ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ

проф. Целебровский Юрий Викторович,

II-415,

консультации – понедельник, 16^{00}-18^{00}

Электрическое и магнитное поля

Поля физические – особая форма материи; система с бесконечно большим числом *степеней свободы*.

Степени свободы – независимые возможные изменения состояния физической системы

Концепция (суть) поля состоит в том, что участвующие во взаимодействии частицы (тела) создают в каждой точке окружающего их пространства особое состояние (поле сил), проявляющееся в силовом воздействии на другие частицы (тела), помещаемые в какую-либо точку этого пространства.

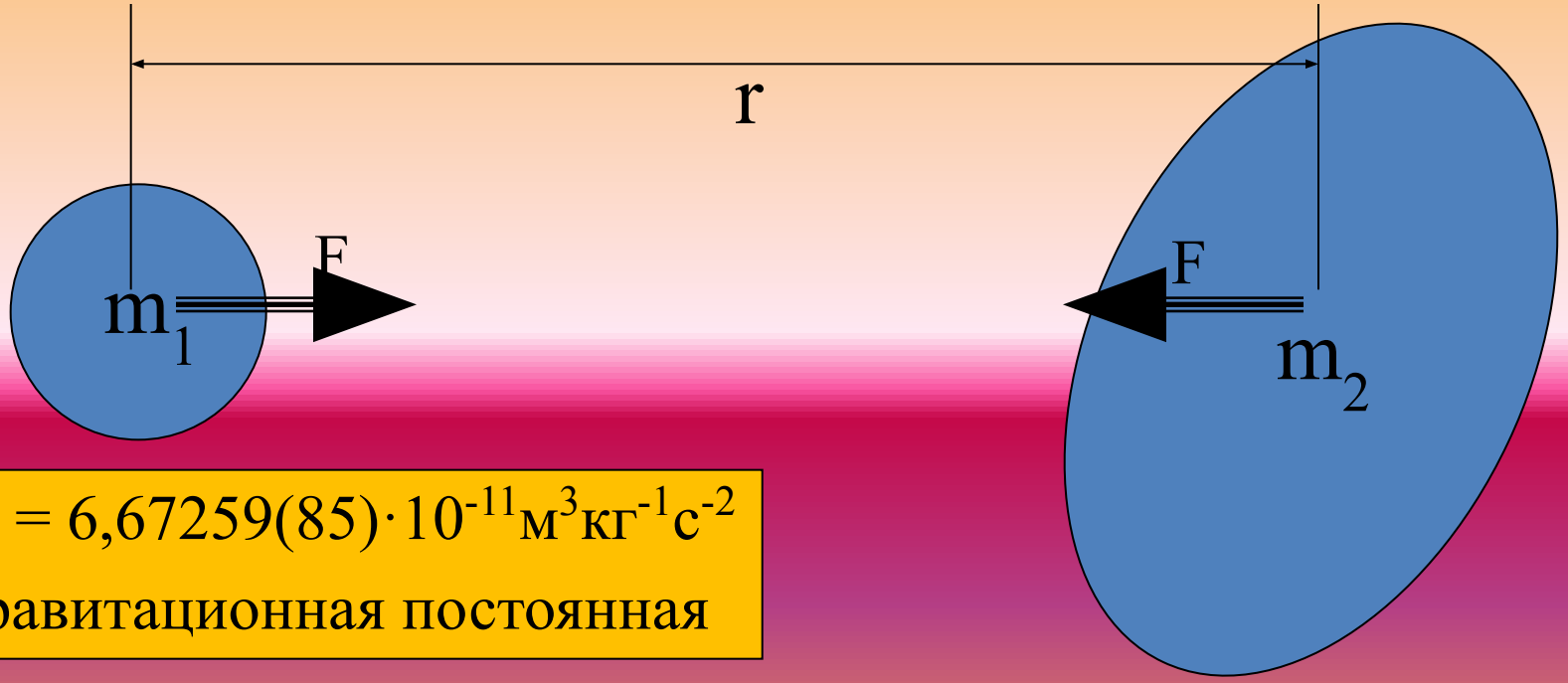
В макромире существенное значение имеют гравитационное и электромагнитное взаимодействия. Этим взаимодействиям соответствуют:

- гравитационное поле;

- <u>электромагнитное поле.</u>

Гравитационное поле;

$$F = G\frac{m_1 m_2}{r^2}$$



$G = 6{,}67259(85)\cdot 10^{-11}$ м^{3}кг$^{-1}$с$^{-2}$

гравитационная постоянная

электромагнитное поле.

