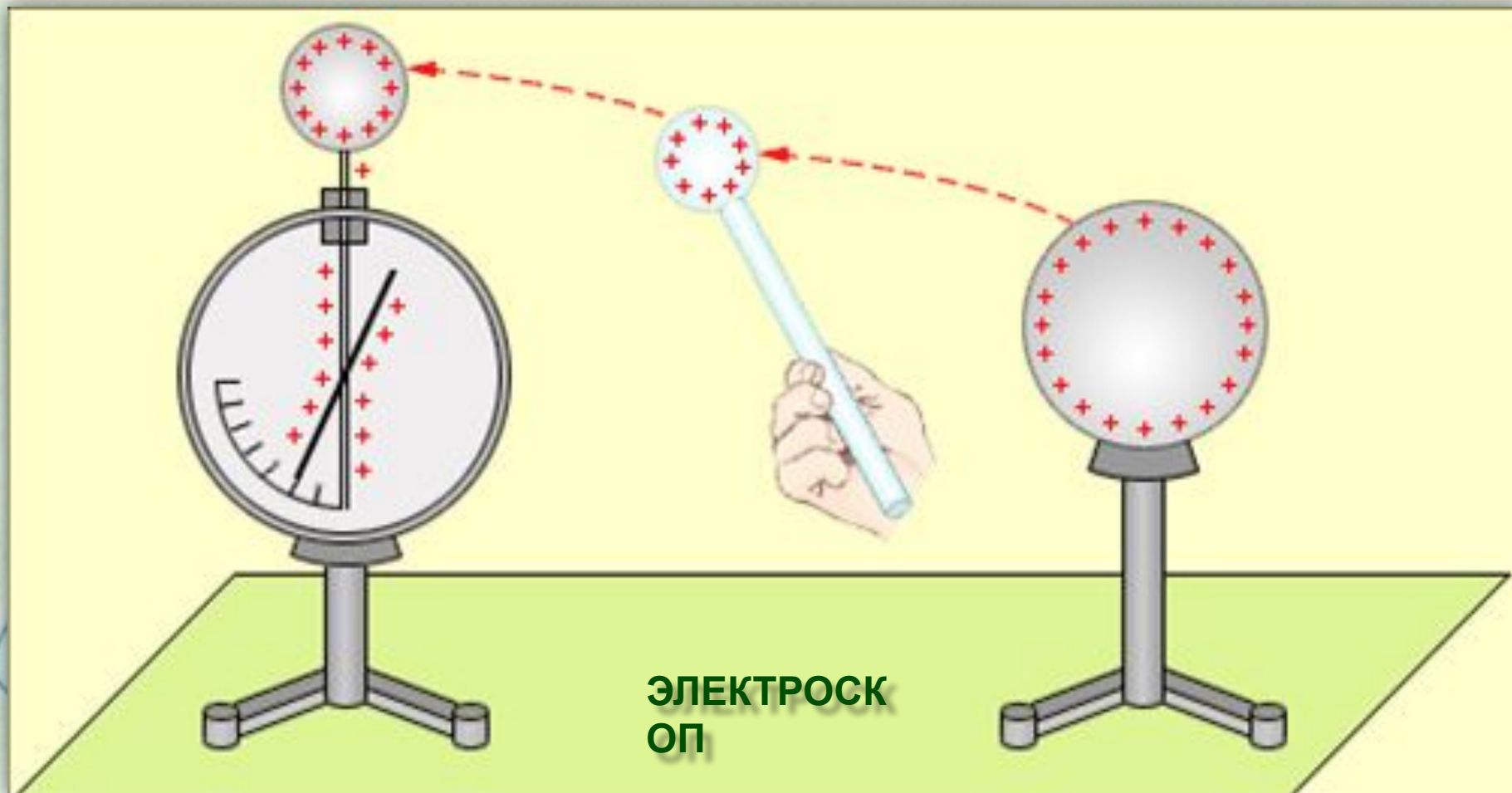


ЭЛЕКТРОСТАТИКА

ЕГЭ. ФИЗИКА
РЕПЕТИЦИЯ ПО ФИЗИКЕ
Владимир Петрович Сафронов
г. Ростов-на-Дону, 2015
Звоните т. 8 928 111 7884
Пишите safron-47@mail.ru

