

**Вариант 1**

1. Частица массой  $1 \text{ мг}$ , имеющая заряд  $1 \text{ нКл}$ , начинает двигаться со скоростью  $1 \text{ м/с}$  к центру заряженного шара. При каком минимальном значении радиуса шара частица достигнет его поверхности, если шар заряжен зарядом  $3 \text{ нКл}$ ?
2. Найти работу по перемещению электрона из центра полукольца радиуса  $R$ , заряженного равномерно с линейной плотностью  $\tau = 0,4 \text{ мкКл/м}$  в бесконечность.
3. Два шарика с зарядами  $q_1 = 20 \text{ мкКл}$  и  $q_2 = 40 \text{ мкКл}$  находятся на расстоянии  $r_1 = 40 \text{ см}$ . Какую надо совершить работу, чтобы сблизить их до расстояния  $r_2 = 25 \text{ см}$ .
4. Конденсатор ёмкостью в  $20 \text{ мкФ}$  заряжен до потенциала  $100 \text{ В}$ . Найти энергию этого конденсатора.
5. Расстояние между пластинами плоского конденсатора  $4 \text{ см}$ . Электрон начинает двигаться от отрицательной пластины в тот момент, когда от положительной пластины начинает двигаться протон. На каком расстоянии от положительной пластины встретятся электрон и протон.

**Вариант 2**

1. До какого расстояния могут сблизиться два электрона, если они движутся с большого расстояния навстречу друг другу с относительной скоростью  $10^6$  м/с?
2. Какая работа совершается при перенесении точечного заряда  $20$  нКл из бесконечности в точку, находящуюся на расстоянии  $1$  см от поверхности шара радиусом  $1$  см, заряженного с поверхностной плотностью заряда  $10$  мкКл/м<sup>2</sup>?
3. Определить работу сил поля по перемещению электрона от одной пластины плоского конденсатора до другой, если расстояние между пластинами  $5$  мм, а напряжённость электрического поля  $1$  кВ/м.
4. Найти объёмную плотность энергии электрического поля в точке, находящейся на расстоянии  $2$  см от поверхности заряженного шара радиусом  $1$  см. Поверхностная плотность заряда на шаре равна  $1,67 \cdot 10^{-5}$  Кл/м<sup>2</sup>.
5. Расстояние между пластинами плоского конденсатора равно  $1$  см. От одной из пластин одновременно начинают двигаться протон и альфа частица. Какое расстояние пройдет альфа частица за то время, в течение которого протон пройдет весь путь от одной пластины до другой?

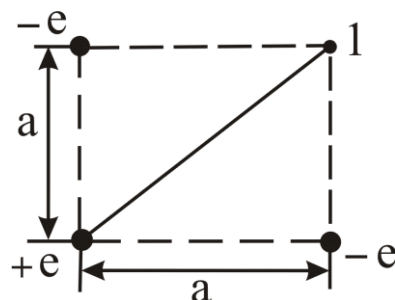
**Вариант 3**

1. Разность потенциалов между катодом и анодом электронной лампы равна  $90\text{ В}$ . Какова скорость электрона в момент удара об анод?
2. Два шарика с зарядами  $6,66\text{ нКл}$  и  $13,33\text{ нКл}$  находятся на расстоянии  $40\text{ см}$ . Какую работу нужно совершить, чтобы сблизить их до расстояния  $25\text{ см}$ ?
3. Имеется бесконечно длинная прямая нить, заряженная равномерно с линейной плотностью  $\tau = 0,4\text{ мкКл/м}$ . Вычислить работу по перемещению заряда  $q = 1\text{ мКл}$  из точки 1 в точку 2, если точка 2 находится в 2 раза дальше от нити, чем точка 1.
4. Сила притяжения между пластинами плоского воздушного конденсатора равна  $50\text{ мН}$ . Площадь пластин /каждой/ равна  $200\text{ см}^2$ . Найти плотность энергии поля конденсатора.
5. Электрон, пройдя в плоском конденсаторе путь от одной пластины до другой, приобрел скорость  $10^6\text{ м/с}$ . Расстояние между пластинами  $5\text{ мм}$ . Найти разность потенциалов между пластинами и напряженность электрического поля.

**Вариант 4**

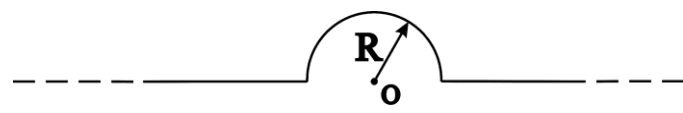
1. Три электрона, находящиеся неподвижно на одинаковых расстояниях  $10 \text{ нм}$  друг от друга, начинают разлетаться под действием сил отталкивания. Какими будут скорости электронов на большом расстоянии друг от друга?

2. Найти работу по перемещению заряда  $1 \text{ нКл}$  из точки 1 в центр квадрата, если поле создано тремя зарядами, по абсолютной величине равными заряду электрона и расположенными как показано на рисунке.



