

# ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ



*проф. Целебровский Юрий Викторович,*

*И-415,*

*консультации – понедельник, 16<sup>00</sup>-18<sup>00</sup>*



# Электрическое и магнитное ПОЛЯ

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

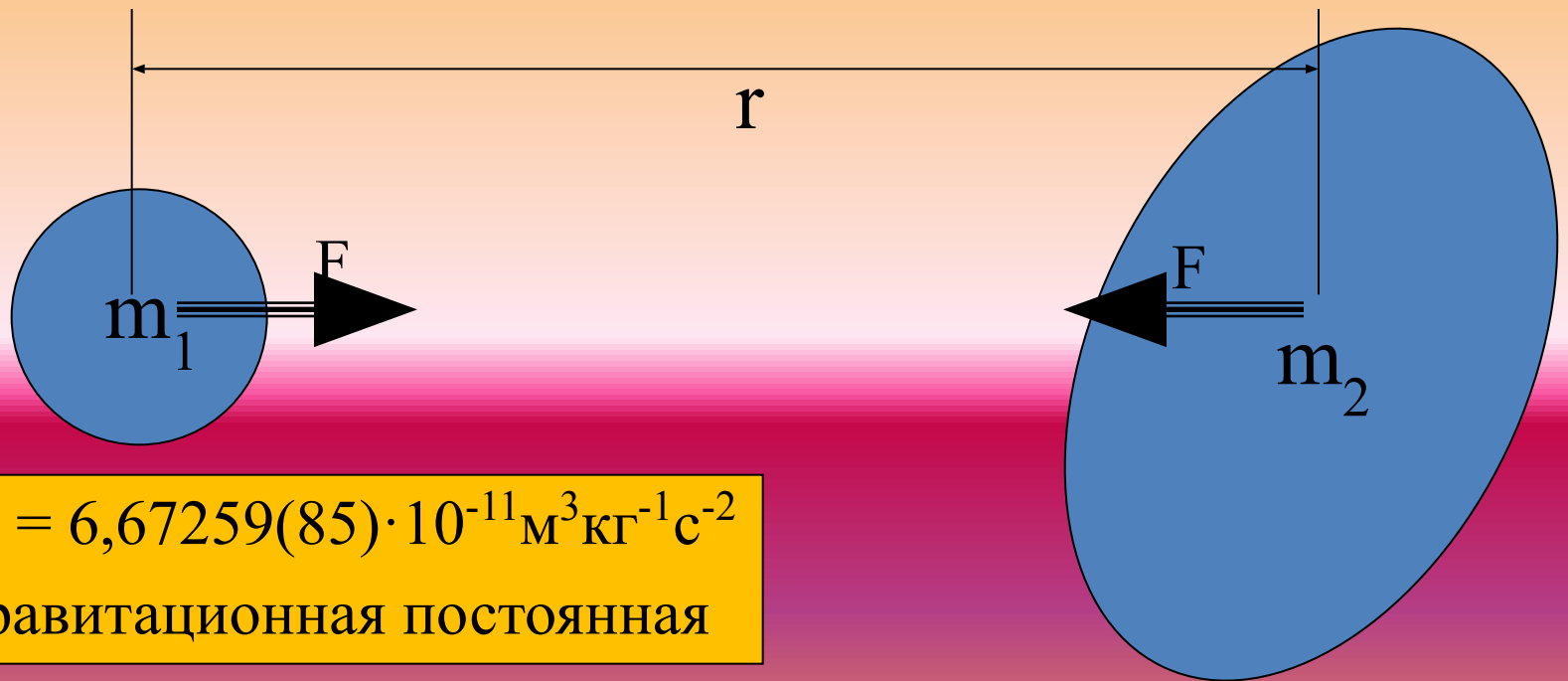
*Степени свободы* – независимые возможные изменения ~~Концепция физической системы~~ в том, что участвующие во взаимодействии частицы (тела) создают в каждой точке окружающего их пространства особое состояние (поле сил), проявляющееся в силовом воздействии на другие частицы (тела), помещаемые в какую-либо точку этого пространства.

