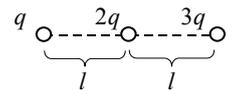


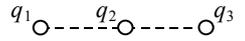
## Закон Кулона

1.1. Во сколько раз надо увеличить расстояние между двумя точечными зарядами, чтобы при увеличении одного из зарядов в  $n = 4$  раза сила взаимодействия между зарядами осталась прежней?

1.2. Определите величину силы  $F$ , которая действует на неподвижный точечный заряд  $2q$  со стороны зарядов  $q$  и  $3q$  (см. рис.).  $q = 1$  нКл,  $l = 1$  м.



1.3. Точечные заряды  $q_1 = 4$  нКл,  $q_2 = -2$  нКл и  $q_3$  расположены на одной прямой. Расстояния между соседними зарядами одинаковы. Во сколько раз изменится величина силы, действующей на заряд  $q_3$ , если заряд  $q_1$  заменить на заряд  $(-q_1)$ ?



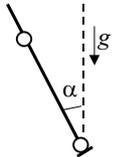
1.4. Два маленьких заряженных шарика находятся на некотором расстоянии друг от друга. При уменьшении расстояния между шариками на величину  $\Delta l$  сила взаимодействия увеличилась в  $n = 2,25$  раза. Во сколько  $m$  раз уменьшится сила взаимодействия между шариками, если расстояние между ними не уменьшить, а увеличить на  $\Delta l$ ?

1.5. Шарик малого радиуса массой  $m = 100$  мг подвешен на непроводящей нити и имеет заряд  $q_1 = 10$  нКл. После того, как под шариком на расстоянии  $l = 10$  см поместили точечный заряд  $q_2$ , сила натяжения увеличилась в  $n = 3$  раза. Определите  $q_2$ .

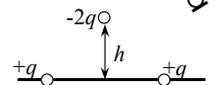
1.6. Одинаковые металлические шарики, находящиеся на некотором расстоянии, заряжены зарядами  $q_1 = 50$  нКл и  $q_2 = 10$  нКл. Шарики привели в соприкосновение и развели на прежнее расстояние. Во сколько  $n$  раз увеличилась в результате сила взаимодействия шариков?

1.7. Два одинаковых металлических шарика малых размеров, имеющих заряды  $q_1 = 80$  нКл и  $q_2 = 20$  нКл, приведены в соприкосновение и затем раздвинуты на расстояние  $l = 0,5$  м. Определите силу взаимодействия  $F$  между ними.

1.8. Тонкая непроводящая спица наклонена под углом  $\alpha$  к вертикали. Определите расстояние  $l$  между бусинками в положении равновесия, если нижняя бусинка закреплена на спице, а верхняя может скользить без трения. Заряд каждой бусинки  $q$ , масса  $m$ , постоянная в законе Кулона  $k$ , ускорение свободного падения  $g$ .

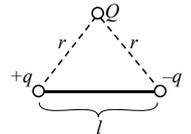


1.9. \* На гладкий непроводящий стержень надеты две положительно заряженные бусинки. Заряд каждой из них  $q$ . Бусинки находятся в равновесии из-за наличия отрицательного заряда  $(-2q)$ , закрепленного на расстоянии  $h$  от стержня. Найдите расстояние  $l$  между бусинками. Силу тяжести не учитывать.



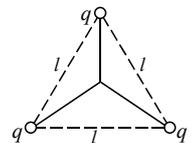
1.10. Точечные заряды  $q = 1$  нКл,  $2q$  и  $3q$  помещены в вершинах равностороннего треугольника со стороной  $a = 10$  см. Определите величину  $F$  результирующей силы, действующей на заряд  $3q$  со стороны двух других зарядов.

1.11. Три точечных заряда  $q = 1$  нКл,  $q$  и  $(-q)$  расположены в вершинах равностороннего треугольника. Величина силы, действующей на каждый положительный заряд со стороны двух остальных,  $F = 10$  мкН. Определите длину  $a$  стороны треугольника.

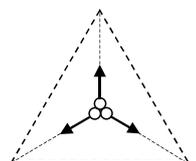


1.12. Найдите модуль силы, действующей со стороны точечного заряда  $Q$  на диполь, представляющий собой систему из двух точечных зарядов  $q$  и  $-q$ , закрепленных на расстоянии  $l$  друг от друга. Заряд  $Q$  расположен на одинаковом расстоянии  $r$  от зарядов  $q$  и  $-q$ . Постоянная в законе Кулона равна  $k$ .