Электромагнитное поле есть вид материи, определяющийся во всех точках двумя *векторными величинами,* которые характеризуют две его стороны «электрическое поле» и «магнитное поле».

Электромагнитное поле оказывает силовое воздействие на *заряженные частицы*, зависящее от скорости и значения их *заряда*.

Электромагнитное поле.

Электрическое поле

Электрическое поле создается *зарядом*.

Электрический **заряд** есть свойство частицы или тела, характеризующее их взаимосвязь с собственным электрическим полем и их взаимодействие с внешним электрическим полем.

Единица измерения электрического заряда –кулон (Кл)

Элементарный электрический заряд $|e| = 1{,}60217733(49)\times10^{-19}$ *Кл.*

Элементарным электрическим зарядом обладают элементарные частицы:

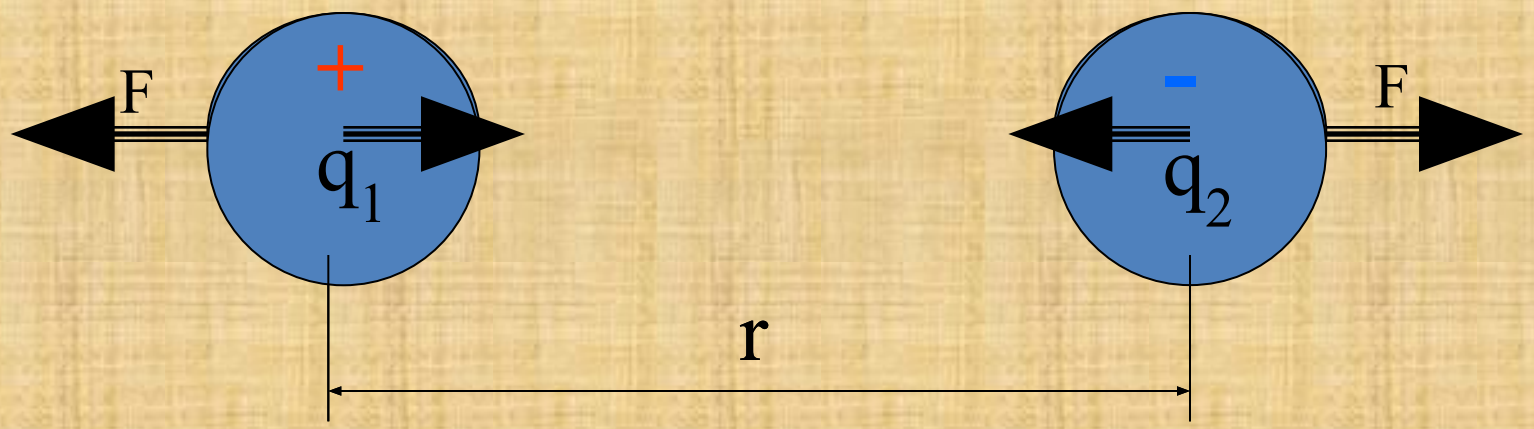
Протон – положительный заряд $e_{протона} = +1{,}60217733(49)\times10^{-19}$ *Кл.*

Электрон – отрицательный заряд $e_{электрона} = -1{,}60217733(49)\times10^{-19}$ *Кл.*

электромагнитное поле.

