумагой ($\epsilon=2$)?

[Ответ: $8,47 \text{ мкН}$]

7. Два одинаковых плоских конденсатора соединены параллельно и заряжены до разности потенциалов $U_1=150 \text{ В}$. Определить разность потенциалов на конденсаторе U_2 , если после отключения их от источника напряжения у одного конденсатора уменьшили расстояние между пластинами в 2 раза?

[Ответ: 100 В]

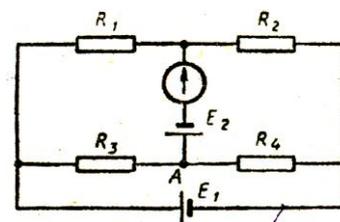
8. Какова максимальная емкость раздвижного школьного конденсатора с пластинами в форме полукругов радиусами 10 см , у которого диэлектриком является стекло ($\epsilon=5$) толщиной 7 мм ? Чему равна в этом случае энергия конденсатора, если разность потенциалов между обкладками 250 В ?

[Ответ: $99,5 \text{ нФ}$; $3,11 \cdot 10^{-6} \text{ Дж}$]

9. При внешнем сопротивлении $R_1=3 \text{ Ом}$ ток в цепи $I_1=0,3 \text{ А}$, при $R_2=5 \text{ Ом}$ $I_2=0,2 \text{ А}$. Определить ток короткого замыкания.

[Ответ: $1,2 \text{ А}$]

10. Источник тока с ЭДС $E_1=6 \text{ В}$ и сопротивления $R_1=100 \text{ Ом}$, $R_2=50 \text{ Ом}$, $R_3=40 \text{ Ом}$ и $R_4=80 \text{ Ом}$ соединены так, как показано на рисунке. Какую ЭДС E_2 должен иметь второй источник тока и как он должен быть подключен, чтобы ток через гальванометр не шел? [Ответ: 2 В ; положительным полюсом к точке A]



Вариант 54

1. Найти напряженность электрического поля в точке, находящейся посередине между бесконечно заряженной плоскостью с поверхностной плотностью заряда $88 \cdot 10^{-8} \text{ Кл/м}^2$ и длинной нитью с линейной плотностью заряда $4 \cdot 10^{-8} \text{ Кл/м}$. Нить расположена на расстоянии 6 см от плоскости.

[Ответ: $2,6 \cdot 10^{-6} \text{ В/м}$]

2. Найти напряженность электрического поля в точке, находящейся на расстоянии $r_1=3 \text{ см}$ от точечного заряда $q_1=5 \text{ нКл}$ и на расстоянии $r_2=8 \text{ см}$ от точечного заряда $q_2=-58,8 \text{ нКл}$. Заряды q_1 и q_2 расположены на расстоянии $r=5 \text{ см}$ друг от друга. Определить силу, с которой поле действует на заряд $3 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$, помещенный в эту точку поля. [Ответ: $E = 0,326 \cdot 10^5 \text{ В/м}$; $F = 9,8 \cdot 10^{-5} \text{ Н}$]

3. Три бесконечные плоскости $x=-a$, $x=0$, $x=a$ несут равномерно распределенные заряды $+\sigma$, $+\sigma$, $-\sigma$ соответственно. Найти разность потенциалов между плоскостями.

[Ответ: $\varphi_{12}=\sigma \cdot a/2\epsilon_0$; $\varphi_{23}=3 \cdot \sigma \cdot a/2\epsilon_0$]

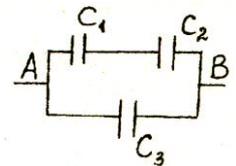
4. При перемещении заряда $2 \cdot 10^{-8}$ Кл между двумя точками поля внешними силами была совершена работа $4 \cdot 10^{-6}$ Дж. Определить работу сил поля и разность потенциалов между этими точками. [Ответ: $-4 \cdot 10^{-6}$ Дж; 200 В]

5. В вершинах равностороннего треугольника со стороной 10 см находятся заряды по 1 нКл. Какую работу нужно совершить, чтобы один из зарядов перенести в центр треугольника? [Ответ: $9 \cdot 10^{-8}$ Дж]

