

Электростатика

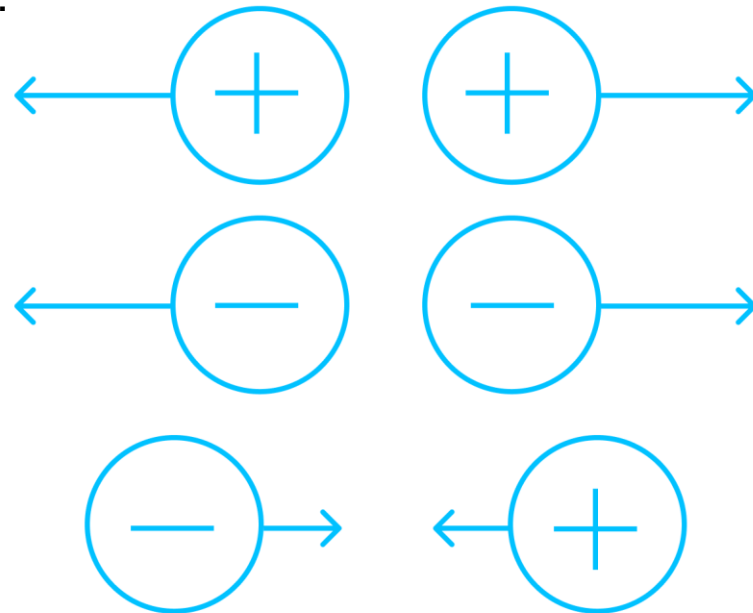
Росинский Александр
МБОУ СШ №2 г. Вязьмы
11М класс

Электрический заряд

Электрический заряд – количественная мера участия тела в электромагнитном взаимодействии. Существует два типа электрических зарядов: положительные и отрицательные. Электрические заряды взаимодействуют между собой – одноименные отталкиваются, разноименные притягиваются. В природе существует наименьший заряд, который нельзя ни уменьшить, не разделить – элементарный заряд:

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{Кл}$$

Носителями заряда являются частицы. Заряд без частицы не существует, частица без заряда существует.