Взаимодействие заряженных тел

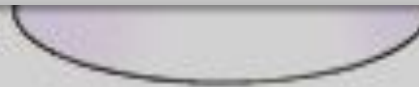
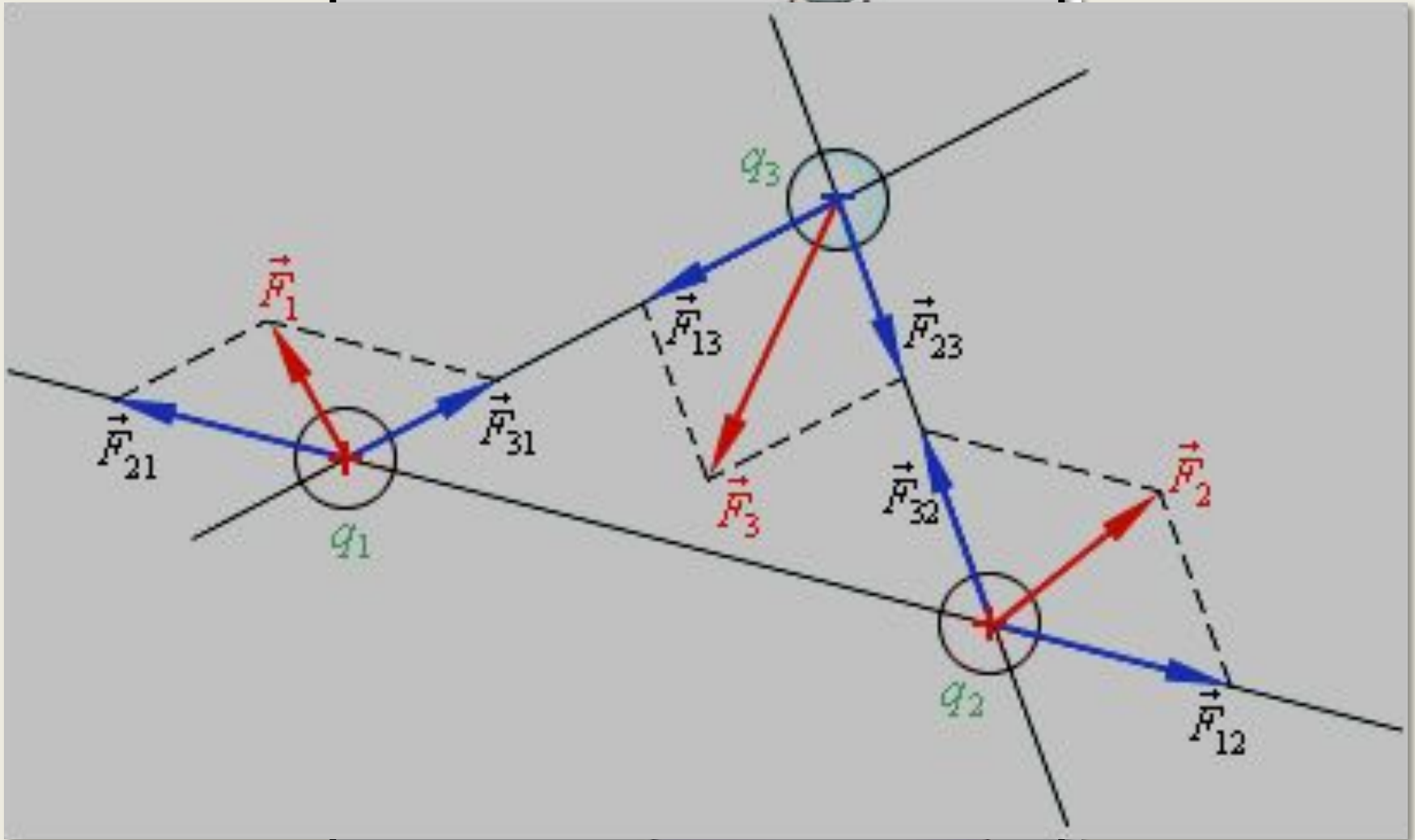


Часть электронов из палочки переходит в бумагу.

Закон Кулона

Определяет
зарядов

ух точечных
друга



Электрическое поле. Напряженность электрического поля

Электрическое поле

материальная субстанция, окружающая заряды и передающая взаимодействие между ними.

Напряженность электрического поля

$\vec{E}$, Н/Кл = В/м — векторная, силовая характеристика поля.

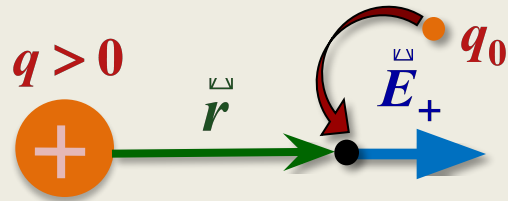
Напряженность равна **силе**, с которой поле действует на единичный положительный точечный (пробный заряд), помещенный в исследуемую точку поля:

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

Зная напряженность, легко определить силу, действующую на заряд:

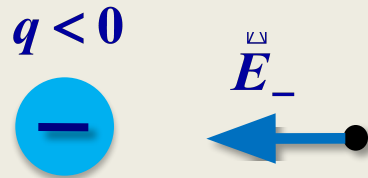
$$\vec{F}_K = q \cdot \vec{E}.$$

Напряженность электрического поля точечного заряда ($E_{ТЗ}$)