6. Плоский воздушный конденсатор с площадью пластин 100 см^2 заряжен до напряжения 1000 В. После зарядки конденсатор отключили от источника напряжения и пространство между пластинами заполнили эбонитом ($\epsilon=2,6$). Расстояние между пластинами 5 мм. Найти: 1) изменение емкости конденсатора; 2) изменение напряженности электрического поля внутри конденсатора. [Ответ: $2,83 \cdot 10^{-11}$ Ф; 123 кВ/м]

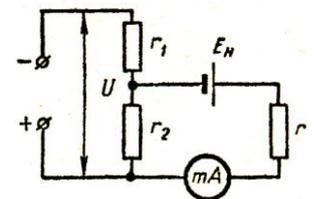
7. При увеличении расстояния между пластинами плоского воздушного конденсатора была совершена работа $6,07 \cdot 10^{-5}$ Дж. Площадь каждой пластины 628 см^2 , заряд $1,5 \cdot 10^{-7}$ Кл. На сколько было увеличено расстояние между пластинами? [Ответ: 2,97 мм]

8. Три конденсатора с емкостями $C_1=1 \text{ мкФ}$, $C_2=2 \text{ мкФ}$ и $C_3=3 \text{ мкФ}$ соединены, как показано на рисунке, и подключены к источнику тока с ЭДС 12 В. Определить заряды на каждом из них. [Ответ: 8 мкКл; 8 мкКл; 36 мкКл]



9. Считая, что число электронов проводимости в серебре равно числу атомов, найдите скорость дрейфа электронов проводимости в серебряной проволоке диаметром 1 мм, по которой идет ток 30 А. Удельное сопротивление серебра $1,6 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$. [Ответ: 0,4 см/с]

10. Для сравнения неизвестного напряжения U с ЭДС нормального элемента $E_H=1,0183 \text{ В}$ применяют схему, показанную на рисунке. Найдите напряжение U , если известно, что $r_1=r_2=1000 \text{ Ом}$, $r=500 \text{ Ом}$ (в это сопротивление включено внутреннее сопротивление элемента и миллиамперметра) и ток в ветви нормального элемента отсутствует при $r_2=20 \text{ Ом}$. [Ответ: 50 В]



Вариант 55

1. В вершинах правильного треугольника расположены два положительных и один отрицательный заряды. Найти напряженность электрического поля в центре треугольника. Величина каждого заряда $q=5 \cdot 10^{-9}$ Кл. Сторона треугольника $a=3 \text{ см}$. [Ответ: $7,52 \cdot 10^4 \text{ В/м}$]

2. Найти напряженность электрического поля в точке, находящейся на расстоянии $r_1=8$ см от бесконечно длинной заряженной нити с линейной плотностью заряда $\tau_1=2,5 \cdot 10^{-8}$ Кл/м и на расстоянии $r_2=8$ см от бесконечно длинной заряженной нити с линейной плотностью заряда $\tau_2=2,5 \cdot 10^{-8}$ Кл/м. Нити находятся на расстоянии $r=8$ см друг от друга. Найти силу, с которой поле действует на точечный заряд $q=10^{-8}$ Кл, помещенный в эту точку.

[Ответ: $E=3,9 \cdot 10^4$ В/м; $F=39 \cdot 10^{-5}$ Н]

3. Расстояние между двумя металлическими пластинами площадью 200 см² каждая, находящимися в керосине ($\epsilon=2$), 2 см. Заряд левой пластины 10^{-9} Кл, заряд правой $3 \cdot 10^{-9}$ Кл. Определить разность потенциалов и напряженность поля между пластинами.

[Ответ: $56,5$ В; $2,8 \cdot 10^7$ В/м]

4. Вычислить ускорение, сообщаемое одним электроном другому, находящемуся на расстоянии 1 мм от первого.

[Ответ: $2,5 \cdot 10^8$ м/с²]

5. Пучок катодных лучей, направленный параллельно обкладкам плоского конденсатора, на пути в 5 см отклоняется на расстояние 3 мм от первоначального направления. Какую скорость и энергию имеют электроны катодного пучка? Напряженность электрического поля внутри конденсатора 300 В/см.

[Ответ: $4,75 \cdot 10^7$ м/с; $10,3 \cdot 10^{-16}$ Дж]

6. Точечный заряд $q_0=5 \cdot 10^{-9}$ Кл, находящийся первоначально в воздухе, поместили в диэлектрик (масло, $\epsilon=5$). На сколько изменится потенциал электрического поля в точке, отстоящей от заряда на 15 см?

