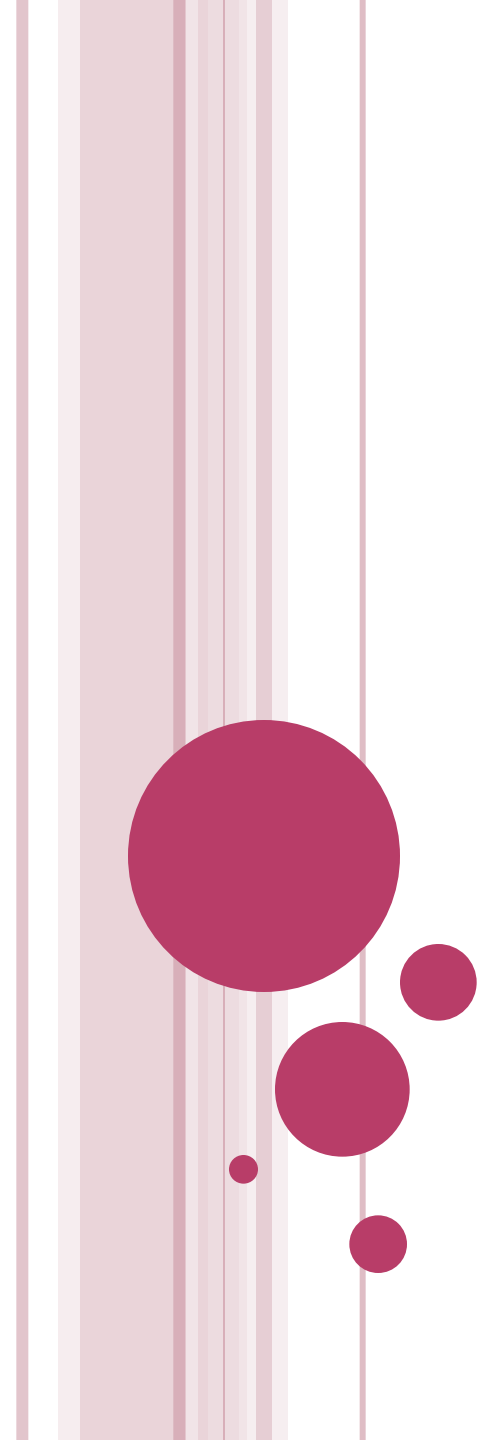




# ЭЛЕКТРОМАГНИТН АЯ КАРТИНА МИРА.

Ю.П. Бикерский, учитель физики  
МОУ СОШ №1 с УИОП г. Надым

**ЗАКОНОВ  
ПРОНИЗАНО НЕКИМИ ОБЩИМИ  
ПРИНЦИПАМИ, КОТОРЫЕ ТАК  
ИЛИ  
ИНАЧЕ СОДЕРЖАТСЯ В КАЖДОМ  
ЗАКОНЕ.  
Р. ФЕЙНМАН**

Уже в прошлом веке физики дополнили механистическую картину мира электромагнитной. Электрические и магнитные явления были известны им давно, но изучались обособленно друг от друга. Дальнейшее их исследование показало, что между ними существует глубокая взаимосвязь, что заставило ученых искать эту связь и создать единую электромагнитную теорию.



- Первооткрыватели закона сохранения энергии, позволившего объединить многие, разрозненные на первый взгляд факты из области физики, химии, биологии, космологии, являются не физиками, а специалистами других областей знания или человеческой деятельности: врач **Роберт Майер**, владелец пивоваренного завода **Джеймс Джоуль**, врач-физиолог **Герман Гельмгольц**. Закон сохранения энергии сыграл большую роль в открытиях, связанных с электрическими и магнитными явлениями.
- *«Беря на себя задачу отыскать законы электричества, мы видим, что не обладаем никаким другим доступным вспомогательным средством исследования, кроме как единственно и исключительно принципом сохранения энергии», - говорил **Макс Планк**.*



