

Индивидуальное задание № 1

Электростатическое поле

Вариант № 1

1. Тонкое кольцо радиусом 8 см несет равномерно распределенный заряд с линейной плотностью 10 нКл/м. Какова напряженность электрического поля в точке, равноудаленной от всех точек кольца на расстояние 10 см? [2,71 кВ/м]
2. Металлический шар радиусом 1 м, имеющий потенциал 1 В, окружат сферической оболочкой радиусом 2 м. Чему будет равен потенциал шара, если заземлить оболочку? [0,5 В]
3. Плоский воздушный конденсатор с площадью пластин, равной 500 см², подключен к источнику тока с ЭДС, равной 300 В. Определите работу внешних сил по раздвижению пластин от расстояния 1 см до 3 см. Конденсатор перед раздвижением пластин отключен от источника тока. [1,33 мкДж]
4. Плоский конденсатор заполнен диэлектриком, диэлектрическая проницаемость которого зависит от напряжения на конденсаторе по закону $\epsilon = \alpha U$, где $\alpha = 1 \text{ В}^{-1}$. Параллельно этому «нелинейному» конденсатору, который не заряжен, подключают такой же конденсатор, но без диэлектрика, который заряжен до напряжения $U_0 = 156 \text{ В}$. Определите напряжение U , которое установится на конденсаторах.

$$[U = (\sqrt{4\alpha U + 1} - 1)/(2\alpha) = 12 \text{ В}]$$

Вариант № 2

1. На расстоянии r от поверхности Земли находится точечный заряд $+q$. Используя метод изображений, найдите силу притяжения этого заряда к Земле. [$F = q^2 / (16\pi\epsilon_0 r^2)$]
2. Металлический шар радиусом 5 см, заряженный до потенциала 200 В, окружили незаряженной концентрической сферической проводящей оболочкой радиусом 20 см. Чему станет равен потенциал шара, если его соединить проводником с оболочкой? [50 В]
3. Плоский воздушный конденсатор с площадью пластин, равной 500 см², подключен к источнику тока с ЭДС, равной 300 В. Определите работу внешних сил по раздвижению пластин от расстояния 1 см до 3 см. Конденсатор перед раздвижением пластин не отключен от источника тока. [1,33 мкДж]
4. Представим себе шахту, пронизывающую Землю по ее оси вращения. Считая Землю за однородный шар радиусом R и пренебрегая сопротивлением воздуха, найдите:
 - а) уравнение движения тела, упавшего в шахту;
 - б) время, которое понадобится этому телу, чтобы достичь противоположного конца шахты;
 - в) скорость тела в центре Земли.

$$[a) \ddot{r} + \frac{gr}{R} = 0; б) t = \frac{T}{2} = \pi \sqrt{\frac{R}{g}}; в) v = \sqrt{gR}]$$

Вариант № 3

1. Очень длинная прямая проволока несет заряд, равномерно распределенный по всей ее длине. Вычислите линейную плотность заряда, если напряженность поля на расстоянии 0,5 м от проволоки против ее середины равна 200 В/м. [5,5 нКл/м]
2. Проводящий шар радиусом 1 м равномерно заряжен по поверхности зарядом 1 нКл. Каково минимальное расстояние между точками A и B , такими, что разность потенциалов между ними равна -1 В? [12,5 см]
3. Батарея из двух последовательно соединенных конденсаторов с емкостями 300 пФ и 500 пФ заряжена до разности потенциалов 1200 В. Чему равен заряд на обкладках каждого конденсатора? [225 нКл]
4. Найдите электрический момент \vec{p} тонкого стержня длиной l , линейная плотность заряда которого зависит от расстояния x до одного из его концов как $\lambda = \alpha(2x - l)$, где α – положительная постоянная. [$p = \alpha l^3/6$]

