

Потенциал электрического поля

ЗАДАЧА 1. Что такое потенциал точки в электростатическом поле? Что такое потенциал проводника? Объясните, почему при соединении двух заряженных проводников перетекание заряда продолжается до тех пор, пока не станут равны потенциалы проводников.

ЗАДАЧА 2. (*Всеросс., 2017, ШЭ, 11*) В точку A поместили первый точечный заряд, и он создал в точке B потенциал 2 В. Затем первый заряд убрали, и в точку B поместили второй точечный заряд. Он создал в точке A потенциал 9 В. Далее первый заряд вернули обратно в точку A . С какой силой взаимодействуют эти заряды?

$$\boxed{H_{6-01} \cdot z = J}$$

ЗАДАЧА 3. В вершинах правильного треугольника расположены точечные заряды q , $2q$ и $3q$. Найдите потенциал электростатического поля этих зарядов в центре треугольника. Сторона треугольника равна a .

$$\boxed{\frac{v}{\varepsilon^{\wedge} b^{\wedge} q} = \phi}$$

ЗАДАЧА 4. (*«Росатом», 2013, 11*) Три одинаковых точечных заряда расположены в вершинах равностороннего треугольника со стороной a . Напряжённость электрического поля в точке, находящейся посередине между двумя зарядами, равна E . Найти потенциал электрического поля в этой точке.

$$\boxed{v \mathcal{E} \frac{\tau}{\varepsilon^{\wedge} + q} = \phi}$$

ЗАДАЧА 5. По тонкому кольцу радиуса R распределён (произвольным образом) заряд q . Найдите потенциал поля этого заряда в центре кольца.

$$\boxed{\frac{y}{b^{\wedge} q} = \phi}$$

ЗАДАЧА 6. (*Всеросс., 2019, МЭ, 11*) По закреплённому в вакууме тонкому проволочному кольцу радиусом R равномерно распределён отрицательный заряд Q . Электрон с массой m и зарядом e приближается к кольцу по прямой, перпендикулярной плоскости кольца и проходящей через его центр. Какому условию должна удовлетворять скорость электрона в точке, находящейся на расстоянии $d = \sqrt{3}R$ от центра кольца, чтобы электрон смог пролететь сквозь него? Силой тяжести можно пренебречь.

$$\boxed{\frac{y^m}{\partial^{\wedge} |z|} \wedge \leq a}$$

ЗАДАЧА 7. Два изолированных проводящих шара радиусами R и r расположены далеко друг от друга и имеют заряды Q и q соответственно. Найдите заряды шаров после соединения их проводом.

$$\boxed{\frac{r+y}{r(b+\partial)} = j^{\wedge} \cdot \frac{r+y}{R(b+\partial)} = j^{\wedge} \partial}$$

ЗАДАЧА 8. (МФТИ, 2005) Две одинаковые металлические сферы расположены на большом удалении друг от друга (расстояние между ними много больше их диаметра). К сфере 1 подносят и приводят в соприкосновение проводящий заряженный шарик с зарядом Q . Затем шарик переносят к сфере 2 и приводят в соприкосновение с ней. После этого контакта на сфере 2 оказался заряд $0,16Q$. Какой заряд остался на шарике? Радиус шарика меньше радиуса сферы.

$$\frac{b-d}{b} = \frac{q}{Q}$$

ЗАДАЧА 9. Металлический шар заряжают от электрофорной машины при помощи пластинки, которую после каждого соприкосновения с шаром снова заряжают от машины до заряда Q . Определите максимальный заряд шара, если его заряд после первого соприкосновения равен q .

$$\frac{b-d}{b} = \frac{q}{Q}$$

ЗАДАЧА 10. (Всеросс., 1992, ОЭ, 11) Три небольших одинаковых металлических шарика расположили правильным треугольником. Вся система находится в вакууме. Шары поочередно по одному разу соединяют с удалённым проводником, потенциал которого поддерживается постоянным. В результате на первом шарике оказывается заряд, равный Q_1 , а на втором — заряд, равный Q_2 . Определите заряд третьего шарика.