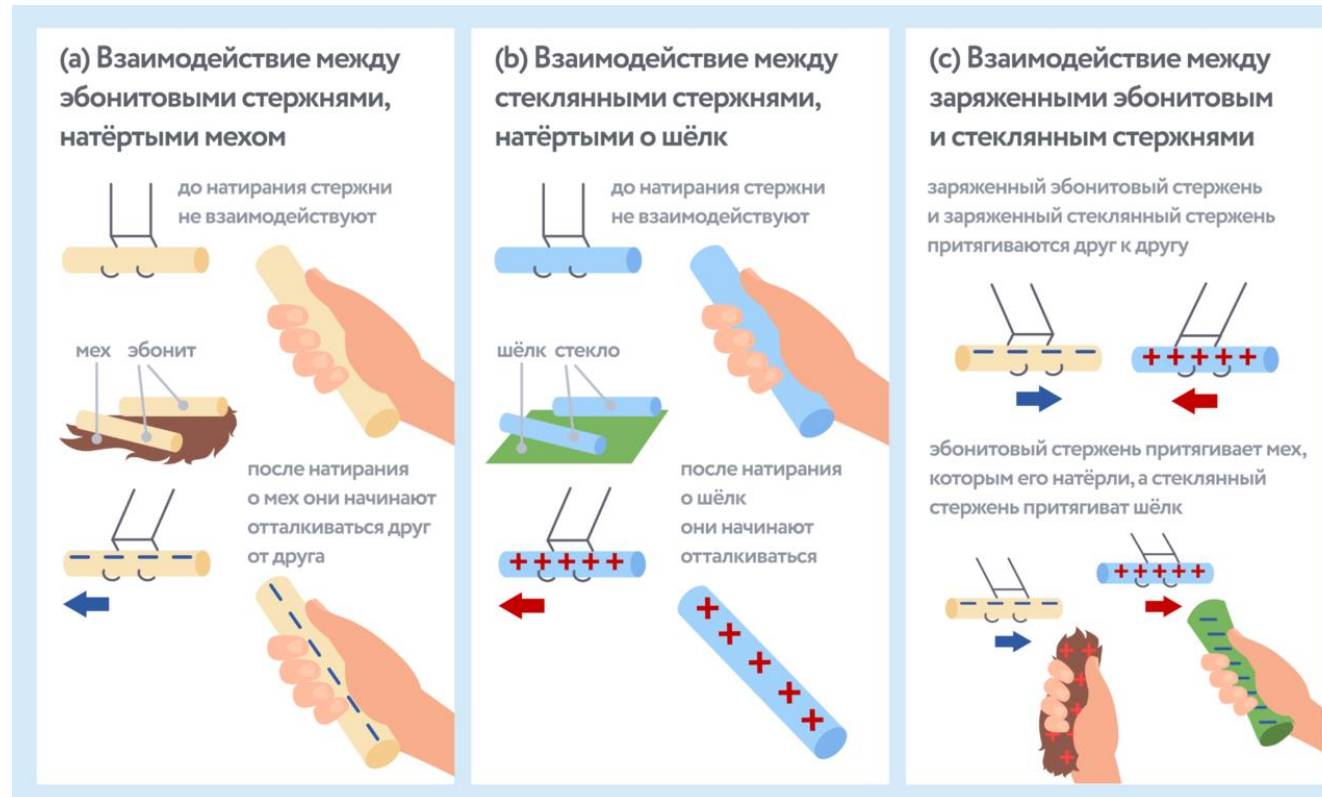


Заряд тела

Зарядить тело – это значит отнять у него или сообщить ему некоторое количество заряженных частиц одного знака. Заряд любого тела кратен элементарному заряду:

$$q = Ne$$

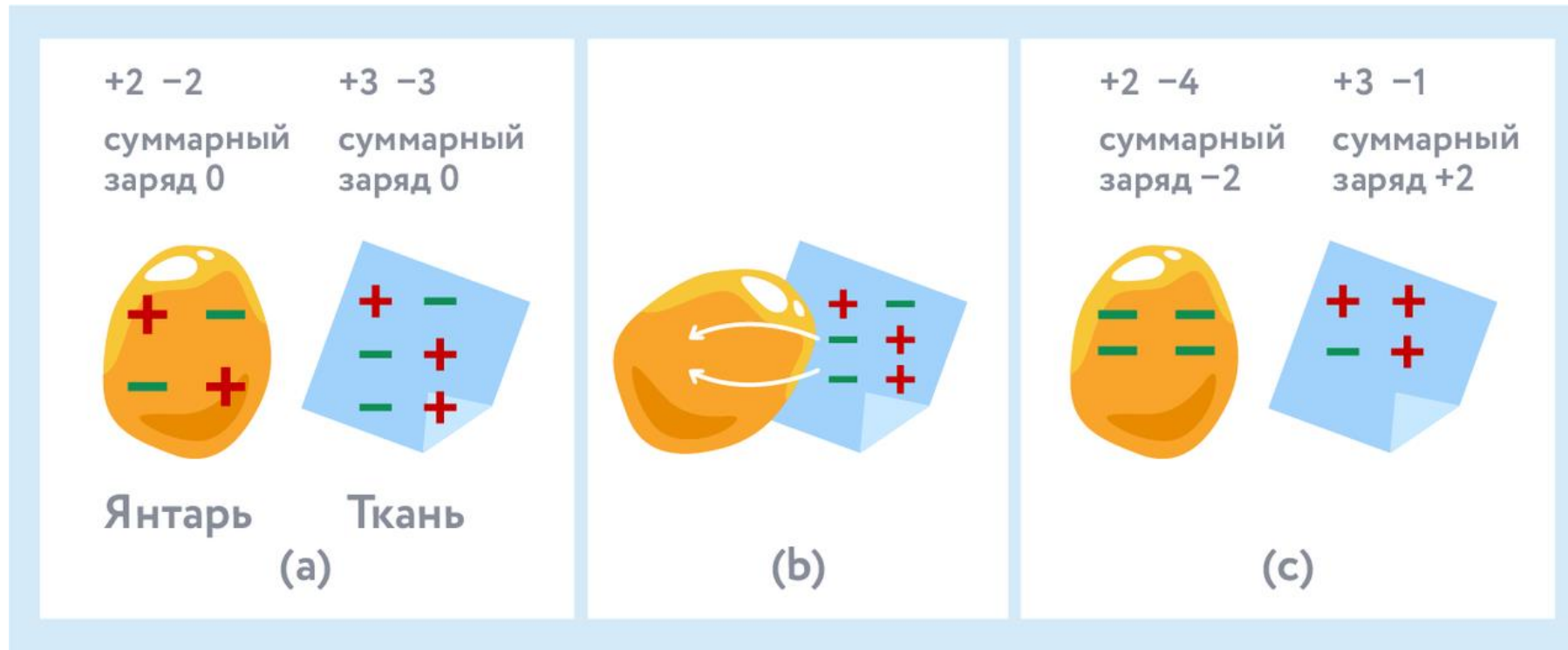
где q – заряд тела, N – число заряженных частиц, e – элементарный заряд.