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

- *гравитационное поле;*
- *электромагнитное поле.*

*Гравитационное поле;*

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



$G = 6,67259(85) \cdot 10^{-11} \text{ м}^3 \text{ кг}^{-1} \text{ с}^{-2}$   
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  $|e| = 1,60217733(49) \times 10^{-19}$  Кл.

*Элементарным электрическим зарядом обладают элементарные частицы:*

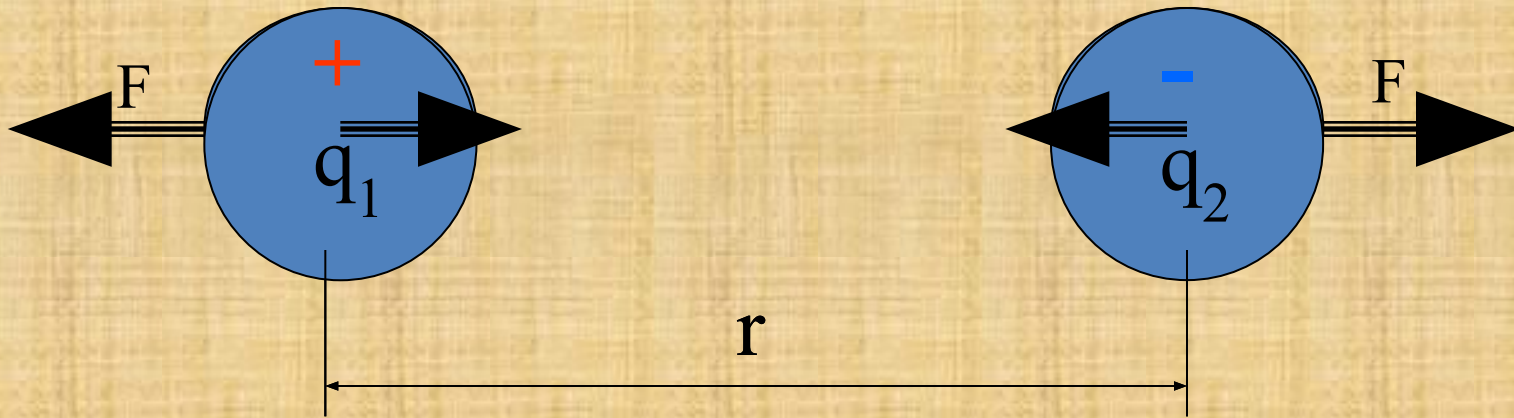
Протон – положительный заряд  $e_{\text{протона}} = + 1,60217733(49) \times 10^{-19}$  Кл.

Электрон – отрицательный заряд  $e_{\text{электрона}} = - 1,60217733(49) \times 10^{-19}$  Кл.

# Электромагнитное поле.

## Электрическое поле

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2}$$



$$\epsilon_0 = 8,854187817 \cdot 10^{-12} \text{ Ф} \cdot \text{м}^{-1}$$

электрическая постоянная

# Сравнение сил гравитационного и электрического полей

Гравитационное поле

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

Электрическое поле

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

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

$$m = 1,673 \cdot 10^{-27} \times 100 \text{ кг}$$

$$r = 1 \text{ м}$$

$$G = 6,673 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3 \text{ кг}^{-1} \text{ с}^{-2}$$