[Ответ: 240 В]

7. Обкладки конденсатора с неизвестной емкостью C_1 заряженного до напряжения $U_1=80$ В, соединили с обкладками конденсатора емкостью $C_2=60$ мкФ, заряженного до $U_2=16$ В. Определить емкость C_1 если напряжение на конденсаторах после их соединения $U=20$ В. Конденсаторы соединяются обкладками, имеющими одноименные заряды.

[Ответ: 4 мкФ]

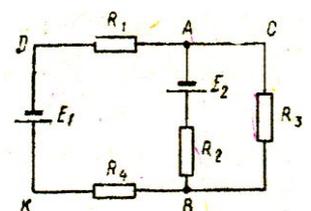
8. Внутри плоского конденсатора с площадью пластин 200 см² и расстоянием между ними $0,1$ см находится пластинка из стекла ($\epsilon=5$), целиком заполняющая пространство между обкладками. Как изменится энергия конденсатора, если удалить стеклянную пластинку? Конденсатор был вначале присоединен к батарее с ЭДС 300 В, а затем отключен, и только после этого пластинка удалена.

[Ответ: $1,59 \cdot 10^{-4}$ Дж]

9. Источник с ЭДС, равной 2 В, имеет внутреннее сопротивление $0,5$ Ом. Определить падение потенциала внутри источника при токе в цепи $0,25$ А и найти внешнее сопротивление цепи.

[Ответ: $0,125$ В; $7,5$ Ом]

10. В схеме сопротивления подобраны так, что ток через батарею с ЭДС E_1 не идет. $E_1=2$ В, $E_2=5$ В; $R_3=2$ Ом.



Внутренними сопротивлениями источников можно пренебречь. Определить:
1) напряжение U_2 на сопротивлении R_2 ; 2) ток в сопротивлении R_3 ; 3) сопротивление R_2 .
[Ответ: 3 В; 1 А; 3 Ом]

Вариант 56

1. Три заряда по 4 нКл каждый расположены вдоль одной прямой и связаны двумя нитями длиной $L=10$ см. Найти силу натяжения нитей.

[Ответ: $1,8 \cdot 10^{-5}$ Н]

2. Два бесконечно длинных и параллельных провода, расположенных в вакууме, заряжены равномерно с линейной плотностью заряда $\tau = 5 \cdot 10^{-7}$ Кл/м. Расстояние между проводами 0,45 м. Найти максимальное значение напряженности электрического поля в плоскости симметрии этой системы.

[Ответ: 40 кВ/м]

3. Электрическое поле образовано точечным зарядом $4 \cdot 10^{-7}$ Кл, помещенным в масло ($\epsilon=2,5$). Определить напряженность и потенциал в точке, удаленной от заряда на 20 см.

[Ответ: $3,6 \cdot 10^4$ В/м; $7,2 \cdot 10^3$ В]

4. Какое первоначальное ускорение получит капля массой 0,016 мг, потерявшая 100 электронов, если на расстоянии 3 см от нее поместить заряд $2 \cdot 10^{-6}$ Кл?

[Ответ: 20 м/с²]

5. Какую относительную скорость сближения должны иметь две α -частицы, находящиеся на расстоянии 20 см, чтобы они смогли приблизиться друг к другу на расстояние 10^{-10} см?

[Ответ: $5,25 \cdot 10^5$ м/с]

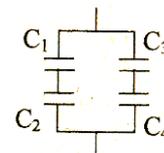
6. Два одинаковых конденсатора соединены последовательно и подключены к источнику ЭДС. Во сколько раз изменится разность потенциалов на одном из конденсаторов, если другой погрузить в жидкость ($\epsilon = 4$)?

[Ответ: $(2\epsilon/\epsilon+1)=1,6$]

7. Шар радиусом 5 см, заряженный до потенциала 100 кВ, соединили проволокой с незаряженным шаром, радиус которого 6 см. Найти заряд каждого шара и их потенциал после соединения.

[Ответ: 250 нКл; 300 нКл; 45кВ]

8. Конденсаторы с емкостями $C_1=10$ мкФ, $C_2=40$ мкФ, $C_3=20$ мкФ и $C_4=30$ мкФ соединены, как показано на рисунке. Определить емкость батареи конденсаторов.



