

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

VI. Электростатика

36. Электрический заряд

36.1 Металлическому шару путем удаления части электронов сообщается заряд $Q = 2$ Кл. На сколько $|\Delta M|$ уменьшится масса шара? Масса электрона $m = 0,9 \cdot 10^{-30}$ кг, элементарный заряд $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

36.2 Какую долю $|\delta N|$ валентных электронов следует удалить с медного шарика объемом $V = 1 \text{ см}^3$, чтобы получить на нем заряд $q = 1$ Кл? Валентность меди $n = 1$. Молярная масса меди $\mu = 64$ г/моль, плотность меди $\rho = 8,9 \text{ г/см}^3$, элементарный заряд $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл, постоянная Авогадро $N_A = 6 \cdot 10^{23}$ моль $^{-1}$.

37. Закон Кулона

Кулоновские силы в системе из двух зарядов

37.1 На двух одинаковых капельках воды находится по одному избыточному электрону, причем сила электрического отталкивания капелек уравнивает силу их гравитационного притяжения. Найдите радиусы r капелек. Плотность воды $\rho = 10^3 \text{ кг/м}^3$. Элементарный заряд $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл, коэффициент пропорциональности в законе Кулона $k = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$, гравитационная постоянная $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$.

37.2 Два заряженных шарика, находящиеся на расстоянии $r = 0,6$ м, отталкиваются с силой $F = 0,3$ Н. Суммарный заряд шариков $Q = -8 \cdot 10^{-6}$ Кл. Найдите заряды q_1 и q_2 шариков. Коэффициент пропорциональности в законе Кулона $k = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$.

37.3 Заряженные шарики, находящиеся на расстоянии $r = 60$ см, притягиваются с силой $F = 0,3$ Н. Суммарный заряд шариков $Q = 4 \cdot 10^{-6}$ Кл. Определите заряды q_1 и q_2 шариков. Коэффициент пропорциональности в законе Кулона $k = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$.

37.4 Два точечных заряда одного знака находятся на некотором расстоянии, их суммарный заряд равен Q . Каковы эти заряды, если сила, действующая со стороны одного из них на другой максимальна по величине при данном Q ?

Учет закона сохранения заряда

37.5 Два одинаковых проводящих шарика с зарядами $q = 2,4 \cdot 10^{-9}$ Кл и $Q = 9,6 \cdot 10^{-9}$ Кл находятся на некотором расстоянии. Шарики приводят в соприкосновение и удаляют на прежнее расстояние. Найдите отношение F_2/F_1 величин сил взаимодействия шариков.

37.6 Два одинаковых проводящих шарика находятся на некотором расстоянии. Заряд одного из них $Q_1 = -9 \cdot 10^{-9}$ Кл, заряд другого $Q_2 = 2 \cdot 10^{-9}$ Кл. Шарики привели в соприкосновение и вновь расположили на том же расстоянии. Как и во сколько раз изменилась при этом сила взаимодействия между шариками?

37.7 Одинаковые металлические шарики, находящиеся на некотором расстоянии, заряжены одноименными зарядами Q_1 и Q_2 . Шарики привели в соприкосновение и удалили на прежнее расстояние. В результате сила отталкивания шариков возросла в $n = 2$ раза. Найдите отношение Q_1/Q_2 .

37.8 Одинаковые металлические шарики с зарядами Q_1 и Q_2 , находясь на некотором расстоянии, притягиваются с некоторой силой. Если шарики привести в соприкосновение и удалить на прежнее расстояние, они будут отталкиваться с силой в $n = 8$ раз меньшей. Найдите отношение Q_1/Q_2 .

37.9 Докажите, что если два одинаковых металлических шарика, заряженных одноименно неравными зарядами, привести в соприкосновение и затем раздвинуть на прежнее расстояние, то сила взаимодействия увеличится, причем приращение величины силы пропорционально квадрату разности зарядов.

37.10 Двум одинаковым проводящим шарикам сообщили заряды q_1 и q_2 . Находясь на расстоянии $r = 0,2$ м, они притягиваются с силой $F_1 = 4 \cdot 10^{-3}$ Н. После того, как шарики были приведены в соприкосновение и возвращены в прежнее положение, они стали отталкиваться с силой $F_2 = 2,25 \cdot 10^{-3}$ Н. Найдите q_1 и q_2 . Коэффициент пропорциональности в законе Кулона $k = 9 \cdot 10^9$ Н·м²/Кл².

Кулоновские силы в системе из трех и более зарядов

37.11 Точечные заряды $Q_1 = 0,9 \cdot 10^{-8}$ Кл, $Q_2 = 10^{-8}$ Кл, $Q_3 = 6,4 \cdot 10^{-8}$ Кл расположены на одной прямой, при этом расстояние между первым и вторым зарядами $r_1 = 3 \cdot 10^{-3}$ м, между вторым и третьим - $r_2 = 4 \cdot 10^{-3}$ м. Найдите величину и направление результирующей силы \vec{F} , с которой заряды Q_1 и Q_3 действуют на заряд Q_2 . Коэффициент пропорциональности в законе Кулона $k = 9 \cdot 10^9$ Н·м²/Кл².

37.12 Два одинаковых точечных заряда $q = 2 \cdot 10^{-6}$ Кл находятся на расстоянии $r = 0,15$ м друг от друга. Какова величина F силы, с которой они действуют на точечный заряд $Q = 6 \cdot 10^{-6}$ Кл, находящийся на таком же расстоянии от каждого из них? Коэффициент пропорциональности в законе Кулона $k = 9 \cdot 10^9$ Н·м²/Кл².

37.13 Точечные заряды $q_1 = 3$ мкКл, $q_2 = -q_1$, $q_3 = -5$ мкКл помещены в вершинах равностороннего треугольника со стороной $a = 1,4$ м. Определите величину F результирующей силы, действующей со стороны первого и второго зарядов на третий. Электрическая постоянная $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Кл²/(Н·м²).

37.14 Два одинаковых по величине и противоположных по знаку точечных заряда $q_1 = |q_2| = q = 4 \cdot 10^{-6}$ Кл находятся на расстоянии $r = 12$ см друг от друга. С какой по величине F силой они действуют на точечный заряд $Q = 3 \cdot 10^{-6}$ Кл, находящийся на расстоянии $d = 20$ см от каждого из зарядов q_1 и q_2 ? Коэффициент пропорциональности в законе Кулона $k = 9 \cdot 10^9$ Н·м²/Кл².

37.15 Два одинаковых точечных заряда $q = 4 \cdot 10^{-6}$ Кл находятся на расстоянии $r = 1/\sqrt{5}$ м. С какой по величине F силой они действуют на точечный заряд $Q = 3 \cdot 10^{-6}$ Кл, расположенный на расстоянии $d = 0,3$ м от каждого из зарядов q ? Коэффициент пропорциональности в законе Кулона $k = 9 \cdot 10^9$ Н·м²/Кл².

37.16 Точечные заряды $q_1 = 8$ мкКл и $q_2 = -q_1$ находятся на расстоянии $r = 10$ см. Где следует поместить точечный заряд $Q = 1$ мкКл, чтобы действующая на него сила была параллельна прямой, проходящей через заряды q_1 и q_2 и по величине была бы меньше $F_0 = 0,16$ Н? Коэффициент пропорциональности в законе Кулона $k = 9 \cdot 10^9$ Н·м²/Кл².

37.17 Три одинаковых точечных заряда $q = 3,46 \cdot 10^{-6}$ Кл расположены в вершинах равностороннего треугольника. При помещении в центр треугольника точечного заряда Q результирующая сила, действующая на каждый заряд q , не изменяется по направлению, а по величине уменьшается в $n = 2$ раза. Определите Q .

37.18 Три одинаковых точечных заряда $q = 1,73 \cdot 10^{-6}$ Кл расположены в вершинах равностороннего треугольника. При помещении в центр треугольника точечного заряда Q направление результирующей силы, действующей на каждый заряд q , изменяется на противоположное, а величина силы не изменяется. Определите Q .

37.19 Четыре одинаковых точечных заряда $q = 10^{-6}$ Кл расположены в вершинах квадрата. Если в центр квадрата поместить заряд Q , то результирующая сила, действующая на каждый заряд q , не изменится по величине, но ее направление изменится на противоположное. Определите Q .

37.20 В вершинах правильного шестиугольника со стороной $a = 0,1$ м расположены последовательно точечные заряды $q = 10^{-6}$ Кл, q , q , $-q$, $-q$. Найдите величину F силы, действующей на заряд q , который находится в центре шестиугольника. Коэффициент пропорциональности в законе Кулона $k = 9 \cdot 10^9$ Н·м²/Кл².

*Ускорение малого заряженного тела
под действием кулоновских сил*

37.21 Три заряженных шарика массой $m = 5 \cdot 10^{-3}$ кг каждый удерживаются в точках прямой так, что расстояния от среднего шарика до крайних одинаковы и равны $L = 0,5$ м. Заряды крайних шариков $q_1 = 2 \cdot 10^{-6}$ Кл, заряд среднего шарика $q_2 = -1,0 \cdot 10^{-6}$ Кл. Определите величины и направления ускорений шариков сразу после того, как их отпустят. Коэффициент пропорциональности в законе Кулона $k = 9 \cdot 10^9$ Н·м²/Кл².

37.22 Три шарика массой $m = 5 \cdot 10^{-3}$ кг каждый с одинаковыми зарядами $q = 2 \cdot 10^{-6}$ Кл удерживаются в вершинах правильного треугольника со стороной $L = 0,01$ м. Определите величину a ускорения любого из шариков сразу после того, как их отпустят. Коэффициент пропорциональности в законе Кулона $k = 9 \cdot 10^9$ Н·м²/Кл².