Закон сохранения заряда

Закон сохранения электрического заряда – алгебраическая сумма зарядов в замкнутой системе остается постоянной.

$$q_1 + q_2 + q_3 + \dots + q_n = \text{const}$$



Закон Кулона

Закон Кулона – сила взаимодействия двух точечных зарядов в вакууме прямо пропорциональна произведению модулей этих зарядов и обратно пропорциональна квадрату расстояния между зарядами.

$$F_k = k \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{R^2}$$

$|q_1|, |q_2|$ – модули взаимодействующих зарядов, R – расстояние между зарядами, k – коэффициент пропорциональности равный $9 \cdot 10^9 \text{ Нм}^2/\text{Кл}^2$, который рассчитывается по формуле:

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

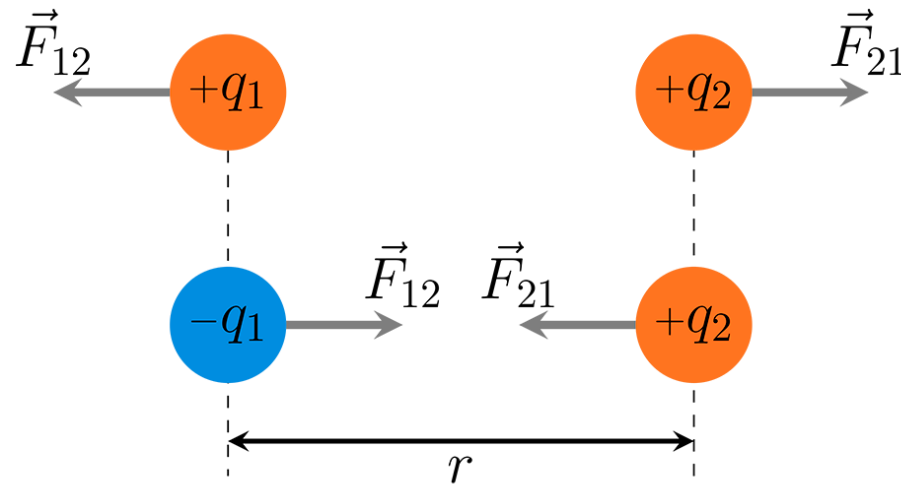
ϵ_0 – электрическая постоянная, численное значение:

$$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Кл}^2}{\text{Н} \cdot \text{м}^2}$$

Закон Кулона в среде

Если заряды взаимодействуют в среде, то сила взаимодействия уменьшается в ε раз, где ε – диэлектрическая проницаемость среды показывает во сколько раз сила взаимодействия двух точечных зарядов в данной среде меньше силы взаимодействия тех же зарядов, на том же расстоянии, в вакууме.

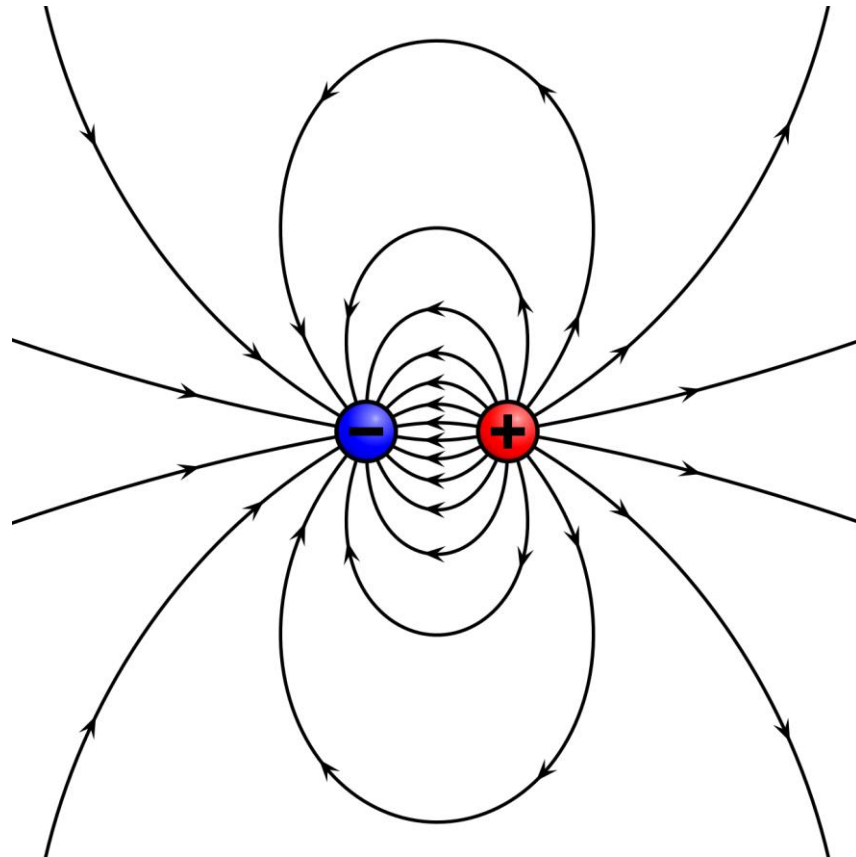
$$F_K = k \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{\varepsilon R^2}$$



$$|\vec{F}_{12}| = |\vec{F}_{21}| = k \cdot \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{r^2}$$

Электрическое поле

Электрическое поле – особый вид материи, посредством которого осуществляется взаимодействие неподвижных электрических зарядов. Основное свойство поля – действие с некоторой силой на заряды находящиеся в этом поле.