Вариант № 4

1. По тонкому кольцу радиусом 5 см равномерно распределен заряд с линейной плотностью 14 нКл/м. Определите напряженность поля в точке, лежащей на оси кольца, на расстоянии 10 см от центра кольца. [2,83 кВ/м]
2. Металлический шар радиусом 3 см несет заряд 20 нКл. Шар окружен слоем парафина толщиной 2 см. Определите энергию электрического поля, заключенного в слое диэлектрика. [12 мкДж]
3. Одинаковые шарики, подвешенные на нитях равной длины, закрепленных в одной точке, зарядили одинаковыми одноименными зарядами. Шарики оттолкнулись, и угол между нитями стал равен 60° . После погружения шариков в жидкий диэлектрик угол между нитями уменьшился до 50° . Найдите диэлектрическую проницаемость среды. Выталкивающей силой пренебречь. [1,7]
4. Тонкое непроводящее кольцо радиусом R заряжено с линейной плотностью $\lambda = \lambda_0 \cos \varphi$, где λ_0 – положительная постоянная, φ – азимутальный угол. Найдите напряженность E электрического поля в центре кольца. [$E = \lambda_0 / (4\epsilon_0 R)$]

Вариант № 5

1. Прямой металлический стержень диаметром 5 см и длиной 4 м несет равномерно распределенный по его поверхности заряд, равный 500 нКл. Определите напряженность поля в точке, находящейся против середины стержня на расстоянии 1 см от его поверхности.
[64,3 кВ/м]
2. Заряженный до потенциала 300 В шар радиусом 15 см соединили с незаряженным шаром длиной тонкой проволокой. После соединения потенциал шара оказался равным 100 В. Каков радиус второго шара? [0,3 м]
3. Эбонитовая плоскопараллельная пластина помещена в однородное электрическое поле напряженностью 2 МВ/м. Грани пластины перпендикулярны линиям напряженности. Определите поверхностную плотность связанных зарядов на гранях пластины. [$\pm 11,8$ мкКл/м²]
4. Точечный заряд q находится на расстоянии d от проводящей плоскости. Какую энергию нужно затратить, чтобы удалить его на бесконечное расстояние от плоскости? [$W = q^2/(16\pi\epsilon_0 d)$]

Вариант № 6

1. В вершинах квадрата находятся одинаковые заряды по 0,3 нКл каждый. Какой отрицательный заряд нужно поместить в центре квадрата, чтобы сила взаимного отталкивания положительных зарядов была уравновешена силой притяжения отрицательного заряда? [−0,29 нКл]
2. Вычислите собственную электростатическую энергию шара радиусом R , заряженного с постоянной объемной плотностью, если полный заряд шара равен q . [$W = \frac{3}{5} \cdot \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 R}$]
3. Расстояние между пластинами плоского конденсатора равно 2 мм, разность потенциалов 1,8 кВ. Пространство между пластинами заполнено стеклом. Определите диэлектрическую восприимчивость стекла и поверхностную плотность поляризационных (связанных) зарядов на поверхности стекла. [6; 47,7 мкКл/м²]
4. Система состоит из равномерно заряженной сферы радиусом R и окружающей среды, заполненной зарядом с объемной плотностью $\rho = \alpha/r$, где α – положительная постоянная, r – расстояние от центра сферы. Найдите заряд сферы, при котором напряженность E электрического поля вне сферы не будет зависеть от r . Чему равно E ?
[$q = 2\pi\alpha R^2$; $E = \alpha/(2\epsilon_0)$]

Вариант № 7

1. На отрезке прямого тонкого проводника длиной 10 см равномерно распределен заряд с линейной плотностью 3 мкКл/м. Вычислите напряженность поля, создаваемую этим зарядом в точке, расположенной на оси проводника и удаленной от ближайшего конца на расстояние, равное длине этого отрезка. [135 кВ/м]
2. Определите линейную плотность бесконечно длинной заряженной нити, если работа сил поля по перемещению заряда 1 нКл с расстояния 5 см до 2 см в направлении, перпендикулярном нити, равна 50 мкДж. [303 нКл/м]
3. Металлический шар радиусом 5 см окружен слоем фарфора толщиной 2 см. Определите поверхностные плотности поляризованных зарядов, соответственно, на внутренней и внешней поверхностях диэлектрика. Заряд шара равен 10 нКл. [$-0,255$ мкКл/м²; $0,13$ мкКл/м²]
4. Потенциал поля внутри заряженного шара зависит только от расстояния r до его центра по закону $\varphi = ar^2 + b$, где a и b – постоянные. Найдите распределение объемного заряда $\rho(r)$ внутри шара. [$\rho = -6\epsilon_0 a$]