37.23 Четыре шарика массой $m = 2 \cdot 10^{-3}$ кг каждый с одинаковыми зарядами $q = 2 \cdot 10^{-6}$ Кл удерживаются в вершинах квадрата со стороной $L = 0,2$ м. Определите величину a ускорения любого из шариков сразу после того, как их отпустят. Коэффициент пропорциональности в законе Кулона $k = 9 \cdot 10^9$ Н·м²/Кл².

*Равновесие системы точечных зарядов
под действием кулоновских сил*

37.24 Точечные заряды Q_0 и $3Q_0$ находятся на расстоянии l друг от друга. Они свободны, однако остаются неподвижными из-за наличия третьего свободного точечного заряда. Каков этот заряд и где он находится?

37.25 В центре квадрата, в вершинах которого находятся одинаковые точечные заряды $q = 1,6 \cdot 10^{-12}$ Кл, помещен точечный заряд Q . Найдите Q , если результирующая сила, действующая на каждый из зарядов q , равна нулю.

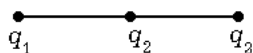
37.26 Одинаковые точечные заряды q помещены в вершинах правильного шестиугольника. Какой точечный заряд Q следует поместить в центре шестиугольника, чтобы заряды находились в равновесии?

37.27 Три одинаковых точечных заряда q расположены в вершинах равностороннего треугольника. Где и какой точечный заряд Q следует поместить, чтобы вся система находилась в равновесии? Будет ли равновесие устойчивым?

37.28 Внутри гладкой сферы находится заряженный шарик. Какой точечный заряд Q следует поместить в нижней точке сферы, чтобы шарик устойчиво удерживался в верхней точке? Диаметр сферы d , заряд шарика q , масса m . Коэффициент пропорциональности в законе Кулона k . Ускорение свободного падения g .

Малые заряженные тела на нитях

37.29 Три положительно заряженных маленьких тела связаны друг с другом двумя изолирующими нитями. Заряды тел $q_1 = 4$ мкКл, $q_2 = 1$ мкКл, $q_3 = 8$ мкКл соответственно. Длины ни-



тей одинаковы и равны $l = 12$ см. Найдите величины T_{12} и T_{23} сил натяжения нитей. Коэффициент пропорциональности в законе Кулона $k = 9 \cdot 10^9$ Н·м²/Кл².

37.30 Три шарика соединены между собой одинаковыми резиновыми нитями так, что образовался правильный треугольник. Система лежит на гладком горизонтальном столе. Какие одинаковые заряды q следует поместить на шарики, чтобы площадь треугольника увеличилась в n раз? Длина каждой нерастянутой нити l_0 , коэффициент жесткости каждой нити k . Электрическая постоянная ϵ_0 .

37.31 Из двух одинаковых проводящих шариков один неподвижен, а другой привязан к концу вертикальной непроводящей нити длиной $l = 0,2$ м. Масса каждого шарика $m = 0,9$ г. Шарики, находясь в соприкосновении, получают электрические заряды. В результате подвижный шарик отклоняет нить на угол $\alpha = 60^\circ$. Определите заряд Q каждого шарика. Коэффициент пропорциональности в законе Кулона $k = 9 \cdot 10^9$ Н·м²/Кл², ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

37.32 Два одинаковых шарика подвешены на непроводящих нитях длиной $l = 2$ м в одной точке. Когда каждому шарiku сообщили заряд $Q = 2 \cdot 10^{-8}$ Кл, они разошлись на расстояние $r = 16$ см. Определите величину T силы натяжения каждой нити. Коэффициент пропорциональности в законе Кулона $k = 9 \cdot 10^9$ Н·м²/Кл².

37.33 К шелковым нитям длиной $l = 0,2$ м, точки подвеса которых находятся на одном уровне на расстоянии $D = 0,1$ м, подвешены два шарика массой $m = 0,05$ кг каждый. При сообщении им зарядов Q и $-Q$ шарики сблизались до расстояния $s = 0,02$ м. Найдите $|Q|$. Коэффициент пропорциональности в законе Кулона $k = 9 \cdot 10^9$ Н·м²/Кл², ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

37.34 Два одинаково заряженных шарика массой $m = 0,9$ г каждый, подвешенные в одной точке на легких нитях одинаковой длины $l = 1$ м, разошлись так, что угол между нитями стал прямым. Найдите заряд Q каждого шарика. Коэффициент пропорциональности в законе Кулона $k = 9 \cdot 10^9$ Н·м²/Кл², ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

37.35 Два одинаковых шарика массой $m = 0,17 \cdot 10^{-3}$ кг каждый подвешены в одной точке на шелковых нитях длиной $l = 0,3$ м. Какие оди-

наковые заряды Q следует сообщить шарикам, чтобы каждая нить составляла с вертикалью угол $\alpha = 30^\circ$? Коэффициент пропорциональности в законе Кулона $k = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$, ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.

37.36 Два одинаковых проводящих шарика подвешены на одинаковых длинных непроводящих нитях в одной точке. Шарика заряжены одинаковыми зарядами и находятся на расстоянии $r_1 = 5 \text{ см}$. Один из шариков разрядили. Найдите расстояние r_2 между шариками в установившемся состоянии.

37.37 Три одинаковых шарика массой $m = 0,1 \text{ г}$ каждый подвешены в одной точке на шелковых нитях длиной $l = 0,2 \text{ м}$. Какие одинаковые заряды Q следует сообщить шарикам, чтобы каждая нить составляла с вертикалью угол $\alpha = 30^\circ$? Коэффициент пропорциональности в законе Кулона $k = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$, ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.

37.38 Два одинаковых шарика с зарядами $q = 7,5 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$ подвешены на одной высоте на нитях одинаковой длины. Расстояние между точками подвеса $r = 0,8 \text{ м}$. Какой заряд Q следует поместить на расстоянии $d = 0,5 \text{ м}$ от каждого из шариков, чтобы нити были вертикальны?

37.39 Два шарика с одинаковыми зарядами $q = 3,2 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$ подвешены на одной высоте на нитях одинаковой длины. Расстояние между точками подвеса нитей $r = 0,2 \text{ м}$. Заряд $Q = -2,7 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$ закреплен в некоторой точке, при этом нити вертикальны. Найдите расстояния s от заряда Q до каждого шарика.

37.40 На тонкой шелковой нити, выдерживающей силу натяжения $T = 5 \cdot 10^{-2} \text{ Н}$, подвешен шарик массой $m = 3 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$ с зарядом $q = 0,49 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$. К этому шарiku медленно подносят другой шарик с зарядом $Q = 20 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$, при этом шарика все время находятся на одной горизонтали. При каком расстоянии r между шариками нить порвется? Коэффициент пропорциональности в законе Кулона $k = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$, ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.

37.41 Два одинаковых шарика одинаково заряжены и подвешены в одной точке на нитях равной длины. Шарика опускают в жидкий диэлектрик плотностью ρ_2 и диэлектрической проницаемостью ϵ . Найдите плотность ρ_1 материала шариков, при которой углы расхождения нитей в воздухе и в диэлектрике одинаковы.

38. Напряженность электростатического поля системы точечных зарядов

38.1 Каков диаметр d масляной капли, которую с помощью одного избыточного электрона можно уравновесить в электрическом поле напряженностью $E = 10$ кВ/м? Плотность масла $\rho = 900$ кг/м³. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с², элементарный заряд $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

38.2 Точечные заряды $q_1 = 25$ нКл и $q_2 = -9$ нКл расположены на расстоянии $l = 6$ см. Найдите расстояние s от заряда q_1 до точки, в которой напряженность электрического поля равна нулю.

38.3 Напряженность электрического поля точечного заряда в точке A равна $E_A = 25$ В/м, а в точке B , лежащей на прямой, проходящей через заряд и точку A , составляет $E_B = 16$ В/м. Найдите величину E_C напряженности электрического поля в точке C - середине отрезка AB . Точечный заряд не лежит на отрезке AB .

38.4 В точке A находится точечный заряд. Точки B и C лежат на прямой, проходящей через точку A , по разные стороны от нее. Какова величина E_D напряженности электрического поля в точке D - середине отрезка BC , если в точке B $E_B = 90$ В/м, в точке C $E_C = 10$ В/м?

38.5 В середине отрезка, на концах которого находятся точечные заряды q_1 и q_2 , величина напряженности электрического поля $E_0 = 7,2 \cdot 10^3$ В/м, а во всех равноудаленных от зарядов точках вектор напряженности электрического поля параллелен вектору \vec{E}_0 . Расстояние между зарядами $a = 0,2$ м. Найдите q_1 и q_2 . Коэффициент пропорциональности в законе Кулона $k = 9 \cdot 10^9$ Н·м²/Кл².

38.6 В вершинах острых углов прямоугольного треугольника расположены точечные заряды $q_1 = 2 \cdot 10^{-9}$ Кл и $q_2 = -2 \cdot 10^{-9}$ Кл. Найдите величину E напряженности электрического поля в вершине прямого угла. Длины катетов $a = 3$ см и $b = 4$ см. Коэффициент пропорциональности в законе Кулона $k = 9 \cdot 10^9$ Н·м²/Кл².

38.7 Точечные заряды $q = 1 \cdot 10^{-9}$ Кл расположены в трех вершинах прямоугольного треугольника с катетами $a = 40$ см и $b = 30$ см. Найдите величину E напряженности электрического поля в точке пересечения гипотенузы с перпендикуляром, опущенным на нее из вершины прямого угла. Коэффициент пропорциональности в законе Кулона $k = 9 \cdot 10^9$ Н·м²/Кл².