Напряжённость

Напряженность электрического поля – основная силовая характеристика электрического поля. В данной точке пространства напряженность поля равна отношению силы действующей на заряд со стороны поля к величине этого заряда. Обозначается E , единица измерения $[E]=1 \text{ В/м}=1\text{Н/Кл}$

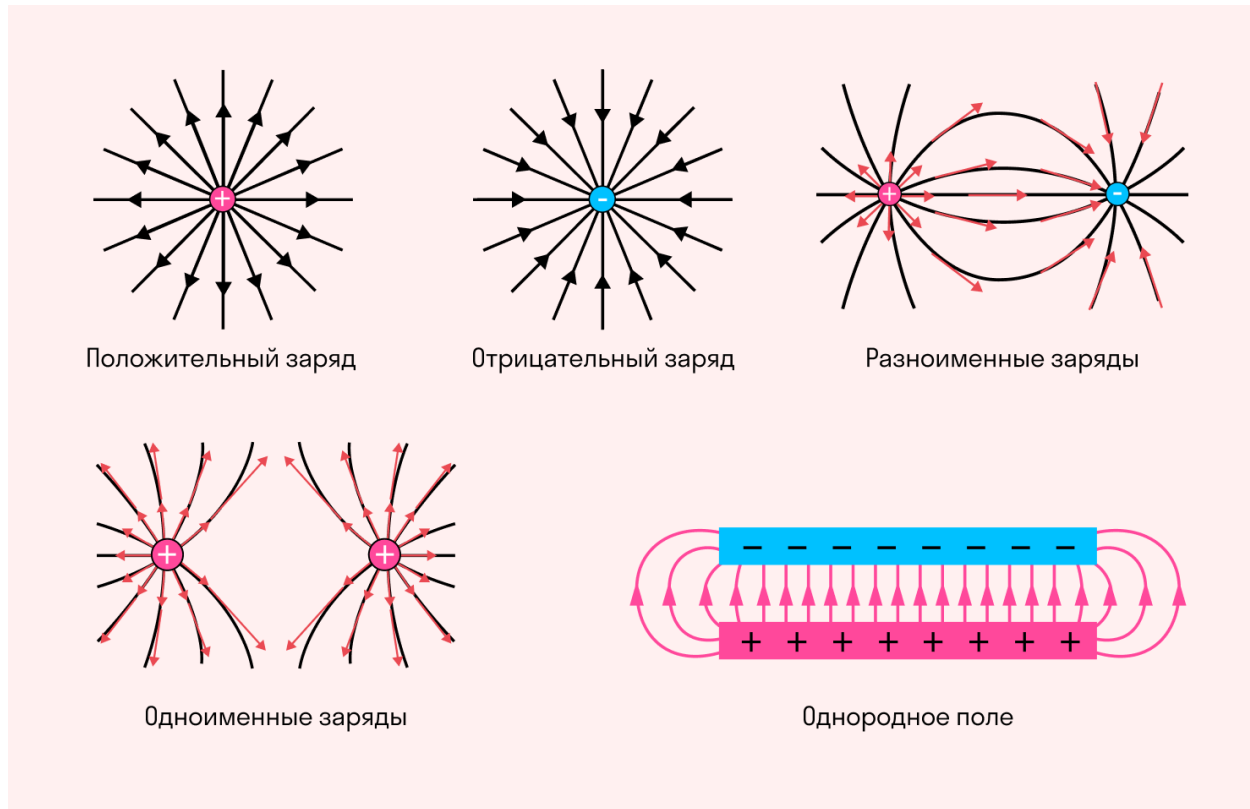
$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$$

Напряженность электрического поля равна 1 Н/Кл, если на заряд 1 Кл со стороны электрического поля действует сила 1 Н. q – электрический заряд на который действует электрическое поле.

Направление вектора напряженности совпадает с направлением силы действующей на положительный заряд и противоположно направлению силы действующей на отрицательный заряд.

Направление напряжённости

Силовые линии поля точечного заряда положительного и отрицательного:



На основании приведенных рисунков можно утверждать, что положительный заряд является источником, а отрицательный стоком электрического поля.