Электрическое поле

$$F = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1 q_2}{r^2}$$



$\varepsilon_0 = 8{,}854187817 \cdot 10^{-12}$ Ф·м$^{-1}$

электрическая постоянная

Сравнение сил гравитационного и электрического полей

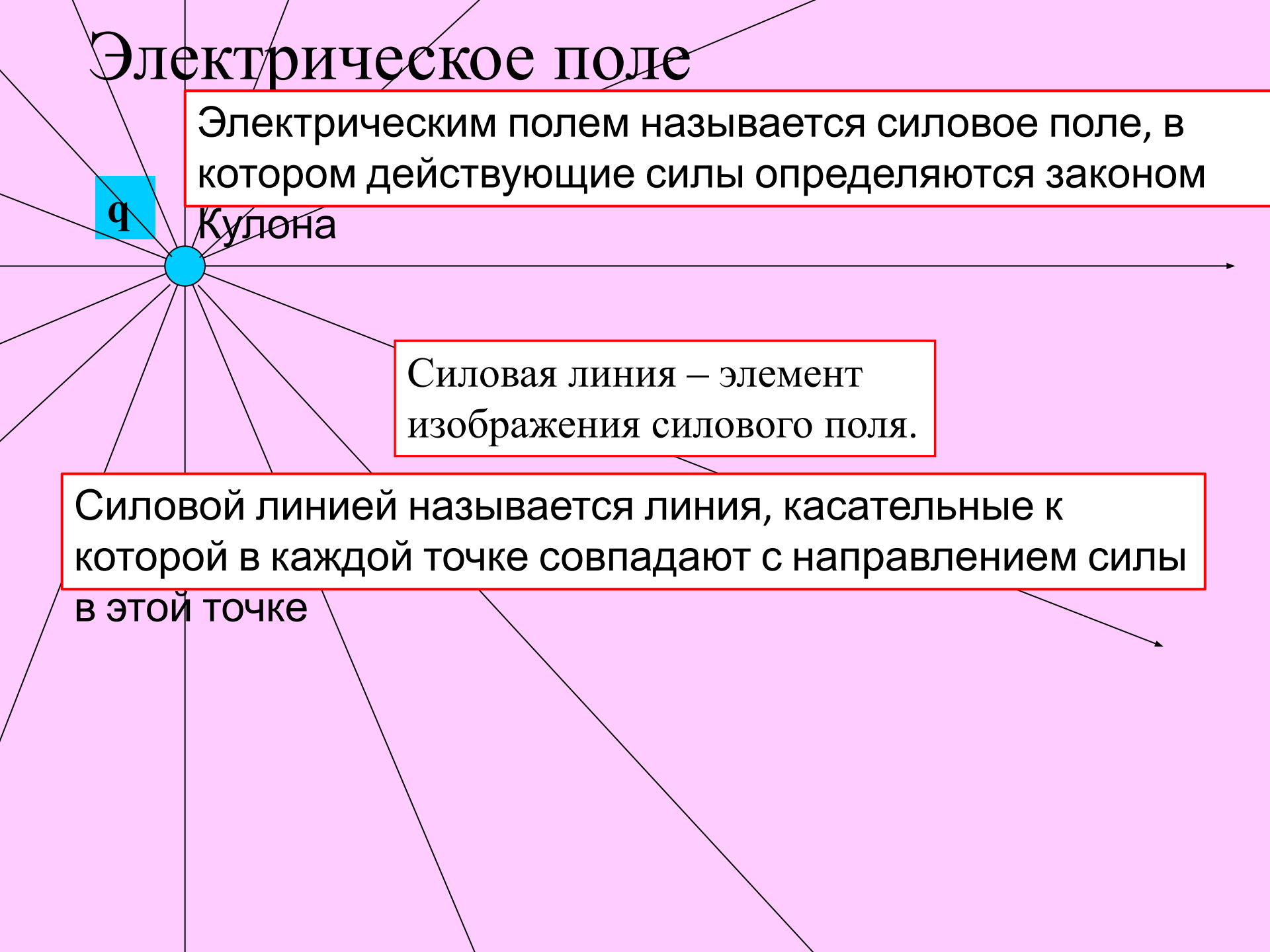
Гравитационное поле	Электрическое поле
$F = G\dfrac{m_1 m_2}{r^2}$	$F = \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}\dfrac{q_1 q_2}{r^2}$

Взаимодействуют два ядра фермия (Fm), содержащие по 100 протонов

$m = 1{,}673\cdot10^{-27}\times100$ кг	$q = 1{,}602\cdot10^{-19}\times100$ Кл
$r = 1$ м	$r = 1$ м
$G = 6{,}673\cdot10^{-11}$ м^{3}кг$^{-1}$с$^{-2}$	$\varepsilon_0 = 8{,}854\cdot10^{-12}$ Ф/м
Сила притяжения	Сила отталкивания
$F_{грав} = 10^{-65}$ Н	$F_{электр} = 2{,}307\cdot10^{-20}$ Н