3. Найти скорость электрона, прошедшего разность потенциалов, равную  $100 \text{ В}$ .
4. Найти объёмную плотность энергии электростатического поля в точке, находящейся на расстоянии  $2 \text{ см}$  от бесконечно длинной заряженной нити. Линейная плотность заряда на нити равна  $1,67 \cdot 10^{-7} \text{ К/м}$ .
5. Электрон в однородном электрическом поле получает ускорение  $10^{12} \text{ м/с}^2$ . Найти напряженность электрического поля, скорость, которую получит электрон за время  $1 \text{ мкс}$  своего движения, работу сил электрического поля за это время, разность потенциалов, пройденную электроном. Начальная скорость равна нулю.

Вариант 5

1. Кольцо радиусом  $1\text{ см}$  имеет равномерно распределенный отрицательный заряд  $Q = -1\text{ нКл}$ . Какую скорость приобретет электрон, удаляясь без начальной скорости из центра кольца в бесконечность?
2. Равномерно заряженная бесконечно длинная нить, на единицу длины которой приходится заряд  $\tau$ , имеет конфигурацию, показанную на рисунке. Найти работу по перемещению электрона из точки  $O$  в бесконечность. Радиус закругления  $R$ .
3. Какая совершается работа при перенесении точечного заряда в  $2 \cdot 10^{-8}\text{ Кл}$  из бесконечности в точку, находящуюся на расстоянии  $1\text{ см}$  от поверхности шара радиусом  $1\text{ см}$ , заряженного с поверхностной плотностью заряда  $\sigma = 10^{-9}\text{ Кл/см}^2$ .
4. Шар радиусом в  $1\text{ м}$  заряжен до потенциала  $30000\text{ В}$ . Найти энергию заряженного шара.
5. Электрон летит от одной пластины конденсатора до другой. Разность потенциалов между пластинами  $4\text{ кВ}$ , расстояние между пластинами  $5\text{ мм}$ . Найти силу, действующую на электрон, ускорение электрона, скорость, с которой электрон приходит ко второй пластине.

**Вариант 6**

1. Заряженная частица, пройдя ускоряющую разность потенциалов  $600 \text{ В}$ , приобрела скорость  $5,4 \cdot 10^6 \text{ м/с}$ . Определите удельный заряд частицы.
2. Найти работу по перемещению протона из центра полукольца радиуса  $20 \text{ см}$ , заряженного равномерно с линейной плотностью  $\tau = 0,4 \text{ мкКл/м}$  в точку, находящуюся на перпендикуляре к плоскости полукольца на расстоянии  $20 \text{ см}$  от центра.
3. Два шарика с зарядами  $q_1 = 20 \text{ мкКл}$  и  $q_2 = 40 \text{ мкКл}$  находятся на расстоянии  $r_1 = 40 \text{ см}$ . Какую надо совершить работу, чтобы сблизить их до расстояния  $r_2 = 25 \text{ см}$ .
4. Конденсатор ёмкостью в  $20 \text{ мкФ}$  заряжен до потенциала  $100 \text{ В}$ . Найти энергию этого конденсатора.
5. Электрон с некоторой начальной скоростью влетает в плоский горизонтальный конденсатор параллельно пластинам на равном расстоянии от них. Разность потенциалов между пластинами  $300 \text{ В}$ , расстояние между пластинами  $2 \text{ см}$ , длина конденсатора  $10 \text{ см}$ . Какова должна быть предельная начальная скорость электрона, чтобы электрон не вылетел из конденсатора?

**Вариант 7**

1. При бомбардировке неподвижного ядра натрия альфа частицей сила отталкивания между ними достигает значения  $140 \text{ Н}$ . На какое наименьшее расстояние приблизилась альфа частица к ядру атома натрия? Какую начальную скорость имела альфа частица?
2. По тонкому кольцу радиуса  $10 \text{ см}$  равномерно распределён заряд  $20 \text{ нКл}$ . Найдите работу по перемещению заряда  $1 \text{ нКл}$  из центра кольца в точку, расположенную на оси перпендикулярной плоскости кольца на расстоянии  $20 \text{ см}$  от центра.
3. Заряд  $Q = 1 \text{ нКл}$  расположен на высоте  $5 \text{ см}$  от бесконечной равномерно заряженной плоскости с поверхностной плотностью заряда  $\sigma = 2 \text{ мкКл/м}^2$ . Определить величину работы, которая бы потребовалась для переноса этого заряда в бесконечность.
4. Шар погружённый в керосин, имеет потенциал  $4500 \text{ В}$  и поверхностную плотность заряда  $3,4 \text{ мКл/см}^2$ . Найти энергию шара.
5. Альфа частица с некоторой начальной скоростью влетает в плоский горизонтальный конденсатор параллельно пластинам на равном расстоянии от них. Разность потенциалов между пластинами  $300 \text{ В}$ , расстояние между пластинами  $2 \text{ см}$ , длина конденсатора  $10 \text{ см}$ . Какова должна быть предельная начальная скорость альфа частицы, чтобы она не вылетела из конденсатора?