Формулы напряжённости

Напряженность поля точечного заряда:

$$E = k \frac{q}{R^2}$$

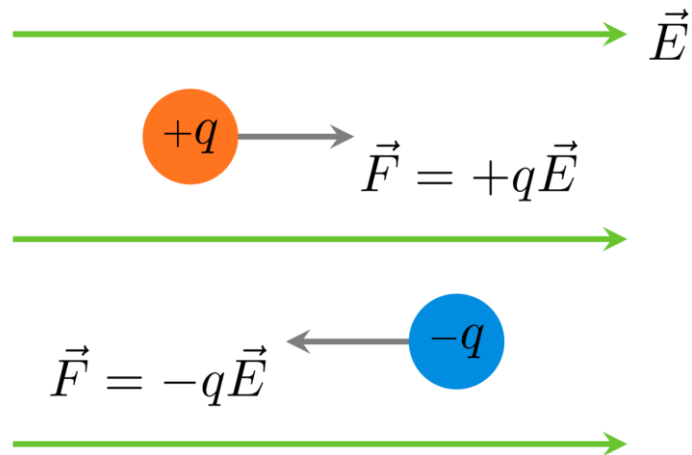
Напряженность поля точечного заряда в среде с диэлектрической проницаемостью ε :

$$E = k \frac{q}{\varepsilon R^2}$$

Напряженность поля заряженной плоскости:

$$E = \frac{|\sigma|}{2\varepsilon\varepsilon_0}$$

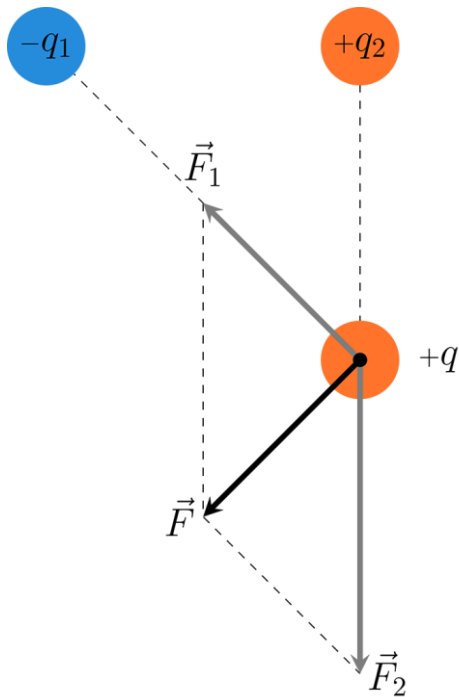
где, σ - поверхностная плотность заряда.



Принцип суперпозиции полей

Если в некоторой точке пространства электрическое поле создается сразу несколькими зарядами, то результирующая напряженность в данной точке определяется по принципу суперпозиции полей: результирующая напряженность равно геометрической сумме напряженностей полей создаваемых отдельными зарядами.

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \dots + \vec{E}_n$$



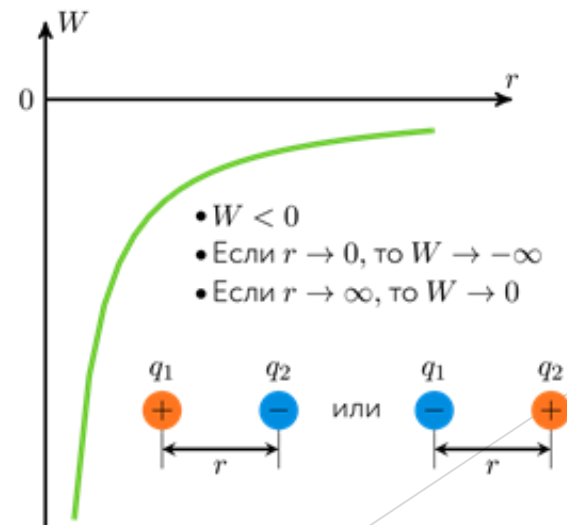
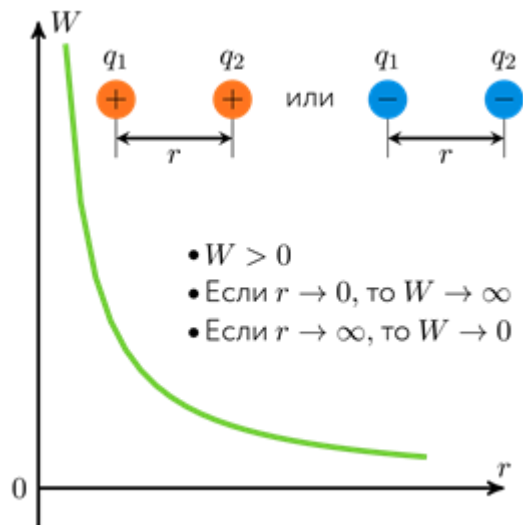
Потенциал

Энергетическая характеристика электрического поля, определяемая как отношение потенциальной энергии заряда в некоторой точке поля к величине этого заряда называется потенциалом этой точки поля.

$$\varphi = \frac{W}{q}$$

Потенциал поля точечного заряда в некоторой точке, прямо пропорционален величине заряда и обратно пропорционален расстоянию до заряда.