$$\frac{1}{\epsilon} \frac{d}{b} = \epsilon \phi$$

ЗАДАЧА 11. («Покори Воробьёвы горы!», 2014, 10–11) Гирлянда из 2014 одинаковых металлических шариков подвешена на длинном непроводящем тросе. Расстояние между шариками много больше их диаметра, и они удалены от других тел, которые могут влиять на электростатические поля. На все шары нанесён одинаковый заряд $Q = -7$ мкКл. Ещё один металлический шарик (меньшего размера) закреплён на изолирующей ручке. Этим шариком поочередно касаются всех шаров гирлянды. Известно, что после касаний абсолютная величина заряда шарика, которого касались вторым, оказалась на $n = 2\%$ больше, чем шарика, которого касались первым. Чему после всех касаний будет равен заряд маленького шарика? Ответ приведите в нКл, округлив до целых, с учётом знака.

$$\frac{1}{\epsilon} \frac{d}{b} \approx \frac{u-1}{\epsilon u} \approx b$$

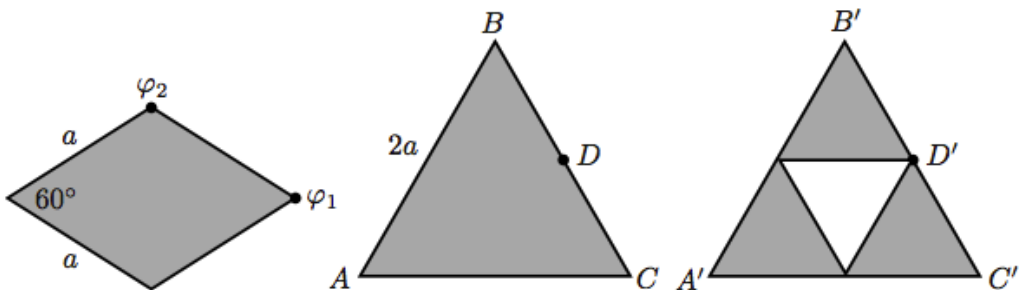
ЗАДАЧА 12. (МОШ, 2009, 10) Пять сторон правильного шестиугольника образованы одинаковыми диэлектрическими равномерно заряженными палочками. При этом в точке O , находящейся в центре шестиугольника, потенциал данной системы зарядов равен φ_0 , а напряжённость электрического поля равна \vec{E}_0 . Найдите, какими станут потенциал φ и напряжённость электрического поля \vec{E} в точке O , если убрать одну из заряженных палочек.

$$\text{См. конспект}$$

ЗАДАЧА 13. (МОШ, 2017, 11) Два кубика с длинами рёбер $3a$ и a и общим центром делят пространство на три области. Область внутри маленького кубика равномерно заряжена по объёму электрическим зарядом с плотностью $-\rho_1$ ($\rho_1 > 0$), пространство между поверхностями маленького и большого кубиков равномерно заряжено с объёмной плотностью заряда $+\rho_2$ ($\rho_2 > 0$), вне большого кубика электрических зарядов нет. Найдите отношение объёмных плотностей заряда ρ_1/ρ_2 , при котором потенциал в центре кубиков будет равен потенциалу бесконечно удалённой точки, то есть нулю.

$$8$$

ЗАДАЧА 14. (Всеросс., 2019, финал, 10) Тонкая плоская пластинка из диэлектрика в форме ромба со стороной a и острым углом 60° заряжена однородно с поверхностной плотностью заряда σ . Потенциал в вершине острого угла ромба равен φ_1 , в вершине тупого — φ_2 (рис. слева). Из такого же диэлектрика вырезают тонкую пластинку в форме равностороннего треугольника ABC со стороной $2a$ и заряжают ее с такой же поверхностной плотностью заряда (рис. в центре).



1. Определите потенциал в точке C треугольной пластинки.
2. Определите потенциал в точке D , лежащей на середине стороны треугольной пластинки.

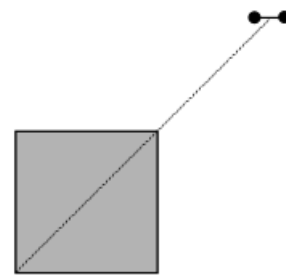
Теперь из треугольной пластинки ABC удаляют правильный треугольник со стороной a (рис. справа).

3. Определите потенциал в точке D' «дырявой» пластинки.
4. Определите потенциал в точке C' «дырявой» пластинки.