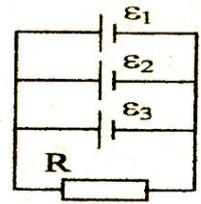
[Ответ: 20 мкФ]

9. Сила тока в проводнике меняется со временем t по уравнению $I=3+t$. Какое количество электричества проходит через его поперечное сечение за время от $t_1=1$ с до $t_2=4$ с? При какой силе постоянного тока через поперечное се-

чение проводника за это же время проходит такое же количество электричества?
 [Ответ: $q = 16,75 \text{ Кл}$; $I = 5,58 \text{ А}$]

10. Даны три источника с $\varepsilon_1=1,8 \text{ В}$, $\varepsilon_2=1,7 \text{ В}$, $\varepsilon_3=1,5 \text{ В}$; $r_1=0,2 \text{ Ом}$, $r_2=r_3=0,1 \text{ Ом}$. Определить сопротивление R и токи во всех участках, если в третьем элементе ток равен нулю.

[Ответ: $0,43 \text{ Ом}$; $I_1=1,5 \text{ А}$; $I_2=2 \text{ А}$; $I_R=3,5 \text{ А}$]



Вариант 57

1. Двум каплям воды радиусом $0,3 \text{ мм}$ сообщили одинаковые по величине и знаку заряды. Определить величину зарядов, если сила кулоновского отталкивания уравновешивается силой гравитационного притяжения каплей.

[Ответ: $9,8 \cdot 10^{-18} \text{ Кл}$]

2. На концах горизонтальной трубы длиной $0,5 \text{ м}$ закреплены положительные заряды $q_1=9 \text{ нКл}$ и $q_2=4 \text{ нКл}$. Найти положение равновесия шарика с положительным зарядом, который помещен внутрь трубы. [Ответ: $0,3 \text{ м}$ от q_1]

3. Две металлические концентрические сферы радиусами 15 и 30 см расположены в воздухе. На внутренней сфере распределен заряд $q_1=2 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}$, а потенциал внешней сферы 450 В . Вычислить напряженность и потенциал в точках, удаленных от центра сфер на 10 , 20 и 36 см .

[Ответ: 0 В/м ; 4500 В/м ; 330 В/м ; -750 В ; -450 В ; -125 В]

4. На сколько уменьшится ускорение тела, падающего на Землю, если ему сообщить заряд $4 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}$? Масса тела 5 г , напряженность поля у поверхности Земли 100 В/м .

[Ответ: на $0,8 \cdot 10^{-3} \text{ м/с}^2$]

5. Ион атома лития Li^+ прошел разность потенциалов 400 В , ион атома меди Cu^{++} 300 В . Во сколько раз отличается величина работы иона меди от работы, совершенной ионом лития?

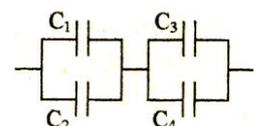
[Ответ: в $1,5$ раза]

6. Плоский воздушный конденсатор заряжен до разности потенциалов 120 В и отключен от источника тока. После этого внутрь конденсатора параллельно обкладкам ввели пластинку из диэлектрика с $\varepsilon=4$. Толщина пластинки в 2 раза меньше величины зазора между обкладками конденсатора. Чему равна разность потенциалов между обкладками конденсатора после введения диэлектрика?

[Ответ: 75 В]

7. Пучок электронов, движущихся со скоростью 10^6 м/с , попадает на незаряженный металлический изолированный шар радиусом 5 см . Какое максимальное число электронов накопится на шаре? [Ответ: $\approx 10^8$]

8. Конденсаторы соединены так, как показано на рисунке. Емкости конденсаторов: $C_1=2 \text{ мкФ}$, $C_2=1 \text{ мкФ}$, $C_3=3$

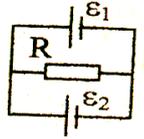


мкФ, $C_4=4$ мкФ. Определить емкость батареи конденсаторов.