38.8 Два точечных заряда равных по величине и противоположных по знаку закреплены на расстоянии $l = 2$ мм. Величина вектора напряженности электрического поля, созданного системой зарядов в точках, удаленных от каждого из них на расстояние $d = 1$ см, равна $E = 2$ В/м. Найдите величину каждого заряда. Коэффициент пропорциональности в законе Кулона $k = 9 \cdot 10^9$ Н·м²/Кл².

38.9 Точечные заряды $q_1 = 1$ мкКл и $q_2 = -2$ мкКл расположены на расстоянии $l = 12$ см. Найдите величину E вектора напряженности электрического поля в точках, удаленных от каждого из зарядов на $r = 10$ см. Коэффициент пропорциональности в законе Кулона $k = 9 \cdot 10^9$ Н·м²/Кл².

38.10 Электрическое поле создано двумя одинаковыми точечными зарядами, находящимися на некотором расстоянии. На таком же расстоянии от одного из них на прямой, проходящей через оба заряда, величина напряженности электрического поля $E_1 = 250$ В/м. Определите величину E_{II} напряженности электрического поля в точках, находящихся на одинаковых расстояниях от обоих зарядов, равных расстоянию между зарядами.

38.11 Электрическое поле создано двумя точечными зарядами $q_1 = 90$ нКл и $q_2 = -10$ нКл. Расстояние между зарядами $d = 30$ см. Найдите величину E напряженности электрического поля в точке, находящейся на расстоянии $r_1 = 30$ см от первого заряда и на расстоянии $r_2 = 10$ см от второго заряда. Коэффициент пропорциональности в законе Кулона $k = 9 \cdot 10^9$ Н·м²/Кл².

38.12 В двух вершинах равностороннего треугольника помещены точечные заряды $q = 4$ мкКл. Какой точечный заряд Q следует поместить в середину стороны, соединяющей эти заряды, чтобы напряженность электрического поля в третьей вершине треугольника стала равной нулю?

38.13 Найдите величину E напряженности электрического поля в вершине квадрата со стороной $a = 3$ м, если в три остальные вершины помещены точечные заряды $Q = 2$ нКл. Коэффициент пропорциональности в законе Кулона $k = 9 \cdot 10^9$ Н·м²/Кл².

38.14 В трех вершинах квадрата расположены одинаковые точечные заряды. Найдите отношение E_O/E_A величин напряженностей электрического поля в центре O квадрата и в его вершине A , свободной от заряда.

38.15 В вершинах квадрата с диагональю $l = 2$ м расположены одинаковые по величине точечные заряды так, что на каждой диагонали, находятся заряды разных знаков. Величина каждого заряда $q = 10^{-5}$ Кл. Найдите величину E напряженности электрического поля в центре квадрата. Коэффициент пропорциональности в законе Кулона $k = 9 \cdot 10^9$ Н·м²/Кл².

38.16 В вершинах A, B, C квадрата $ABCD$ со стороной $b = 2$ см расположены точечные заряды $q = 1,41 \cdot 10^{-9}$ Кл, $2q, 3q$ соответственно. Найдите величину E напряженности электрического поля в центре квадрата. Коэффициент пропорциональности в законе Кулона $k = 9 \cdot 10^9$ Н·м²/Кл².

38.17 В трех вершинах правильного шестиугольника, через одну, помещены точечные заряды $q = 4 \cdot 10^{-9}$ Кл. Найдите величину E напряженности электрического поля в любой свободной от заряда вершине. Длина стороны шестиугольника $l = 3$ см. Коэффициент пропорциональности в законе Кулона $k = 9 \cdot 10^9$ Н·м²/Кл².

38.18 В вершинах A, B, C равностороннего треугольника со стороной $l = 18$ см расположены точечные заряды $q = 18$ нКл, $2q$ и q соответственно. Найдите величину E напряженности электрического поля в середине стороны BC . Коэффициент пропорциональности в законе Кулона $k = 9 \cdot 10^9$ Н·м²/Кл².

38.19 В вершинах квадрата со стороной $b = 0,1$ м находятся точечные заряды $q = 2 \cdot 10^{-9}$ Кл, $2q, 3q, 4q$. Найдите величину E напряженности электростатического поля в центре квадрата. Коэффициент пропорциональности в законе Кулона $k = 9 \cdot 10^9$ Н·м²/Кл².

38.20 В вершинах квадрата со стороной $b = 0,1$ м находятся точечные заряды $q = 4 \cdot 10^{-9}$ Кл, $2q, -3q, -4q$. Найдите величину E напряженности электростатического поля в центре квадрата. Коэффициент пропорциональности в законе Кулона $k = 9 \cdot 10^9$ Н·м²/Кл².

38.21 В трех вершинах ромба с длинами диагоналей $b = 10$ см и $c = 20$ см расположены точечные заряды: $q = 1$ нКл на одном из концов короткой диагонали, q и $2q$ на концах длинной диагонали. Найдите величину E напряженности электрического поля в точке пересечения диагоналей ромба. Коэффициент пропорциональности в законе Кулона $k = 9 \cdot 10^9$ Н·м²/Кл².

38.22 На концах короткой диагонали ромба расположены точечные заряды $q_1 = 2$ нКл и $q_2 = 6$ нКл, а на концах длинной – точечные заряды $q_3 = 3$ нКл и $q_4 = 12$ нКл. Длины диагоналей ромба $b = 2$ см и $c = 3$ см. Найдите величину E напряженности электрического поля в точке пересечения диагоналей ромба. Коэффициент пропорциональности в законе Кулона $k = 9 \cdot 10^9$ Н·м²/Кл².

38.23 В четырех вершинах квадрата расположены одинаковые точечные заряды $q = \sqrt{5} \cdot 10^{-9}$ Кл. Найдите величину E напряженности электрического поля в середине любой стороны, если длина стороны квадрата $l = 2$ м. Коэффициент пропорциональности в законе Кулона $k = 9 \cdot 10^9$ Н·м²/Кл².

38.24 В четырех вершинах квадрата расположены одинаковые точечные заряды $q = \sqrt{5} \cdot 10^{-9}$ Кл. Какой заряд Q следует поместить в середине одной из сторон квадрата, чтобы в середине противоположной стороны величина E напряженности электрического поля стала равной нулю?

38.25 В серединах сторон правильного треугольника расположены одинаковые точечные заряды $q_1 = 10^{-9}$ Кл. В двух вершинах треугольника помещены точечные заряды $q_2 = -4 \cdot q_1$. Длина стороны треугольника $l = 2$ м. Найдите величину E напряженности электрического поля в третьей вершине треугольника. Коэффициент пропорциональности в законе Кулона $k = 9 \cdot 10^9$ Н·м²/Кл².

38.26 Точечные заряды $q_1 = 1$ мкКл, $q_2 = 4$ мкКл, $q_3 = 9$ мкКл находятся на трех взаимно перпендикулярных прямых, пересекающихся в точке A . Расстояния от зарядов до точки A равны $r_1 = 1$ см, $r_2 = 2$ см, $r_3 = 3$ см соответственно. Найдите величину E напряженности электрического поля в точке A . Коэффициент пропорциональности в законе Кулона $k = 9 \cdot 10^9$ Н·м²/Кл².

38.27 В трех вершинах квадрата со стороной $l = 1$ м расположены одинаковые точечные заряды $q = 10^{-6}$ Кл. Величина напряженности электрического поля в четвертой вершине квадрата $E = 8,5 \cdot 10^3$ В/м. Определите диэлектрическую проницаемость ϵ среды, в которой находятся заряды. Коэффициент пропорциональности в законе Кулона $k = 9 \cdot 10^9$ Н·м²/Кл².

38.28 В двух вершинах правильного треугольника со стороной $l = 0,2$ м расположены одинаковые точечные заряды $q = 9 \cdot 10^{-10}$ Кл. Величина напряженности электрического поля в центре треугольника $E = 300$ В/м. Определите диэлектрическую проницаемость ϵ среды, в которой находятся заряды. Коэффициент пропорциональности в законе Кулона $k = 9 \cdot 10^9$ Н·м²/Кл².

39. Напряженность электростатического поля протяженных заряженных тел

39.1 Две стороны правильного треугольника - однородно заряженные палочки. В центре треугольника величина напряженности электрического поля E . Найдите вектор напряженности электрического поля в центре треугольника, после удаления одной из палочек.

39.2 По квадратной пластине со стороной $a = 20$ см однородно распределен заряд $Q = 35$ нКл. Оцените величины напряженностей электрического поля на перпендикуляре к квадрату, проходящему через его центр, в точках, отстоящих от квадрата на расстояния $b = 1$ см и $c = 15$ м. Электрическая постоянная $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Кл²/(Н·м²).

39.3 Бесконечная однородно заряженная пластина помещена во внешнее однородное электрическое поле, силовые линии которого перпендикулярны пластине. В результате с одной стороны от пластины установилось поле с вектором напряженности \vec{E}_1 , а с другой \vec{E}_2 , причем $E_2 > E_1$. Определите модуль и направление силы, действующей на единицу площади пластины со стороны внешнего поля. Электрическая постоянная ϵ_0 .

39.4 Заряд однородно распределен по поверхности шара с поверхностной плотностью σ . Найдите величину E напряженности поля в точке, находящейся от поверхности шара на расстоянии, равном его диаметру. Электрическая постоянная ϵ_0 .

39.5 На проводящий шар радиусом $R = 10$ см падают электроны и оседают на нем. Какой заряд Q можно накопить таким способом на шаре, если электрическая прочность воздуха $E = 3$ МВ/м? Коэффициент пропорциональности в законе Кулона $k = 9 \cdot 10^9$ Н·м²/Кл².

