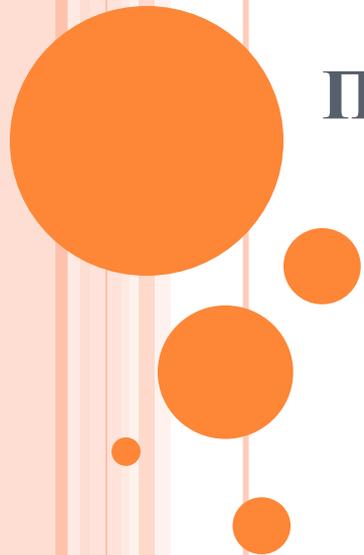


**БЛИЗКОДЕЙСТВИЕ И ДЕЙСТВИЕ НА РАССТОЯНИИ.**

**ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ.**

**НАПРЯЖЕННОСТЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ.**

**ПРИНЦИП СУПЕРПОЗИЦИИ ПОЛЕЙ.**



## БЛИЗКОДЕЙСТВИЕ

□ Действие между телами на расстоянии во многих случаях можно объяснить присутствием передающих действие промежуточных звеньев.

□ Когда мы не замечаем никакой среды, никакого посредника между взаимодействующими телами, можно ли допустить существование некоторых промежуточных звеньев? Ведь иначе придется считать, что тело действует там, где его нет.

Кому незнакомы свойства воздуха, тот может подумать, что рот или голосовые связки собеседника непосредственно действуют на уши, и считать, что звук передается невидимой средой, свойства которой непонятны. Однако можно проследить весь процесс распространения звуковых волн и вычислить их скорость.



# Сущность ТЕОРИИ БЛИЗКОДЕЙСТВИЯ

- Составляет предположение о том, что взаимодействие между удаленными друг от друга телами всегда осуществляется с помощью промежуточных звеньев (или среды), передающих взаимодействие от точки к точке.



## ДЕЙСТВИЕ НА РАССТОЯНИИ (ДАЛЬНОДЕЙСТВИЕ)

- Так продолжалось до тех пор, пока Ньютон не установил закон всемирного тяготения. Последовавшие успехи в исследовании Солнечной системы настолько захватили воображение ученых, что они вообще в большинстве своем начали склоняться к мысли о бесполезности поисков каких-либо посредников, передающих взаимодействие от одного тела к другому.

Возникла теория прямого действия на расстоянии непосредственно через пустоту. Согласно этой теории действие передается мгновенно на сколь угодно большие расстояния. Тела способны «чувствовать» присутствие друг друга без какой-либо среды между ними. Сторонников действия на расстоянии не смущала мысль о действии тела там, где его самого нет.

## ДЕЙСТВИЕ НА РАССТОЯНИИ (ДАЛЬНОДЕЙСТВИЕ)

- Если бы развитие науки происходило прямолинейно, то, казалось бы, победа теории действия на расстоянии обеспечена.

Согласно теории действия на расстоянии (дальнодействия) одно тело действует на другое непосредственно через пустоту и это действие передается мгновенно.

### ВОПРОСЫ:

1. Какая теория - дальнодействия или близкодействия - кажется вам более привлекательной? Почему?
2. Каковы сильные стороны теории дальнодействия по сравнению с теорией близкодействия?

## ИДЕИ ФАРАДЕЯ.

- Решительный поворот к представлению о близкодействии был сделан великим английским ученым Майклом Фарадеем, а окончательно завершен английским ученым Джеймсом Максвеллом.



Майкл Фарадей



Джеймс Максвелл



## ИДЕИ ФАРАДЕЯ



По теории действия на расстоянии один заряд непосредственно чувствует присутствие другого. При перемещении одного из зарядов, например  $A$ , сила, действующая на другой заряд -  $B$ , мгновенно изменяет свое значение. Причем ни с самим зарядом  $B$ , ни с окружающим его пространством никаких изменений не происходит.

Согласно идее Фарадея электрические заряды не действуют друг на друга непосредственно. Каждый из них создает в окружающем пространстве **электрическое поле**. Поле одного заряда действует на другой заряд, и наоборот. По мере удаления от заряда поле ослабевает.

## ИДЕИ ФАРАДЕЯ

- Доказательств существования поля не было.
- Такие доказательства и нельзя получить, исследуя лишь взаимодействие неподвижных зарядов.
- Успех к теории близкодействия пришел после изучения электромагнитных взаимодействий движущихся заряженных частиц.
- Вначале было доказано существование переменных во времени полей и только после этого был сделан вывод о реальности электрического поля неподвижных зарядов.