Электрическое поле

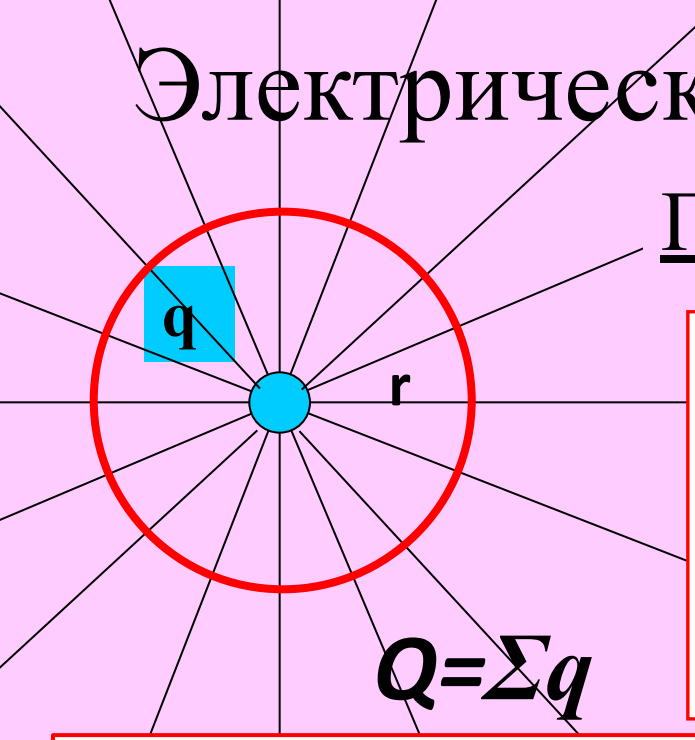
Электрическим полем называется силовое поле, в котором действующие силы определяются законом Кулона



Силовая линия – элемент изображения силового поля.

Силовой линией называется линия, касательные к которой в каждой точке совпадают с направлением силы в этой точке

Электрическое поле



Поток электрического смещения

Поток электрического смещения через замкнутую поверхность равен электрическому заряду, находящемуся в объёме, ограниченном этой поверхностью. (Закон Гаусса)

$$Q=\Sigma q$$

Каждая точка поля характеризуется векторной величиной - **D**, называемой «**плотность потока электрического смещения**»

$$D = \frac{\partial Q}{\partial S} \quad \left[\frac{\text{Кл}}{\text{м}^2}\right]$$

Если электрический заряд находится в центре сферы с радиусом *r*, то

$$D = \frac{Q}{4\pi r^2}$$

Электрическое поле

Напряжённость электрического поля

Напряжённостью электрического поля называется сила, действующая в электрическом поле на тело с точечным зарядом в 1 Кулон

$$F_{1\ кл} = E = \frac{1 \cdot q}{4\pi r^2 \epsilon_0} \left[\frac{Н}{Кл}\right]$$

$$D = \varepsilon_0 E$$

Электрическое поле

Потенциалы электрического поля

<u>Потенциал</u> электрического поля – энергия, затраченная на перемещение единичного заряда из «бесконечности» в рассматриваемую точку поля

Единица измерения электрического потенциала:

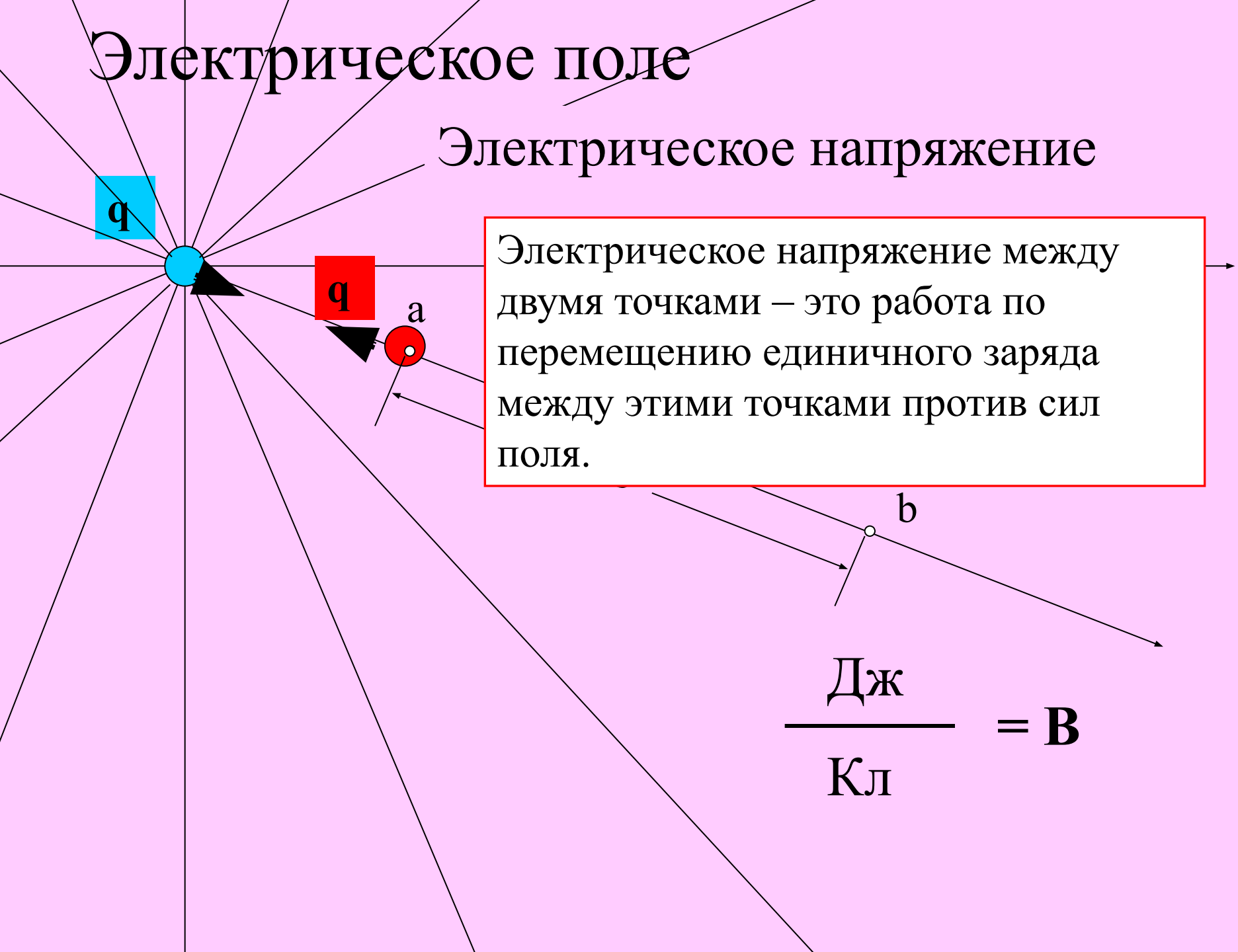
$$\frac{Дж}{Кл} = В\ (вольт)$$

$$\varphi_а > \varphi_в$$

$$\varphi = \int_r^\infty E \cdot \partial l = \int_r^\infty \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 l^2}\partial l = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r}$$