На пробный заряд q_0 со стороны заряда q по закону Кулона действует сила:

$$F_K = K \frac{q \cdot q_0}{r^2},$$



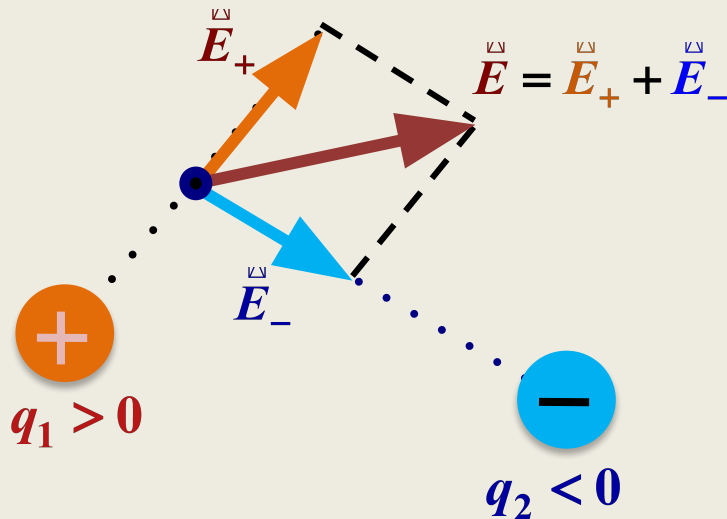
q — заряд, создающий поле,
 q_0 — пробный заряд.

По определению, напряженность

$$\vec{E}_{ТЗ} = \frac{\vec{F}_{КЛ}}{q_0} \Rightarrow$$

$$E_{ТЗ} = K \cdot \frac{q}{\epsilon r^2}.$$

Для **положительного заряда** напряженность направлена **от заряда**,
для **отрицательного** — **к заряду**.



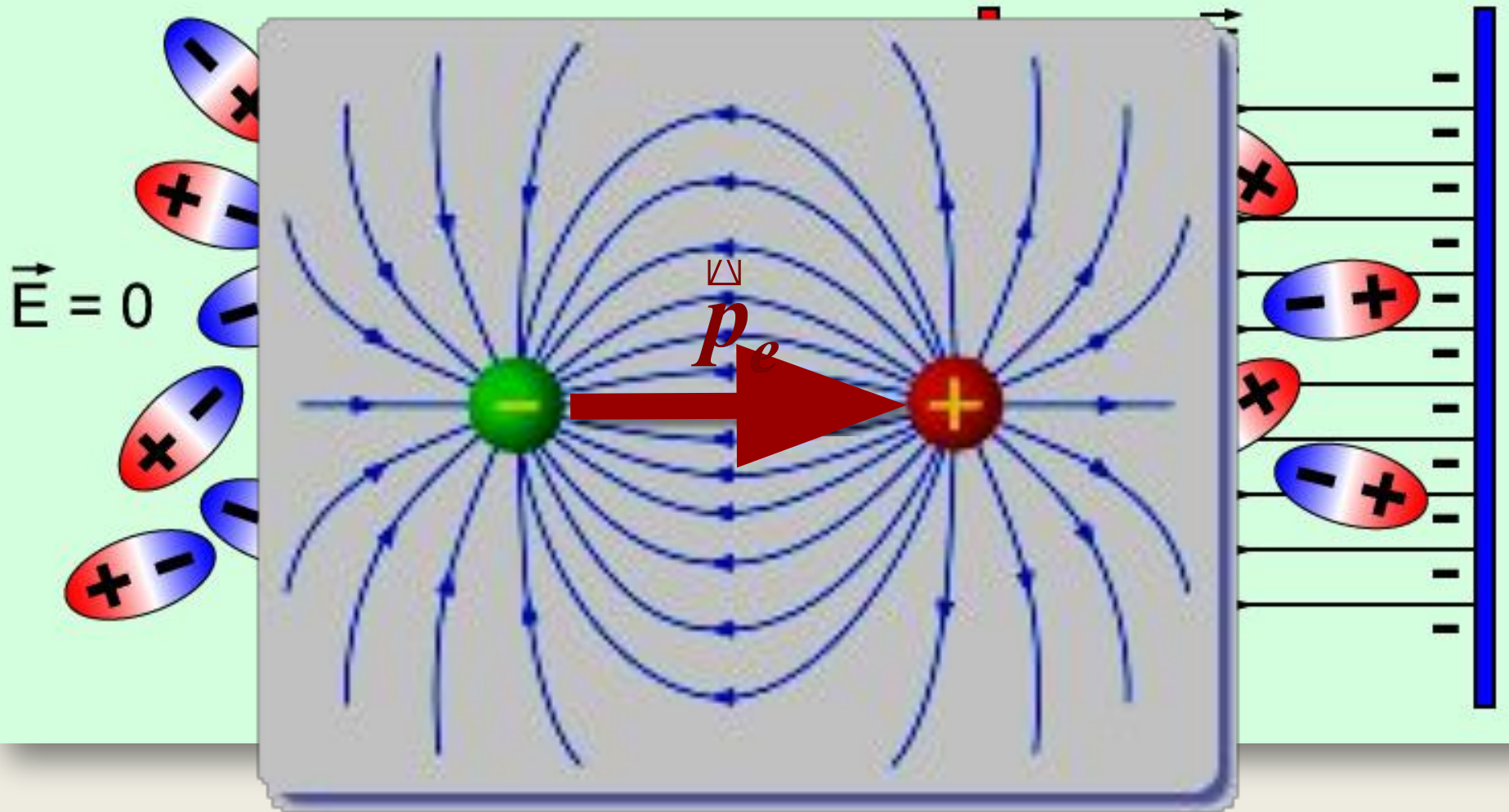
Принцип суперпозиции.