Вариант № 8

1. Полусфера несет заряд, равномерно распределенный с поверхностной плотностью 1 нКл/м². Найдите напряженность электрического поля в геометрическом центре полусферы. [9 В/м]
2. По тонкому кольцу радиусом $R = 10$ см равномерно распределен заряд с линейной плотностью $\tau = 20$ нКл/м. Определите потенциал в точке, лежащей на оси кольца, на расстоянии $a = 5$ см от центра кольца. [1009 В]
3. Эбонитовая плоскопараллельная пластина помещена в однородное электрическое поле напряженностью 4 МВ/м. Грани пластины перпендикулярны линиям напряженности. Определите поверхностную плотность поляризованных зарядов на поверхности стекла.
[$\pm 23,6$ мкКл/м²]
4. Незаряженный металлический цилиндр вращается вокруг своей оси с постоянной угловой скоростью ω . Найдите напряженность E электрического поля в цилиндре на расстоянии r от его оси. [$E = m\omega^2 r/e$]

Вариант № 9

1. Длинный прямой провод, расположенный в вакууме, несет заряд, равномерно распределенный по длине провода с линейной плотностью 2 нКл/м . Определите напряженность электрического поля на расстоянии 1 м от провода. [36 В/м]
2. Тонкий стержень длиной 10 см несет равномерно распределенный заряд 1 нКл . Определите потенциал в точке, лежащей на оси стержня на расстоянии 20 см от ближайшего его конца. [36,5 В]

3. К конденсатору, электрическая емкость которого $C = 16 \text{ пФ}$, подключают два одинаковых конденсатора емкостью C_x : один параллельно, а второй – последовательно (рис. 3.10). Емкость образовавшейся батареи конденсаторов равна емкости C . Какова емкость C_x ? [26 пФ]

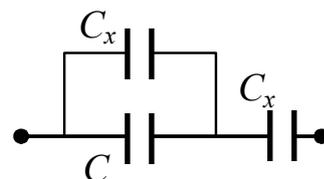


Рис. 3.10

4. В тонкостенной непроводящей равномерно заряженной сфере радиусом $r = 1 \text{ см}$ имеются два небольших диаметрально противоположных отверстия (рис. 3.11). По прямой, соединяющей отверстия, из бесконечности движется со скоростью $v = 5000 \text{ м/с}$ частица массой m с зарядом q (заряды сферы и частицы одноименные). Найдите время, в течение которого заряд будет находиться внутри сферы. Заряды и массы сферы и частицы принять одинаковыми и равными $m = 1 \text{ мг}$ и $q = 1 \text{ мкКл}$. [$t = 2r / \sqrt{v^2 - q^2 / (\pi \epsilon_0 m r)} = 4,3 \text{ мкс}$]

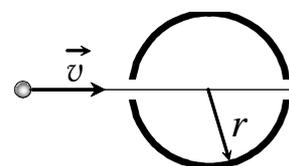


Рис. 3.11

Вариант № 10

1. Тонкий стержень длиной 12 см заряжен с линейной плотностью 200 нКл/м . Найдите напряженность электрического поля в точке, находящейся на расстоянии 5 см от стержня против его середины. [55,7 кВ/м]
2. На отрезке прямого тонкого проводника равномерно распределен заряд с линейной плотностью 10 нКл/м . Вычислите потенциал поля, создаваемого этим зарядом в точке, расположенной на оси проводника и удаленной от ближайшего конца на расстояние, равное длине этого отрезка. [62,4 В]
3. Две пластинки из стекла и эбонита сложены вплотную. Напряженность поля в стекле 42 В/м , его толщина 1 см . Определите напряженность поля в эбоните и разность потенциалов между внешними гранями пластинок, если толщина эбонита 2 см . [98 В/м; 2,38 В]
4. Электрон и позитрон движутся по окружности вокруг своего неподвижного центра масс, образуя атом позитрония. Найдите отношение потенциальной и кинетической энергий частиц. [$-1/2$]

