

Концепция отношений

- 1. Концепция «отношений» и принцип относительности в физике (Галилей, Эйнштейн).
- 2. Понятие поля в физике. Электромагнитное поле и электромагнитные волны. Корпускулярно-волновой дуализм. Принцип дополнительности Н. Бора.
- 3. Симметрия и законы сохранения в физике.

Мир как система отношений

- Исходные утверждения концепции отношений:
 - 1. отсутствие простых элементов, существующих сами по себе определяющих свойства и структуру мира в целом
 - 2. первичность целого по отношению к частям
 - 3. целое существует не в готовом виде, а в форме отношений
-
- Отношение — свойство — вещь

Относительность в классической физике

- Аристотель: покой – естественное положение предмета, движение – ее вынужденная характеристика
- Галилей: открыл инерциальное движение механических тел
- Относительность реальности электромагнитного поля: существование поля зависит от движения источника поля

Основные постулаты СТО

- 1. (*принцип относительности Эйнштейна*). В двух системах координат, движущихся равномерно и прямолинейно друг относительно друга, все законы природы строго одинаковы и нет никакого средства обнаружить абсолютное прямолинейное и равномерное движение.
- Иными словами, любое физическое явление протекает одинаково во всех инерциальных системах отсчёта.

Относительность в релятивистской физике

- Основные понятия СТО:
- **Система отсчета** - материальное тело, выбираемое в качестве начала этой системы, способ определения положения объектов относительно начала системы отсчёта и способ измерения времени.
- **Инерциальная система отсчета (ИСО)** — это такая система, относительно которой объект, не подверженный внешним воздействиям, движется равномерно и прямолинейно.
- **Событием** называется любой физический процесс, который может быть локализован в пространстве, и имеющий при этом очень малую длительность.
- **Преобразование Лоренца** — это аффинное преобразование, сохраняющее расстояние между точками пространства с помощью инфинитного скалярного произведения

Основные постулаты СТО

- 2. (*принцип постоянства скорости света*).
Скорость света в пустом пространстве всегда постоянна независимо от движения источника и приемника света
- 3. координаты и скорости преобразовываются из одной инерциальной системы отсчета в другую согласно классическим преобразованиям Галилея и Лоренца

Принципы и понятия эйнштейновой теории гравитации

- Проблема: физика Ньютона исходила из принципа дальнего действия, физика Эйнштейна – из предельности скорости (скорость света)
- Невозможно говорить о скорости безотносительно к какому-либо телу. Так же и ускорение имеет некоторый смысл, вызывающий его.
- Ньютон указывал что фактором, порождающим инерциальные силы в ускоренных системах является абсолютное пространство, а Э. Мах – действие общей массы Вселенной
- Эйнштейн усмотрел такой фактор в эквивалентности сил инерции и сил тяготения.

Способы определения массы тела:

- 1. исходя из 2 законы Ньютона $m = F / a$. Здесь – масса – мера инертности тела, сопротивление тела приложенной к нему силе
- 2. исходя из закона всемирного тяготения. Здесь масса – источник поля тяготения. С одной стороны она его создает, а с другой – испытывает воздействие поля тяготения, создаваемого другими телами
- Многочисленные опыты показали эквивалентность инертной и гравитационной масс
- Из СТО следует, что инертная масса зависит от скорости – с увеличением скорости масса растет, с изменяющейся массой растет и энергия

Следствие из СТО

- геометрическое толкование явления тяготения – сила тяжести эквивалентна искривлению неевклидова пространства

Понятие поля

- **Поле в физике** – физический объект, классически описываемый математическим скалярным, векторным, тензорным и спинорным полем, подчиняющимся динамическим уравнениям.
- Другими словами, физическое поле представляется некоторой динамической физической величиной, определенной во всех точках пространства и принимающей вообще говоря разные значения в разных точках пространства, к тому же меняющейся со временем

Типология полей

- Электромагнитные
- Гравитационные
- Волновые
- Поля ядерных сил

Электромагнитное поле

- Электромагнитное поле — фундаментальное физическое поле, взаимодействующее с электрически заряженными частицами, а также с телами, имеющими собственные дипольные и мультипольные электрические, а также магнитные моменты.
- Электромагнитное поле представляет собой совокупность электрического и магнитного полей, которые могут, при определённых условиях, порождать друг друга, а по сути, являются одной сущностью, формализуемой через тензор электромагнитного поля.

Электромагнитные волны

- Электромагнитные волны — распространяющееся в пространстве возмущение (изменение состояния) электромагнитного поля.
- Среди электромагнитных полей вообще, порождённых электрическими зарядами и их движением, принято относить собственно к излучению ту часть переменных электромагнитных полей, которая способна распространяться наиболее далеко от своих источников — движущихся зарядов, затухая наиболее медленно с расстоянием.