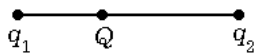
39.6 Металлический шар с зарядом Q окружен концентрическим шаровым слоем однородного диэлектрика с диэлектрической проницаемостью ϵ . Определите поверхностные плотности σ_1 и σ_2 связанных зарядов на внутренней и внешней поверхностях диэлектрика; радиусы этих поверхностей равны R_1 и R_2 соответственно.

40. Работа в электростатическом поле. Энергия взаимодействия точечных зарядов

40.1 Точечные заряды $q_1 = 6,6 \cdot 10^{-9}$ Кл и $q_2 = 13,2 \cdot 10^{-9}$ Кл находятся на расстоянии $r_1 = 40$ см. Какую работу A следует совершить, чтобы медленно сблизить их до расстояния $r_2 = 25$ см? Коэффициент пропорциональности в законе Кулона $k = 9 \cdot 10^9$ Н·м²/Кл².

40.2 Точечные заряды $Q_1 = 25$ мкКл и $Q_2 = -Q_1$ находятся на расстоянии $r = 5$ см. Какую работу A совершает внешняя сила, при равномерном перемещении пробного заряда $q = 0,12$ мкКл вдоль прямой, соединяющей заряды, из точки посередине между зарядами в точку, лежащую на $a = 1$ см ближе к заряду Q_2 ? Коэффициент пропорциональности в законе Кулона $k = 9 \cdot 10^9$ Н·м²/Кл².

40.3 Расположение точечных зарядов $q_1 = 10$ мкКл, $Q = 100$ мкКл, $q_2 = 25$ мкКл показано на рисунке. Расстояние между зарядами q_1 и Q $r_1 = 3$ см, а между q_2 и Q расстояние $r_2 = 5$ см.



Какую минимальную работу A следует совершить, чтобы поменять заряды q_1 и q_2 местами? Коэффициент пропорциональности в законе Кулона $k = 9 \cdot 10^9$ Н·м²/Кл².

40.4 Какую минимальную работу A следует совершить для перевода трех бесконечно удаленных друг от друга электронов в вершины равностороннего треугольника со стороной $r = 10^{-10}$ м? Элементарный заряд $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл. Коэффициент пропорциональности в законе Кулона $k = 9 \cdot 10^9$ Н·м²/Кл².

40.5 В вершинах квадрата со стороной $a = 50$ см расположены точечные заряды $Q_1 = 3$ мкКл. Какую минимальную работу A следует совершить, чтобы переместить точечный заряд $Q_2 = -8$ мкКл из центра квадрата в середину любой стороны? Коэффициент пропорциональности в законе Кулона $k = 9 \cdot 10^9$ Н·м²/Кл².

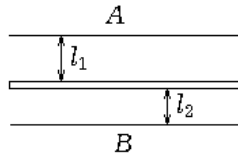
40.6 Четыре точечных заряда q расположены на прямой. Расстояние между ближайшими равно r . Какую минимальную работу A следует совершить, чтобы поместить заряды в вершинах тетраэдра с ребром r ? Коэффициент пропорциональности в законе Кулона k .

41. Потенциал электростатического поля

Однородное поле \vec{E}

41.1 Величина напряженности однородного электрического поля $E = 600$ В/м. Найдите разность $\varphi_A - \varphi_B$ потенциалов в точках A и B таких, что \vec{AB} составляет угол $\alpha = 60^\circ$ с \vec{E} . $|\vec{AB}| = d = 2$ мм.

41.2 В пространство между обкладками A и B незаряженного плоского конденсатора вносится металлическая пластина с зарядом Q . Между пластиной и обкладками конденсатора при этом остаются зазоры шириной l_1 и l_2 . Площади пластины и обкладок одинаковы и равны S . Определите разность $\varphi_A - \varphi_B$ потенциалов обкладок конденсатора. Электрическая постоянная ϵ_0 .



41.3 Две проводящие пластины площадью S каждая расположены параллельно на расстоянии d ($d \ll \sqrt{S}$). Найдите функции $E_x(x)$ и $\varphi(x)$, если ось Ox перпендикулярна пластинам. Постройте графики $E_x(x)$ и $\varphi(x)$. Заряды пластин равны по величине Q и противоположны по знаку. Электрическая постоянная ϵ_0 .

41.4 Две пластины однородно заряжены с поверхностной плотностью величиной $\sigma = 0,2$ мкКл/м² одна положительным, другая отрицательным зарядами. Расстояние между пластинами $d_1 = 1$ мм. Найдите приращение $\Delta(\varphi_+ - \varphi_-)$ разности потенциалов пластин при увеличении расстояния между ними до $d_2 = 3$ мм. Электрическая постоянная $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Кл²/(Н·м²).

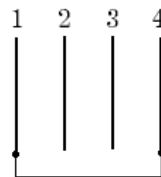
41.5 Найдите разность $\varphi_{2\sigma} - \varphi_\sigma$ потенциалов двух больших параллельных пластин, несущих заряды одного знака, если одна из них заряжена с поверхностной плотностью $\sigma = 1,77 \cdot 10^{-8}$ Кл/м², а другая с поверхностной плотностью 2σ . Расстояние между пластинами $d = 1$ см. Электрическая постоянная $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Кл²/(Н·м²).

41.6 На одной из двух параллельных пластин однородно распределен заряд q , на другой $4q$. Найдите разность $\varphi_{4q} - \varphi_q$ потенциалов пластин. Площадь каждой пластины S , расстояние между пластинами d . Электрическая постоянная ϵ_0 .

41.7 По трем параллельным пластинам однородно распределены заряды q , $2q$ и $-3q$ соответственно. Найдите разность $\varphi_q - \varphi_{-3q}$ потенциалов крайних пластин. Расстояние между соседними пластинами равно d . Площадь каждой пластины S . Электрическая постоянная ϵ_0 .

41.8 Щель между двумя большими металлическими параллельными пластинами заполнена двумя слоями диэлектриков: стекла толщиной $d_1 = 1$ см и парафина толщиной $d_2 = 2$ см. Металлические пластины заряжены одинаковыми по величине и противоположными по знаку зарядами. Разность потенциалов пластин $U = 3$ кВ. Определите величины E_1 и E_2 напряженности в каждом слое и напряжения U_1 и U_2 на каждом слое. Диэлектрические проницаемости стекла $\epsilon_1 = 7$, парафина $\epsilon_2 = 2$.

41.9 Четыре одинаковые металлические пластины расположены как показано на рисунке. Площадь каждой пластины S , расстояние между соседними пластинами d . Заряды пластин 2 и 3 равны Q и $-Q$ соответственно. Определите разность $\varphi_2 - \varphi_3$ потенциалов пластин 2 и 3 после соединения незаряженных пластин 1 и 4 тонкой проволокой. Электрическая постоянная ϵ_0 .



Неоднородное поле \vec{E} точечных зарядов

41.10 Какова работа A внешней силы, равномерно перемещающей точечный заряд $q = -20$ нКл из точки электростатического поля с потенциалом $\varphi_1 = 700$ В в точку с потенциалом $\varphi_2 = 200$ В?

41.11 Электростатическое поле создается точечным зарядом. Потенциалы в точках A и B равны $\varphi_A = 30$ В и $\varphi_B = 20$ В соответственно. Найдите потенциал φ_C в точке C , лежащей посередине между точками A и B (прямая AB проходит через заряд).

41.12 Точечный заряд q расположен на расстоянии a от точечного заряда $-2q$. Найдите геометрическое место точек, в которых потенциал поля равен нулю.

41.13 Точечные заряды $q_1 = 1$ нКл и $q_2 = -10$ нКл находятся на расстоянии $l = 55$ см. Определите величину напряженности электрического поля в точках прямой, проходящей через заряды, где потенциал поля равен нулю. Коэффициент пропорциональности в законе Кулона $k = 9 \cdot 10^9$ Н·м²/Кл².

41.14 Точечные заряды $q_1 = 10^{-9}$ Кл и $q_2 = -q_1$ находятся на расстоянии $l = 0,1$ м друг от друга. Определите напряженность \vec{E} и потенциал φ поля в точках, находящихся на расстоянии $r = 0,1$ м от первого заряда и на расстоянии $\sqrt{l^2 + r^2}$ от второго заряда. Коэффициент пропорциональности в законе Кулона $k = 9 \cdot 10^9$ Н·м²/Кл².

41.15 Точечные заряды q_1 и q_2 расположены на координатной оси Ox в точках $x_1 = d$, $x_2 = -d$. Постройте графики зависимости проекции E_x вектора напряженности и потенциала φ от координаты x . Рассмотрите случаи: а) $q_1 = q$, $q_2 = -q$; б) $q_1 = q_2 = q$; в) $q_1 = q$, $q_2 = -3q$. Считайте $q > 0$, $d > 0$. Коэффициент пропорциональности в законе Кулона k .

Неоднородное поле заряженных сфер

41.16 Заряд нанесен на шар радиусом $R = 1$ см однородно с поверхностной плотностью $\sigma = 10^{-9}$ Кл/см². Какую работу A совершит внешняя сила при медленном перемещении точечного заряда $q = 2 \cdot 10^{-8}$ Кл из бесконечности в точку, находящуюся на расстоянии $d = 1$ см от поверхности шара? Коэффициент пропорциональности в законе Кулона $k = 9 \cdot 10^9$ Н·м²/Кл².

41.17 На проводящий шар радиуса $R = 1$ м нанесен заряд $Q = 1$ нКл. Найдите минимальное расстояние d между точками A и B такими, что $\varphi_A - \varphi_B = -1$ В. Какая из точек находится ближе к центру шара? Коэффициент пропорциональности в законе Кулона $k = 9 \cdot 10^9$ Н·м²/Кл².