1.13. Три непроводящие нити одинаковой длины с одинаковыми точечными зарядами  $q = 1$  мкКл на концах соединили свободными концами и поместили на гладкий непроводящий горизонтальный стол. Расстояние между соседними зарядами оказалось равным  $l = 10$  см. Определите величину  $T$  силы натяжения каждой нити.



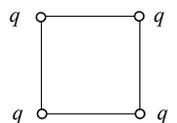
1.14. Три одинаковых металлических шарика с зарядами  $q_1 = 3 \cdot 10^{-7}$  Кл,  $q_2 = 5 \cdot 10^{-7}$  Кл,  $q_3 = -7 \cdot 10^{-7}$  Кл привели в соприкосновение (см. рис.), а затем разместили в вершинах равностороннего треугольника со стороной  $a = 10$  см. Определите величину  $F$  кулоновской силы, действующей на каждый заряд.



1.15. Три одинаковых точечных заряда  $q$  расположены в вершинах правильного треугольника. Определите, какой заряд  $Q$  нужно поместить в центр треугольника, чтобы сила, действующая на каждый заряд  $q$ , не изменив направления, уменьшилась в  $n$  раз.

1.16. В двух противоположных вершинах квадрата находятся одинаковые заряды  $q$ . Во сколько раз увеличится сила, действующая на один из этих зарядов, если в две другие вершины квадрата поместить заряды  $q$  и  $(-q)$ ?

1.17. Четыре одинаковых точечных заряда, связанных между собой нитями, расположены на гладкой горизонтальной поверхности в вершинах квадрата. Сила натяжения каждой нити  $T = 38$  мН. Определите силу взаимодействия  $F$  между зарядами, расположенными на одной стороне квадрата.

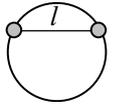


1.18. \*\* Точечные заряды  $q_1 = 1$  нКл и  $q_2 = 4$  нКл расположены в точках  $A$  и  $B$ , расстояние между

которыми  $a = 30$  см. Точечный заряд  $Q = -2$  нКл находится в середине отрезка  $AB$ . а) Определите величину силы  $F_1$ , которая действует на заряд  $q_1$  со стороны зарядов  $q_2$  и  $Q$ . б) При каком  $Q$  (отличном от нуля) электрические силы, действующие на заряды  $q_1$  и  $q_2$  в данной системе, будут равны по величине?

1.19. \* Два одинаковых точечных заряда  $q$  находятся на расстоянии  $l = 12$  см друг от друга. Сила, действующая на первый заряд, не изменится по величине, но изменит направление на  $90^\circ$ , если где-то на расстоянии  $s$  от первого заряда поместить еще один такой же точечный заряд  $q$ . Определите  $s$ .

1.20. \* Две положительно заряженные бусинки связаны шелковой нитью длины  $l$  и надеты на непроводящее горизонтально расположенное кольцо радиусом  $R$ . С каким ускорением  $a$  начнут двигаться бусинки после пережигания нити? Заряд каждой бусинки  $q$ , масса  $m$ . Трением пренебречь.



### Вектор напряженности

1.21.

1.22. Неподвижный точечный заряд  $q$  создает в точке  $A$  электрическое поле, модуль вектора напряженности которого равен  $E$ . На какое расстояние  $s$  нужно переместить этот точечный заряд, чтобы в точке  $A$  вектор напряженности сменил направление на противоположное и уменьшился по величине в  $n$  раз? Постоянная в законе Кулона равна  $k$ .

1.23. Неподвижный точечный заряд  $q$  создает в точке  $A$  электрическое поле, модуль вектора напряженности которого равен  $E$ . На какое расстояние  $s$  нужно переместить этот точечный заряд, чтобы в точке  $A$  вектор напряженности повернулся на  $90^\circ$  и уменьшился по величине в  $n$  раз? Постоянная в законе Кулона равна  $k$ .

1.24. Между двумя точечными неподвижными зарядами  $q_1 = 4$  нКл и  $q_2 = -5$  нКл расстояние  $l = 0,6$  м. Найдите напряженность поля в средней точке между зарядами.

1.25. Между неподвижными точечными зарядами  $q$  и  $9q$  расстояние равно  $l = 8$  см. На каком расстоянии  $r$  от первого заряда находится точка, в которой напряженность электрического поля равна нулю?

1.26. Точечные заряды  $q_1 = 1$  мкКл и  $q_2 = -4$  мкКл расположены на расстоянии  $r = 12$  м друг от друга. На каком расстоянии  $x$  от второго заряда напряженность электрического поля равна нулю?

1.27. В середине отрезка длиной  $l = 10$  см, соединяющего одноименные точечные заряды, напряженность электрического поля  $E = 900$  В/м. Найдите модуль  $|\Delta q|$  разности величин зарядов.