# СКОРОСТЬ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ.

- Основываясь на идеях Фарадея, Максвелл сумел теоретически доказать, что *электромагнитные взаимодействия должны распространяться в пространстве с конечной скоростью.*

Если слегка передвинуть заряд  $A$ , то сила, действующая на заряд  $B$ , изменится, но не в то же мгновение, а лишь спустя некоторое время:

$$t = \frac{AB}{c}$$

где  $AB$  - расстояние между зарядами, а  $c$  - скорость распространения электромагнитных взаимодействий.

Максвелл показал, что скорость  $c$  равна скорости света в вакууме, т. е. примерно 300 000 км/с.



## СКОРОСТЬ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ.

- **Существование определенного процесса в пространстве между взаимодействующими телами, который длится конечное время, - вот главное, что отличает теорию близкодействия от теории действия на расстоянии.**

$$t = \frac{AB}{c}$$

Эксперимент по проверке равенства при перемещении зарядов трудно осуществить из-за большого значения скорости  $c$ . Но в этом сейчас, после изобретения радио, нет нужды.



## Радиоволны

- Передача информации с помощью электромагнитных волн называется **радиосвязью**.
- Сейчас вы можете прочитать в газетах, что радиоволны от космической станции, приближающейся к Венере, доходят до Земли за время более чем 4 мин. Станция уже может сгореть в атмосфере планеты, а посланные ею радиоволны еще долго будут блуждать в пространстве. Таким образом, электромагнитное поле обнаруживает себя как нечто реально существующее.



# Что такое электрическое поле?

- во-первых, поле материально; оно существует независимо от нас, от наших знаний о нем;
- во-вторых, поле обладает определенными свойствами, которые не позволяют спутать его с чем-либо другим в окружающем мире.



## ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ.

- Главное свойство электрического поля - *действие его на электрические заряды с некоторой силой*. По действию на заряд устанавливают существование поля, распределение его в пространстве, изучают все его характеристики.

Электрическое поле неподвижных зарядов называют **электростатическим**. Оно не меняется со временем. Электростатическое поле создается только электрическими зарядами. Оно существует в пространстве, окружающем эти заряды, и неразрывно с ними связано.

# ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ

- Согласно теории близкодействия взаимодействие между заряженными частицами осуществляется посредством электрического поля.

Недостаточно утверждать, что электрическое поле существует. Надо ввести количественную характеристику поля. После этого электрические поля можно будет сравнивать друг с другом и продолжать изучать их свойства.



## НАПРЯЖЕННОСТЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ.

- Если поочередно помещать в одну и ту же точку поля небольшие заряженные тела и измерять силы, то обнаружится, что сила, действующая на заряд со стороны поля, прямо пропорциональна этому заряду.

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

*Напряженность поля в данной точке равна отношению силы, с которой поле действует на точечный заряд, помещенный в эту точку, к этому заряду.*

## НАПРЯЖЕННОСТЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ.

- Сила, действующая на заряд  $q$  со стороны электрического поля, равна:

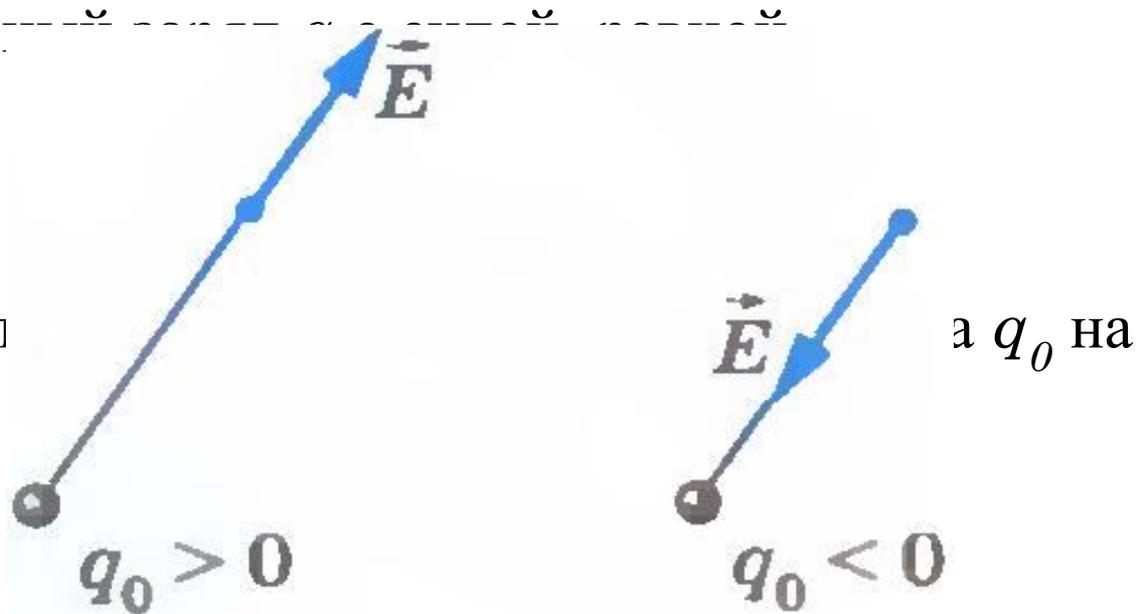
$$\vec{F} = q\vec{E}.$$

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



## НАПРЯЖЕННОСТЬ ПОЛЯ ТОЧЕЧНОГО ЗАРЯДА.

- По закону Кулона этот заряд будет действовать на положительный.



- Модуль напряженности

- Вектор напряженности в любой точке электрического поля направлен вдоль прямой, соединяющей эту точку и заряд и совпадает с силой, действующей на точечный положительный заряд, помещенный в данную точку.



# ПРИНЦИП СУПЕРПОЗИЦИИ ПОЛЕЙ.

- Если на тело действует несколько сил, то согласно законам механики результирующая сила равна геометрической сумме этих сил:

$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots$$

- Отсюда следует, что напряженности полей складываются геометрически.

*если в данной точке пространства различные заряженные частицы создают электрические поля, напряженности которых и т. д., то результирующая напряженность поля в этой точке равна сумме напряженностей этих полей:*

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3 + \dots,$$



## Принцип суперпозиции полей.

- Напряженность поля, создаваемая отдельным зарядом, определяется так, как будто других зарядов, создающих поле, не существует.
- Благодаря принципу суперпозиции для нахождения напряженности поля системы заряженных частиц в любой точке достаточно знать выражение

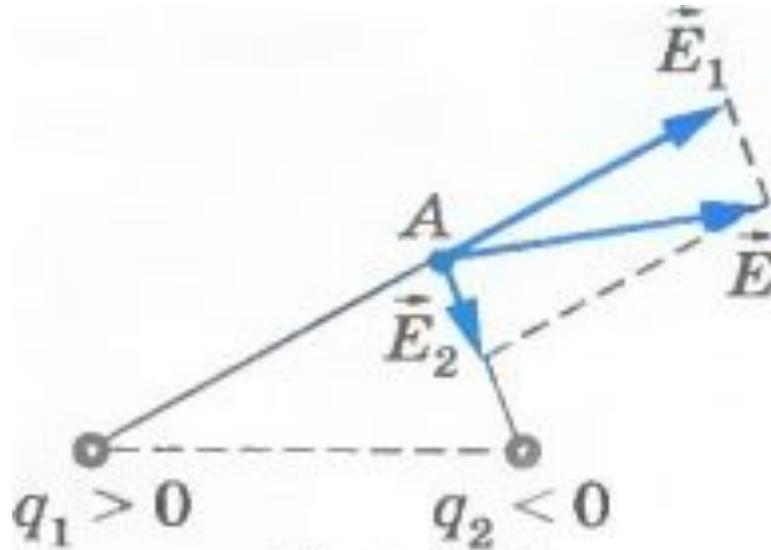
$$E = \frac{F}{q} = k \frac{|q_0|}{r^2}$$

- для напряженности поля точечного заряда.



# ПРИНЦИП СУПЕРПОЗИЦИИ ПОЛЕЙ.

- На рисунке показано, как определяется напряженность  $\vec{E}$  поля в точке  $A$ , созданная двумя точечными зарядами  $q_1$  и  $q_2$ ,  $q_1 > q_2$



Введение электрического поля позволяет разделить задачу вычисления сил взаимодействия заряженных частиц на две части. Сначала вычисляют напряженность поля, созданного зарядами, а затем по известной напряженности определяют силы. Такое разделение задачи на части обычно облегчает расчеты сил.