Вариант № 11

1. На расстоянии $a = 10$ см от бесконечной проводящей плоскости находится точечный заряд $q = 20$ нКл. Вычислите напряженность электрического поля в точке, удаленной от плоскости на расстояние a и от заряда q на расстояние $2a$. [3,32 кВ/м]
2. Одинаковые заряды 100 нКл расположены в вершинах квадрата со стороной 10 см. Определите потенциальную энергию этой системы. [4,87 мДж]
3. 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). Определите диэлектрическую проницаемость фарфора, если после присоединения второго конденсатора разность потенциалов уменьшилась до 100 В. [5]
4. Найдите силу взаимодействия двух молекул воды, отстоящих друг от друга на $l = 10$ нм, если их электрические моменты расположены вдоль одной и той же прямой. Дипольный момент каждой молекулы $p = 6,2 \cdot 10^{-30}$ Кл·м. [$F = 3p^2 / (2\pi\epsilon_0 l^4) = 2,1 \cdot 10^{-16}$ Н]

Вариант № 12

1. Тонкий стержень длиной 10 см заряжен с линейной плотностью 400 нКл/м. Найдите напряженность электрического поля в точке, расположенной на перпендикуляре к стержню, проведенном через один из его концов, на расстоянии 8 см от этого конца. [35,6 кВ/м]
2. Известно, что градиент потенциала электрического поля Земли у ее поверхности направлен вертикально вверх и равен (в среднем) 130 В/м. Найдите среднюю поверхностную плотность заряда Земли. [$- 1,15 \cdot 10^{-9}$ Кл/м²]
3. На одной из пластин плоского конденсатора емкостью C находится заряд $+q$, на другой $+4q$. Определите разность потенциалов между пластинами конденсатора. [$U = 3q / (2C)$]
4. Два точечных заряда $+q$ и $-q$ расположены на расстоянии l друг от друга и на одинаковом расстоянии $l/2$ от проводящей плоскости с одной стороны от нее. Найдите модуль электрической силы, действующей на каждый заряд. [$F = (2\sqrt{2} - 1)q^2 / (8\pi\epsilon_0 l^2)$]

Вариант № 13

1. Определите поток вектора напряженности электростатического поля через сферическую поверхность, охватывающую точечные заряды 5 нКл и -2 нКл. [339 В·м]
2. Тонкое кольцо радиусом 5 см несет равномерно распределенный заряд с линейной плотностью 10 нКл. Каков потенциал электрического поля в точке, равноудаленной от всех точек кольца на расстояние 10 см? [282 В]
3. Емкость плоского конденсатора 200 пФ. Пространство между пластинами заполнено фарфором. Конденсатор зарядили до разности потенциалов 600 В и отключили от источника напряжения. Какую работу нужно совершить, чтобы вынуть диэлектрик из конденсатора? Трение пренебрежимо мало. [144 мкДж]
4. Точечный заряд q находится на расстоянии l от безграничной проводящей плоскости. Определите поверхностную плотность зарядов, индуцированных на плоскости как функцию расстояния r от основания перпендикуляра, опущенного из заряда q на плоскость.

$$[\sigma = -ql / (2\pi(l^2 + r^2)^{3/2})]$$

Вариант № 14

1. Бесконечно длинная тонкостенная металлическая трубка радиусом 2 см несет равномерно распределенный по поверхности заряд с поверхностной плотностью 1 нКл/м². Определите напряженность электрического поля в точках, отстоящих от оси трубки на расстояниях 1 см и 3 см. [0; 75,5 В/м]
2. На кольце с внутренним радиусом 80 см и внешним – 1 м равномерно распределен заряд 10 нКл. Определите потенциал в центре кольца. [100 В]
3. Расстояние между пластинами плоского конденсатора 5 мм, разность потенциалов 150 В. На нижней пластине лежит плитка парафина толщиной 4 мм. Определите поверхностную плотность связанных зарядов этой пластинки. [$2,43 \cdot 10^{-7}$ Кл/м²]
4. Зазор между обкладками плоского конденсатора заполнен изотропным диэлектриком, проницаемость которого изменяется в направлении перпендикулярном к обкладкам конденсатора по линейному закону от ϵ_1 до ϵ_2 . Площадь каждой пластины S , расстояние между пластинами d . Найдите емкость конденсатора. [$C = \epsilon_0 S (\epsilon_2 - \epsilon_1) / (d \ln(\epsilon_2 / \epsilon_1))$]