1.28. Расстояние между двумя одноименными точечными зарядами  $r = 8$  см. На расстоянии  $a = 6$  см от первого заряда на прямой, соединяющей заряды, напряженность поля равна нулю. Найдите отношение  $q_1/q_2$  величины первого заряда к величине второго.

1.29. Точечные положительные заряды  $q_1 = 3$  нКл и  $q_2$  расположены в точках  $A$  и  $B$ . При каких значениях заряда  $q_2$  модуль вектора напряженности электрического поля, созданного этими зарядами в середине отрезка  $AB$ , равен  $E = 144$  В/м? Длина отрезка  $AB$  равна  $l = 0,5$  м.

1.30. Неподвижные точечные заряды  $q$  и  $-q$  создают в точке  $A$ , расположенной точно посередине между ними, электрическое поле напряженностью  $\vec{E}$ . Определите величину  $F$  силы взаимодействия между этими зарядами после того, как один из них переместят в точку  $A$ , а второй оставят на прежнем месте.

1.31. Точечные заряды  $q$  и  $-q$  расположены в вершинах острых углов прямоугольного равнобедренного треугольника. Модуль вектора напряженности электрического поля этих зарядов в вершине прямого угла  $C$  равен  $E$ . Определите величину  $F$  силы взаимодействия между этими зарядами после того, как один из них переместят в вершину  $C$ , а другой оставят на прежнем месте.

1.32. В двух вершинах правильного треугольника находятся одинаковые по модулю и противоположные по знаку точечные заряды. Величина напряженности электрического поля в середине стороны, соединяющей заряды,  $E_1 = 800$  В/м. Определите величину  $E_2$  напряженности электрического поля в третьей вершине треугольника, свободной от зарядов.

1.33. В вершинах правильного треугольника расположены одинаковые точечные заряды  $q = 9$  нКл. Какой заряд  $Q$  надо поместить в центр треугольника, чтобы напряженность электрического поля в серединах сторон треугольника была равна нулю?

1.34. В двух вершинах правильного треугольника расположены равные по величине и противоположные по знаку точечные заряды. Найдите отношение  $n$  величин напряженности электрического поля в центре треугольника и в его вершине, свободной от заряда.

1.35. В вершинах прямоугольного треугольника с гипотенузой  $a = 20$  см расположены одинаковые точечные заряды величиной  $q = 1$  нКл каждый. Определите величину  $E$  напряженности электрического поля, создаваемого этими зарядами в середине гипотенузы.

1.36. Заряд  $q_1 = 10$  нКл создает в некоторой точке  $A$  электрическое поле напряженностью  $E_1 = 100$  В/м, а заряд  $q_2 = 20$  нКл создает в той же точке поле напряженностью  $E_2 = 50$  В/м, причем векторы  $\vec{E}_1$  и  $\vec{E}_2$  взаимно

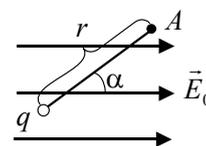
перпендикулярны. Определите силу  $F$  электрического взаимодействия между зарядами  $q_1$  и  $q_2$ , считая их точечными и неподвижными.

1.37. Точечный заряд  $q_1$ , расположенный в вершине  $A$  квадрата  $ABCD$ , создает в вершине  $D$  электрическое поле, модуль вектора напряженности которого  $E_1 = 4000$  В/м, а точечный заряд  $q_2$ , расположенный в вершине  $B$ , создает в той же точке  $D$  поле  $E_2 = 1000$  В/м. Определите отношение зарядов  $q_1/q_2$ .

1.38. В пяти вершинах правильного шестиугольника со стороной  $a = 10$  см находятся одинаковые точечные заряды  $q = 1$  нКл, а в шестой вершине расположен точечный заряд  $(-q)$ . Определите величину  $E$  напряженности электрического поля этих зарядов в центре шестиугольника.

1.39. В однородном электрическом поле напряженностью  $E_1 = 40$  кВ/м закреплен точечный заряд  $q = 27$  нКл. Найдите величину  $E$  напряженности результирующего поля на расстоянии  $r = 9$  см от заряда  $q$  в точках, лежащих на прямой, проходящей через заряд и перпендикулярной силовым линиям однородного поля.

1.40. \* В однородном электрическом поле напряженностью  $E_0 = 9$  кВ/м закреплен точечный заряд  $q = -10$  нКл. В точке  $A$ , положение которой определяется расстоянием  $r = 10$  см и углом  $\alpha$  (см. рис.), модуль вектора напряженности результирующего электрического поля  $E = E_0$ . Определите угол  $\alpha$ .