Сила притяжения

$$F_{\text{грав}} = 10^{-65} \text{ Н}$$

$$q = 1,602 \cdot 10^{-19} \times 100 \text{ Кл}$$

$$r = 1 \text{ м}$$

$$\epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$$

Сила отталкивания

$$F_{\text{электр}} = 2,307 \cdot 10^{-20} \text{ Н}$$



# Электрическое поле

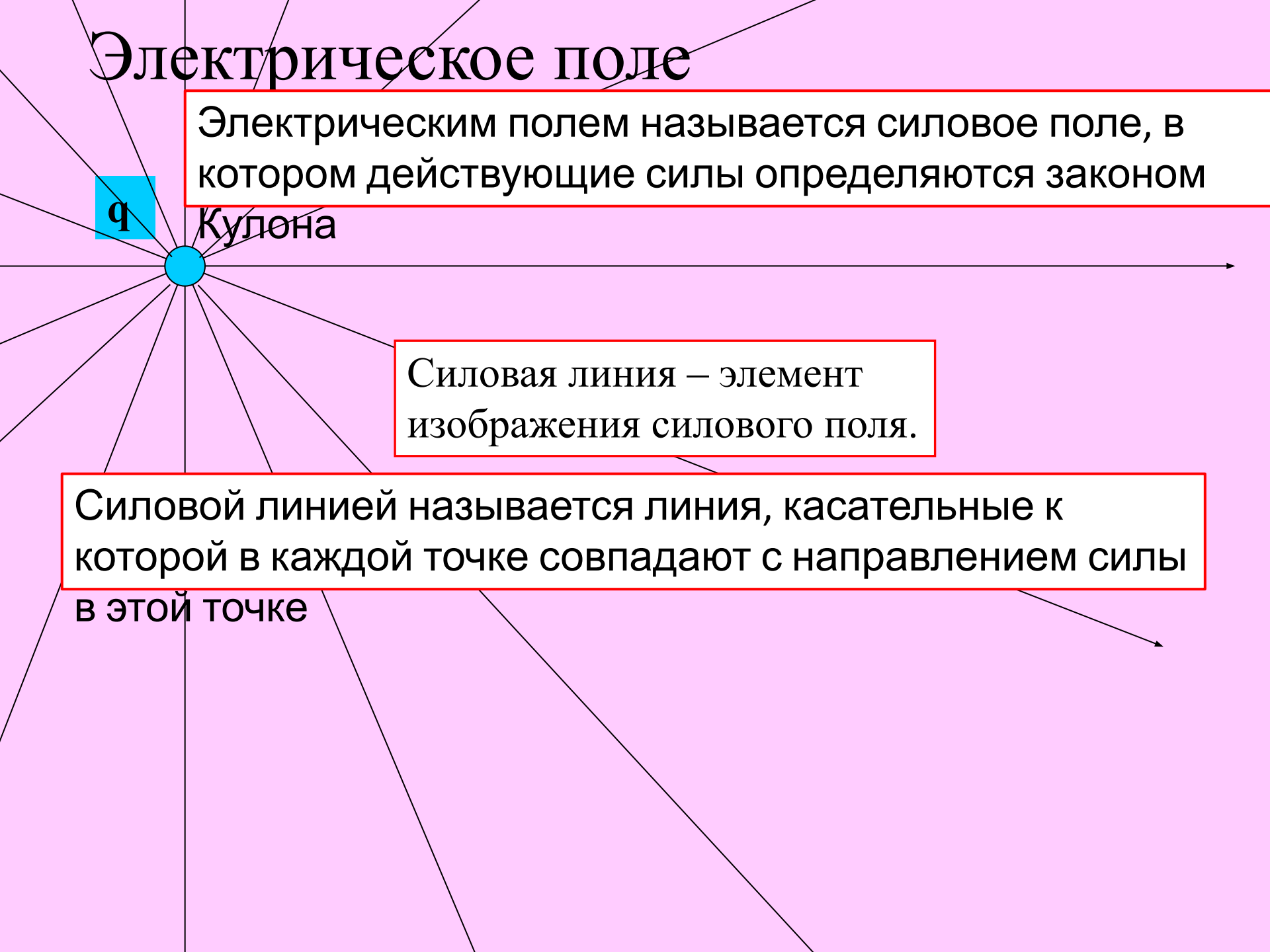
Электрическим полем называется силовое поле, в котором действующие силы определяются законом