**Вариант 8**

1. Бесконечная плоскость заряжена отрицательно с поверхностной плотностью  $\sigma = -35,4 \text{ нКл/м}^2$ . По направлению силовой линии поля, созданного плоскостью, летит электрон. Определить минимальное расстояние, на которое может приблизиться электрон к плоскости, если на расстоянии  $5 \text{ см}$  от плоскости он имел кинетическую энергию  $80 \text{ эВ}$ .
2. Электрический заряд  $+q$  равномерно распределен по тонкому кольцу радиуса  $R$ . Центр кольца совпадает с началом координат, а плоскость кольца совпадает с плоскостью  $yz$ . В начале координат помещён заряд  $-q$ . Найти работу по перемещению заряда  $-q$  начала координат в точку, расположенную по оси  $x$  на расстоянии  $a$  от начала координат.
3. На расстоянии  $4 \text{ см}$  от бесконечно длинной заряженной нити находится точечный заряд  $2 \text{ мкКл}$ . Под действием поля заряд перемещается до расстояния  $2 \text{ см}$ . При этом совершается работа  $0,5 \text{ Дж}$ . Найти линейную плотность заряда нити.
4. Сплошной парафиновый шар радиусом  $R = 10 \text{ см}$  заряжен равномерно по объёму с объёмной плотностью  $\rho = 10 \text{ нКл/м}^3$ . Определить энергию электрического поля, сосредоточенную в самом шаре.
5. Электрон влетает в плоский горизонтальный конденсатор параллельно пластинам со скоростью  $9 \cdot 10^6 \text{ м/с}$ . Разность потенциалов между пластинами  $100 \text{ В}$ , расстояние между пластинами  $1 \text{ см}$ . Найти полное, нормальное и тангенциальное ускорение электрона через  $10 \text{ нс}$  после начала его движения в конденсаторе.

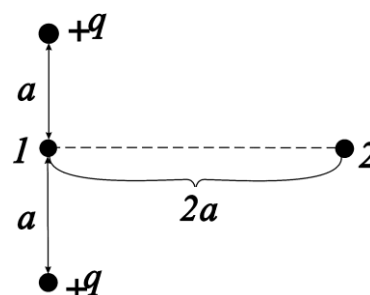


**Вариант 9**

1. Протон, начальная скорость которого  $100 \text{ км/с}$ , влетел в однородное электрическое поле так, что вектор скорости совпадает с направлением линий напряженности поля. Какое расстояние должен пролететь протон в этом поле, чтобы его скорость удвоилась? Напряженность поля  $300 \text{ В/см}$ .

2. На расстоянии  $4 \text{ см}$  от бесконечно длинной заряженной нити находится точечный заряд  $0,6 \text{ нКл}$ . Под действием сил поля заряд приближается к нити на расстояние  $2 \text{ см}$ , при этом совершается работа  $50 \text{ Дж}$ . Найти линейную плотность зарядов на нити.

3. Определить работу по перемещению заряда  $q_1 = 20 \text{ мкКл}$  из точки 1 в точку 2 в поле, созданном двумя зарядами, модуль которых равен  $100 \text{ мкКл}$  и  $a = 0,1 \text{ м}$ .



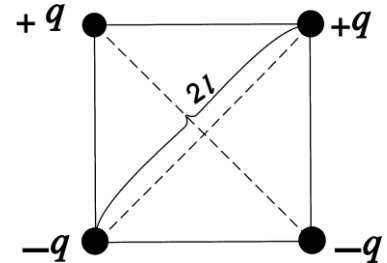
4. Разность потенциалов между пластинами плоского конденсатора площадью  $100 \text{ см}^2$  каждая равна  $280 \text{ В}$ . Поверхностная плотность заряда на пластинах  $4,95 \cdot 10^{-11} \text{ Кл/см}^2$ . Найти энергию конденсатора.

5. Пучок электронов, ускоренных разностью потенциалов  $300 \text{ В}$  при прохождении через незаряженный плоский горизонтальный конденсатор параллельно его пластинам дает светящееся пятно на экране, расположенном на расстоянии  $12 \text{ см}$  от конца конденсатора. При зарядке конденсатора пятно на экране смещается на расстояние  $3 \text{ см}$  по вертикали. Расстояние между пластинами  $1,5 \text{ см}$ , длина конденсатора  $6 \text{ см}$ . Найти разность потенциалов, приложенную к пластинам конденсатора.

**Вариант 10**

1. Определите начальную скорость сближения протонов, находящихся на достаточно большом расстоянии друг от друга, если минимальное расстояние, на которое они могут сблизиться в вакууме равно  $10^{-11}$  см.

2. В вершинах квадрата с диагональю  $2l$  находятся точечные заряды  $q$  и  $-q$ , как показано на рисунке. Найти работу по перемещению заряда  $2q$  из центра квадрата в точку, отстоящую на расстояние  $l$  от центра квадрата и расположенную симметрично относительно вершин квадрата.



3. Какую работу надо совершить, чтобы приблизить протон к поверхности заряженного до потенциала  $400$  В металлического шара. Первоначально протон находился на расстоянии  $3R$  от поверхности шара.  $R$  - радиус шара.