1.41. Точечные заряды  $q = 1$  нКл и  $-q$  находятся в однородном электрическом поле напряженностью  $E_0 = 450$  В/м. В точках, удаленных от каждого из этих зарядов на расстояние  $r = 10$  см, напряженность результирующего электрического поля равна нулю. Определите расстояние  $l$  между зарядами.

1.42. \* При внесении шарика с зарядом  $Q = 5 \cdot 10^{-7}$  Кл и массой  $m = 0,4$  г, подвешенного на изолирующей нити, в однородное электрическое поле, силовые линии которого горизонтальны, нить образовала с вертикалью угол  $\alpha = 45^\circ$ . Найдите напряженность  $E$  электрического поля.

1.43. С каким ускорением  $a$  движется свободный электрон в однородном электрическом поле напряженностью  $E = 100$  В/м?

1.44. \* Два электрона движутся в однородном электрическом поле напряженностью  $E = 16$  кВ/м. В некоторый момент времени ускорение одного из электронов равно нулю. а) Чему равно в этот момент ускорение  $a$  другого электрона? б) На каком расстоянии  $d$  друг от друга находятся электроны? Учтите только электрическое взаимодействие электронов друг с другом и с полем  $E$ .

1.45. \* Точечные заряды  $q$  и  $-q$  движутся в однородном электрическом поле напряженностью  $E$ . В некоторый момент времени ускорение заряда  $q$  равно нулю. Чему равно в этот момент ускорение другого заряда? На каком расстоянии  $l$  друг от друга находятся заряды? Учтите только электрическое взаимодействие зарядов друг с другом и с полем  $E$ . Постоянная в законе Кулона  $k$ .

1.46. \* Пылинка массой  $m = 1$  мг с зарядом  $Q = 0,14$  нКл движется под действием сил поля тяжести Земли и однородного электрического поля с ускорением  $a = 10$  м/с<sup>2</sup>, направленным горизонтально. Определите величину  $E$  напряженности электрического поля.

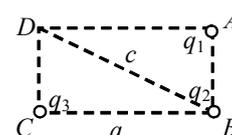
1.47. \* Точечный заряд  $q_1$  расположен в вершине угла  $\alpha = 30^\circ$  прямоугольного треугольника. Какой заряд  $q_2$  нужно расположить в вершине другого острого угла, чтобы вектор напряженности электрического поля этих зарядов в вершине прямого угла был направлен перпендикулярно гипотенузе?

1.48. В двух вершинах правильного треугольника со стороной  $a$  находятся разноименные точечные заряды одинаковой величины  $q_1$ , а в третьей вершине заряд  $q_2$ . Определите напряженность электрического поля  $E$  в центре треугольника. Коэффициент пропорциональности в законе Кулона  $k$ .

1.49. В вершинах равностороннего треугольника находятся точечные заряды  $q = 4$  нКл,  $q$ ,  $-q$ . Напряженность электрического поля в середине стороны, соединяющей положительные заряды, равна  $E = 300$  В/м. Определите величину силы  $F$ , действующей на каждый положительный заряд.

1.50. \* Точечные заряды  $4q$ ,  $(-q)$  и  $4q$  расположены на одной прямой. Расстояние между зарядом  $(-q)$  и каждым из зарядов  $4q$  равно  $a$ . Найдите расстояние  $l$  от заряда  $(-q)$  до точек, в которых напряженность электрического поля равна нулю.

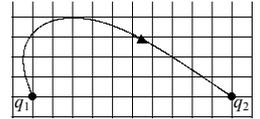
1.51. \* Точечные заряды  $q_1$ ,  $q_2$  и  $q_3$  расположены в вершинах  $A$ ,  $B$ ,  $C$  прямоугольника  $ABCD$ . Эти заряды таковы, что напряженность электрического поля в вершине  $D$  равна нулю. Найдите отношение зарядов  $q_1/q_2$ , если длина диагонали прямоугольника равна  $c$ , а длина стороны  $BC$  равна  $a$ .



1.52. \* Точечный положительный заряд  $q_1$  расположен в вершине  $A$  равнобедренного треугольника  $ABC$  ( $AC = BC = a$ ,  $\angle ACB = \alpha = 30^\circ$ ). а) Определите модуль  $E_1$  вектора напряженности электрического поля, созданного зарядом  $q_1$  в вершине  $C$ . б) Какой точечный заряд  $q_2$  нужно поместить в вершину  $B$ , чтобы модуль вектора напряженности суммарного электрического поля зарядов  $q_1$  и  $q_2$  в вершине  $C$  был минимальным? Постоянная в законе Кулона равна  $k$ .