41.18 $N = 10^3$ одинаковых шарообразных капелек ртути заряжены до одного и того же потенциала $\varphi = 10^{-2}$ В. Определите потенциал Φ большой шарообразной капли, которая получена в результате слияния всех капелек.

41.19 На концентрических металлических сферах радиусами $R_1 = 2$ см и $R_2 = 5$ см находятся заряды $q_1 = 4 \cdot 10^{-8}$ Кл и $q_2 = -6 \cdot 10^{-8}$ Кл соответ-

ственно. Определите проекцию E_r вектора напряженности на радиальное направление и потенциал в точках с координатами $r_1 = 1$ см, $r_2 = 4$ см и $r_3 = 6$ см. Коэффициент пропорциональности в законе Кулона $k = 9 \cdot 10^9$ Н·м²/Кл².

41.20 На поверхностях двух концентрических сфер однородно с одинаковой поверхностной плотностью распределен некоторый заряд Q . Найдите Q , если при медленном перемещении заряда $q = 1$ мкКл из бесконечности в центр сфер внешняя сила совершает работу $A = 10^4$ Дж. Радиусы сфер $R_1 = 5$ см, $R_2 = 10$ см. Коэффициент пропорциональности в законе Кулона $k = 9 \cdot 10^9$ Н·м²/Кл².

Соединение сфер

41.21 Металлические шары заряжены до потенциалов φ_1 и φ_2 . Расстояние между шарами значительно больше их радиусов R_1 и R_2 . Каким будет потенциал φ шаров после соединения их тонкой проволокой?

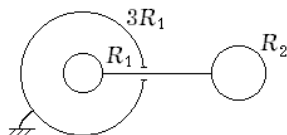
41.22 Металлический шар радиусом R_1 , заряженный до потенциала φ_1 , окружают тонкой сферической незаряженной проводящей оболочкой радиусом R_2 . Каким станет потенциал Φ_1 шара после того, как его соединят тонким проводником с оболочкой?

41.23 Металлический шар радиусом R_1 , заряженный до потенциала φ_1 , окружают тонкой концентрической сферической проводящей оболочкой радиусом R_2 . Найдите потенциал Φ_1 шара после заземления оболочки.

41.24 Внутри тонкостенной металлической сферы радиусом $R_1 = 20$ см концентрически помещен металлический шар радиусом $R_2 = 10$ см. Шар через малое отверстие в сфере соединен с землей тонким проводником. Заряд сферы $q_1 = 10^{-8}$ Кл. Определите потенциал φ сферы. Коэффициент пропорциональности в законе Кулона $k = 9 \cdot 10^9$ Н·м²/Кл².

41.25 Из трех концентрических металлических сфер радиусами R_1 , R_2 , R_3 ($R_1 < R_2 < R_3$) первая и третья заземлены, второй сообщен заряд $q_2 > 0$. Найдите проекцию E_r вектора напряженности на радиальное направление во всех точках пространства. Коэффициент пропорциональности в законе Кулона k .

41.26 Двум металлическим шарам радиусами R_1 и R_2 , соединенным длинным тонким проводом, сообщен заряд Q . Затем шар радиусом R_1 помещают внутрь металлической заземленной сферы радиусом $3R_1$. Какое количество q электричества перейдет при этом по проводу, соединяющему шары?



42. Конденсаторы

Электрическая емкость

42.1 После пролета заряженной частицы через заряженный конденсатор емкостью $C = 4,4$ пФ образовалось $N = 2 \cdot 10^5$ пар однократно заряженных положительных и отрицательных ионов. Найдите приращение ΔU напряжения на конденсаторе. Элементарный заряд $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

42.2 Найдите емкость C плоского конденсатора с обкладками площадью S каждая, расположенными на расстоянии d ($d \ll \sqrt{S}$). Электрическая постоянная ϵ_0 .

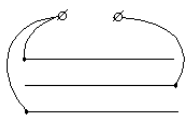
42.3 Величина напряженности электрического поля в плоском конденсаторе $E = 56$ кВ/м, разность потенциалов между обкладками $U = 280$ В. Площадь каждой обкладки $S = 10^{-2}$ м². Найдите емкость C конденсатора. Электрическая постоянная $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Кл²/(Н·м²).

42.4 Обкладки конденсатора представляют собой две полоски фольги, каждая площадью $S = 0,4$ м², разделенные парафинированной бумагой, толщина которой $d = 0,08$ мм, диэлектрическая проницаемость $\epsilon = 2,2$. Найдите приращение Δq заряда конденсатора, при котором напряжение на конденсаторе увеличится на $\Delta U = 175$ В. Электрическая постоянная $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Кл²/(Н·м²).

42.5 Как изменится емкость плоского конденсатора, если между обкладками, параллельно им, будет вдвинута: 1) пластинка из диэлектрика с проницаемостью ϵ ; 2) пластинка из проводника? Толщина каждой пластинки равна половине расстояния между обкладками.

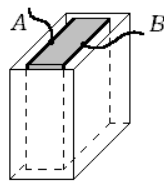
42.6 Пространство между обкладками плоского конденсатора заполнено двумя слоями диэлектриков: слоем стекла толщиной $d_1 = 1$ см, диэлектрической проницаемостью $\epsilon_1 = 7$ и слоем парафина толщиной $d_2 = 2$ см, диэлектрической проницаемостью $\epsilon_2 = 2$. Определите емкость C конденсатора. Площадь каждой обкладки $S = 100$ см². Электрическая постоянная $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Кл²/(Н·м²).

42.7 Плоский конденсатор состоит из 3-х пластин, соединенных, как показано на рисунке. Площадь каждой пластины $S = 100$ см², расстояние между ближайшими $d = 0,5$ см. Найдите емкость C конденсатора. Как изменится емкость конденсатора при погружении его в керосин ($\epsilon = 2$)? Электрическая постоянная $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Кл²/(Н·м²).



42.8 К обкладкам плоского конденсатора, одна из которых заземлена, приложено напряжение $U = 100$ В. В зазор шириной $d = 4$ см между обкладками вдвигают параллельно обкладкам незаряженную тонкую металлическую пластину на расстоянии $l = 3$ см от заземленной обкладки. Определите потенциал ϕ пластины и величину E напряженности поля по обе стороны от пластины. Изменится ли емкость конденсатора?

42.9 Плоский конденсатор состоит из двух металлических пластин A и B , пространство между которыми заполнено диэлектриком с диэлектрической проницаемостью $\epsilon = 2$. Как изменится емкость конденсатора, если его поместить в изолированную металлическую коробку? Расстояние между стенками коробки и пластинами вдвое меньше расстояния между пластинами.



42.10 Найдите емкость C уединенного проводящего шара, радиуса R . Электрическая постоянная ϵ_0 .

42.11 Уединенный проводящий шар радиуса R_1 окружен шаровым слоем однородного диэлектрика с диэлектрической проницаемостью ϵ . Внутренний и внешний радиусы шарового слоя равны R_1 и R_2 соответственно. Найдите емкость C шара. Электрическая постоянная ϵ_0 .

42.12 Два металлических шарика радиуса R каждый расположены на большом расстоянии. Найдите емкость C конденсатора, образованного шариками. Электрическая постоянная ϵ_0 .

42.13 Плоский конденсатор, квадратные обкладки которого расположены горизонтально, наполовину залит жидким диэлектриком с проницаемостью ϵ . Какую часть δ конденсатора следует залить этим же диэлектриком при вертикальном положении обкладок, чтобы емкость конденсатора в обоих случаях была одинаковой?

Сила притяжения обкладок плоского конденсатора

42.14 Однородное электрическое поле плоского конденсатора характеризуется величиной напряженности E , заряд конденсатора q . Найдите величину F силы взаимодействия обкладок конденсатора.

42.15 С какой силой F притягиваются обкладки заряженного до напряжения U плоского конденсатора емкостью C ? Расстояние между обкладками d .

42.16 В сосуд налита жидкость с диэлектрической проницаемостью ϵ и плотностью ρ . На горизонтальном дне сосуда прикреплена пластина. Вторая такая же пластина прикреплена к нижней части бруска, плавающего в жидкости так, что обе пластины образуют плоский конденсатор. На сколько $|\Delta d|$ уменьшится расстояние между обкладками, если одну из них зарядить с поверхностной плотностью σ , а другую с поверхностной плотностью $-\sigma$? Ускорение свободного падения g . Электрическая постоянная ϵ_0 .

42.17 Одна обкладка плоского конденсатора закреплена в горизонтальном положении, вторая подвешена на пружине жесткостью k . Площадь каждой обкладки S . На сколько Δx дополнительно удлинится пружина, если конденсатору сообщить заряд q ? Электрическая постоянная ϵ_0 .

42.18 Два металлических поршня площадью S каждый образуют в непроводящей горизонтально расположенной гладкой трубе, открытой с обоих концов, плоский конденсатор, заполненный воздухом при атмосферном давлении P_0 . Во сколько раз изменится расстояние между поршнями, если им сообщить заряды q и $-q$? Температура воздуха в начальном и конечном состояниях одинакова. Электрическая постоянная ϵ_0 .

42.19 Абсолютный электрометр представляет собой плоский конденсатор, нижняя обкладка которого неподвижна, а верхняя подвешена к коромыслу равноплечных весов. При незаряженном конденсаторе весы находятся в равновесии, расстояние между обкладками $d = 1$ см. Конденсатор зарядили. Найдите напряжение U на конденсаторе, если для сохранения равновесия на чашку весов пришлось положить груз массой $m = 5,1$ г. Площадь каждой обкладки $S = 50$ см². Электрическая постоянная $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Кл²/(Н·м²). Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

*Изменение емкости конденсатора
при постоянном заряде*

42.20 Плоский конденсатор, расстояние между обкладками которого $d_1 = 1$ см, зарядили до напряжения $U_1 = 100$ В, затем отключили от источника напряжения и раздвинули обкладки конденсатора до расстояния $d_2 = 2$ см. Определите напряжение U_2 на конденсаторе в конечном состоянии.