4. Площадь пластин плоского воздушного конденсатора  $100$  см<sup>2</sup> и расстояние между ними  $5$  мм. Найти, какая разность потенциалов была приложена к пластинам конденсатора, если известно, что при разряде конденсатора выделилось  $4,19 \cdot 10^{-3}$  Дж тепла.

5. Электрон движется в плоском горизонтальном конденсаторе параллельно пластинам со скоростью  $3,6 \cdot 10^7$  м/с. Напряженность поля в конденсаторе  $3,7$  кВ/м, длина пластин  $20$  см. На какое расстояние сместится электрон в вертикальном направлении под действием электрического поля за время его движения в конденсаторе?

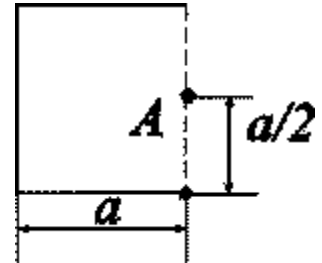
**Вариант 11**

1. Вдоль линии напряженности однородного электрического поля движется протон. В точке поля с потенциалом  $\varphi_1 = 445 \text{ В}$  протон имел скорость  $100 \text{ км/с}$ . Определить потенциал  $\varphi_2$  точки поля, в которой скорость протона возрастет в два раза.
2. Четверть тонкого кольца радиуса  $R = 20 \text{ см}$  заряжена равномерно зарядом  $q = 0,7 \text{ нКл}$ . Найти работу по перемещению протона из центра кольца в бесконечность.
3. Бесконечная плоскость заряжена отрицательно с поверхностной плотностью  $\sigma = 35,4 \text{ нКл/м}^2$ . По направлению силовой линии поля, созданного плоскостью, летит электрон. Определить минимальное расстояние, на которое может подойти к плоскости электрон, если на расстоянии  $5 \text{ см}$  он имел кинетическую энергию  $80 \text{ эВ}$ .
4. Пластины плоского конденсатора площадью  $100 \text{ см}^2$  каждая притягиваются друг к другу с силой в  $3 \cdot 10^{-3} \text{ Н}$ . Пространство между пластинами заполнено слюдой, диэлектрическая проницаемость слюды  $5$ . Найти энергию в единице объема поля.
5. Расстояние между пластинами плоского конденсатора  $4 \text{ см}$ . Электрон начинает двигаться от отрицательной пластины в тот момент, когда от положительной пластины начинает двигаться альфа частица. На каком расстоянии от положительной пластины встретятся частицы.

**Вариант 12**

1. От поверхности отрицательно заряженного шара отделяется без начальной скорости электрон. Какой будет его скорость на большом расстоянии от шара, если радиус шара 1 см, заряд шара  $Q = -1$  нКл?

2. Электрическое поле создано зарядом тонкого равномерно заряженного стержня, изогнутого по трём сторонам квадрата. Длина  $a$  стороны квадрата равна 10 см. Линейная плотность зарядов равна 500 нКл/м. Найти работу по перемещению заряда 1 нКл из точки  $A$  в центр квадрата.



3. Напряжённость поля в некоторой области пространства зависит от координаты  $x$  как  $E = kx$ . В этом поле из точки  $x_1 = 2$  см в точку  $x_2 = 1$  см движется заряд  $q = 10$  нКл. Определить работу сил поля по перемещению заряда.

4. Площадь пластин плоского воздушного конденсатора  $200$  см<sup>2</sup> и расстояние между ними 4 мм. Найти, какая разность потенциалов была приложена к пластинам конденсатора, если известно, что при разряде конденсатора выделилось  $8 \cdot 10^{-3}$  Дж тепла.

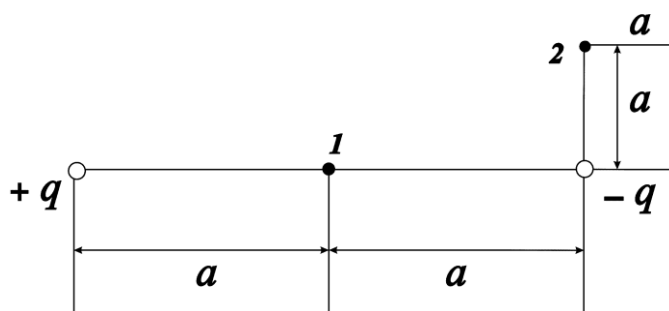
5. Расстояние между пластинами плоского конденсатора равно 4 см. От одной из пластин одновременно начинают двигаться протон и альфа частица. Какое расстояние пройдет альфа частица за то время, в течение которого протон пройдет весь путь от одной пластины до другой?

**Вариант 13**

1. Протон, летящий по направлению к ядру двукратно ионизированного неподвижного атома гелия, в некоторой точке поля с напряженностью  $10 \text{ кВ/см}$  имеет скорость  $1 \text{ км/с}$ . На какое расстояние протон сможет приблизиться к ядру?