Напряженность электрического поля двух и более (n) зарядов равна векторной сумме напряженностей полей, создаваемых каждым зарядом:

$$\vec{E} = \sum_{i=1}^n \vec{E}_i.$$

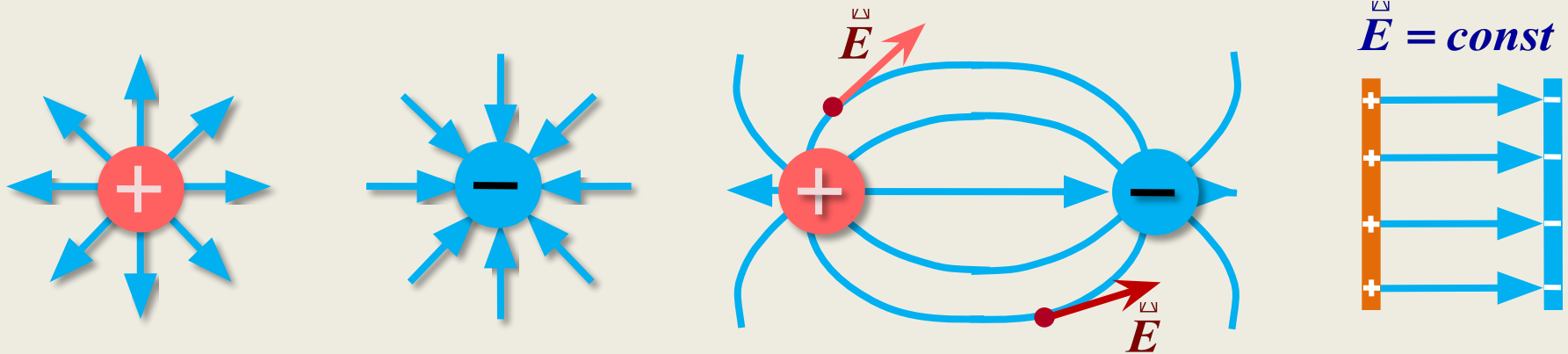
Напряженность поля диполя.

Диполем называется система из двух близкорасположенных разноименных точечных зарядов одинаковой величины.



Силовые линии

линии, в каждой точке которых вектор напряженности направлен по касательной (траектория пробного положительного заряда).



Положительный заряд — источник силовых линий,
отрицательный — сток.

Силовые линии начинаются и заканчиваются на зарядах.

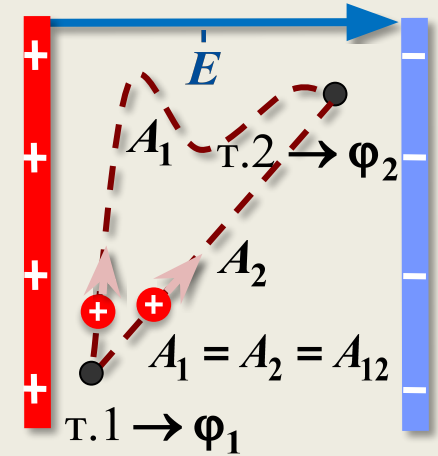
Поле плоского конденсатора однородно, то есть, напряженность
поля во всех точках одинакова.

Потенциальность электростатического поля.

Работа электростатического поля при перемещении заряда не зависит от траектории, а определяется только начальной и конечной точками движения (рис.): $A_1 = A_2 = A_{12}$.

Такие поля называются **потенциальными**.

Для них можно ввести понятие **потенциала**, разности потенциалов и **потенциальной энергии**.



Разность потенциалов $(\phi_1 - \phi_2)$, В (вольт) или **напряжение** U между точками 1 и 2 — **это работа**, которую могут совершить силы **электрического поля** при перемещении пробного (единичного положительного) заряда из т.1 в т.2.

$$(\phi_1 - \phi_2) = U = A_{12}/q.$$

Работа поля при перемещении заряда q :

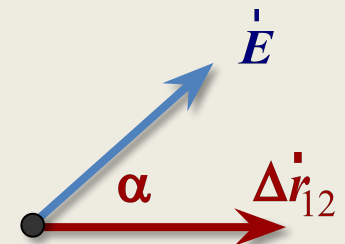
$$A_{12} = q(\phi_1 - \phi_2) = qU.$$

Работа электростатического поля по замкнутой траектории равна нулю.