$$\varphi = k \frac{q}{R}$$



Работа и напряжение

При перемещении заряда из одной точки поля в другую электрическое поле совершает работу:

$$A = q(\varphi_1 - \varphi_2)$$

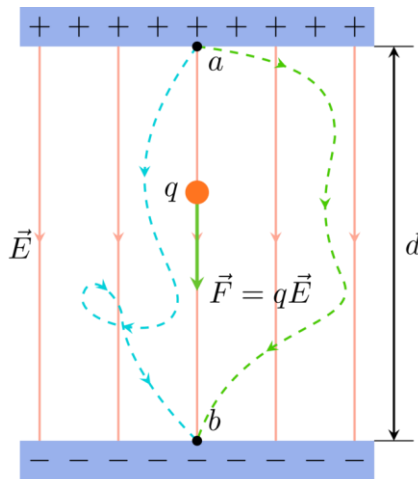
Величина:

$$U = \varphi_1 - \varphi_2$$

называется разностью потенциалов или электрическим напряжением.

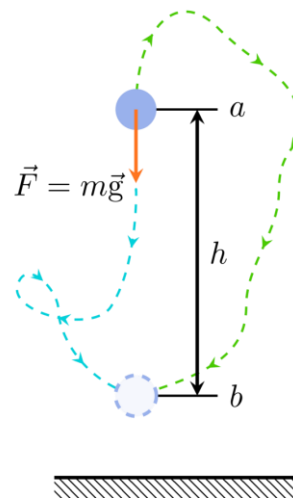
Напряжение, численно равно работе поля по переносу единичного заряда.

[U]=1В. *Физический смысл:* напряжение между двумя точками электрического поля равно 1 В, если при перемещении заряда 1 Кл между этими точками электрическое поле совершает работу 1 Дж.



Работа, совершаемая электрической силой, одинакова для любого пути от точки a к точке b .

$$A_{a \rightarrow b} = -\Delta W = qEd$$



Работа, совершаемая силой тяжести, одинакова для любого пути от точки a к точке b .

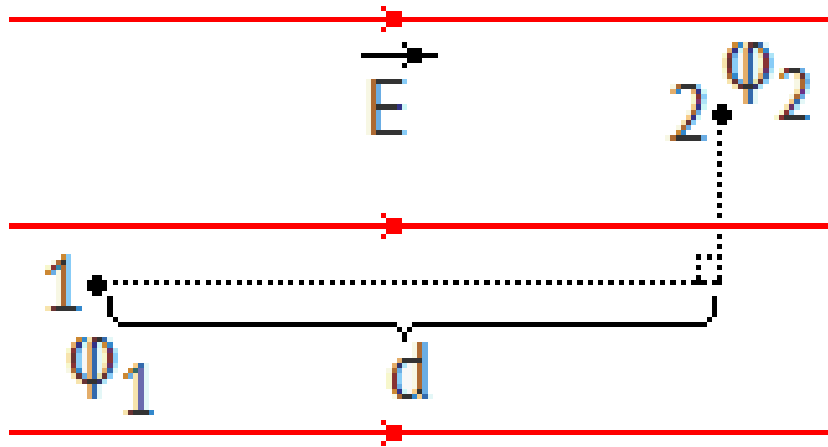
$$A_{a \rightarrow b} = -\Delta W = mgh$$

Однородное электрическое поле

Однородным электрическим полем называется такое поле, в каждой точке которого напряженность по направлению и модулю одинакова. Для однородного поля справедливо равенство.

$$\varphi_1 - \varphi_2 = E(x_2 - x_1) \rightarrow E = \frac{U}{d}$$

где $x_2 - x_1$ - расстояние между точками 1 и 2 вдоль силовой линии.



Конденсатор

Система двух проводников, разделенных слоем диэлектрика, способная накапливать электрический заряд называется конденсатором. Проводники - называются обкладками конденсатора.