Макс  
Планк

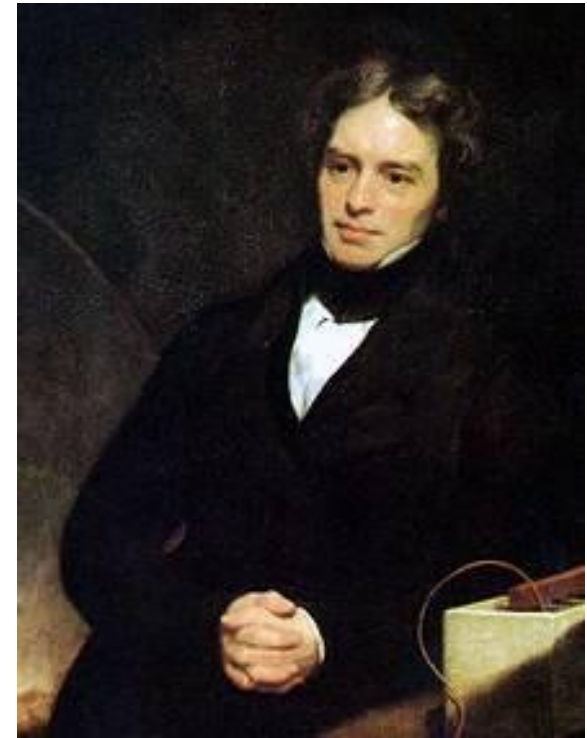


- Первые исследования по электричеству и магнетизму начались еще задолго до открытия закона сохранения и превращения энергии.
- Так, в своих исследованиях **Фарадей** руководствовался идеей превратимости сил природы. «Превратить магнетизм в электричество» - это была его заветная мечта.
- Когда она овладела Фарадеем? После того, как он узнал об открытиях **Эрстеда** и **Ампера**, или гораздо раньше, когда мальчик в залатанной курточке пробирался среди экипажей лондонскими улицами, думая о профессоре *Деви*, публичные лекции которого ему удалось прослушать?
- Когда большая мечта овладевает достойным человеком, тогда и совершаются открытия, причисляемые к открытиям века. Попробуйте представить себе: каждый день выполнять по несколько опытов, каждый опыт скрупулезно описывать и анализировать. **И это в течение десяти лет. Вот сколько времени и сил понадобилось, чтобы превратить магнетизм в электричество.** Но ни один день не потрачен напрасно. Ни для человечества, ни для себя.
- С открытием Фарадея в жизнь вошли не только генераторы тока и электромоторы, с ним прежде всего в науку вошло представление об электромагнитном поле как о материальной среде, как о непрерывной материи, заполняющей пространство.



# ПОЧЕМУ ОТКРЫТИЕ ЯВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ИНДУКЦИИ ПРИВЕЛО К ИЗМЕНЕНИЮ ВЗГЛЯДОВ НА МИР?

- Мысленно еще раз повторим опыт по электромагнитной индукции: магнит вдвигается в катушку, в катушке возникает ток. Изменение магнитного поля порождает электрическое поле, которое существует в пространстве, где находится катушка. А если катушку убрать? Электрическое поле не исчезает. Переменное магнитное поле порождает в пространстве изменяющееся электрическое поле и наоборот. Эти поля существуют в пространстве независимо от того, есть ли там электрические заряды и магниты или их нет.
- До Фарадея никто не говорил о том, что силовое поле - это не результат механических перемещений тел, не формальная схема, которая необходима для объяснения явлений, что оно само по себе является материальной субстанцией.