Работа однородного электростатического поля

$$A_{12} = F_K \Delta r_{12} \cos \alpha = qE \Delta r_{12} \cos \alpha$$

где Δr_{12} — перемещение, α — угол между E и Δr_{12} .



Потенциал

Потенциал точки поля ϕ , **V** равен **работе**, которую могут совершить силы электрического поля, перемещая положительный единичный заряд из данной точки в бесконечность (максимальная работа поля):

$$\phi_1 = \frac{A_{1\infty}}{q} = \frac{W_n}{q}$$

Потенциальная энергии заряда в точке поля:

$$W_n = q \cdot \phi_1$$

Потенциал **точечного заряда** q на расстоянии r от него: $\phi_{тз} = K \frac{q}{\epsilon r}$



Напряженность и потенциал заряженного проводящего шара

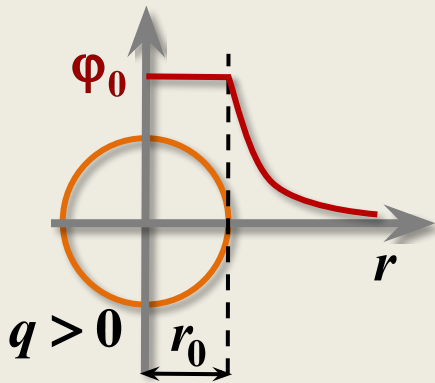
Вне шара электрическое поле совпадает с полем точечного заряда (рис.):

$$E_{\text{вне шара}} = K \frac{q}{r^2}, \quad \phi_{\text{вне шара}} = K \frac{q}{r}$$

Внутри шара и на его поверхности потенциал везде постоянен и равен:

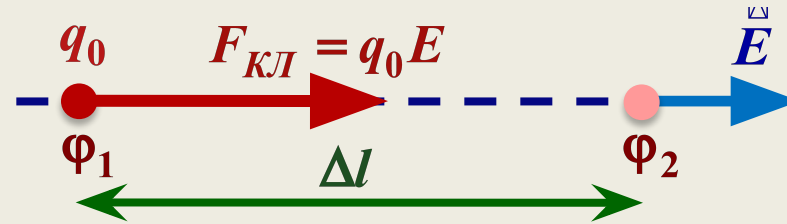
$$\phi_0 = K \frac{q}{r_0}.$$

Напряженность внутри шара равна нулю $E_0 = 0$.



Связь напряженности и потенциала

Определим работу по перемещению заряда q_0 вдоль силовой линии на расстояние Δl :



$$A = F \cdot \Delta l \cdot \cos(\alpha) = q_0 E \cdot \Delta l \cdot \cos(\alpha)$$

$$\text{т.к. } \alpha = 0$$

$$\Delta A = q_0 E \cdot \Delta l.$$

С другой стороны:

$$\Delta A = q_0 (\varphi_1 - \varphi_2) = -q_0 \cdot \Delta \varphi.$$

Сравнивая, получаем:

$$q_0 E \cdot \Delta l = -q_0 \cdot \Delta \varphi \Rightarrow E = -\frac{\Delta \varphi}{\Delta l}.$$

Таким образом, напряженность равна скорости уменьшения потенциала в пространстве.

Для однородного поля, например, поля плоского конденсатора,

$$E = \frac{U}{d},$$

где U и d — напряжение и расстояние между обкладками.

Диэлектрики в электростатическом поле

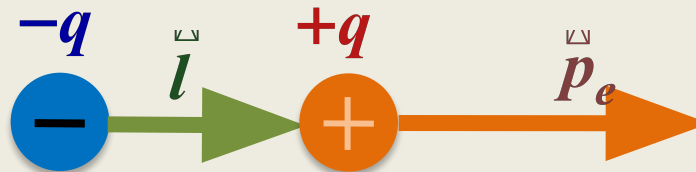
Диэлектрики.

В электрическом отношении все вещества делятся на проводники, полупроводники и диэлектрики.

Диэлектрики (изоляторы) практически не проводят электрический ток (стекло, пластмассы, фарфор, сухое дерево, масла, чистая вода, газы).

Диэлектрики построены из молекул (атомов) с равным количеством положительных и отрицательных зарядов.