Вариант № 15

1. Электростатическое поле создается бесконечной прямой нитью, заряженной равномерно с линейной плотностью 50 пКл/см . Определите числовое значение и направление градиента потенциала в точке на расстоянии $0,5 \text{ м}$ от нити. [180 В/м]
2. Два одинаковых по размерам плоских конденсатора, один из которых воздушный, а второй заполнен диэлектриком с диэлектрической проницаемостью, равной 5 , соединены, как показано на рис. 3.12. Конденсаторы зарядили до напряжения 100 В и отключили от источника напряжения. Какую работу надо совершить, чтобы вытащить диэлектрическую пластинку из конденсатора? Емкость воздушного конденсатора $C = 1 \text{ мкФ}$. [60 мДж]
3. Пространство между пластинами плоского конденсатора заполнено стеклом. Когда конденсатор присоединили к источнику напряжения, давление пластин на стекло оказалось равным 1 Па . Определите объемную плотность энергии электростатического поля в стекле.
[$0,992 \text{ Дж/м}^3$]
4. Точечный сторонний заряд q находится в центре сферического слоя неоднородного изотропного диэлектрика, проницаемость которого изменяется только в радиальном направлении по закону $\epsilon = \alpha/r$, где α – постоянная, r – расстояние от центра системы. Найдите объемную плотность ρ' связанных зарядов как функцию r внутри слоя.
[$\rho' = q/(4\pi\alpha r^2)$]

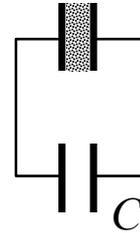


Рис. 3.12

Вариант № 16

1. Тонкое кольцо радиусом 5 см несет равномерно распределенный заряд с линейной плотностью 14 нКл/м . Какова напряженность электрического поля в точке, равноудаленной от всех точек кольца на расстояние 10 см ? [$2,83 \text{ кВ/м}$]
2. Металлический шар радиусом $R = 3 \text{ см}$ опущен наполовину в керосин. Каков его заряд, если он заряжен до потенциала $\phi = 1800 \text{ В}$?
[$q = 4\pi\epsilon_0(\epsilon + 1)R\phi = 18 \text{ нКл}$]
3. Определите поверхностную плотность связанных зарядов на слюдяной пластинке толщиной 1 мм , служащей изолятором плоского конденсатора, если разность потенциалов между пластинами конденсатора равна 300 В . [$15,9 \text{ мкКл/м}^2$]
4. Находящийся в вакууме тонкий прямой стержень длиной $2a$ заряжен равномерно зарядом q . Найдите модуль напряженности электрического поля как функцию расстояния r от центра стержня до точки прямой:
 - а) перпендикулярной к стержню и проходящей через его центр;
 - б) совпадающей с осью стержня, если $r > a$.
 Исследовать полученные выражения при $r \gg a$.

$$[a) E = q / (4\pi\epsilon_0 r \sqrt{a^2 + r^2}); б) E = q / [4\pi\epsilon_0 (r^2 - a^2)];$$

В обоих случаях при $r \gg a$ напряженность поля $E \approx q / (4\pi\epsilon_0 r^2)$

Вариант № 17

1. Электростатическое поле создается бесконечной прямой нитью, заряженной равномерно с линейной плотностью 1 нКл/см . Какую скорость приобретет электрон, приблизившись под действием поля к нити вдоль линий напряженности с расстояния $1,5 \text{ см}$ до расстояния 1 см ? [16 Мм/с]
2. Электрическое поле создано тонким стержнем, несущим равномерно распределенный по длине заряд с линейной плотностью $0,1 \text{ мкКл/м}$. Определите потенциал в точке поля, удаленной от концов стержня на расстояние, равное длине стержня. [990 В]
3. Плоский конденсатор имеет площадь пластин 2000 см^2 , расстояние между которыми $0,5 \text{ мм}$. В конденсаторе находится пластинка слюды толщиной $0,3 \text{ мм}$, в остальной части – воздух. Определите емкость конденсатора. [$7,3 \text{ нФ}$]
4. Внутри шара, заряженного равномерно с объемной плотностью ρ , имеется сферическая полость. Центр полости смещен относительно центра шара на расстояние, характеризуемое вектором \vec{a} . Найдите напряженность \vec{E} поля внутри полости. [$\vec{E} = \vec{a}\rho/(3\epsilon_0)$]