Майкл Фарадей



# ДАЛЬНЕЙШЕЕ РАЗВИТИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ О ПОЛЕ СВЯЗАНО С МАКСВЕЛЛОМ



Джеймс Клерк (Кларк)  
Максвелл

- Благодаря его работам (начало XX в.) в науке утвердилось электромагнитная картина мира. Согласно этой картине весь мир заполнен электромагнитным эфиром, пустоты в нем нет. Электрическое, магнитное и электромагнитное поля трактовались как состояния эфира, который был их носителем. Поскольку эфир был средой для распространения света, то его называли еще «светоносным» эфиром. Как видим, понятие эфира снова появилось в науке, «возродились» представления о непрерывности материи, которые были в картине мира Аристотеля. Но, конечно, это уже совершенно другие представления.



- Все законы природы сводились к законам электромагнетизма, которые математически выражались уравнениями **Максвелла**. Вещество представлялось состоящим из электрически заряженных частиц.
- Ставилась задача «построить модель атома, составленного из определенных сочетаний положительного и отрицательного электричества», - как говорил об этом автор одной из самых «вкусных» моделей атома **Дж. Томсон** (речь идет об модели «пудинг с изюмом»).
- К тому времени, когда возникли представления об атомах, состоящих из электронов и протонов, электромагнитная картина мира приобрела почти завершенную форму, ей удалось объединить разрозненные факты путем обращения к единообразной сущности, каковой считалось электромагнитное поле.
- На основе электромагнитных взаимодействий объясняются не только электрические и магнитные явления, но и оптические, и тепловые и химические.



# ЭЛЕКТРОННАЯ ТЕОРИЯ ЛОРЕНЦА

- Начиная с 70-х годов XIX века разработкой электронной теории занялся **Гендрик Антон Лоренц** (1853—1928), объяснивший с ее помощью электромагнитные и оптические явления. Он исходил из того, что теория Максвелла нуждается в дополнении, так как в ней не учитывается структура вещества. С самого начала научной деятельности Лоренц уделяет особенно большое внимание исследованиям по оптике, в том числе и молекулярной оптике. Уже в период создания волновой теории света было выяснено, что для объяснения явления дисперсии света нужно признать, что среда, в которой распространяется свет, имеет атомистическое строение. Уже тогда начинает зарождаться молекулярная теория дисперсии. Частицы вещества начинают рассматривать как элементарные осцилляторы, которые под действием проходящих световых волн совершают колебательные движения.
- Эту теорию развивает в 1878 году Лоренц. При этом он уже пользуется электромагнитной теорией света и считает молекулы вещества состоящими из электрических зарядов, которые могут поляризоваться и совершать колебания под влиянием проходящей электромагнитной волны. Лоренц получает формулу для показателя преломления.
- В первой половине 90-х годов Лоренц уже выступает в печати с общей теорией электромагнитных и оптических явлений, опирающейся, с одной стороны, на теорию Максвелла, а с другой стороны, на представление о существовании элементарных электрических зарядов, связанных с частицами вещества. Эта теория впоследствии (после открытия электрона) получила название электронной теории.



Гендрик  
Антон  
Лоренц





- В 1900 г. В. Вин поставил вопрос об электромагнитном обосновании механики. В науку прочно входит представление о непрерывности материи.
- Окончательно оно победило, когда А. Майкельсон своими опытами доказал, что светоносного эфира нет, свет - электромагнитное поле - сам является видом материи, для его распространения нет необходимости в какой-либо особой среде - эфире.

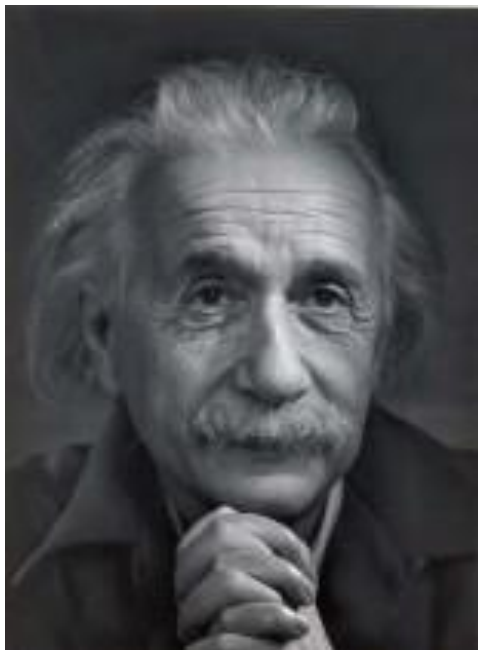


Вин В.