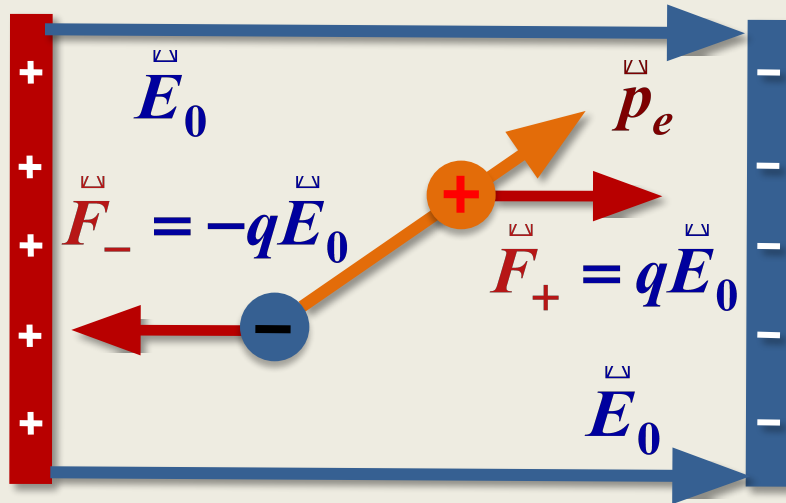
Они не могут перемещаться под действием электрического поля и образуют **электрические диполи**.



$$\vec{p}_e = q\vec{l}$$

— **электрический дипольный момент** — векторная характеристика диполя.

Диполь в электрическом поле



Во внешнем электрическом поле на диполь действует пара сил F_+ и F_- , ориентирующих дипольный момент p_e по напряженности E_0 внешнего поля.

За счет этого, на гранях диэлектрика возникают некомпенсированные **поляризационные заряды**,

которые своим полем

с напряженностью E' уменьшают напряженность внешнего поля E_0 .