$q$

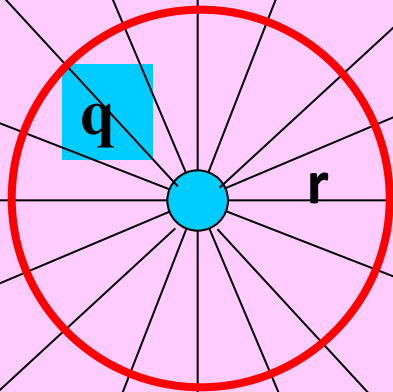
Кулона

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



$$Q = \sum q$$

## Поток электрического смещения

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

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

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

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

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

# Электрическое поле

## Напряжённость электрического поля

q

r

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

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

$q_{\text{пр}} = 1 \text{ Кл}$

$$D = \epsilon_0 E$$

# Электрическое поле

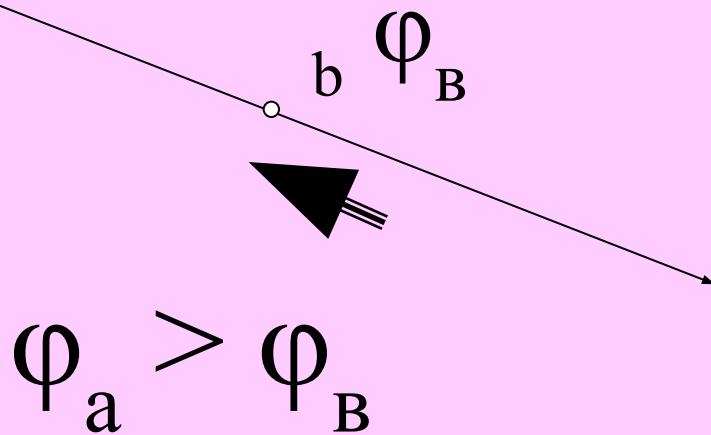
## Потенциалы электрического поля

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

Единица измерения электрического потенциала:

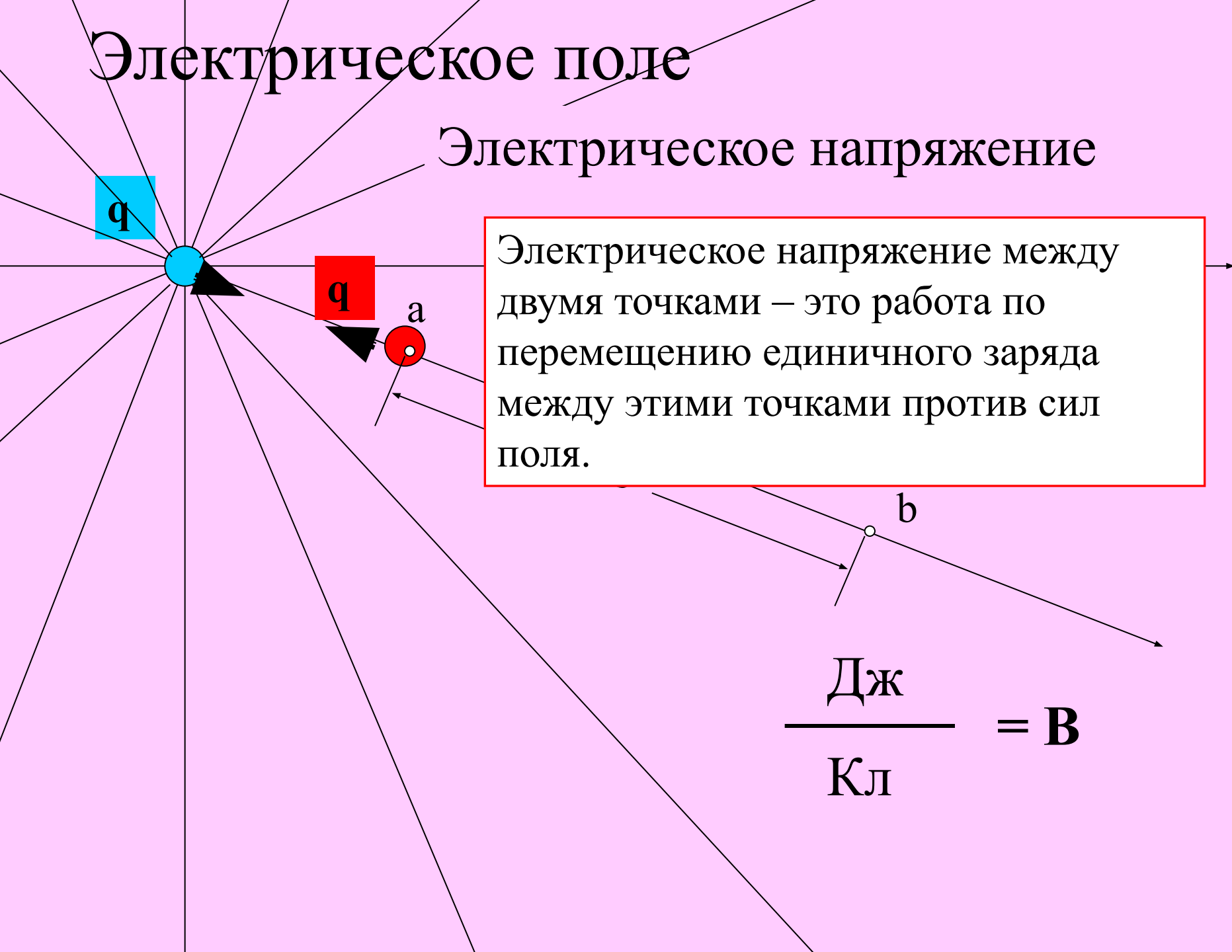
$$\frac{\text{Дж}}{\text{Кл}} = \text{В (вольт)}$$