Электрическое поле

Электрическое напряжение



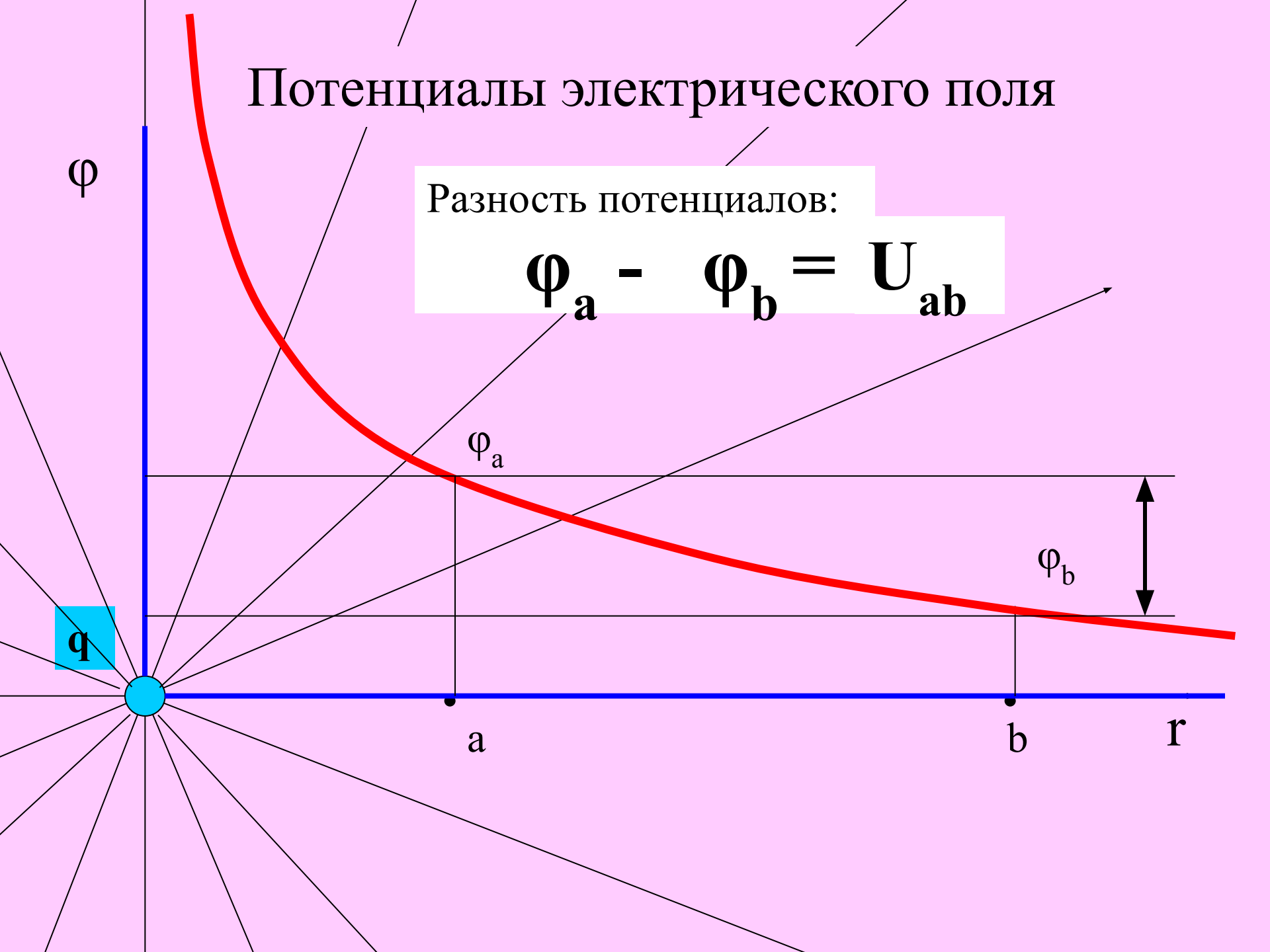
Электрическое напряжение между двумя точками – это работа по перемещению единичного заряда между этими точками против сил поля.

$$\frac{\text{Дж}}{\text{Кл}} = \mathbf{В}$$

Потенциалы электрического поля

Разность потенциалов:

$$\varphi_a - \varphi_b = U_{ab}$$



Напряжённость электрического поля

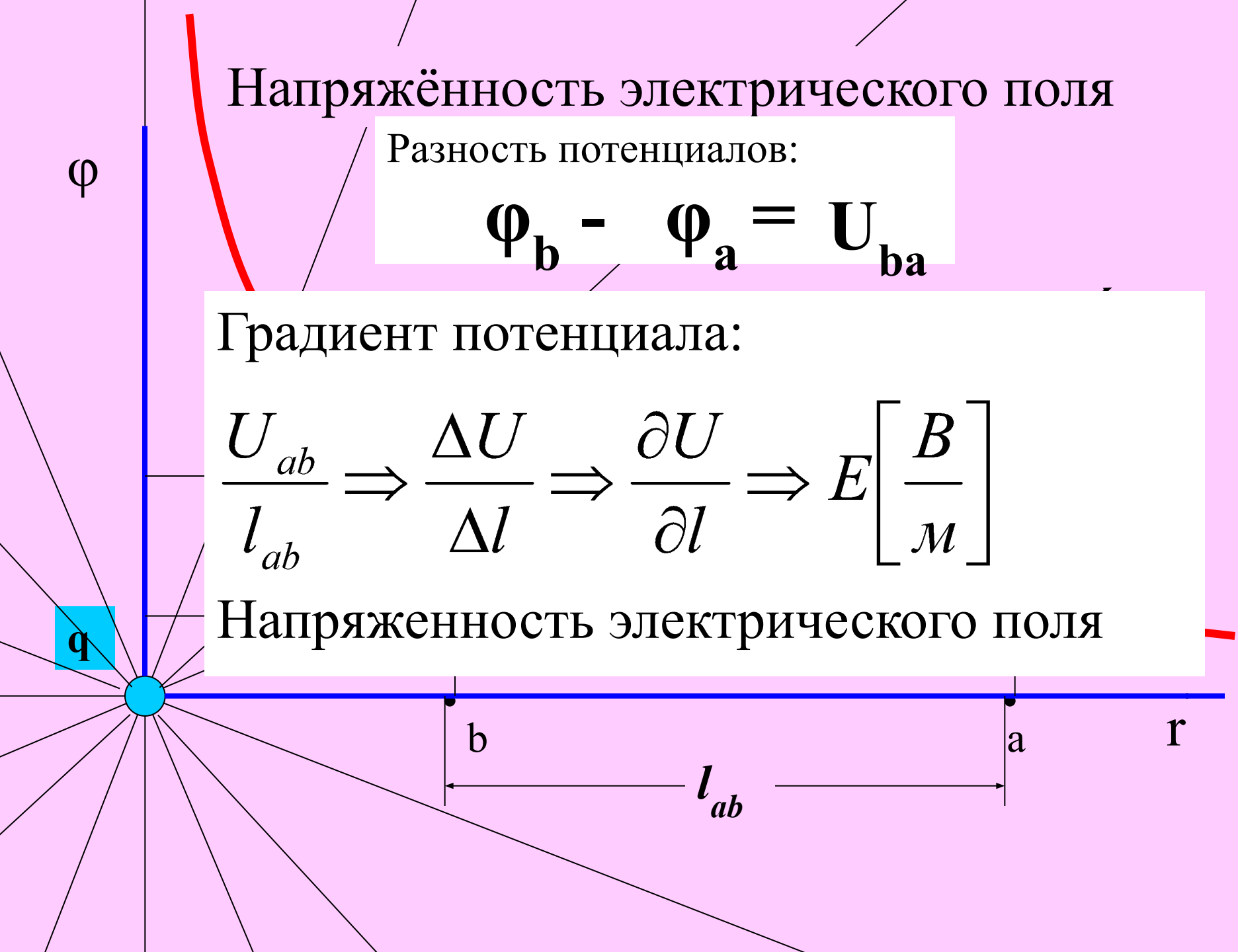
Разность потенциалов:

$$\varphi_b - \varphi_a = U_{ba}$$

Градиент потенциала:

$$\frac{U_{ab}}{l_{ab}} \Rightarrow \frac{\Delta U}{\Delta l} \Rightarrow \frac{\partial U}{\partial l} \Rightarrow E\left[\frac{B}{м}\right]$$