2. Определить работу по перемещению электрона из центра кольца радиусом  $R = 10 \text{ см}$ , по которому равномерно распределён заряд линейной плотностью  $\tau = 10 \text{ нКл/м}$  в бесконечность.

3. Определить работу по перемещению заряда  $q = 50 \text{ нКл}$  из точки 1 в точку 2 в поле, созданном двумя зарядами, модуль которых равен  $1 \text{ мкКл}$  и  $a = 0,1 \text{ м}$ .



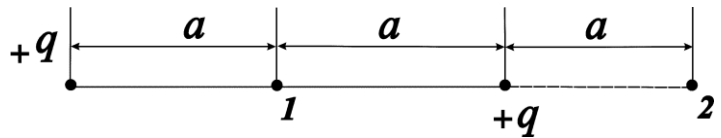
4. Найти энергию уединённой сферы радиусом  $R = 4 \text{ см}$ , заряженной до потенциала  $\varphi = 500 \text{ В}$ .

5. Электрон, пройдя в плоском конденсаторе путь от одной пластины до другой, приобрел скорость  $10^6 \text{ м/с}$ . Расстояние между пластинами  $4 \text{ мм}$ . Найти разность потенциалов между пластинами и напряженность электрического поля.

**Вариант 14**

1. Какая ускоряющая разность потенциалов требуется, чтобы сообщить электрону скорость  $30 \text{ Мм/с}$ ?
2. Определить работу по перемещению заряда  $10 \text{ нКл}$  из точки, лежащей на оси кольца, на расстоянии  $10 \text{ см}$  от центра в центр кольца. Радиус кольца  $R = 20 \text{ см}$ . Заряд равномерно распределён по кольцу с линейной плотностью  $\tau = 10 \text{ нКл/м}$ .

3. Электрическое поле создано двумя одинаковыми, положительными точечными зарядами  $q$ . Найти работу сил



по перемещению заряда  $q_1 = 5 \text{ нКл}$  из точки 1 с потенциалом  $\varphi_1 = 300 \text{ В}$  в точку 2.

4. Расстояние между пластинами плоского конденсатора равно  $2,5 \text{ см}$ , разность потенциалов  $U = 5 \text{ кВ}$ . Заряд каждой пластины равен  $10 \text{ нКл}$ . Определить энергию поля конденсатора.
5. Протон в однородном электрическом поле получает ускорение  $10^{12} \text{ м/с}^2$ . Найти напряженность электрического поля, скорость, которую получит протон за время  $1 \text{ мкс}$  своего движения, работу сил электрического поля за это время, разность потенциалов, пройденную протоном. Начальная скорость равна нулю.

**Вариант 15**

1. Два электрона, находясь на расстоянии  $0,1$  мм друг от друга, начинают двигаться под действием сил отталкивания. Какую максимальную скорость они приобретут?
2. Поле создано тонким равномерно заряженным стержнем длиной  $l$  с линейной плотностью заряда  $\tau = 10$  нКл/м. Вычислить работу по перемещению точечного заряда  $10$  нКл из точки, расположенной на оси стержня и удалённой от ближайшего конца стержня на расстояние  $l$ , в точку расположенную на оси стержня и удалённую от ближайшего конца стержня на расстояние, равное  $2l$ .
3. Электрическое поле создано равномерно заряженной плоскостью с поверхностной плотностью заряда  $\sigma = 1$  мкКл/м<sup>2</sup>. В этом поле вдоль прямой, составляющей угол  $\alpha = 60^\circ$  с плоскостью, из точки 1 в точку 2 перемещается точечный заряд  $q = 10$  нКл. Расстояние между точками  $l = 10$  см. Определить работу сил поля по перемещению заряда.
4. Какое количество теплоты выделится при разряде плоского конденсатора, если разность потенциалов между пластинами равно  $15$  кВ, расстояние  $d = 1$  мм, диэлектрик – слюда и площадь каждой пластины равна  $200$  см<sup>2</sup>?
5. Электрон летит от одной пластины конденсатора до другой. Разность потенциалов между пластинами  $3$  кВ, расстояние между пластинами  $6$  мм. Найти силу, действующую на электрон, ускорение электрона, скорость, с которой электрон приходит ко второй пластине.

