

водника или диэлектрика и в первое же мгновение при соприкосновении тел приводят к их электризации, создавая этим контактный скачок потенциала.

Если можно было бы проводники, зарядившиеся вследствие контактной разности потенциалов, разъединить строго одновременно во всех точках поверхности соприкосновения, то, удаляя друг от друга эти противоположно заряженные проводники и, следовательно, затрачивая работу на преодоление их взаимного притяжения, мы многократно повысили бы потенциал каждого из них. Однако на деле такой способ обнаружения контактной разности потенциалов у проводников невозможен. Поверхности всегда имеют микроскопические шероховатости, поэтому в какой-либо точке поверхности контакт будет нарушен позже, чем в других точках. К этому моменту потенциал разъединяемых проводников уже несколько возрастет, и вследствие проводимости соприкасающихся веществ заряды стечут по «мостику» последнего контакта и нейтрализуются.

Из сказанного ясно, что электризация, возникающая при контакте диэлектриков, должна сохраняться при их разъединении, а установившаяся между ними при соприкосновении контактная разность потенциалов должна при разъединении диэлектриков многократно возрастать. Это подтверждается в явлениях «электризации тел при трении». Трение здесь играет, по-видимому, только ту роль, что обеспечивает последовательно тесное соприкосновение различных точек поверхностей тел. Электризация тел при трении возникает, вероятно, вследствие контактной разности потенциалов соприкасающихся диэлектриков. Вначале потенциал электризации незначителен — порядка нескольких вольт, но при разъединении тел потенциал возрастает в соответствии с работой, затрачиваемой на преодоление притяжения разноименных зарядов (аналогично возрастает потенциал заряженного конденсатора при раздвигании его пластин). В итоге потенциал электризации от контакта диэлектриков может достигать сотен вольт. Об этом свидетельствуют искорки, появляющиеся при сближении наэлектризованного «трением» тела с проводником.

§ 13. Электроемкость

Электроемкостью какого-нибудь проводника называют численную величину заряда, который сообщает этому проводнику потенциал, равный единице (при условии, что рассматриваемый проводник весьма удален от других проводников или же что другие проводники, находящиеся в поле, заземлены, т. е. что их потенциал равен нулю).

Когда мы заряжаем электричеством проводник, изолированный от влияния посторонних зарядов, электричество, сообщенное

проводнику, распределяется некоторым вполне определенным образом по его поверхности. Потенциал в любой точке проводника представляет собой алгебраическую сумму потенциалов всех отдельных зарядов, сообщенных проводнику. Пусть σ есть поверхностная плотность электризации и проводника (т. е. количество электричества, приходящееся на единицу поверхности). На какой-либо площадке поверхности Δs находится количество электричества, равное $\sigma \Delta s$; потенциал, вызываемый этим количеством электричества в некоторой точке P проводника, удаленной на расстояние r от площадки Δs , равен $\frac{\sigma \Delta s}{r}$.

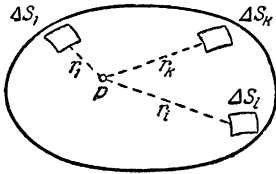


Рис. 33.

Чтобы получить полное значение потенциала в точке P , надо [согласно формуле (16) в § 8] просуммировать потенциалы, вызываемые зарядами, расположенными на различных площадках $\Delta s_1, \Delta s_2, \Delta s_3, \dots$, удаленных от точки P соответственно на расстояния r_1, r_2, r_3 и т. д. (рис. 33):

$$V = \frac{\sigma_1 \Delta s_1}{r_1} + \frac{\sigma_2 \Delta s_2}{r_2} + \frac{\sigma_3 \Delta s_3}{r_3} + \dots \quad (1)$$

Так как при равновесии потенциал во всех точках проводника одинаков, то, следовательно, *распределение плотности электричества на проводнике* ($\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3, \dots$) *должно быть таково, чтобы написанная сумма для всех внутренних точек тела проводника имела одно и то же значение.*

Представим себе, что заряд каждой элементарной площадки поверхности Δs мы увеличиваем в n раз, тогда и общий заряд проводника возрастет в n раз, в n раз возрастет значение каждого члена суммы в формуле (6) и, следовательно, в n раз возрастет значение потенциала проводника. Мы видим, таким образом, что *заряд и потенциал проводника являются величинами, пропорциональными друг другу.* Можно написать, следовательно, что

$$Q = CV, \quad (2)$$

где коэффициент пропорциональности C есть не что иное, как *емкость проводника* (численная величина заряда,

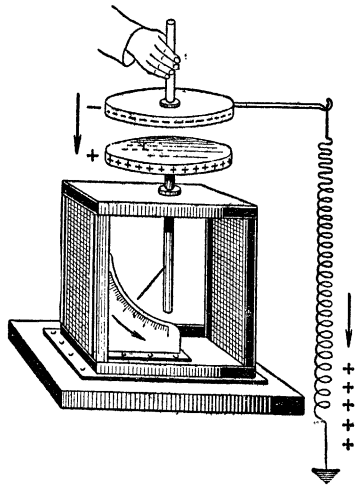


Рис. 34. Емкость проводника увеличивается, когда к нему приближают другой, заземленный проводник.