42.21 Плоский конденсатор заряжен до некоторой разности потенциалов и отключен от источника. В конденсатор вдвинули диэлектрическую пластину, целиком заполнившую пространство между обкладками. После этого для восстановления начальной разности потенциалов заряд конденсатора увеличили в $n = 3$ раза. Определите диэлектрическую проницаемость ϵ материала пластины.

42.22 Плоский конденсатор с вертикально расположенными обкладками заполнен керосином, заряжен и отключен от источника. Напряженность электрического поля в керосине $E = 2 \cdot 10^6$ В/м. Из-за дефекта изоляции керосин начинает вытекать, а его место занимает воздух. Какая доля δ керосина вытечет из конденсатора к моменту электрического пробоя воздуха? Напряженность электрического поля в воздухе, при которой наступает пробой, $E_{пр} = 3 \cdot 10^6$ В/м. Диэлектрическая проницаемость керосина $\epsilon = 2$.

*Изменение емкости конденсатора
при постоянном напряжении*

42.23 Конденсатор с воздушным зазором емкостью $C = 4,5$ нФ подключен к источнику постоянного напряжения $U = 12$ В. Не отключая конденсатор от источника, воздушный зазор целиком заполняют слюдой с диэлектрической проницаемостью $\varepsilon = 6$. Найдите приращение Δq заряда конденсатора.

42.24 Плоский конденсатор емкостью $C = 1$ мкФ подключили к источнику с ЭДС $\mathbf{E} = 10$ В. Не отключая конденсатор от источника расстояние между пластинами увеличивают в $n = 2$ раза. Найдите приращение Δq заряда конденсатора.

42.25 Плоский конденсатор с круглыми обкладками диаметром $D = 20$ см и расстоянием между ними $d_1 = 5$ мм подключен к источнику с ЭДС $\mathbf{E} = 12$ В. Обкладки раздвигают до расстояния $d_2 = 12$ мм. Найдите приращение Δq заряда конденсатора. Электрическая постоянная $\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Кл²/(Н·м²).

42.26 Какой заряд q пройдет по проводам, соединяющим обкладки плоского конденсатора с зажимами аккумулятора, при погружении конденсатора в керосин? Площадь каждой обкладки $S = 150$ см², расстояние между обкладками $d = 5$ мм, ЭДС аккумулятора $\mathbf{E} = 9,4$ В. Диэлектрическая проницаемость керосина $\varepsilon = 2$. Электрическая постоянная $\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Кл²/(Н·м²).

42.27 Плоский конденсатор с горизонтально расположенными обкладками присоединен к батарее с ЭДС \mathbf{E} и помещен в сосуд, который медленно заполняют керосином так, что уровень жидкости поднимается равномерно со скоростью V . Найдите величину E напряженности электрического поля в воздушном слое конденсатора в зависимости от времени t . Расстояние между пластинами конденсатора d . Диэлектрическая проницаемость керосина ε . Заполнение конденсатора керосином начинается в момент $t = 0$.

Соединения конденсаторов

42.28 Напряжение $U = 400$ В подано на батарею из двух конденсаторов, соединенных последовательно. Найдите напряжения U_1 и U_2 на конденсаторах, если емкость первого $C_1 = 3$ мкФ, второго $C_2 = 5$ мкФ.

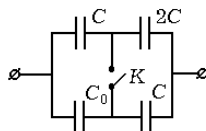
42.29 Конденсаторы емкостями $C_1 = 1$ мкФ и $C_2 = 2$ мкФ соединены последовательно и подключены к источнику с ЭДС $E = 12$ В. Найдите заряды q_1 и q_2 конденсаторов.

42.30 Два одинаковых плоских воздушных конденсатора соединены последовательно и подключены к батарее с постоянной ЭДС. Один из них заполняют диэлектриком с проницаемостью $\epsilon = 4$. Во сколько раз изменится напряженность электрического поля в этом конденсаторе?

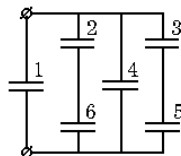
42.31 Конденсаторы емкостями $C_1 = 0,1$ мкФ и $C_2 = 6,8$ нФ соединены параллельно. Найдите заряд Q_2 второго конденсатора, если заряд первого $Q_1 = 2 \cdot 10^{-5}$ Кл.

42.32 Найдите заряд q , который следует сообщить двум параллельно соединенным конденсаторам емкостями $C_1 = 2$ мкФ и $C_2 = 1$ мкФ, чтобы зарядить их до напряжения $U = 20$ кВ.

42.33 В схеме, изображенной на рисунке, емкость батареи конденсаторов не изменяется при замыкании ключа K . Найдите отношение C/C_0 .



42.34 К конденсатору 1 емкостью C , заряженному до напряжения U , присоединили батарею из таких же конденсаторов. Найдите заряды конденсаторов.



42.35 Конденсатор, заряженный до напряжения $U_1 = 100$ В, соединяют с конденсатором той же емкости, заряженным до $U_2 = 200$ В: один раз одноименно заряженными обкладками, другой – разноименно заряженными обкладками. Какие напряжения U_I и U_{II} установятся на конденсаторах?

42.36 Конденсаторы емкостями $C_1 = 1$ мкФ и $C_2 = 2$ мкФ зарядили до напряжений $U_1 = 20$ В и $U_2 = 50$ В соответственно. Найдите напряжение U на конденсаторах после соединения одноименно заряженных обкладок.

42.37 Конденсатор емкостью $C_1 = 1$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 300$ В, а конденсатор емкостью $C_2 = 2$ мкФ до напряжения $U_2 = 150$ В. Конденсаторы соединили разноименно заряженными обкладками. Найдите напряжение U на конденсаторах.

42.38 Плоский воздушный конденсатор заряжен до напряжения $U_1 = 60$ В и отключен от источника. После этого в конденсатор параллельно обкладкам вдвигают пластину из диэлектрика с диэлектрической проницаемостью $\epsilon = 2$. Толщина пластины в $n = 2$ раза меньше расстояния между обкладками конденсатора. Найдите напряжение U_2 на конденсаторе после введения диэлектрика.

42.39 Два одинаковых плоских конденсатора соединены параллельно и заряжены до напряжения $U_1 = 150$ В. Определите напряжение U_2 на конденсаторах после отключения от источника и последующего уменьшения расстояния между пластинами одного из конденсаторов вдвое.

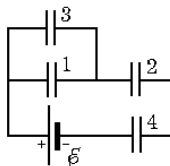
42.40 Два одинаковых плоских конденсатора, каждый емкостью $C = 0,01$ мкФ, соединили параллельно, зарядили до $U = 300$ В и отключили от батареи. Затем расстояние между пластинами одного из конденсаторов увеличили вдвое. Какой заряд q протечет при этом по соединительным проводам?

42.41 К воздушному конденсатору, заряженному до напряжения $U_1 = 210$ В и отключенному от источника, присоединили параллельно такой же незаряженный конденсатор с диэлектриком из стекла. Напряжение на зажимах батареи конденсаторов уменьшилось до $U_2 = 30$ В. Найдите диэлектрическую проницаемость ϵ стекла.

42.42 К конденсатору емкостью C заряженному до напряжения U подключают незаряженный конденсатор емкостью C_0 ($C_0 \ll C$), затем их разъединяют. Какое минимальное количество n раз следует повторить эту операцию без подзарядки конденсатора емкостью C , чтобы уменьшить на нем напряжение вдвое?

42.43 К заряженному до напряжения U конденсатору емкостью C_1 подключили соединенные последовательно незаряженные конденсаторы емкостями C_2 и C_3 . Найдите установившиеся напряжения на конденсаторах.

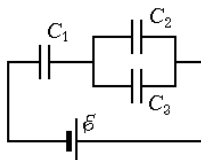
42.44 Четыре одинаковых конденсатора, каждый емкостью $C = 5$ мкФ, подключены, как показано на рисунке, к источнику с ЭДС $\mathcal{E} = 2$ В. Найдите приращение Δq заряда конденсатора 2 после того, как конденсатор 1 будет пробит.



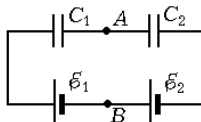
42.45 Конденсаторы емкостями C , $2C$, $3C$ характеризуются напряжениями пробоя V , $V/4$, $V/2$ соответственно. При каком соединении батарея из трех конденсаторов выдержит наибольшее напряжение?

42.46 Источники с ЭДС $\mathcal{E}_1 = 6$ В, $\mathcal{E}_2 = 3$ В, $\mathcal{E}_3 = 2$ В и конденсаторы емкостями $C_1 = 3$ мкФ, $C_2 = 2$ мкФ, $C_3 = 1$ мкФ соединяют последовательно в замкнутую цепь, чередуя источники и конденсаторы. Найдите напряжения на конденсаторах.

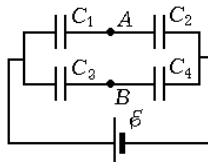
42.47 Конденсаторы емкостями $C_1 = 1$ мкФ, $C_2 = 2$ мкФ, $C_3 = 3$ мкФ соединены, как показано на рисунке, и подключены к источнику с ЭДС $\mathcal{E} = 12$ В. Определите заряды конденсаторов.



42.48 Определите разность $(\varphi_A - \varphi_B)$ потенциалов в точках A и B схемы, изображенной на рисунке.