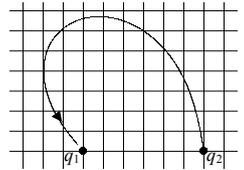
1.53. \* Точечный положительный заряд  $q_1$  расположен в вершине  $A$  равнобедренного треугольника  $ABC$  ( $AC = BC = a$ ,  $\angle CAB = \alpha = 30^\circ$ ). а) Определите модуль  $E_1$  вектора напряженности электрического поля, созданного

зарядом  $q_1$  в вершине  $B$ . б) Какой точечный заряд  $q_2$  нужно поместить в вершину  $C$ , чтобы модуль вектора напряженности суммарного электрического поля зарядов  $q_1$  и  $q_2$  в вершине  $B$  был минимальным? Постоянная в законе Кулона равна  $k$ .



1.54. \* На рисунке изображена одна из линий напряженности электрического поля двух неподвижных точечных зарядов  $q_1$  и  $q_2$ . Известно, что  $q_1 = 1$  нКл. Определите  $q_2$ .

1.55. \* На рисунке изображена одна из линий напряженности электрического поля двух неподвижных точечных зарядов  $q_1$  и  $q_2$ . Известно, что  $q_1 = -1$  нКл. Определите  $q_2$ .



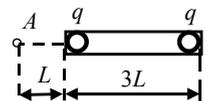
1.56. Металлическому шару радиусом  $R = 3$  см сообщили заряд  $q = 16$  нКл. Найдите величины  $E_1$  и  $E_2$  напряженности электрического поля в точках, удаленных от центра шара на расстояния  $r_1 = 2$  см и  $r_2 = 4$  см соответственно.

1.57. Точечный заряд находится в центре диэлектрического шара радиуса  $R = 10$  см с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon = 3$ . Определите отношение  $E_1/E_2$  величин напряженности электрического поля на расстояниях  $r_1 = 5$  см и  $r_2 = 15$  см от центра шара.

1.58. \* На дне длинной стеклянной пробирки, закрепленной вертикально, находится положительно заряженный диэлектрический шарик массой  $m = 0,1$  г чуть меньшего, чем пробирка диаметра. В точке  $A$ , расположенной под пробиркой, он создает электрическое поле напряженностью  $E = 10^5$  В/м. Найдите силу Кулона, которая будет действовать на точечный положительный заряд  $q$ , если его поместить в точку  $A$  и дождаться установления равновесия. Рассмотреть случаи: а)  $q = 0,5 \cdot 10^{-8}$  Кл; б)  $q = 2 \cdot 10^{-8}$  Кл. Влиянием стеклянной пробирки на электрическое поле пренебречь.



1.59. \* В горизонтальной неподвижной стеклянной трубочке длиной  $3L$ , закрытой с обоих концов, находятся два маленьких шарика зарядом  $q$  каждый. Найдите: а) напряженность электрического поля  $E$ , которое создают шарики в точке  $A$ , расположенной на оси трубочки на расстоянии  $L$  от одного из ее концов; б) силу Кулона  $F$ , которая будет действовать на точечный заряд  $q$ , если его поместить в точку  $A$  и дождаться установления равновесия. Влиянием стеклянной трубочки на электрическое поле пренебречь. Коэффициент пропорциональности в законе Кулона  $k$ .