**Вариант 16**

1. Какая энергия выделится при неупругом ударе электрона о положительно заряженный закрепленный шар радиусом  $1\text{ см}$ , если на бесконечно большом расстоянии от центра шара скорость электрона была направлена к центру шара и равна  $1000\text{ км/с}$ . Заряд шара  $Q=1\text{ пКл}$ .
2. Электрическое поле образовано положительно заряженной бесконечно длинной нитью. Двигаясь под действием поля от точки, находящейся на расстоянии  $1\text{ см}$  от нити, до точки, находящейся на расстоянии  $4\text{ см}$  от нити, альфа частица изменила свою скорость от  $2 \cdot 10^5\text{ м/с}$  до  $3 \cdot 10^6\text{ м/с}$ . Найти линейную плотность заряда на нити.
3. Какую работу надо совершить, чтобы перенести заряд  $q = 5\text{ нКл}$  из центра равномерно заряженного кольца радиусом  $R = 10\text{ см}$ , с линейной плотностью  $\tau = 200\text{ нКл/м}$  в точку, расположенную на оси кольца на расстоянии  $20\text{ см}$  от его центра?
4. Пластины плоского конденсатора площадью  $100\text{ см}^2$  каждая притягиваются друг к другу с силой в  $3 \cdot 10^{-3}\text{ Н}$ . Пространство между пластинами заполнено слюдой, диэлектрическая проницаемость слюды  $5$ . Найти энергию в единице объема поля.
5. Электрон с некоторой начальной скоростью влетает в плоский горизонтальный конденсатор параллельно пластинам на равном расстоянии от них. Разность потенциалов между пластинами  $100\text{ В}$ , расстояние между пластинами  $4\text{ см}$ , длина конденсатора  $20\text{ см}$ . Какова должна быть предельная начальная скорость электрона, чтобы электрон не вылетел из конденсатора?

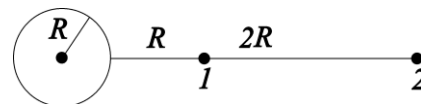


**Вариант 17**

1. В однородное электрическое поле напряженностью  $1 \text{ кВ/м}$  влетает вдоль силовых линий напряженности электрон со скоростью  $1 \text{ Мм/с}$ . Определить расстояние, пройденное электроном до точки, в которой его скорость будет равна половине начальной.

2. Тонкие стержни образуют квадрат со стороной длиной  $5 \text{ см}$ . стержни заряжены с линейной плотностью  $\tau = 1,33 \text{ нКл/м}$ . Найти работу по перемещению протона из центра квадрата в бесконечность.

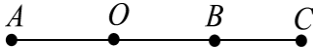
3. Определить работу сил поля по перемещению заряда  $q = 1 \text{ мкКл}$  из точки 1 в точку 2 поля, создаваемого заряженным проводящим шаром. Потенциал шара равен  $1 \text{ кВ}$ .



4. Вычислить энергию электростатического поля металлического шара, которому сообщен заряд  $Q = 100 \text{ нКл}$ , если диаметр шара равен  $20 \text{ см}$ .

5. Пучок электронов, ускоренных разностью потенциалов  $300 \text{ В}$  при прохождении через незаряженный плоский горизонтальный конденсатор параллельно его пластинам дает светящееся пятно на экране, расположенном на расстоянии  $12 \text{ см}$  от конца конденсатора. При зарядке конденсатора пятно на экране смещается на расстояние  $3 \text{ см}$  по вертикали. Расстояние между пластинами  $1,5 \text{ см}$ , длина конденсатора  $6 \text{ см}$ . Найти разность потенциалов, приложенную к пластинам конденсатора.

**Вариант 18**

1. Четыре пылинки с массами  $0,1 \text{ мг}$  каждая расположены в вершинах квадрата со стороной  $1 \text{ см}$ . Пылинкам сообщили одинаковые заряды  $Q=1 \text{ нКл}$  и предоставили возможность разлетаться под действием сил отталкивания. Определите скорость пылинок на большом расстоянии друг от друга.
2. Заряд диполя  $-q$  и  $+q$  помещены соответственно в точках А и В. Какую работу нужно совершить, чтобы переместить заряд, равный  $2q$  из точки О в точку С, если расстояние  $BC$  равно плечу диполя:  $l=10 \text{ нм}$ .  

3. Какую работу необходимо совершить, чтобы увеличить расстояние между пластинами плоского вакуумного конденсатора площадью  $100 \text{ см}^2$  от  $0,03$  до  $0,1 \text{ м}$ ? Напряжение между пластинами конденсатора постоянно и равно  $220 \text{ В}$ .
4. Две концентрические сферические поверхности, находящиеся в вакууме, заряжены одинаковым количеством электричества  $q=3 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$ . Радиусы этих поверхностей  $R_1 = 1 \text{ м}$  и  $R_2 = 2 \text{ м}$ . Найти энергию электрического поля, заключённого между этими сферами.
5. Альфа частица с некоторой начальной скоростью влетает в плоский горизонтальный конденсатор параллельно пластинам на равном расстоянии от них. Разность потенциалов между пластинами  $500 \text{ В}$ , расстояние между пластинами  $4 \text{ см}$ , длина конденсатора  $10 \text{ см}$ . Какова должна быть предельная начальная скорость альфа частицы, чтобы она не вылетела из конденсатора?