при котором проводник приобретает потенциал, равный единице; $Q=C$, когда $V=1$).

Допустим, что данный проводник был заряжен положительно, и допустим, что мы приближаем к этому проводнику второй, заземленный проводник (рис. 34); на последнем через влияние появятся отрицательные заряды (положительные возникшие по влиянию заряды уйдут в землю). *Положительный потенциал первого проводника будет ослаблен действием отрицательных зарядов второго*, и если потенциал первого проводника был равен раньше, скажем, единице, то теперь он сделался меньше единицы; это означает, что емкость первого проводника благодаря приближению второго заземленного проводника увеличилась, так как, для того чтобы потенциал первого проводника снова сделался равен единице, надо увеличить положительный заряд этого проводника.

По указанной причине металлическая пластинка, отделенная тонким слоем изолятора от второй заземленной металлической пластинки, обладает большой емкостью; эти две пластинки образуют *электрический конденсатор*; емкость конденсатора тем больше чем ближе расположены его обкладки друг к другу и чем больше площадь обкладок.

Применим формулу (1) к простейшему случаю — к вычислению потенциала заряженного шарообразного проводника, удаленного от всех остальных проводников.

Так как потенциал во всех точках внутри проводника одинаков, то, желая отыскать значение потенциала проводника, мы можем выбрать любую точку внутри него и к этой точке применить формулу (1). Естественно, что в качестве такой точки мы выберем центр шара, по отношению к которому все элементарные участки поверхности $\Delta s_1, \Delta s_2$ и т. д. расположены симметрично, так что $r_1=r_2=r_3=\dots=R$, где R — радиус шара. Вынося в сумме, которая стоит в правой части формулы (1), величину $\frac{1}{R}$ за скобки, получаем в скобках значение общего заряда проводника $\sigma_1\Delta s_1+\sigma_2\Delta s_2+\sigma_3\Delta s_3+\dots=Q$ и таким образом находим, что

$$V = \frac{Q}{R}, \quad \text{или} \quad Q = RV.$$

Сопоставляя это выражение с формулой (2), мы видим, что *выраженная в абсолютных электростатических единицах емкость шарообразного проводника измеряется радиусом шара, выраженным в сантиметрах*:

$$C = R.$$

Если проводящий заряженный шар находится в среде с диэлектрической постоянной ϵ , то, принимая во внимание, что внешнее поле шара таково же, как и поле точечного заряда, расположенного

в центре шара, мы находим по формуле (15) § 8, что потенциал на поверхности шара будет равен $\frac{Q}{\epsilon R}$, и, стало быть, емкость шара, находящегося в среде с диэлектрической постоянной ϵ , равна

$$C = \epsilon R. \quad (3)$$

Абсолютной единицей емкости является емкость проводника, который от заряда в одну абсолютную единицу количества электричества получает потенциал в одну абсолютную единицу потенциала (300 в). Такой емкостью обладает в вакууме шар радиусом 1 см.

Кроме абсолютной единицы емкости 1 см, в практической системе электрических мер пользуются емкостью в 1 фараду (сокращенно обозначаемую буквой F или ф). *Фарадой называется емкость проводника, который от заряда в 1 кулон получает потенциал в 1 в.*

Один кулон = $3 \cdot 10^9$ электростатических единиц электричества и

$$1 \text{ вольт} = \frac{1}{300} \text{ эл.-ст. ед. потенциала};$$

поэтому из соотношения $C = \frac{Q}{V}$ следует, что

$$1 \text{ фарада} = 3 \cdot 10^9 \cdot 300 = 9 \cdot 10^{11} \text{ см.}$$

Миллионная доля фарады называется м и к р о ф а р а д о й и обычно обозначается μF или *мкф*:

$$1 \mu\text{F} = 9 \cdot 10^5 \text{ см.}$$

Небольшие емкости выражают или в абсолютных единицах, т. е. в сантиметрах, или же в м и к р о м и к р о ф а р а д а х. Эта единица емкости составляет 10^{-12} фарад, т. е. одну миллионную долю микрофарады; ее обозначают $\mu\mu\text{F}$. Часто эту единицу емкости называют также «пикофарадой» (*пф*). Очевидно, что

$$1 \text{ пф} = 1 \mu\mu\text{F} = 0,9 \text{ см.}$$

Луна находится от Земли на расстоянии $3,8 \cdot 10^{10}$ см; емкость в одну фараду соответствует шару с радиусом, в 23 раза большим, чем расстояние от Земли до Луны. Емкость земного шара приблизительно равна 750 μF .

§ 14. Расчет емкости конденсаторов

Когда одна пластина конденсатора заряжена до потенциала V_1 , а другая — до потенциала V_2 , то внутри, между пластинами конденсатора, поверхности уровня расположены параллельно пластинам. Силовые линии электростатического поля между обкладками конденсатора идут перпендикулярно к поверхностям уровня. Поэтому внутри *плоского конденсатора* они представляют собой параллель-