1.1. $\sqrt{n} = 2$ раза	1.31. $F = qE/\sqrt{2}$
1.2. $F = 4kq^2/l^2 = 36 \cdot 10^{-9}$ Н	1.32. $E_2 = E_1/8 = 100$ В/м
1.3. Увеличится в $n = \frac{4q_2 - q_1}{4q_2 + q_1} = 3$ раза	1.33. $Q = -q/9 = -1$ нКл
1.4. $m = (2\sqrt{n} - 1)^2/n = 16/9 \approx 1,8$	1.34. $n = 3\sqrt{3} \approx 5,2$
1.5. $q_2 = -(n-1)mgl^2/kq_1 \approx -220$ нКл	1.35. $E = 4kq/a^2 = 900$ В/м
1.6. $n = (q_1 + q_2)^2/4q_1q_2 = 1,8$	1.36. $F = \frac{q_1q_2E_1E_2}{q_1E_2 + q_2E_1} = 0,4$ мкН
1.7. $F = \frac{k(q_1 + q_2)^2}{4l^2} = 90$ мкН	1.37. $\frac{q_1}{q_2} = \pm \frac{E_1}{2E_2} = \pm 2$
1.8. $l = \sqrt{kq^2/mg \cos \alpha}$	1.38. $E = 2 \frac{kq}{a^2} = 1800$ В/м
1.9. $l = 2h/\sqrt{3}$	1.39. $E = \sqrt{E_1^2 + (kq/r^2)^2} = 50$ кВ/м
1.10. $F = \sqrt{63}kq^2/a^2 \approx 7,1$ мкН	1.40. $\cos \alpha = -kq/2E_0r^2 = 0,5, \alpha = 60^\circ$
1.11. $a = q\sqrt{k/F} = 3$ см	1.41. $l = \frac{E_0r^3}{kq} = 5$ см
1.12. $F = k qQ /r^3$	1.42. $E = mg \cdot \operatorname{tg} \alpha / Q = 8$ кВ/м
1.13. $T = \sqrt{3}kq^2/l^2 \approx 1,56$ Н	1.43. $a = eE/m = 1,76 \cdot 10^{13}$ м/с <sup>2</sup>
1.14. $F = \sqrt{3}k(q_1 + q_2 + q_3)^2/9a^2 \approx 1,7$ мН	1.44. а) $a = 2(e/m)E = 5,6 \cdot 10^{15}$ м/с <sup>2</sup> , б) $d = \sqrt{ke/E} = 0,3$ мкм
1.15. $Q = -\frac{q}{\sqrt{3}} \left( \frac{n-1}{n} \right)$	1.45. $a = 0, l = \sqrt{kq/E}$
1.16. В 3 раза	1.46. $E = \frac{m}{Q} \sqrt{g^2 + a^2} \approx 10^5$ В/м
1.17. $F = \frac{T}{1 + 2^{-3/2}} \approx 28$ мН	1.47. $q_2 = q_1 \operatorname{tg} \alpha = q_1/\sqrt{3}$
1.18. а) $F_1 = \frac{kq_1}{a^2}  q_2 + 4Q  = 4 \cdot 10^{-7}$ Н, б)	1.48. $E = (3k/a^2) \sqrt{3q_1^2 + q_2^2}$
$Q = -\frac{q_1q_2}{2(q_1 + q_2)} = -0,4$ нКл	1.49. $F = (3/4)qE = 9 \cdot 10^{-7}$ Н

1.19.	$s = l/\sqrt[4]{2} \approx 10 \text{ см.}$	1.50.	$l = a/\sqrt{3}$
1.20.	$a = \frac{kq^2}{ml^2} \sqrt{1 - \left(\frac{l}{2R}\right)^2}$	1.51.	$q_1/q_2 = -(a/c)^3$
1.21.	Ошибочное утверждение: 5.	1.52.	а) $E_1 = kq_1/a^2$ , б) $q_2 = -q_1 \cos \alpha$
1.22.	$s = (1 + \sqrt{n}) \sqrt{k q /E}$	1.53.	а) $E_1 = \frac{kq_1}{(2a \cos \alpha)^2}$ , б) $q_2 = -\frac{q_1}{4 \cos \alpha}$
1.23.	$s = \sqrt{(n+1)k q /E}$	1.54.	$q_2 = -q_1(r_2/r_1)^3 = -8 \text{ нКл}$
1.24.	$E = 4k(q_1 +  q_2 )/l^2 = 900 \text{ В/м}$	1.55.	$q_2 = -q_1( \vec{r}_2 / \vec{r}_1 )^3$ $ r_{1x}/r_{2x}  = 2 \text{ нКл}$ , где $\vec{r}_1$ и $\vec{r}_2$ векторы, проведенные от зарядов $q_1$ и $q_2$ в точку, в которой касательная к линии поля перпендикулярна оси $x$ , проходящей через заряды.
1.25.	$r = l/4 = 2 \text{ см}$	1.56.	$E_1 = 0$ ; $E_2 = kq/r_2^2 = 90 \text{ кВ/м}$
1.26.	$x = \frac{r\sqrt{ q_2 }}{\sqrt{ q_2 } - \sqrt{ q_1 }} = 24 \text{ м}$	1.57.	$\frac{E_1}{E_2} = \frac{1}{\varepsilon} \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2 = 3$
1.27.	$ \Delta q  = El^2/4k = 0,25 \text{ нКл}$	1.58.	а) $F = qE = 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ Н}$ , б) $F = mg = 10^{-3} \text{ Н}$
1.28.	$\frac{q_1}{q_2} = \left(\frac{a}{r-a}\right)^2 = 9$	1.59.	а) $E = 17kq/16L^2$ , б) $F = 5kq^2/16L^2$
1.29.	$q_2 = q_1 \pm (El^2/4k) = (3 \pm 1) \text{ нКл}$		
1.30.	$F = q \vec{E} /2$		