**Вариант 19**

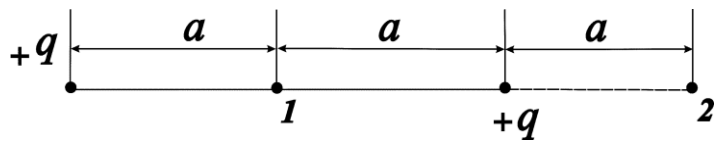
1. Пылинка массой  $1 \text{ мг}$ , несущая на себе  $5$  электронов, прошла без начальной скорости ускоряющую разность потенциалов  $3 \text{ МВ}$ . Какую скорость приобретет пылинка?
2. Какая работа совершается при перенесении заряда  $20 \text{ нКл}$  из бесконечности в точку, находящуюся на расстоянии  $5 \text{ см}$  от поверхности шара радиусом  $1 \text{ см}$ , заряженного с поверхностной плотностью  $10 \text{ мкКл/м}^2$ .
3. Какую работу надо совершить, чтобы развести точечные заряды, находящиеся в вершинах треугольника  $ABC$ :  $q_A = 3 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$ ,  $q_B = 5 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$ ,  $q_C = -6 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$ ,  $AB = 0,3 \text{ м}$ ,  $BC = 0,5 \text{ м}$ ,  $AC = 0,6 \text{ м}$ , на такое расстояние, чтобы силы их взаимодействия можно было считать равными нулю. Заряды находятся в керосине.
4. Конденсатору, электроёмкость которого равна  $10 \text{ пФ}$ , сообщён заряд  $Q = 1 \text{ пКл}$ . Определить энергию конденсатора.
5. Электрон влетает в плоский горизонтальный конденсатор параллельно пластинам со скоростью  $9 \cdot 10^6 \text{ м/с}$ . Разность потенциалов между пластинами  $200 \text{ В}$ , расстояние между пластинами  $1 \text{ см}$ . Найти полное, нормальное и тангенциальное ускорение электрона через  $10 \text{ нс}$  после начала его движения в конденсаторе.

**Вариант 20**

1. При облучении шара ультрафиолетовыми лучами с его поверхности вырываются электроны с начальной скоростью  $10^6$  м/с. В результате шар приобретает положительный заряд. Определите предельный заряд шара. Радиус шара 1 см.

2. Определить работу по перемещению альфа частицы из точки, лежащей на оси кольца, на расстоянии 10 см от центра в центр кольца. Радиус кольца  $R = 20$  см. Заряд равномерно распределён по кольцу с линейной плотностью  $\tau = 10$  нКл/м.

3. Электрическое поле создано двумя одинаковыми, положительными точечными зарядами  $q$ . Найти работу сил поля по перемещению заряда  $q_1 = 5$  нКл из точки 1 с потенциалом  $\phi_1 = 400$  В в точку 2.



4. Расстояние между пластинами плоского конденсатора равно 2,5 см, разность потенциалов  $U = 5$  кВ. Заряд каждой пластины равен 10 нКл. Определить энергию поля конденсатора.

5. Электрон с некоторой начальной скоростью влетает в плоский горизонтальный конденсатор параллельно пластинам на равном расстоянии от них. Разность потенциалов между пластинами 200 В, расстояние между пластинами 4 см, длина конденсатора 10 см. Какова должна быть предельная начальная скорость электрона, чтобы электрон не вылетел из конденсатора?

**Вариант 21**

1. Электрон движется вдоль силовых линий однородного электрического поля. В некоторой точке с потенциалом  $\varphi_1 = 100 \text{ В}$  электрон имел скорость  $6 \text{ Мм/с}$ . Определите потенциал точки поля, в которой скорость электрона будет в два раза меньше первоначальной.
2. Тонкий стержень согнут в полукольцо. Стержень заряжен с линейной плотностью  $\tau = 133 \text{ нКл/м}$ . Какую работу надо совершить, чтобы перенести заряд  $q = 6,7 \text{ нКл}$  из центра полукольца в бесконечность.
3. Два шарика с зарядами  $q_1 = 20 \text{ мкКл}$  и  $q_2 = 10 \text{ мкКл}$  находятся на расстоянии  $r_1 = 50 \text{ см}$ . Какую надо совершить работу, чтобы сблизить их до расстояния  $r_2 = 15 \text{ см}$ .
4. Найти объёмную плотность энергии электростатического поля в точке, находящейся на расстоянии  $2 \text{ см}$  от бесконечно длинной заряженной нити. Линейная плотность заряда на нити равна  $1,67 \cdot 10^{-7} \text{ Кл/м}$ .
5. Электрон летит от одной пластины конденсатора до другой. Разность потенциалов между пластинами  $2 \text{ кВ}$ , расстояние между пластинами  $5 \text{ мм}$ . Найти силу, действующую на электрон, ускорение электрона, скорость, с которой электрон приходит ко второй пластине.