42.49 Определите разность $(\varphi_A - \varphi_B)$ потенциалов в точках A и B схемы, изображенной на рисунке.



Энергия заряженного конденсатора

42.50 Импульсную стыковую сварку медной проволоки осуществляют с помощью разряда конденсатора емкостью $C = 1$ мФ при начальном напряжении на конденсаторе $U_0 = 1,5$ кВ. Найдите среднюю полезную мощность P разряда длительностью $\tau = 2$ мкс. КПД установки $\eta = 4\%$.

42.51 На обкладках конденсатора емкостью $C = 10^{-9}$ Ф находятся равные по величине и противоположные по знаку заряды Q_1 и Q_2 . Чтобы равномерно перенести заряд $q = 2 \cdot 10^{-8}$ Кл с первой обкладки конденсатора (ее заряд Q_1) на вторую следует совершить работу $A = 1,6 \cdot 10^{-4}$ Дж. Найдите Q_1 и Q_2 . Величины зарядов Q_1 и Q_2 значительно больше q .

42.52 В плоском конденсаторе величина напряженности поля $E = 500$ кВ/м. Найдите энергию W конденсатора. Площадь каждой обкладки $S = 200$ см², расстояние между обкладками $d = 1$ см. Электрическая постоянная $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Кл²/(Н·м²).

42.53 Плоский конденсатор емкостью $C = 5 \cdot 10^{-9}$ Ф заряжен до напряжения $U = 2$ В и отключен от источника. Какую работу A следует совершить, чтобы медленно раздвигая обкладки, увеличить расстояние между ними в $n = 3$ раза?

42.54 Плоский конденсатор емкостью $C = 40$ мкФ заряжен до напряжения $U = 100$ В и отключен от источника. Какую работу A совершит внешняя сила при равномерном уменьшении расстояния между обкладками в $n = 2$ раза?

42.55 В плоский конденсатор с площадью обкладок S и расстоянием между ними d медленно вдвигают пластину толщиной d и диэлектрической проницаемостью ϵ . Первоначально конденсатор был заряжен до напряжения U и отключен от источника. Найдите работу A внешней силы. Электрическая постоянная ϵ_0 .

42.56 Плоский воздушный конденсатор заполнили керосином и зарядили, сообщив ему энергию $W_1 = 10$ Дж. Затем конденсатор отсоединили от источника, слили керосин и разрядили. Какая энергия W_2 выделилась при разряде? Диэлектрическая проницаемость керосина $\epsilon = 2$.

42.57 Заряженный конденсатор подключили параллельно к такому же, но незаряженному конденсатору. Во сколько раз изменилась энергия системы конденсаторов?

42.58 Конденсатор емкостью C , заряженный до напряжения U , подключили параллельно к такому же, но незаряженному конденсатору. Какое количество Q тепла выделится в проводниках, соединяющих конденсаторы?

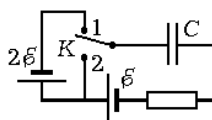
42.59 Напряжения на конденсаторах емкостями C_1 и C_2 равны U_1 и U_2 соответственно. Конденсаторы соединяют разноименно заряженными обкладками. Найдите энергию W , которая выделится при перезарядке конденсаторов.

42.60 В плоский конденсатор, присоединенный к источнику с ЭДС E , медленно вносят пластину из диэлектрика с диэлектрической проницаемостью ϵ . Найдите работу A внешней силы. Толщина пластины равна расстоянию d между обкладками. Площадь каждой обкладки S . Электрическая постоянная ϵ_0 .

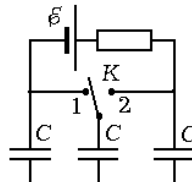
42.61 Плоский конденсатор емкостью C подключен к батарее с ЭДС E . Какую работу A следует совершить, чтобы медленно увеличить расстояние между обкладками в n раз, не отключая конденсатор от источника?

42.62 Конденсатор зарядили от источника до энергии $W = 10$ Дж. Найдите работу A источника.

42.63 Какое количество Q тепла выделится в цепи при переводе ключа K из положения 1 в положение 2?



42.64 Какое количество Q тепла выделится в цепи при переводе ключа K из положения 1 в положение 2?



42.65 В плоский конденсатор вдвигают пластинку из диэлектрика с диэлектрической проницаемостью ε . Какие изменения произойдут с зарядом конденсатора, величиной напряженности электрического поля, напряжением и энергией конденсатора? Рассмотрите случаи, когда конденсатор: а) отключен от батареи; б) присоединен к батарее.

42.66 В плоском конденсаторе с площадью обкладок $S = 200 \text{ см}^2$ и расстоянием между ними $d = 0,1 \text{ см}$ находится пластинка толщиной d из стекла с проницаемостью $\varepsilon = 5$. Найдите приращение ΔW энергии конденсатора при удалении пластинки. Решите задачу для 2-х случаев: 1) конденсатор присоединен к источнику с ЭДС $\mathcal{E} = 300 \text{ В}$; 2) конденсатор присоединен к тому же источнику, затем отключен, и после этого пластинка удалена. Найдите работу A , совершаемую внешней силой при удалении пластинки, в обоих случаях. Электрическая постоянная $\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Кл}^2/(\text{Н} \cdot \text{м}^2)$.

42.67 Удаленные проводящие шарики радиусов R_1 и R_2 заряжены до потенциалов φ_1 и φ_2 соответственно. Шарики соединяют тонким проводником. Найдите приращение ΔW энергии системы. Коэффициент пропорциональности в законе Кулона k .

43. Движение заряженных частиц в электростатическом поле

43.1 Заряженная капелька жидкости массой $m = 2 \cdot 10^{-12} \text{ кг}$ покоится в электрическом поле напряженностью $E = 1,3 \cdot 10^5 \text{ В/м}$. Определите величину $|Q|$ заряда капельки. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.

43.2 Отрицательно заряженная капелька масла массой $m = 10^{-12} \text{ кг}$ покоится в электрическом поле плоского конденсатора, напряжение на котором $U = 1 \text{ кВ}$. Расстояние между обкладками $d = 4,8 \text{ мм}$. Сколько N избыточных электронов находится на капельке? Элементарный заряд $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.

43.3 В плоском конденсаторе с горизонтально расположенными обкладками, расстояние между которыми d , находится заряженная капелька массой m . В отсутствие электрического поля капелька падает равномерно с некоторой постоянной скоростью. Если напряжение на

конденсаторе U , капелька падает вдвое медленнее. Найдите величину Q заряда капельки. Сила сопротивления воздуха пропорциональна скорости капельки. Ускорение свободного падения g .

43.4 Электрон движется с начальной скоростью $v_0 = 10^6$ м/с в однородном электрическом поле напряженностью $E = 120$ В/м ($\vec{v}_0 \uparrow \uparrow \vec{E}$). Найдите время T движения электрона до остановки. Масса электрона $m = 0,9 \cdot 10^{-30}$ кг, элементарный заряд $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

43.5 С какой скоростью V достигают анода электронной лампы электроны, испускаемые катодом, если напряжение между анодом и катодом $U = 200$ В? Начальная скорость электронов мала. Масса электрона $m = 0,9 \cdot 10^{-30}$ кг, элементарный заряд $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

43.6 Определите тормозящую разность $\Delta\phi$ потенциалов, т.е. разность потенциалов в конечной и начальной точках электрического поля, при которой электрон, двигавшийся со скоростью $v_0 = 8 \cdot 10^3$ км/с, останавливается. Масса электрона $m = 0,9 \cdot 10^{-30}$ кг, элементарный заряд $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

43.7 α -Частица, возникающая при α -распаде ядра атома радия, движется со скоростью $V = 2 \cdot 10^7$ м/с и попадает в электрическое поле. Найдите разность $\phi_A - \phi_B$ потенциалов в точках (A) старта и (B) остановки. При какой величине E напряженности однородного электрического поля α -частица остановится, пройдя путь $s = 2$ м? Масса α -частицы $m = 6,6 \cdot 10^{-27}$ кг, заряд α -частицы $2e = 3,2 \cdot 10^{-19}$ Кл.

43.8 Электрон движется с начальной скоростью $v_0 = 5 \cdot 10^6$ м/с из точки электрического поля, потенциал в которой $\phi_1 = 600$ В, до остановки. Найдите потенциал ϕ_2 в точке остановки. Масса электрона $m = 0,9 \cdot 10^{-30}$ кг, элементарный заряд $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

43.9 Электрон движется с нулевой начальной скоростью в однородном электрическом поле с ускорением $a = 10^{12}$ м/с². Найдите: 1) величину E напряженности поля; 2) величину V скорости электрона в момент времени $\tau = 1$ мкс; 3) работу A сил электрического поля на перемещении за время от $t = 0$ с до $t = \tau$; 4) разность $(\phi_2 - \phi_1)$ потенциалов в конечной и начальной точках перемещения электрона. Масса электрона $m = 0,9 \cdot 10^{-30}$ кг, элементарный заряд $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

43.10 На одну из обкладок плоского конденсатора падает рентгеновское излучение, вырывающее $N = 10^{13}$ $1/(\text{см}^2 \cdot \text{с})$ фотоэлектронов с начальной скоростью $V_0 = 10^6$ м/с. Электроны собираются на второй обкладке. Через какое время τ фототок прекратится? Расстояние между обкладками $d = 1$ см. Масса электрона $m = 0,9 \cdot 10^{-30}$ кг, элементарный заряд $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл. Электрическая постоянная $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Кл²/(Н·м²).