А. Майкельсон





Альберт Эйнштейн

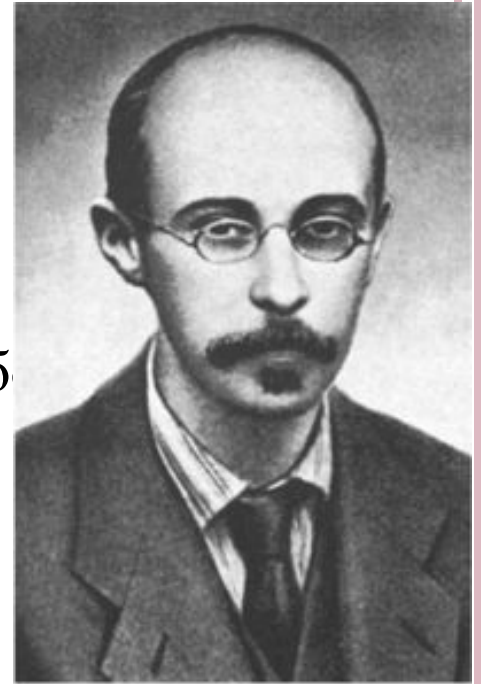
- Представления об электромагнитном поле были настолько популярными, что А. Эйнштейн, будучи еще шестнадцатилетним юношей, подолгу размышлял о его свойствах, в частности о том, каким представлялось бы электромагнитное поле для наблюдателя, который «летит» вдогонку за ним со скоростью света, т. е.  $300\,000\text{ км/с}$ . Впоследствии он рассказывал, что никак не мог себе представить, каким бы было электромагнитное поле для такого наблюдателя, и, наверное, из этой невозможности родилась позже уверенность, что «луч света нельзя догнать»: с какой бы скоростью мы ни гнались за ним, он уходит от нас со скоростью  $300\,000\text{ км/с}$  - скорость света во всех инерциальных системах отсчета одинакова. Это положение является одним из постулатов специальной теории относительности.



- С утверждением в науке теории относительности изменились представления о пространстве и времени, о массе движущихся тел, об их взаимодействии. В механике **Ньютона** и механической картине мира пространство и время считались «абсолютными», не связанными с материальными объектами и не зависимыми друг от друга. Материальные объекты существовали в пустоте, взаимодействия между ними передавались мгновенно. Действительно, ни в формулу закона всемирного тяготения, ни в формулу закона *Кулона* время не входит.
- Эйнштейн показал органическую взаимосвязь пространства и времени, относительность пространственных и временных соотношений в материальном мире. По Эйнштейну, распределение материи во Вселенной изменится, если перейти от одного периода времени к другому, от одной области пространства к другой. Пространство и время определяются распределением и движением масс материи. *В связи с этим на смену представлениям о бесконечной неизменной Вселенной Ньютона приходят другие представления о Вселенной.*
- Представления об искривленном пространстве дали возможность построить *модели Вселенной*, отличные от модели Ньютона. По одной из моделей мир безграничен, но не бесконечен. Чтобы понять это, вернемся к аналогии с листом. Если этот лист может прогибаться одинаково в каждой точке, то это может привести тому, что он свернется в шар, поверхность его замкнута, она не имеет границ, но конечна по размерам.



- В 1922 г. советский ученый **А. А. Фридман** показал, что теория тяготения *Эйнштейна* позволяет построить еще две равноправные модели Вселенной. Одна из них - закрытая модель, подобная поверхности шара, другая модель открытая. *Согласно теории Фридмана, расстояния между телами во Вселенной, согласующейся с той и другой моделью, должны меняться со временем.* Пространство должно либо расширяться, либо сжиматься. Например, если шар надувать, то каждому из сидящих на шаре «жуков» будет казаться, что остальные «жуки» убегают от него . а наглядная аналогия может помочь понять «разбегание» галактик, которое астрофизики обнаружили по красному смещению спектральных линий.