Примечание. Все пластины удалены друг от друга и других тел.

$$\varphi_1 - \varphi_2 = \frac{\sigma}{\epsilon_0} \left(\frac{a}{\sqrt{3}} + \frac{a}{\sqrt{3}} + \frac{a}{\sqrt{3}} \right) = \frac{\sigma}{\epsilon_0} \frac{3a}{\sqrt{3}} = \frac{\sigma}{\epsilon_0} \sqrt{3} a = \varphi_1 - \varphi_2$$

ЗАДАЧА 15. («Росатом», 2019, 11) Из диэлектрика вырезали тонкий квадрат со стороной a и равномерно зарядили его зарядом Q . На продолжении диагонали на расстоянии $\sqrt{2}a$ от одного из углов квадрата, разместили равноплечий рычаг длиной r (причем размер рычага много меньше размера квадрата). Рычаг может вращаться вокруг неподвижной оси, проходящей через его центр и перпендикулярной плоскости рисунка. На концах рычага укрепили два одинаковых точечных заряда q_0 (знак которых совпадает со знаком заряда квадрата). Рычаг удерживают так, что он параллелен одной из сторон квадрата (см. рисунок). Определите момент сил, действующих на рычаг со стороны квадрата, относительно оси рычага.



$$\left(\frac{q_0^2}{2} - \frac{q_0^2}{\epsilon} \right) \frac{1}{r^2} = M$$

Ответ к задаче 12

Потенциал $\varphi = \frac{4}{5}\varphi_0$ при удалении любой палочки. Напряжённость поля зависит от того, какую палочку удалили (см. рисунок).

- Если удалена палочка 3, то $E = 0$.
- Если удалена палочка 2 или 4, то $E = E_0$, а угол между \vec{E} и \vec{E}_0 равен 60° .
- Если удалена палочка 1 или 5, то $E = E_0\sqrt{3}$, а угол между \vec{E} и \vec{E}_0 равен 30° .

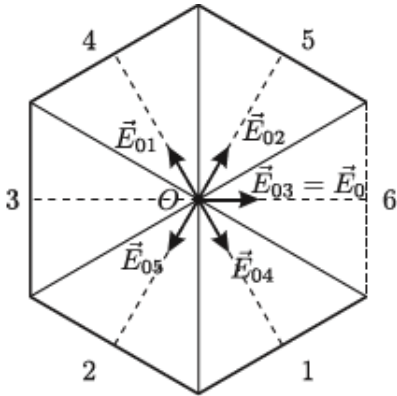


Рисунок 1

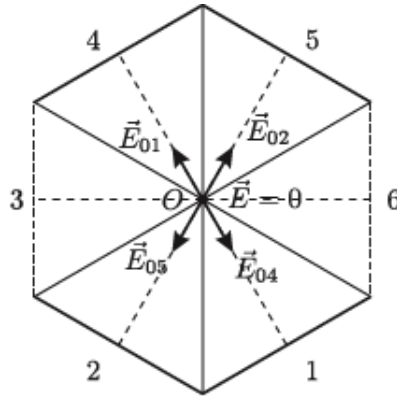


Рисунок 2а

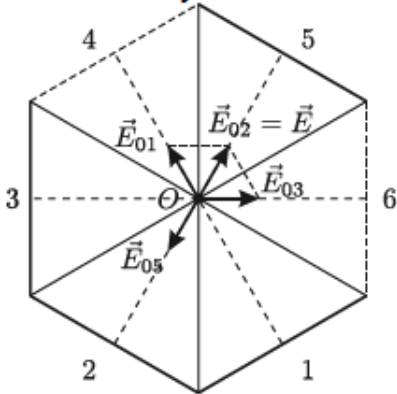


Рисунок 2б

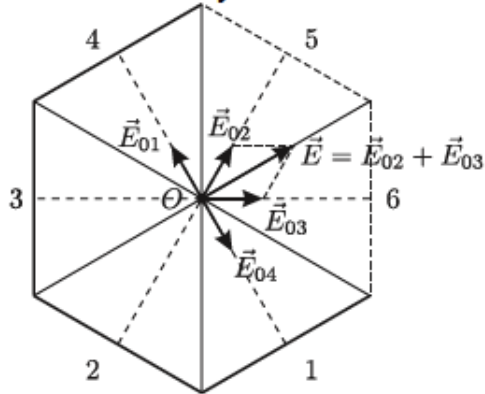


Рисунок 2в