### Часть 2.

1.60.	$A = qEl \cos \alpha = 3 \text{ мкДж}$	1.93.	а) $n = q_2/q_1 = (C_1 + C_2)/C_2 = 3/2$ , б) $q = UC_1 = 4,5 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$
1.61.	$E = \Delta\varphi/(d \cos \alpha) = 600 \text{ В/м}$	1.94.	$Q_1 = 7CU/9$ , $Q_2 = 4CU/9$ . $u_1 = 7U/9$ .
1.62.	$\varphi_A - \varphi_B = E(Y_B - Y_A) = 390 \text{ В}$	1.95.	$F = \sigma_1 \sigma_2 S/2\varepsilon_0 \approx 2,0 \cdot 10^{-2} \text{ Н}$
1.63.	$E = 2(\varphi_A - \varphi_C)/a\sqrt{3} \approx 1,15 \text{ кВ/м}$	1.96.	Ошибочные утверждения – 3 и 4.
1.64.	$\varphi_1 - \varphi_2 = \frac{m}{2q}(V_2^2 - V_1^2) \approx 417 \text{ В}$	1.97.	$U = \sqrt{2Q/C} = 1600 \text{ В}$
1.65.	$\Delta W = e(\varphi_2 - \varphi_1) = -1,6 \cdot 10^{-18} \text{ Дж}$	1.98.	$W = q\xi^2/2U = 7,2 \text{ мкДж}$
1.66.	$E = \sqrt{2}(\varphi_B - \varphi_C)/l \approx 1 \text{ кВ/м}$	1.99.	$C = q\sqrt{n}/U = 1 \text{ нФ}$
1.67.	а) $E = (\varphi_A - \varphi_B)/l = 400 \text{ В/м}$ , б) $\varphi_A - \varphi_C = (\varphi_A - \varphi_B)/2 = 6 \text{ В}$	1.100.	$W = CU^2/2n^2 = 0,2 \text{ мДж}$
1.68.	$A = kQ_1Q_2 \left( \frac{1}{\sqrt{R^2 + l^2}} - \frac{1}{R} \right) = -2,25 \cdot 10^{-7} \text{ Дж}$	1.101.	$W = \varepsilon\varepsilon_0 E^2 V/2$
1.69.	$U = mv^2/2e = 45,5 \text{ В}$	1.102.	$F = \frac{q}{d} \sqrt{\frac{2W}{C}} = 10^{-5} \text{ Н}$
1.70.	а) $V_1 = \sqrt{2qER/m}$ , б) $V_2 = V_1$	1.103.	$W_1/W_2 = n = 3$
1.71.	$n = \sqrt{1 + qU/W}$ , $\sin \alpha_{\text{пр}} = \sqrt{1 - qU/W}$	1.104.	$W_2/W_1 = n/\varepsilon = 1$
1.72.	Ошибочное утверждение: 2 (приведенная формула справедлива только для плоского конденсатора).	1.105.	$W_1/W_2 = C_2/C_1 = 2$
1.73.	$E = q/Cd = 2 \text{ кВ/м}$	1.106.	$W_1 = \frac{C_2W}{C_1 + C_2} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ Дж}$ , $W_2 = \frac{C_1W}{C_1 + C_2} = 10^{-4} \text{ Дж}$
1.74.	$F = qU/d = 2,5 \text{ мН}$	1.107.	$W_1 = \frac{C_1W}{C_1 + C_2} = 10^{-4} \text{ Дж}$ , $W_2 = \frac{C_2W}{C_1 + C_2} = 3 \cdot 10^{-4} \text{ Дж}$
1.75.	$C = Qq/\Delta W = 5 \text{ нФ}$	1.108.	$n = 9$
1.76.	$C_0 = 4C/3 = 4 \text{ мкФ}$	1.109.	$W = (\sqrt{W_1} + \sqrt{W_2})^2/2 = 0,45 \text{ мДж}$
1.77.	$n = (\varepsilon + 1)/2 = 2$	1.110.	$ U_1 - U_2  = 2\sqrt{Q/C} = 40 \text{ В}$
1.78.	$n = k/(2 - k) = 3$	1.111.	$C_1/C_2 = (\sqrt{n} - 1)/2 = 1$
1.79.	$\varepsilon = 2n - 1 = 3$	1.112.	$q_1 = q_2 = \sqrt{\frac{2C_1C_2Q}{C_1 + C_2}} = 60 \text{ мкКл}$
1.80.	$\varepsilon = k/(2 - k) = 3$	1.113.	$n = \varepsilon = 2$
1.81.	$n = k/(2 - k) = 3$	1.114.	$n = 1/k^2 = 0,25$
1.82.	$n = (\varepsilon + 1)/2 = 3$	1.115.	$n = 16$
1.83.	$q_2 = \frac{C_1C_2U}{C_1 + C_2} \approx 0,3 \text{ нКл}$	1.116.	Увеличится в $n = 1,5$ раза