*А. Фридман*



## ИТАК, ВЫВОД:

- **Электромагнитная картина мира отличается от механической картины.** Но все же между ними много общего. Так, если в механической картине мира окончательными элементами, моделирующими физическую реальность, были неизменные, не имеющие структуры частицы - их можно назвать материальными точками), движение которых предопределялось начальными условиями и законами механики, то в электромагнитной картине мира роль таких частиц выполняют точечные электрические заряды и электромагнитные характеристики каждой точки эфира, но «поведение» тех и других также предопределено начальными условиями и строгими физическими законами, т. е. в электромагнитной картине мира физические процессы также считаются однозначно детерминированными.



- Единственное, что противопоставляет эти картины мира, - это представление о материи: в механической картине мира она дискретна, в электромагнитной - непрерывна. Частицы, играющие роль кирпичиков мироздания, взаимодействуют посредством окружающего их электромагнитного поля, имеющего непрерывный характер. Атомы химических элементов уже не неделимые частицы, они обладают внутренней структурой, но они сохраняют свое название атомов и электрически нейтральны.
- Казалось бы, модель атома **Резерфорда** прекрасно гармонирует с представлениями электромагнитной картины мира: электроны и ядро держатся в атоме посредством образующегося между ними электрического поля.
- Справедлив и сейчас вывод из модели **Резерфорда** о том, что нельзя говорить, например, что атом водорода состоит из протона и электрона. Можно сказать, что он возникает из них.





Эрнест Резерфорд

- Действительно, если электрон и протон находятся рядом, то у результирующего электрического поля запас энергии меньше, чем в том случае, когда заряды удалены друг от друга. Так что протон и электрон в атоме отличны от протона и электрона, которые существовали отдельно. Природа использует необычный, с нашей точки зрения, «клей», чтобы соединить частицы в атоме - она «отбирает» от частиц энергию и эквивалентную ей массу. Но оказалось, что именно модель атома Резерфорда нанесла один из сокрушительных ударов по электромагнитной картине мира.





## ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ КАРТИНА МИРА

Формируется на основе:

- начал электромагнетизма М. Фарадея (1791–1867),
- теории электромагнитного поля Д. Максвелла (1831–1879),
- электронной теории Г.А. Лоренца (1853–1928),
- постулатов теории относительности А. Эйнштейна (1879–1955)

### Характерные особенности

В рамках электромагнитной картины мира сложилась полевая, континуальная (непрерывная) модель реальности:

- материя - единое непрерывное поле с точечными силовыми центрами - электрическими зарядами и волновыми движениями в нем;
- мир - электродинамическая система, построенная из электрически заряженных частиц, взаимодействующих посредством электромагнитного поля

В электромагнитную картину мира было введено понятие вероятности

Игнорирование дискретной, атомистической природы вещества приводит максвелловскую электродинамику к целому ряду противоречий, которые снимаются с созданием Г. Лоренцом электронной теории или микроскопической электродинамики. Последняя восстанавливает в своих правах дискретные электрические заряды, но она сохраняет и поле как объективную реальность.

Движение — распространение колебаний в поле, которые описываются законами электродинамики

Принцип близкодействия - взаимодействия любого характера передаются полем от точки к точке непрерывно и с конечной скоростью

Реляционная (относительная) концепция пространства и времени:  
а пространство и время связаны с процессами, происходящими в поле, т. е. они несамостоятельны и зависят от материи

А. Эйнштейн ввел в электромагнитную картину мира идею относительности пространства и времени. Так появилась общая теория относительности, ставшая последней крупной теорией, созданной (1916) в рамках электромагнитной картины мира