Этот процесс называется **поляризацией**
Диэлектрическая проницаемость

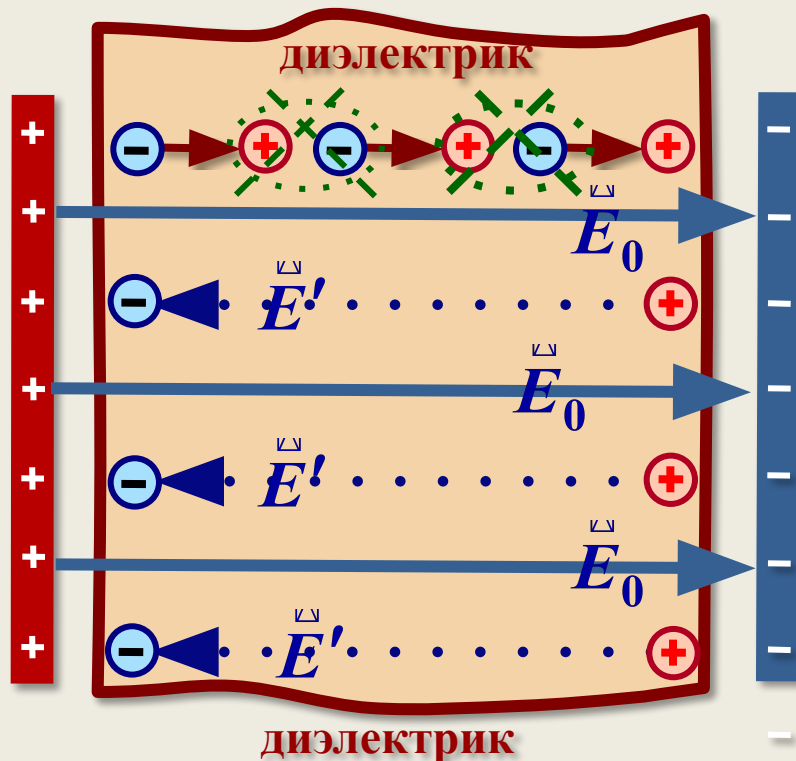
среды
Результирующая напряженность

показывает во сколько раз

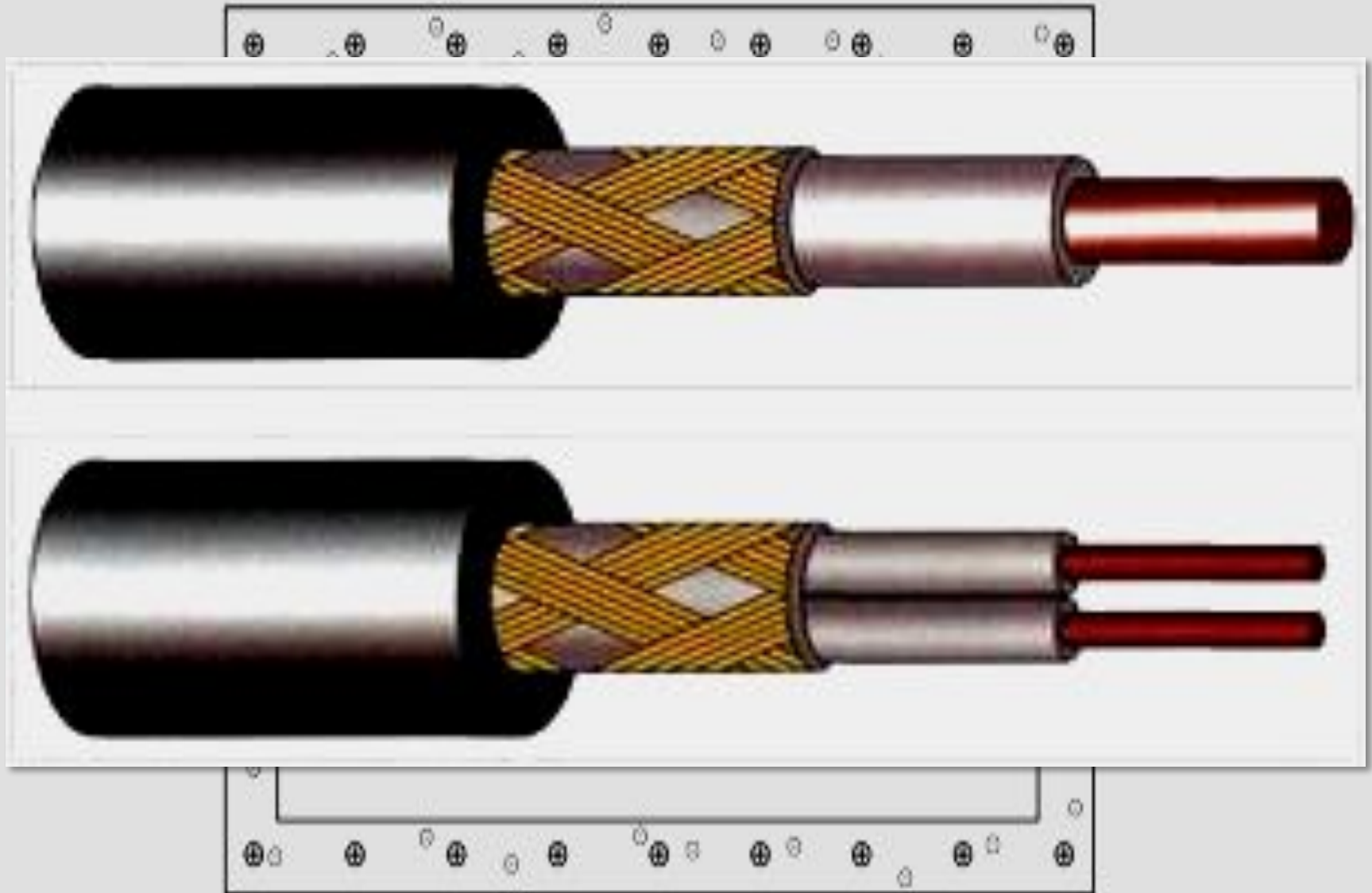
$$E = E_0 - E' < E_0$$

напряженность электрического поля
Диэлектрики ослабляют электрическое поле.
в вакууме E_0 больше, чем в данном диэлектрике E :