$$\varphi = \int_r^{\infty} E \cdot dl = \int_r^{\infty} \frac{q}{4\pi\epsilon_0 l^2} dl = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r}$$



# Электрическое поле

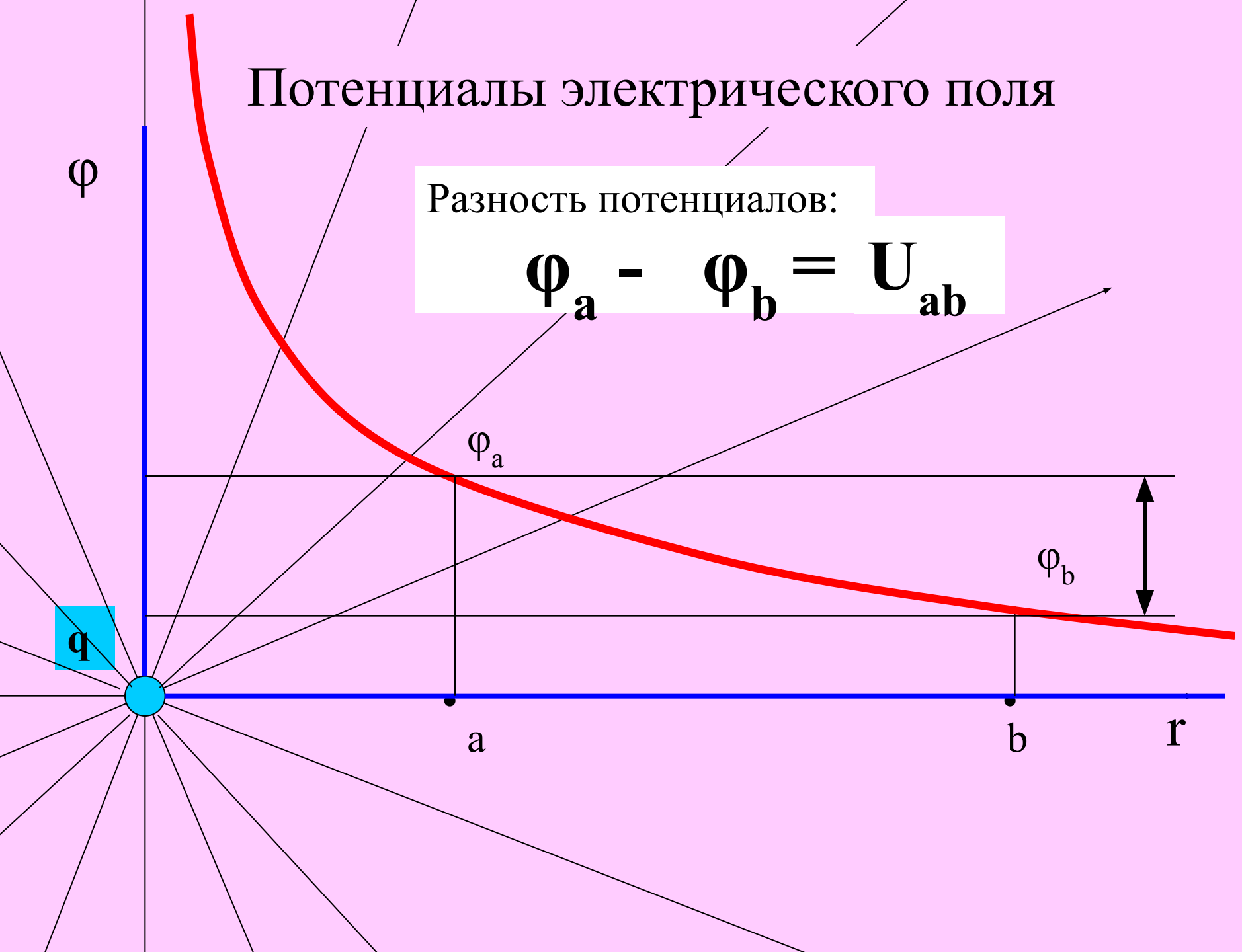
## Электрическое напряжение



# Потенциалы электрического поля

Разность потенциалов:

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



# Напряжённость электрического поля

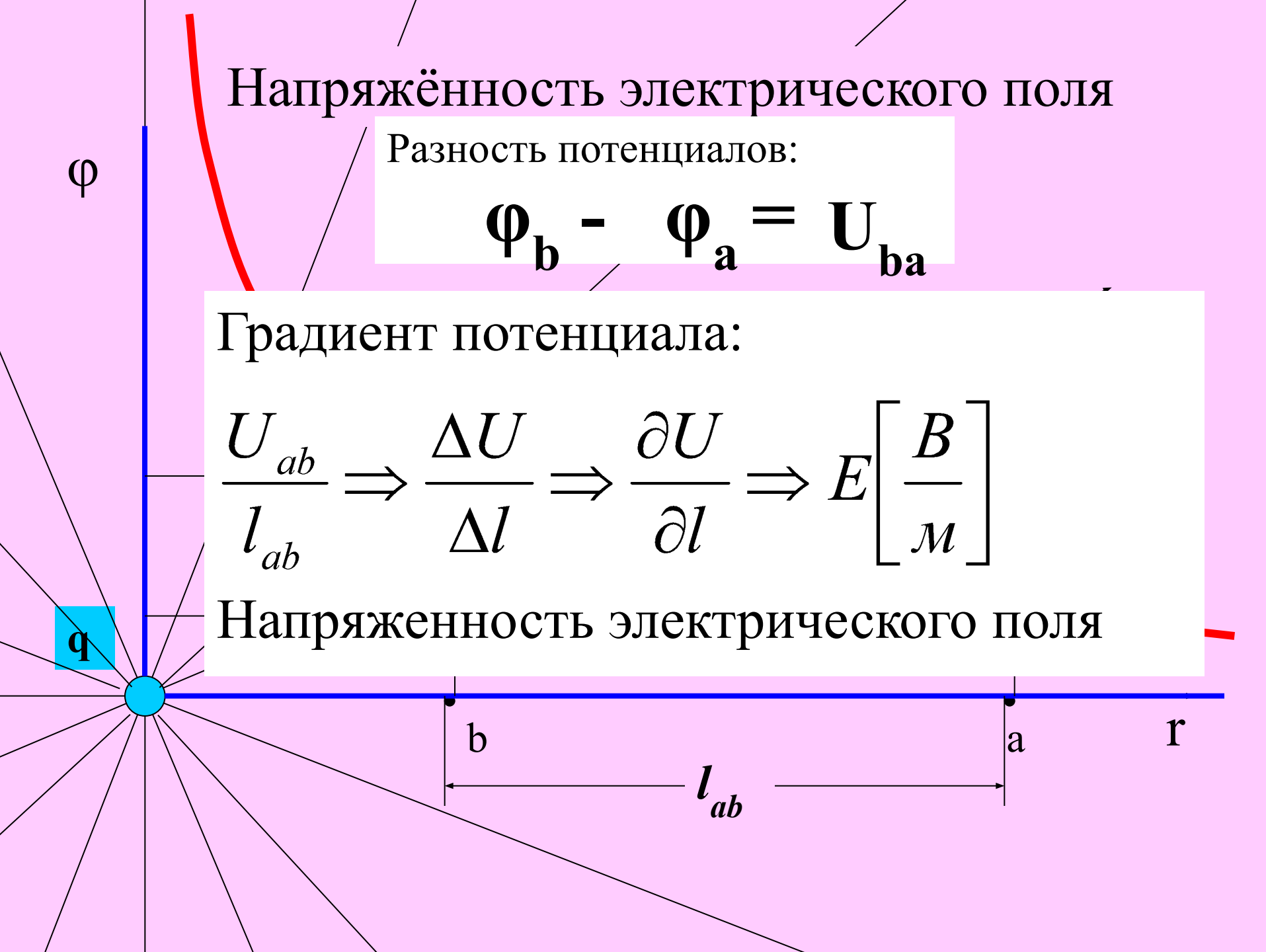
Разность потенциалов:

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

Градиент потенциала:

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

Напряженность электрического поля



# Работа и энергия

Механическая

$$A = F \times l$$

Джоуль = ньютон×метр

Электрическая

$$U = E \times l$$

вольт = Джоуль/кулон

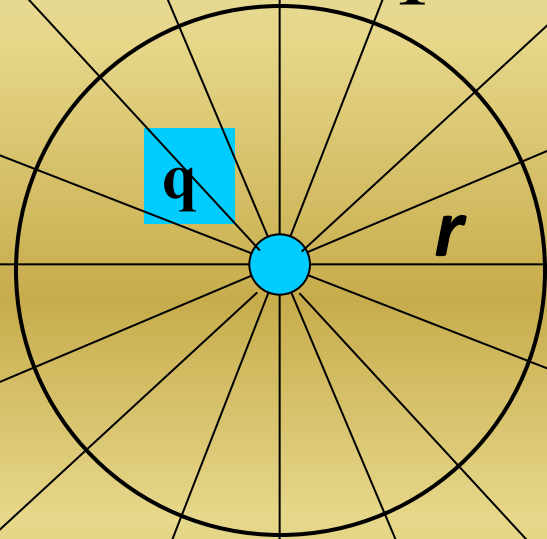
$E$  – сила, действующая на  
единичный заряд

**Напряжённость – основная характеристика  
электрического поля**

$$[\text{В/м}] = [\text{Н/Кл}]$$



# Электрическое поле



$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

Напряжённость

в  
электрическог

о поля

$$E = \frac{1}{\epsilon_0} \frac{q}{4\pi \cdot r^2}$$

$D$  – плотность потока электрического смещения  $D = \epsilon_0 E$ ; в веществе -

$D = \epsilon \epsilon_0 E$   
Потенциал электрического поля

$$\varphi = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r}$$

Электрическое

напряжение

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

***Лекция окончена.***

***Прошу задавать вопросы.***

***Можно в письменном виде.***