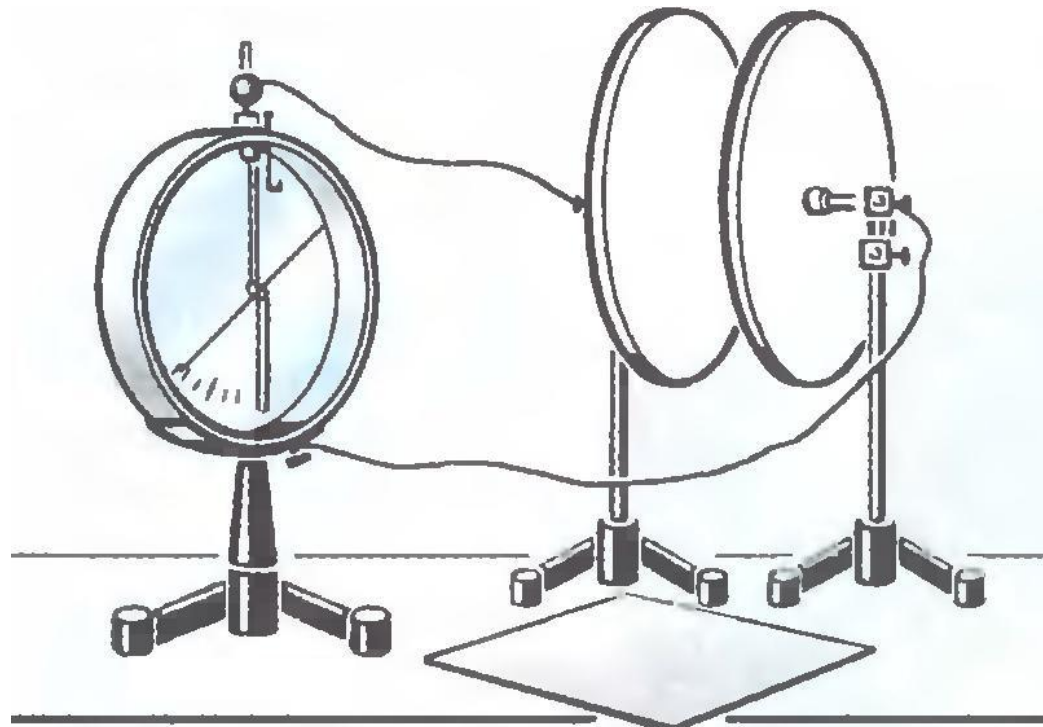


Рис. 14.34

Емкость конденсатора

Емкость конденсатора – показывает, какой заряд накоплен на обкладках конденсатора при заданной разности потенциалов.

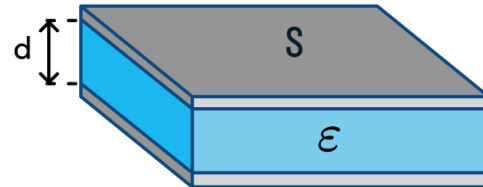
$$C = \frac{q}{U}$$

[C]=1Ф, чаще применяется мкФ, нФ, пФ. *Физический смысл:* емкость конденсатора, заряженного до напряжения 1В, при накопленном заряде 1 Кл составляет 1 Фарад.

Емкость плоского конденсатора вычисляется по формуле:

$$C = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 S}{d}$$

где S – площадь перекрытия обкладок, d – расстояние между обкладками, ε – диэлектрическая проницаемость среды диэлектрика находящегося между обкладками конденсатора, ε_0 – электрическая постоянная.



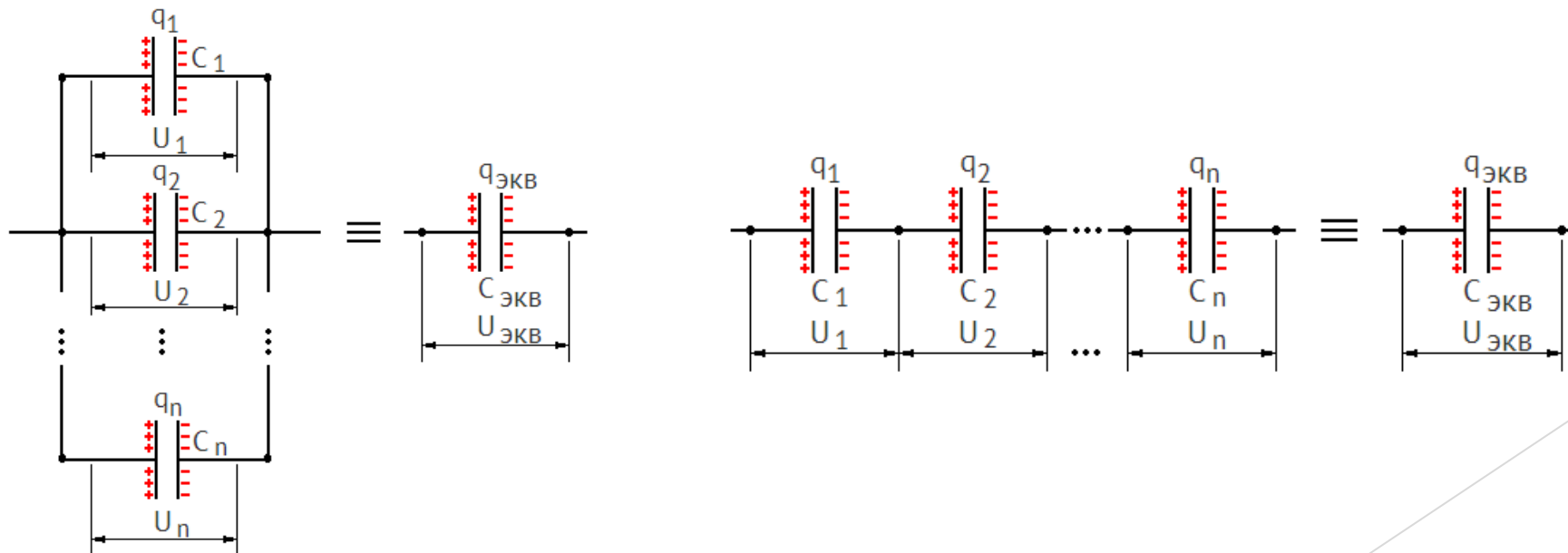
Соединение конденсаторов

При соединении конденсаторов в батареи, общая емкость батареи вычисляется в зависимости от типа соединения: при параллельном соединении конденсаторов:

$$C = C_1 + C_2 + \dots + C_n$$

при последовательном соединении:

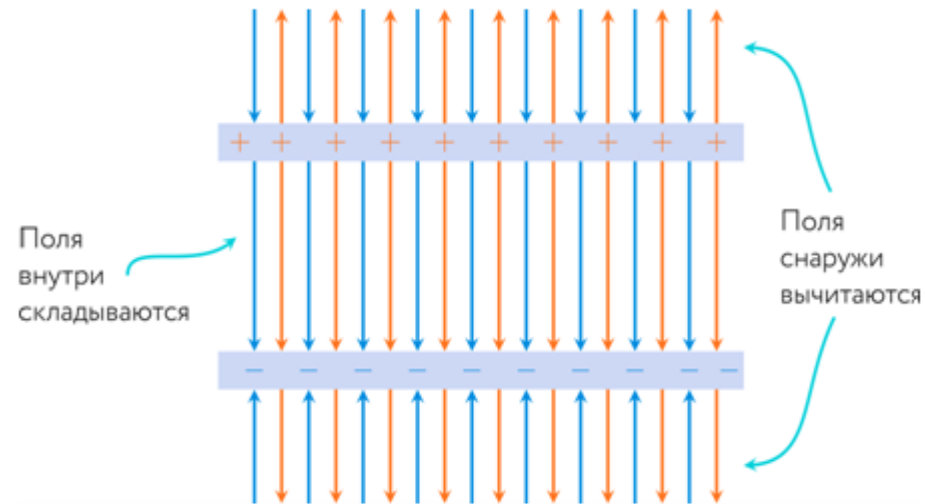
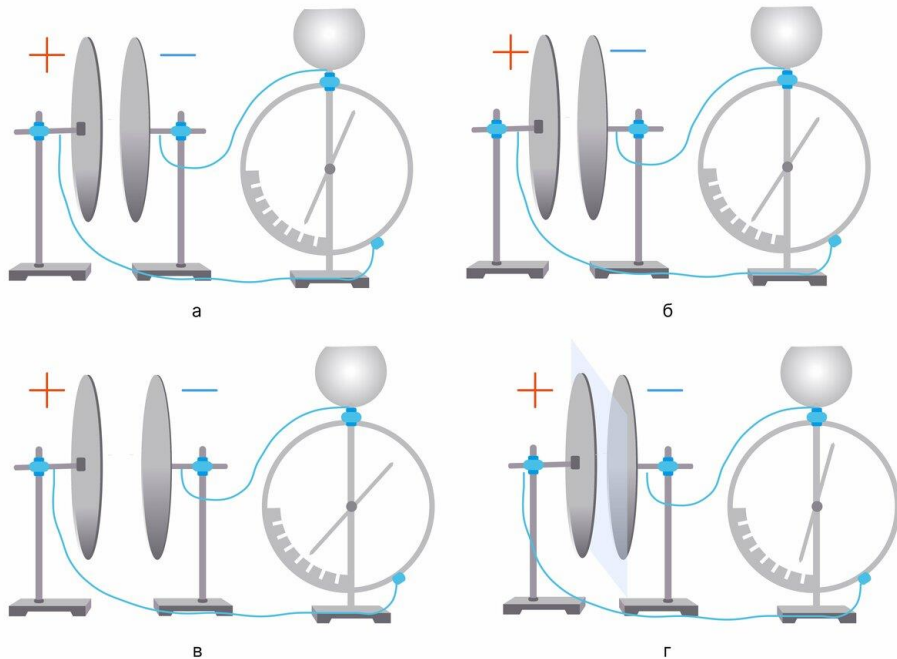
$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}$$



Энергия заряженного конденсатора

Энергия заряженного конденсатора (электрического поля) сосредоточена между обкладками конденсатора:

$$w_c = \frac{q^2}{2C} = \frac{CU^2}{2} = \frac{qU}{2}$$



Цепи с конденсаторами

Электрический ток в цепи конденсатора существует только в те моменты, когда конденсатор заряжается или разряжается. Когда конденсатор заряжен или разряжен, сила тока в цепи этого конденсатора равна нулю.