1.84.	$q = \frac{C_1 C_2 U}{C_1 + C_2} = 40 \text{ мкКл}$	1.117.	$Q = \frac{C_1 C_2 (U_1 - U_2)^2}{2(C_1 + C_2)} = 3 \cdot 10^{-2} \text{ Дж}$
1.85.	$U_2 = \frac{2U_1}{\varepsilon + 1} = 20 \text{ В}$	1.118.	$\frac{Q}{W} = \frac{2\delta}{100\%} \left( 1 - \frac{\delta}{100\%} \right) = \frac{3}{8} = 0,375$
1.86.	$U_2 = U_1(d_1 - d_2) / d_1 = 40 \text{ В}$	1.119.	а) $W = \varepsilon_0 S U^2 / 2l$ , б) $k > \varepsilon_0 S U^2 / l^3$
1.87.	$q_1 = q_2 = q_3 = C(U_1 + U_2 + U_3) / 3 = 2 \cdot 10^{-4} \text{ Кл}$	1.120.	$A = \frac{n-1}{n+1} C U^2 = 0,05 \text{ Дж}$
1.88.	$\varphi_0 = \frac{C_1 \varphi_1 + C_2 \varphi_2 + C_3 \varphi_3}{C_1 + C_2 + C_3} = 0 \text{ В}$	1.121.	$A = C U^2 (\varepsilon^2 - 1) / 8 \approx 38 \text{ мкДж}$
1.89.	$Q_2 = Q_3 = 2C(U/2) = Q_1 = 100 \text{ мкКл}$ $q = UC = 100 \text{ мкКл.}$	б) 1.122.	$A = C \varepsilon^2 (n-1) = 4 \cdot 10^{-5} \text{ Дж}$
1.90.	а) $Q_1 = Q_2 = \frac{C_1 C_2 U}{C_1 + C_2} = 1,5 \cdot 10^{-4} \text{ Кл,}$ $q = C_1 U = 2 \cdot 10^{-4} \text{ Кл}$	б) 1.123.	$A = C \varepsilon^2 (1 - \varepsilon) / 2 \approx -1,9 \cdot 10^{-5} \text{ Дж}$
1.91.	а) $Q_1 = Q_2 = \frac{C_1 C_2 \varepsilon}{C_1 + C_2} = 3 \cdot 10^{-4} \text{ Кл,}$ $q = C_2 \varepsilon = 12 \cdot 10^{-4} \text{ Кл.}$	1.124.	$A = \varepsilon_0 S \varepsilon^2 / d \approx 1,1 \cdot 10^{-7} \text{ Дж}$
1.92.	а) $q = \frac{C \cdot 2C}{C + 2C} U = \frac{2}{3} C U .$ $U_1 = 10U/9, U_2 = -U/9$	б) 1.125.	а) $q = C \varepsilon / 3 = 4 \text{ мкКл,}$ б) $A = C \varepsilon^2 / 6 = 24 \text{ мкДж}$
		1.126.	$Q = C(\varepsilon - U)^2 / 2 = 2 \cdot 10^{-2} \text{ Дж}$
		1.127.	$A = C \varepsilon (\varepsilon + U) = 3,2 \cdot 10^{-3} \text{ Дж,}$ $Q = \frac{C(\varepsilon + U)^2}{2} = 3,2 \cdot 10^{-3} \text{ Дж}$
		1.128.	$C_1 / C_2 = k = 5$
		1.129.	$C = Q / 2 \varepsilon^2 = 2 \text{ мкФ}$
		1.130.	$A = C U^2 (\varepsilon - 1) / 2 = 19,2 \text{ мкДж}$
		1.131.	$Q = C U^2 (\varepsilon - 1)^2 / 2$
		1.132.	$Q = C U_0^2 / 3 = 3 \text{ Дж,}$ $\Delta t = RC \Delta U / U_0 = 0,67 \text{ мс}$
		1.133.	$A = -C U^2 l / 2d$
		1.134.	$A = C U^2 / 3$ $A = C(E_0 d)^2$