Вариант № 18

1. Тонкое кольцо радиусом 5 см несет равномерно распределенный заряд с линейной плотностью 14 нКл/м . Определите, на каком расстоянии от центра кольца напряженность поля на его оси будет максимальной; минимальной. [$0; 3,5 \text{ см}$]
2. Конденсатор состоит из двух неподвижных, вертикально расположенных, параллельных, разноименно заряженных пластин. Пластины расположены на расстоянии 5 см друг от друга. Напряженность поля внутри конденсатора равна 10^4 В/м . Между пластинами, на равном расстоянии от них, помещен шарик с зарядом 10^{-5} Кл и массой 20 г . После того как шарик отпустили, он начинает падать и ударяется об одну из пластин. На какую величину уменьшится высота шарика к моменту его удара об одну из пластин? [5 см]
3. В поле бесконечной металлической пластины с поверхностной плотностью 7 мкКл/м^2 параллельно ей расположена бесконечная пластина из слюды. Найдите поверхностную плотность поляризационных зарядов на поверхности слюды. [6 мкКл/м^2]
4. Сферический конденсатор с радиусами обкладок a и b , где $a > b$, заполнен изотропным, но неоднородным диэлектриком, проницаемость которого зависит от расстояния r до центра системы как $\epsilon = \alpha/r$, где α – постоянная. Найдите емкость такого конденсатора.

$$[C = 4\pi\epsilon_0\alpha/\ln(b/a)]$$

Вариант № 19

1. Диполь с электрическим моментом $2 \text{ нКл}\cdot\text{м}$ находится в однородном электрическом поле с напряженностью 30 кВ/м . Вектор дипольного момента составляет угол 60° с направлением силовых линий поля. Определите произведенную внешними силами работу поворота диполя против часовой стрелки на угол 30° . [30 мкДж]
2. Отрицательно заряженное тело малого размера с зарядом -10^{-5} Кл и массой 20 г начинает скользить без трения по незаряженной непроводящей наклонной плоскости, угол наклона которой 30° . Начальная скорость тела равна нулю. Горизонтальная непроводящая поверхность под наклонной плоскостью заряжена положительно и создает вертикально направленное однородное поле напряженностью 10^4 В/м . Какое время требуется телу для соскальзывания с вершины наклонной плоскости, высота которой 50 см , до основания? [$0,52 \text{ с}$]
3. Две параллельные незаряженные пластины площадью 1 см^2 находятся во внешнем однородном электрическом поле напряженностью 1000 В/м , перпендикулярном к пластинам. Определите заряды пластин после замыкания их проводником. [$9 \cdot 10^{-13} \text{ Кл}$]
4. Точечный сторонний заряд q находится в центре шара радиусом a из однородного диэлектрика с проницаемостью ϵ_1 . Шар окружен безграничным диэлектриком с проницаемостью ϵ_2 . Найдите поверхностную плотность связанных зарядов на границе раздела этих диэлектриков. [$\sigma' = \frac{q}{4\pi a^2} \cdot \frac{\epsilon_1 - \epsilon_2}{\epsilon_1 \epsilon_2}$]

Вариант № 20

1. Напряженность электрического поля на оси заряженного кольца имеет максимальное значение на расстоянии L от центра. Во сколько раз напряженность электрического поля в точке, расположенной на расстоянии $0,5 L$ от центра кольца, будет меньше максимального значения напряженности? [$1,3$]
2. В плоском конденсаторе, расположенном горизонтально и находящемся в вакууме, взвешена заряженная капелька ртути на равном расстоянии от пластин конденсатора. Расстояние между пластинами конденсатора 2 см . К конденсатору приложена разность потенциалов 500 В . Внезапно разность потенциалов падает до 490 В и равновесие капельки нарушается. Определите время, в течение которого капелька достигнет нижней пластины конденсатора. [$0,32 \text{ с}$]
3. Внутри металлической сферы, внутренний радиус которой 5 см , а внешний 6 см , помещен точечный заряд 10^{-8} Кл на расстоянии 2 см от центра. Найдите потенциал в центре сферы. [78 В]
4. Два шарика с зарядами q_1 и q_2 имели вначале одинаковые по модулю и направлению скорости. После того как на некоторое время было включено однородное электрическое поле, направление скорости первого шарика повернулось на 60° , а модуль скорости уменьшился вдвое. Направление скорости второго шарика повернулось на 90° . Во сколько раз изменилась скорость второго шарика? Определите модуль отношения заряда к массе второго шарика, если для первого он равен k_1 . Электрическим взаимодействием шариков пренебречь.