Напряженность электрического поля



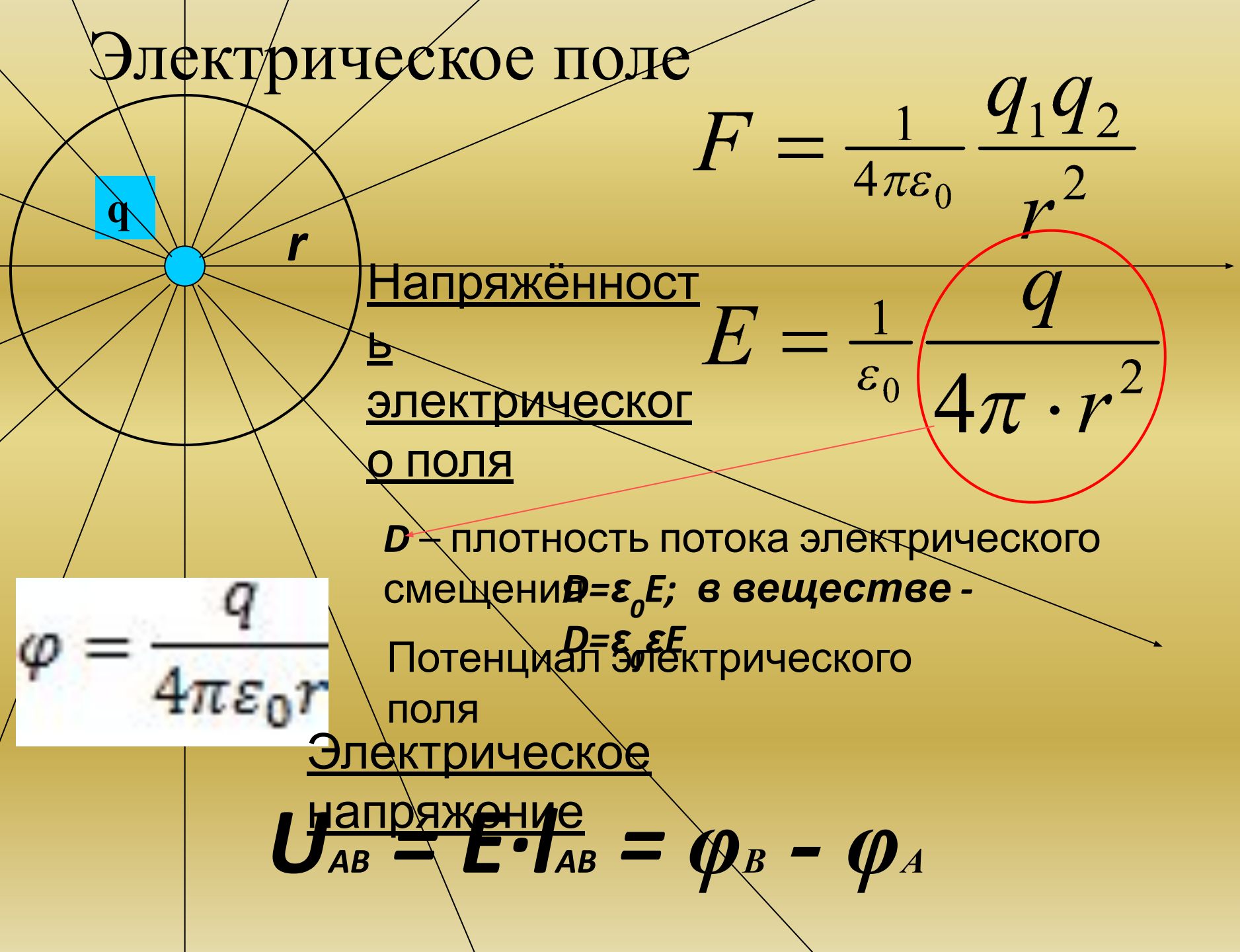
Работа и энергия

Механическая	Электрическая
$A = F \times l$	$U = E \times l$
джоуль = ньютон×метр	вольт = джоуль/кулон
	E – сила, действующая на единичный заряд

Напряжённость – основная характеристика электрического поля

[В/м] = [Н/Кл]

Электрическое поле



$$F = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1 q_2}{r^2}$$

Напряжённость электрического поля

$$E = \frac{1}{\varepsilon_0}\frac{q}{4\pi \cdot r^2}$$

D – плотность потока электрического смещения. ***D=ε₀E; в веществе - D=ε₀εE***

$$\varphi = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r}$$

Потенциал электрического поля

Электрическое напряжение

$$U_{AB} = E \cdot l_{AB} = \varphi_B - \varphi_A$$

Лекция окончена.

Прошу задавать вопросы.

Можно в письменном виде.