$$\epsilon = \frac{E_0}{E} \geq 1$$



Проводники в электростатическом поле



Електроємкость провідників

1 фарада

= 1500 ×

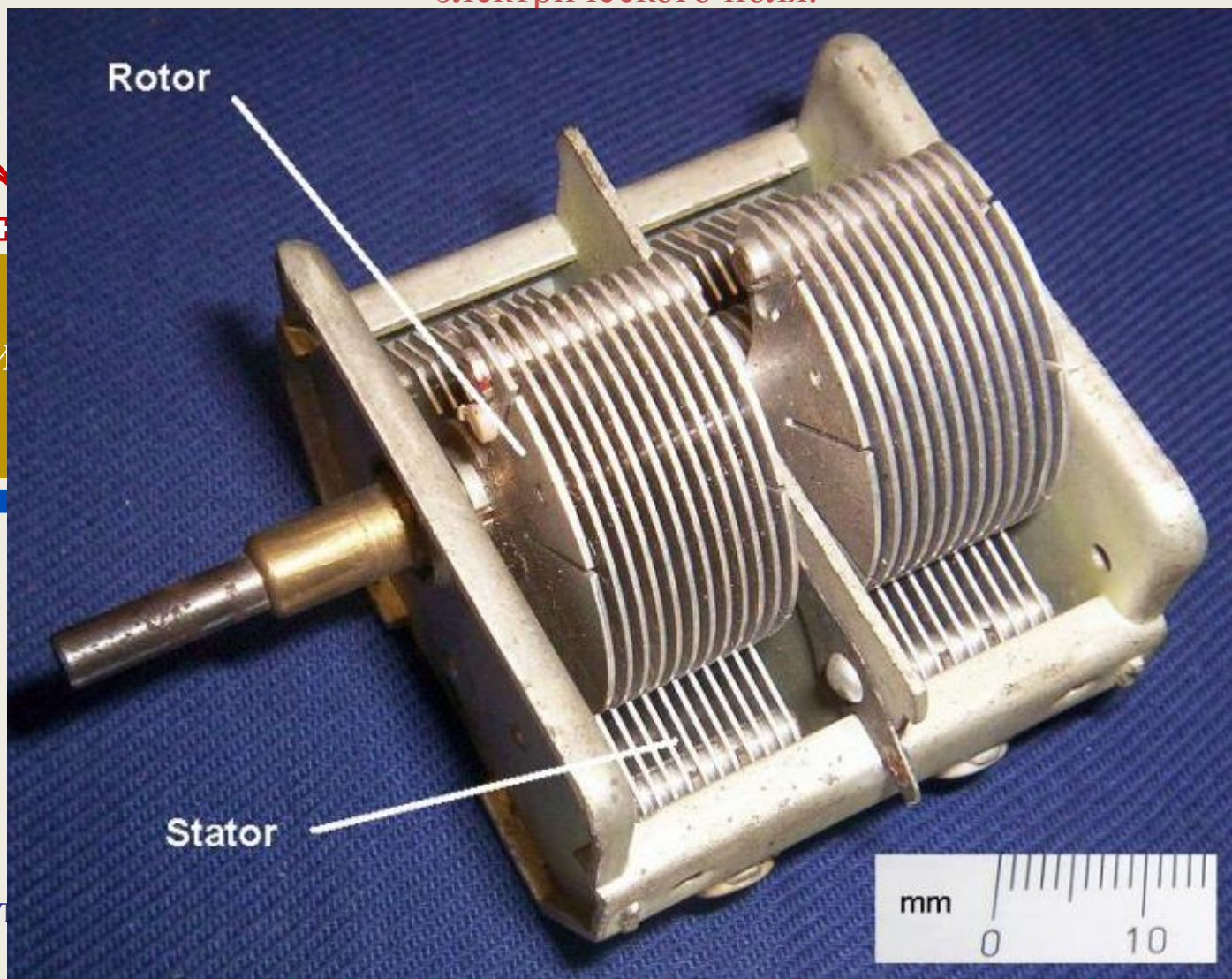


Електроємкость провідника залежить тільки від його геометричних параметрів ***R*** і діелектричних властивостей середовища ***ε***.

Емкость конденсаторов

Конденсаторы

это устройства для накопления электрического заряда и энергии электрического поля.



СКИХ
МИ.

ИВО

трика.

Емкост

Примеры



Соединения конденсаторов

◆ Параллельное соединение

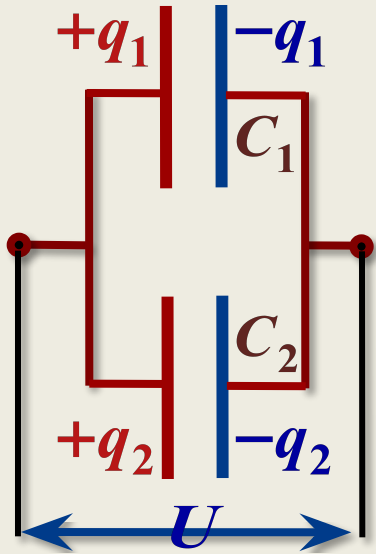
Заряд батареи конденсаторов:

$$q = q_1 + q_2.$$

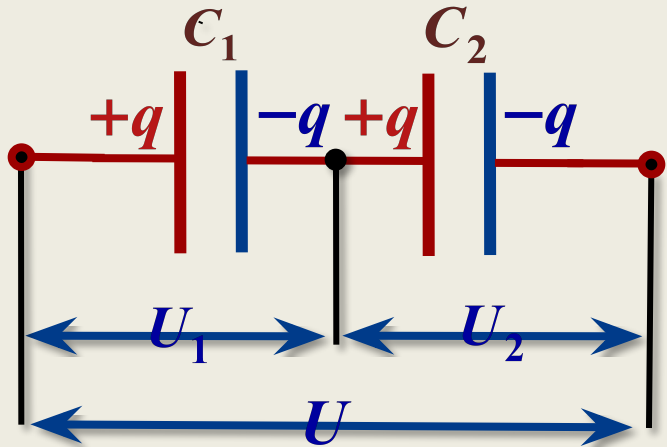
Напряжение: $U = U_1 = U_2.$

Емкость: $CU = C_1U_1 + C_2U_2,$ так как $U = U_1 = U_2 \Rightarrow$

$$C = C_1 + C_2.$$



Емкость:



◆ Последовательное

Заряд: $q = q_1 = q_2.$

Напряжение: $U = U_1 + U_2.$

Емкость: $\frac{q}{C} = \frac{q_1}{C_1} + \frac{q_2}{C_2}.$

так как $q = q_1 = q_2 \Rightarrow$

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \Rightarrow C = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}.$$

Энергия заряженного конденсатора

Работа по зарядке конденсатора от 0 до напряжения U запасается в энергии электрического поля конденсатора :





КОНЕЦ

"ЭЛЕКТРОСТАТИКА"