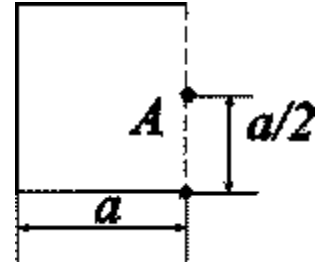
**Вариант 22**

1. При радиоактивном распаде из ядра атома полония вылетает альфа частица со скоростью  $1,6 \cdot 10^7$  м/с. Определить разность потенциалов электрического поля, в котором можно разогнать покоящуюся альфа частицу до такой же скорости.
2. Определить работу сил поля по перемещению электрона от одной пластины плоского конденсатора до другой, если расстояние между пластинами 4 мм, а напряжённость электрического поля 1 кВ/м.
3. Электрическое поле образовано положительно заряженной длинной нитью с линейной плотностью заряда 0,2 мкКл/м. Какую скорость получит электрон под действием поля приблизившись к нити с расстояния 1 см до расстояния 0,5 см?
4. Найти объёмную плотность энергии электрического поля в точке, находящейся на расстоянии 2 см от поверхности заряженного шара радиусом 1 см. Поверхностная плотность заряда на шаре равна  $1,67 \cdot 10^{-5}$  Кл/м<sup>2</sup>.
5. Электрон в однородном электрическом поле получает ускорение  $10^{12}$  м/с<sup>2</sup>. Найти напряжённость электрического поля, скорость, которую получит электрон за время 2 мкс своего движения, работу сил электрического поля за это время, разность потенциалов, пройденную электроном. Начальная скорость равна нулю.

**Вариант 23**

1. Протон движется по направлению к центру равномерно заряженного до потенциала  $400\text{ В}$  шара. Какой минимальной скоростью должен обладать протон, находясь на расстоянии, равном четырем радиусам шара от его центра, чтобы достигнуть поверхности шара?

2. Электрическое поле создано зарядом тонкого равномерно заряженного стержня, изогнутого по трём сторонам квадрата. Длина  $a$  стороны квадрата равна  $10\text{ см}$ . Линейная плотность зарядов равна  $5\text{ нКл/м}$ . Найти работу по перемещению элементарного заряда из точки  $A$  в бесконечность.



3. Напряжённость поля в некоторой области пространства зависит от координаты  $x$  как  $E = kx$ . В этом поле из точки  $x_1 = 5\text{ см}$  в точку  $x_2 = 2\text{ см}$  движется заряд  $q = 1\text{ нКл}$ . Определить работу сил поля по перемещению заряда.

4. Площадь пластин плоского воздушного конденсатора  $0,01\text{ м}^2$ , расстояние между пластинами  $2\text{ см}$ . К пластинам приложена разность потенциалов  $3\text{ кВ}$ . Пластины конденсатора не отключая от источника раздвинули до расстояния  $5\text{ см}$ . Найти энергию конденсатора до и после раздвижения пластин.

5. Протон, пройдя в плоском конденсаторе путь от одной пластины до другой, приобрел скорость  $10^6\text{ м/с}$ . Расстояние между пластинами  $5\text{ мм}$ . Найти разность потенциалов между пластинами и напряженность электрического поля.

**Вариант 24**

1. Электрон, пройдя в плоском конденсаторе от одной пластины до другой, приобрел скорость  $10^6$  м/с. Определить разность потенциалов между пластинами.
2. Электрическое поле образовано положительно заряженной длинной нитью с линейной плотностью заряда  $0,2$  мкКл/м. Какую скорость получит протон под действием поля, удалившись от нити с расстояния  $1$  см до расстояния  $4$  см?
3. Полукольцо радиуса  $R = 20$  см заряжено равномерно зарядом  $q = 0,7$  нКл. Найти работу по перемещению протона из центра кривизны полукольца в бесконечность.
4. Пластины плоского конденсатора площадью  $300$  см<sup>2</sup> каждая притягиваются друг к другу с силой в  $5 \cdot 10^{-3}$  Н. Пространство между пластинами заполнено воздухом. Найти энергию в единице объема поля.
5. Расстояние между пластинами плоского конденсатора равно  $2$  см. От одной из пластин одновременно начинают двигаться протон и альфа частица. Какое расстояние пройдет альфа частица за то время, в течение которого протон пройдет весь путь от одной пластины до другой?



**Вариант 25**

1. Электрон вылетает из точки, потенциал которой  $450 \text{ В}$ , со скоростью  $190 \text{ км/с}$ . Какую скорость он будет иметь в точке с потенциалом  $475 \text{ В}$ ?
2. Тонкий стержень согнут в полукольцо. Стержень заряжен с линейной плотностью  $\tau = 10 \text{ нКл/м}$ . Какую работу надо совершить, чтобы перенести заряд  $q = 3 \text{ нКл}$  из центра полукольца в бесконечность.
3. Напряжённость однородного электрического поля в некоторой точке равна  $600 \text{ В/м}$ . Вычислить работу по перемещению заряда  $q = 1 \text{ нКл}$  из этой точки в точку, лежащую на прямой, составляющей угол  $\alpha = 30^\circ$  с направлением вектора напряжённости. Расстояние между точками равно  $5 \text{ мм}$ .
4. Сила притяжения между пластинами плоского воздушного конденсатора равна  $50 \text{ мН}$ . Площадь пластин /каждой/ равна  $200 \text{ см}^2$ . Найти плотность энергии поля конденсатора.
5. Расстояние между пластинами плоского конденсатора  $4 \text{ см}$ . Электрон начинает двигаться от отрицательной пластины в тот момент, когда от положительной пластины начинает двигаться протон. На каком расстоянии от положительной пластины встретятся электрон и протон.