[Ответ: 2,1 мкФ]

9. На сколько нагреется алюминиевый провод сечением 18 мм^2 при пропускании по нему тока 3 А в течение 20 с ? Удельное сопротивление Al $2,7 \cdot 10^{-8} \text{ Ом}\cdot\text{м}$. Удельная теплоемкость $9,2 \cdot 10^2 \text{ Дж/кг}\cdot\text{К}$. [Ответ: на $0,006^\circ$]

10. Два элемента с $\varepsilon_1=1,6 \text{ В}$, $\varepsilon_2=1,3 \text{ В}$ и внутренними сопротивлениями $r_1=1 \text{ Ом}$, $r_2=0,5 \text{ Ом}$ соединены в цепь. Определить токи во всех ветвях, если $R=0,6 \text{ Ом}$. [Ответ: $I_1=0,7 \text{ А}$; $I_2=0,8 \text{ А}$; $I_R=1,5 \text{ А}$]



Вариант 58

1. Два шарика массой по $1,5 \text{ г}$, подвешенные на шелковых нитях, после получения одинаковых отрицательных зарядов разошлись на 10 см , и нити образовали угол 36° . Определить величину заряда и количество электронов, полученных каждым шариком. [Ответ: $7,3 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}$; $4,6 \cdot 10^{11}$]

2. В вершинах квадрата с диагональю 100 мм находятся одинаковые по модулю точечные заряды ($q=2,5 \text{ мкКл}$), знаки которых при обходе квадрата следующие: $+, +, -, -$. Найти напряженность в центре квадрата. [Ответ: $2,3 \cdot 10^7 \text{ В/м}$]

3. Две одноименно заряженные плоскости с поверхностной плотностью заряда $\sigma_1=2 \cdot 10^{-9} \text{ Кл/м}^2$ и $\sigma_2=4 \cdot 10^{-9} \text{ Кл/м}^2$ расположены на расстоянии 1 см друг от друга. Найти разность потенциалов между плоскостями. [Ответ: $1,13 \text{ В}$]

4. Протон, находящийся в однородном электрическом поле, получает ускорение, равное $2 \cdot 10^{10} \text{ м/с}^2$ за 10^{-5} с своего движения. Найти разность потенциалов, пройденную протоном в этом поле. [Ответ: 190 В]

5. С поверхности бесконечного равномерно заряженного ($\tau=50 \text{ нКл/м}$) прямого цилиндра радиусом R вылетает α -частица ($v_0=0 \text{ м/с}$). Определить кинетическую энергию α -частицы в электрон-вольтах на расстоянии $8R$ от поверхности цилиндра. [Ответ: $3,96 \cdot 10^3 \text{ эВ}$]

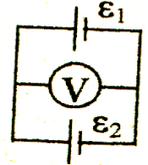
6. Емкость плоского конденсатора 3 мкФ . Расстояние между пластинами 4 мм . Какова будет емкость конденсатора, если на нижнюю пластину положить лист слюды ($\varepsilon=8$) толщиной 2 мм ? [Ответ: $5,31 \text{ мкФ}$]

7. В результате слияния 64 маленьких, одинаково заряженных капелек воды образовалась одна большая капля. Во сколько раз потенциал и поверхностная плотность заряда большой капли отличается от потенциала и поверхностной плотности заряда каждой малой капли? [Ответ: в 16 раз; в 4 раза]

8. Два плоских конденсатора с емкостями $2/3 \cdot 10^3$ и $5/3 \cdot 10^3$ нФ с изолирующим слоем из прессшпана толщиной 2мм, соединенные последовательно, пробиваются при напряжении 5,6 кВ. Определить напряженность поля, при которой происходит пробой пресс-шпана. [Ответ: 2000 кВ]

9. Сопротивление вольфрамовой нити электрической лампочки при $t_1=20$ °С $R_1=35,8$ Ом Какова будет температура t_2 нити лампочки, если при включении в цепь с напряжением 220 В по нити идет ток $I=0,604$ А? Температурный коэффициент сопротивления вольфрама $\alpha=0,46 \cdot 10^{-3}$ град⁻¹. [Ответ: 2200 °С]

10. Два элемента с $\varepsilon_1=1,3$ В и $\varepsilon_2=1,5$ В соединены, как обозначено на рисунке. Вольтметр показывает 1,45 В. У какого элемента внутреннее сопротивление больше и во сколько раз? Сопротивление вольтметра считать очень большим. [Ответ: $r_1=3r_2$]



Вариант 59

1. Какой минимальный точечный заряд нужно закрепить в нижней точке сферической полости радиусом $R=10$ см, чтобы в поле тяжести шарик массой $m=1$ г и зарядом $Q=4$ нКл находился в верхней точке полости в положении равновесия? [Ответ: $1,08 \cdot 10^{-5}$ Кл]

2. Три одинаковых точечных заряда по 9 нКл расположены в вершинах равностороннего треугольника. Какой точечный заряд нужно поместить в центре треугольника, чтобы система находилась в равновесии?