43.11 Электрон, ускоренный из состояния покоя разностью потенциалов $\Delta\phi = 18,2$ кВ, поглощается экраном электронно-лучевой трубки. Найдите величину p импульса, передаваемого электроном экрану. Масса электрона $m = 0,9 \cdot 10^{-30}$ кг, элементарный заряд $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

43.12 Земля – отрицательно заряженный проводящий шар. Величина напряженности поля у поверхности $E = 130$ В/м. Отрицательно заряженной частице сообщили начальную скорость $V_0 = 10$ м/с. Найдите сначала величину a ускорения частицы, затем путь s , который пройдет частица за время $\tau = 0,01$ с. Отношение величины заряда частицы к ее массе $Q/m = 1/13$ Кл/кг. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

43.13 Земля – отрицательно заряженный проводящий шар. Величина напряженности поля у поверхности $E = 130$ В/м. Какой путь s пройдет отрицательно заряженная частица за время $\tau = 0,2$ с из состояния покоя? Отношение величины заряда частицы к ее массе $Q/m = 2/13$ Кл/кг. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

43.14 Земля – отрицательно заряженный проводящий шар. Величина напряженности поля у поверхности $E = 130$ В/м. Отрицательно заряженной частице сообщили начальную скорость $V_0 = 10$ м/с, направленную вниз. Через какое время τ после старта частица остановится? Отношение величины заряда частицы к ее массе $Q/m = 3/13$ Кл/кг. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

43.15 Земля – отрицательно заряженный проводящий шар. Величина напряженности поля у поверхности $E = 130$ В/м. Отрицательно заряженной частице сообщили начальную скорость $V_0 = 10$ м/с, направленную вниз. Какой путь s пройдет частица до остановки? Отношение величины заряда частицы к ее массе $Q/m = 3/13$ Кл/кг. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

43.16 Земля – отрицательно заряженный проводящий шар. Величина напряженности поля у поверхности $E = 130$ В/м. Отрицательно заряженной частице сообщили вертикальную начальную скорость $V_0 = 5$ м/с направленную вверх. Через какое время T величина скорости частицы будет равна V_0 ? Отношение величины заряда частицы к ее массе $Q/m = 1/26$ Кл/кг. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

43.17 Капелька масла, несущая заряд нескольких электронов, покоится в электрическом поле посередине между горизонтальными обкладками плоского конденсатора. Расстояние между обкладками $d = 8$ мм. Не отключая конденсатор от источника, верхнюю обкладку быстро поднимают на $h = 2$ мм. Через какое время τ и с какой обкладкой столкнется капелька? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивлением воздуха пренебречь.

43.18 Капелька масла, несущая заряд нескольких электронов, покоится в электрическом поле посередине между горизонтальными обкладками плоского конденсатора. Расстояние между обкладками $d = 4$ мм. Не отключая конденсатор от источника, верхнюю обкладку быстро опускают на $h = 1$ мм. Через какое время τ и с какой обкладкой столкнется капелька? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивлением воздуха пренебречь.

43.19 Электрон со скоростью $V_0 = 4 \cdot 10^7$ м/с влетает в плоский конденсатор параллельно обкладкам. На сколько $|\Delta h|$ уменьшится расстояние между электроном и положительно заряженной обкладкой к моменту вылета электрона из конденсатора? Напряжение на конденсаторе $U = 300$ В. Расстояние между обкладками $d = 1$ см, длина каждой обкладки $L = 5$ см. Масса электрона $m = 0,9 \cdot 10^{-30}$ кг, элементарный заряд $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

43.20 В плоский конденсатор с зарядом Q влетает электрон со скоростью \vec{V}_0 параллельно обкладкам. Найдите величину V скорости электрона при вылете из конденсатора и угол α между векторами \vec{V} и \vec{V}_0 . Емкость конденсатора C , расстояние между обкладками d , длина каждой обкладки L . Масса электрона m , элементарный заряд e .

43.21 Электрон с энергией $W = 2,4 \cdot 10^{-16}$ Дж влетает в плоский конденсатор под углом $\alpha = 15^\circ$ к обкладкам. При вылете из конденсатора

электрон движется параллельно обкладкам. Длина каждой обкладки $L = 5$ см, расстояние между обкладками $d = 1$ см. Найдите напряжение U на конденсаторе. Элементарный заряд $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

43.22 Электрон влетает со скоростью $V_0 = 2 \cdot 10^7$ м/с в плоский конденсатор параллельно обкладкам. Величина напряженности электрического поля в конденсаторе $E = 6$ кВ/м. Найдите величину $|\Delta \vec{v}|$ приращения скорости электрона за время пролета конденсатора. Длина каждой обкладки $L = 6$ см. Масса электрона $m = 0,9 \cdot 10^{-30}$ кг, элементарный заряд $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

43.23 Определите величину s отклонения «луча» на экране электронного осциллографа, если ускоряющее напряжение $U_0 = 1$ кВ, напряжение на отклоняющих пластинах $U = 150$ В. Длина пластин $L = 4$ см, расстояние между ними $d = 1$ см, расстояние от отклоняющих пластин до экрана $b = 15$ см.

43.24 Электроны влетают в плоский конденсатор под углом α к обкладкам, а вылетают под углом β . Величина напряженности поля в конденсаторе E , длина обкладок L . Определите начальную кинетическую энергию W электронов. Элементарный заряд e .

43.25 Протон и α -частица, двигаясь с одинаковой скоростью, влетают в плоский конденсатор параллельно обкладкам. Во сколько раз отклонение s_p протона полем конденсатора будет больше отклонения s_α α -частицы? α -Частица – это двукратно ионизированный атом гелия. Масса α -частицы в 4 раза больше массы протона.

43.26 По гладкой наклонной плоскости, составляющей угол α с горизонтом, соскальзывает с высоты h небольшое тело, заряженное отрицательным зарядом $-q$. В точке пересечения вертикали, проведенной через начальное положение тела, с основанием находится заряд q . Определите величину V скорости тела у основания наклонной плоскости. Масса тела m . Коэффициент пропорциональности в законе Кулона k . Ускорение свободного падения g .

43.27 Два одинаковых шарика с зарядами q соединены пружиной. Шарiki колеблются так, что расстояние между ними изменяется от l до $4l$.

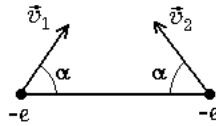
Найдите коэффициент жесткости пружины, если ее длина в свободном состоянии $2l$. Коэффициент пропорциональности в законе Кулона k .

43.28 Два электрона находятся на бесконечно большом расстоянии. Вначале один покоится, другой движется по направлению к первому со скоростью $V = 10^7$ м/с. Найдите минимальное расстояние r между электронами. Масса электрона $m = 0,9 \cdot 10^{-30}$ кг, элементарный заряд $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл. Коэффициент пропорциональности в законе Кулона $k = 9 \cdot 10^9$ Н·м²/Кл².

43.29 Две частицы с одноименными зарядами q_1, q_2 и массами m_1, m_2 соответственно движутся навстречу друг другу. На расстоянии r_1 скорости частиц V_1 и V_2 . Найдите минимальное расстояние r_2 между частицами. Коэффициент пропорциональности в законе Кулона k .

43.30 Протон, летящий к ядру гелия, в точке, где величина напряженности поля ядра $E = 10^4$ В/м, движется со скоростью $V = 10^4$ м/с. Ядро гелия в этот момент покоится. На какое минимальное расстояние r протон приблизится к ядру? Масса ядра гелия в 4 раза больше массы протона $m = 1,67 \cdot 10^{-27}$ кг. Заряд протона $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл, заряд ядра гелия $2e$. Коэффициент пропорциональности в законе Кулона $k = 9 \cdot 10^9$ Н·м²/Кл².

43.31 Скорости \vec{v}_1 и \vec{v}_2 двух электронов лежат в одной плоскости и при расстоянии l между электронами образуют углы α с прямой, на которой находятся электроны. На какое минимальное расстояние r сблизятся электроны, если $v_1 = v_2 = v$? Масса электрона m , элементарный заряд e . Коэффициент пропорциональности в законе Кулона k .



43.32 Положительный заряд q однородно распределен по закреплённому кольцу радиуса R . В начальный момент электрон покоится на оси кольца вдали от его центра. Найдите максимальную скорость V электрона. Масса электрона m , элементарный заряд e . Коэффициент пропорциональности в законе Кулона k .

43.33 Определите концентрацию n электронов в пучке электронно-лучевой трубки осциллографа вблизи экрана. Сечение пучка $S = 1 \text{ мм}^2$, величина тока $I = 1,6 \text{ мкА}$. Электроны вылетают из катода трубки с нулевой начальной скоростью и ускоряются между катодом и анодом электрическим полем с разностью потенциалов $U = 28 \text{ кВ}$. Масса электрона $m = 0,9 \cdot 10^{-30} \text{ кг}$, элементарный заряд $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$.

43.34 Через двухэлектродную лампу с плоскими электродами течет ток. Напряжение на лампе U . Определите величину I тока, текущего через лампу, если известно, что электроны, попадающие на анод, действуют на него с силой F . Считайте, что электроны покидают катод с нулевой начальной скоростью и поглощаются анодом. Масса электрона m , элементарный заряд e .

43.35 Через двухэлектродную лампу с плоскими электродами течет ток величиной I . Напряжение на лампе U . С какой по величине F силой электроны действуют на анод? Скорость электронов при вылете из катода равна V_0 . Масса электрона m , элементарный заряд e .

43.36 В вакуумном диоде, анод и катод которого - параллельные пластины, зависимость величины тока от напряжения имеет вид $I = A \cdot U^{3/2}$, где A - некоторая постоянная. Во сколько раз увеличится сила давления на анод, возникающая из-за поглощения электронов анодом, если напряжение на диоде увеличить в два раза? Скорость электронов при вылете из катода пренебрежимо мала.