$$[k_2 = 4k_1/3; v_2 = v_0/\sqrt{3}]$$

Вариант № 21

1. Два диполя с электрическими моментами 1 пКл·м и 50 пКл·м находятся на расстоянии 2 см друг от друга. Найдите силу взаимодействия, если оси диполей лежат на одной прямой. [1,35 мкН]
2. Горизонтально расположенная, отрицательно заряженная пластина создает поле напряженностью 10^4 В/м. На нее с высоты 10 см падает шарик малого размера массой 20 г, имеющий положительный заряд 10^{-5} Кл и начальную скорость 1 м/с, направленную вертикально вниз. Какую энергию шарик передаст пластине при абсолютно неупругом ударе?

[0,04 Дж]

3. Определите поляризованность стекла, помещенного во внешнее электрическое поле напряженностью 5 МВ/м. [37,9 мкКл/м²]

4. Три маленьких заряженных шарика с зарядами $q_1 = -1$ нКл, $q_2 = 5$ нКл и $q_0 = 10$ нКл, соответственно, закреплены в вакууме вдоль одной прямой на расстоянии $a = 1$ см друг от друга (рис. 3.13). Какую максимальную скорость приобретет правый шарик массой $m_0 = 10^{-8}$ кг, если его освободить?

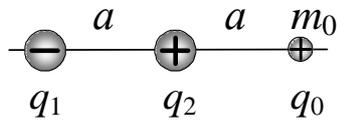


Рис. 3.13

$$[v = \sqrt{\frac{q_0}{2\pi\epsilon_0 m_0 a} \cdot \left(\frac{q_1}{2} + q_2\right)} = 90 \text{ м/с}]$$

Вариант № 22

1. Найдите напряженность электрического поля в точке, расположенной на расстоянии h от заряженного диска радиусом R по нормали к его центру.

$$[E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \left(1 - \frac{1}{\sqrt{1 + h^2/R^2}}\right)]$$

2. Горизонтально расположенная, положительно заряженная пластина создает поле напряженностью 10^4 В/м. На нее с высоты 10 см падает шарик малого размера массой 20 г, имеющий положительный заряд 10^{-5} Кл и начальную скорость 1 м/с, направленную вертикально вниз. Какую энергию шарик передаст пластине при абсолютно неупругом ударе? [0,02 Дж]

3. Пространство между пластинами плоского конденсатора заполнено стеклом. Когда конденсатор присоединили к источнику напряжения, давление пластин на стекло оказалось равным 1 Па. Определите напряженность электрического поля в стекле. [179 кВ/м]

4. Два небольших шарика, связанные нитью длиной l , лежат на горизонтальной плоскости (рис. 3.14). Заряд каждого шарика равен q , масса равна m . Нить пережигают, и тела начинают скользить по плоскости. Какую максимальную скорость v приобретают шарик, если коэффициент трения равен μ ?

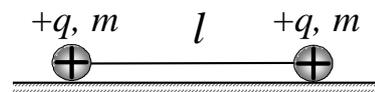
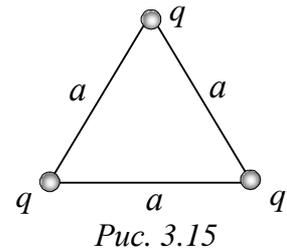


Рис. 3.14

$$[v = \sqrt{\mu g l + k q^2 / (m l) - 2 q \sqrt{k \mu g / m}}, \text{ где } k = 1 / (4 \pi \epsilon_0)]$$