[Ответ: 5,3 нКл]

3. Определить потенциал находящегося в вакууме шара ($R=10$ см), если на расстоянии 1м от его поверхности потенциал равен 20 В. Какой заряд сообщен шару? [Ответ: 200 В; $2,22 \cdot 10^{-9}$ Кл]

4. Протон, находящийся в однородном электрическом поле, получает ускорение, равное $2 \cdot 10^{10}$ м/с². Найти: 1) скорость, которую получит протон за 10^{-5} с своего движения; 2) работу сил электрического поля за это время.

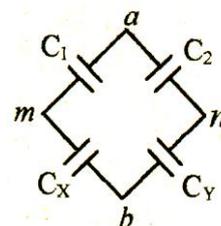
[Ответ: $2 \cdot 10^5$ м/с; $3,34 \cdot 10^{-17}$ Дж]

5. Электрическое поле создано длинным цилиндром радиусом 1 см, равномерно заряженным с линейной плотностью $\tau=20$ нКл/м. Определить работу, которую нужно совершить, чтобы заряд $2 \cdot 10^{-7}$ Кл перенести из точки поля, находящейся на расстоянии 0,5 см, до точки на расстоянии 2 см от поверхности цилиндра в средней его части. [Ответ: $4,97 \cdot 10^{-5}$ Дж]

6. Между пластинами плоского конденсатора вложена тонкая парафиновая ($\varepsilon=2$) пластинка. Какое давление испытывает эта пластинка при напряженности электрического поля 5 кВ/см? [Ответ: 2,2 Па]

7. Два шарика, радиусы которых отличаются в 5 раз, заряжены одноименными зарядами. Во сколько раз изменится сила взаимодействия между ними, если их соединить проволокой? [Ответ: в 1,8 раза]

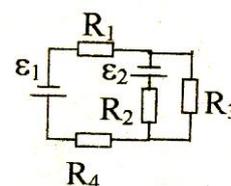
8. Четыре конденсатора соединены по схеме, изображенной на рисунке. Полюсы источника можно присоединить либо к точкам m и n , либо к точкам a и b . Емкости конденсаторов $C_1=2 \text{ мкФ}$, $C_2=5 \text{ мкФ}$. Найти емкости C_x и C_y ? при которых заряды на обкладках всех конденсаторов по модулю будут равны между собой независимо от того, каким способом будет присоединен источник тока.



[Ответ: $C_x=C_2=5 \text{ мкФ}$; $C_y=C_1=2 \text{ мкФ}$]

9. В сеть с напряжением 220 В последовательно включаются две лампы мощностью 60 и 250 Вт , рассчитанные на напряжение 110 В каждая. Как распределится напряжение на лампах? Какова мощность, потребляемая каждой лампой? Сколько тепла выделится за 30 мин горения каждой лампы? [Ответ: 177 В ; 43 В ; $155,3 \text{ Вт}$; $38,2 \text{ Вт}$; $2,8 \cdot 10^5 \text{ Дж}$; $0,7 \cdot 10^5 \text{ Дж}$]

10. Сопротивления в цепи с $\varepsilon_1=2 \text{ В}$, $\varepsilon_2=5 \text{ В}$, $R_3=20 \text{ Ом}$ подобраны так, что ток через первую батарею не идет. Чему равны сопротивления R_1 , R_2 и R_4 ? Внутренними сопротивлениями батарей пренебречь.



[Ответ: $R_2=30 \text{ Ом}$; R_1 и R_4 - любые]

Вариант 60

1. Найти напряженность электрического поля, создаваемого взаимно перпендикулярными заряженными плоскостями с поверхностной плотностью заряда $\sigma_1=5 \cdot 10^{-6} \text{ Кл/м}^2$ $\sigma_2=10^5 \text{ Кл/м}^2$. [Ответ: $631,6 \text{ кВ/м}$]

2. Небольшие, равные по величине металлические шарики с одноименными зарядами приведены в соприкосновение и вновь удалены на расстояние 10 см . Какова сила их взаимодействия, если величины зарядов были 70 и 30 нКл соответственно? Каков окончательный заряд каждого шарика?

[Ответ: $2,3 \cdot 10^{-3} \text{ Н}$; $5 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}$]

3. Шесть зарядов находятся в вершинах шестиугольника со стороной 2 см . Чему равен потенциал в центре, если величины зарядов $33,3$; $3,3$; $0,3$; $-3,3$; $-0,3$; $-3,3 \text{ нКл}$? [Ответ: $13,5 \text{ кВ}$]

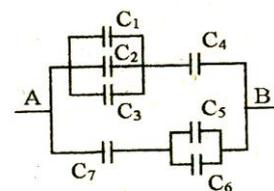
4. Какую скорость приобретет электрон, пройдя ускоряющую разность потенциалов 30 кВ ? [Ответ: $1,02 \cdot 10^8 \text{ м/с}$]

5. Два шарика массами 30 и 50 г, имеющие положительные заряды $4 \cdot 10^{-4}$ и $2 \cdot 10^{-4}$ Кл соответственно, связаны нитью, перекинутой через неподвижный блок. Вычислить ускорение шариков и силу натяжения нити, если вся система помещена в однородное электрическое поле напряженностью 500 В/м, линии напряженности которого направлены вертикально вверх. Электрическим взаимодействием между шариками, трением нити о блок, а также массой блока и нити пренебречь. [Ответ: 1,5 м/с²; 0,145 Н]

6. Пространство между пластинами плоского конденсатора заполнено двумя слоями диэлектриков: стекла ($\epsilon=5$) толщиной 3 мм и парафина ($\epsilon=2$) толщиной 8 мм. Разность потенциалов между обкладками 1000 В. Определить падение потенциала в каждом из слоев. [Ответ: 111 В; 889 В]

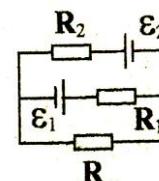
7. Два проводящих шарика радиусами 1,5 и 6 см получили заряды $0,5 \cdot 10^{-9}$ и $6 \cdot 10^{-9}$ Кл соответственно. Что произойдет, если шарики соединить проволокой? Определить потенциалы шариков до и после соединения. Найти окончательные заряды обоих шариков. [Ответ: 300 В; 900 В; 780 В; 780 В; 1,3 нКл; 5,2 нКл]

8. На рисунке изображена батарея конденсаторов. Их емкости $C_1=C_7=3$ мкФ, $C_2=5$ мкФ, $C_3=C_4=C_5=4$ мкФ, $C_6=2$ мкФ. Определить полную емкость батареи C_{AB} . [Ответ: 5 мкФ]



9. Мощность, потребляемая реостатом, 30 Вт; напряжение на его зажимах 15 В. Определить длину никелированной проволоки, пошедшей на изготовление реостата, если ее сечение $0,5$ мм². Удельное сопротивление проволоки $\approx 10^{-6}$ Ом·м. [Ответ: 9 м]

10. Найти величину и направление тока через резистор $R=5$ Ом, если $\epsilon_1=1,5$ В, $\epsilon_2=3,7$ В, $R_1=10$ Ом, $R_2=20$ Ом. Внутренними сопротивлениями батарей пренебречь. [Ответ: 0,02 А; слева направо]



Составители:

С. В. Викулов,
И.М. Дзю,
В.И. Сигимов,
А.П. Минаев,
М. Г. Алешкевич

**ЭЛЕКТРОСТАТИКА
ПОСТОЯННЫЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК**

СБОРНИК
ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ ПО ФИЗИКЕ

Редактор Т.К. Коробкова
Компьютерная верстка Н.С. Пияр

Подписано в печать 2 февраля 2016 г.
Издание переработанное.
Формат 60x84.
Объем 5,7 уч.-издл., усл.9,2 усл. печл. Тираж 100 экз.

Отпечатано в издательстве НГАУ
630009, РФ, Новосибирск, ул. Добролюбова, 160, офис 106.
Тел.факс (383) 267-0910. E-mail: 2134539@mail.ru