Вариант № 23

1. Шар радиусом R заряжен однородно с объемной плотностью ρ . Найдите напряженность поля для точек внутри и вне шара как функцию расстояния r от центра шара. Диэлектрическую проницаемость вещества шара принять равной единице. [$E_{\text{внутр}} = \rho r / (3\epsilon_0)$; $E_{\text{вне}} = \rho R^3 / (3\epsilon_0 r^2)$]
2. Методом изображений найдите силу, действующую на заряд q , помещенный на расстояниях a и b от двух проводящих полуплоскостей, образующих между собой прямой угол. [$F = \frac{q^2}{16\pi\epsilon_0} \cdot \frac{a^2 + b^2}{a^2 b^2}$]
3. Конденсатор зарядили до 100 В и подключили к нему резистор. Сразу после этого за некоторый интервал времени в цепи выделилось в виде тепла энергия 1 Дж, а за следующий такой же интервал – энергия 0,3 Дж. Определите емкость конденсатора. Принять, что за одинаковый интервал времени энергия конденсатора уменьшается в одинаковое число раз. [286 мкФ]
4. Три одинаковых одноименно заряженных шарика, заряд каждого из которых равен q , а масса – m , соединены невесомыми, нерастяжимыми нитями длиной a так, что они образуют равносторонний треугольник (рис. 3.15). Одну из нитей пережигают. Найдите максимальные скорости шариков.



$$[v_1 = 2q\sqrt{\frac{k}{6ma}}; v_2 = q\sqrt{\frac{k}{6ma}}, \text{ где } k = 1/(4\pi\epsilon_0)]$$

Вариант № 24

1. Два диполя с электрическими моментами 20 пКл·м и 50 пКл·м находятся на расстоянии 10 см друг от друга, так что оси их лежат на одной прямой. Вычислите взаимную потенциальную энергию диполей, соответствующую их устойчивому равновесию. [18 нДж]
2. Отрицательно заряженная пластина, создающая вертикально направленное однородное электрическое поле напряженностью 10^4 В/м, укреплена на горизонтальной плоскости. На нее с высоты 10 см падает шарик массой 20 г, имеющий положительный заряд $1 \cdot 10^{-5}$ Кл. Какой импульс шарик передаст пластине при абсолютно упругом ударе? [0,07 кг·м/с]
3. Чему равен потенциал точки, находящейся внутри полый проводящей сферы радиусом 1 см и зарядом 10^{-8} Кл на расстоянии 2 см от центра сферы? [9 кВ]
4. Три маленьких заряженных тела с одинаковой массой движутся в пространстве вдали от других тел. В некоторый момент времени тела оказались на одной прямой, причем ускорение среднего тела равно по модулю a , одного из оставшихся $3a$. Найдите ускорение третьего тела в этот момент времени. [$4a$ или $2a$]

Вариант № 25

1. Диполь с электрическим моментом $100 \text{ пКл}\cdot\text{м}$ свободно установился в однородном электрическом поле напряженностью 10 кВ/м . Определите изменение потенциальной энергии диполя при повороте его на угол 60° .
[0,5 мкДж]
2. Положительно заряженная пластина, создающая вертикально направленное однородное электрическое поле напряженностью 10^4 В/м , укреплена на горизонтальной плоскости. На нее с высоты 10 см падает шарик массой 20 г , имеющий положительный заряд $1 \cdot 10^{-5} \text{ Кл}$. Какой импульс передаст шарик пластине при абсолютно неупругом ударе?
[0,02 Дж]
3. Проводящая полая сфера имеет радиус 10 см и заряд 10^{-9} Кл . Определите потенциал и напряженность точек поля, расположенных на расстоянии 5 ; 10 ; 20 см от центра сферы.
[90 В, 0 В/м; 90 В, 900 В/м; 45 В, 225 В/м]
4. Две частицы, имеющие массу $m = 1 \text{ мг}$ и заряд $q = 10^{-9} \text{ Кл}$ каждая, летят из бесконечности со скоростями $v_1 = 1 \text{ м/с}$ и $v_2 = 2 \text{ м/с}$ навстречу друг другу. На какое минимальное расстояние r_0 они могут сблизиться? Гравитационное взаимодействие не учитывать.

$$[r_0 = \frac{q^2}{\pi^2 \epsilon_0^2 m (v_1 + v_2)^2} = 4 \text{ мм}]$$