- В рамках квантовой электродинамики электромагнитное излучение (электромагнитные волны) можно рассматривать как поток фотонов.
- Фотон – частица, которую можно представить как элементарное квантовое возбуждение электромагнитного поля — безмассовый векторный бозон. Фотон также называют квантом электромагнитного поля (подразумевая, что соседние по энергии стационарные состояния свободного электромагнитного поля с определенной частотой и волновым вектором различаются на один фотон).

- С точки зрения классической квантовой механики, фотону как квантовой частице свойственен корпускулярно-волновой дуализм, он проявляет одновременно свойства частицы и волны.

Корпускулярно-волновой дуализм

- Это принцип, согласно которому любой физический объект может быть описан как с использованием математического аппарата, основанного на волновых уравнениях, так и с помощью формализма, основанного на представлении об объекте как о частице или как о системе частиц.
- Так, свет проявляет свойства как волны при дифракции и интерференции и как корпускулы при фотоэффекте

Принципы описания микромира в квантовой механике

- Принцип дополнительности Н. Бора
- Принцип неопределенности Гейзенберга
- Принцип соответствия

Принцип неопределенности

- Это фундаментальное соображение, устанавливающее предел точности одновременного определения пары характеризующих систему квантовых наблюдаемых, описываемых некоммутирующими операторами (например, координаты и импульса, тока и напряжения, электрического и магнитного поля).
- Чем меньше неопределенность в одной переменной, тем более неопределенной становится другая переменная. Чем более точно определяем координаты микрочастицы, тем менее определенно представляем ее скорость

Принцип дополнительности

- Координату и импульс нельзя измерить не только одновременно, но и с помощью одного и того же прибора. Для этого необходимы два измерения и два принципиально разных прибора, свойства которых дополняют друг друга.
- для полного описания квантовомеханических явлений необходимо применять два взаимоисключающих («дополнительных») набора классических понятий, совокупность которых даёт исчерпывающую информацию об этих явлениях как о целостных.

Принцип соответствия

- В атоме Бора электроны могут находиться только на «разрешенных» орбитах. Орбиты выстраиваются по *главным квантовым числам*. Ближайшая к ядру орбита имеет главное квантовое число, равное 1, следующая — 2 и т. д. Чем выше квантовое число электронной орбиты, тем дальше она удалена от ядра.

Принцип соответствия

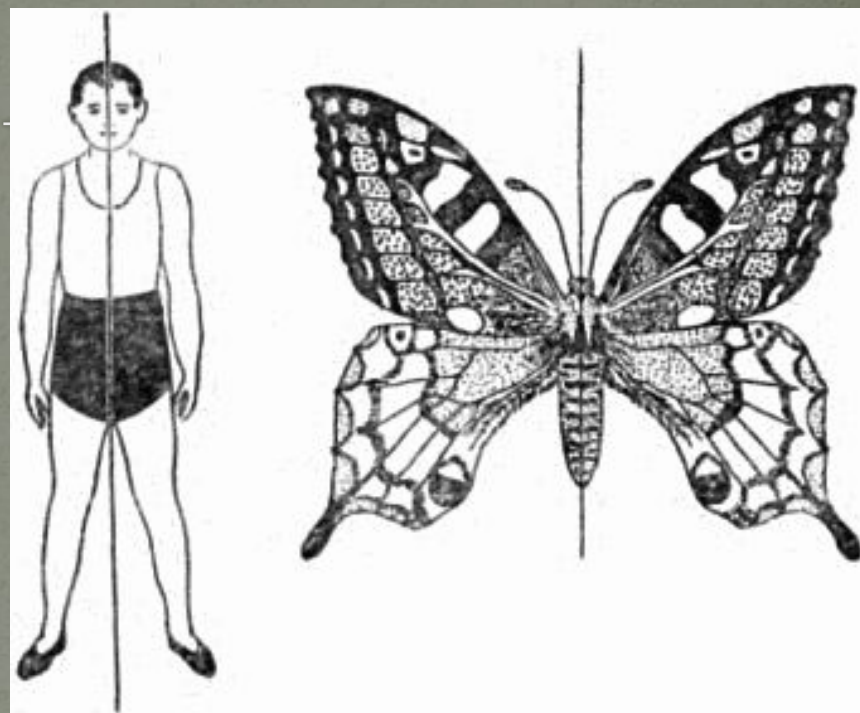
- Хотя физический радиус орбит и увеличивается неуклонно по мере возрастания главного квантового числа, кинетическая энергия **(как мера движения материальной точки)** электронов на этих орбитах увеличивается отнюдь не пропорционально расширению орбит, а снижающимися темпами.
- Причем имеется верхний предел энергии удержания электронов на орбите вокруг ядра, который принято называть энергией срыва или энергией ионизации. Разогнавшись до такой энергии, электрон, теоретически, оказывается на орбите бесконечного радиуса, то есть, иными словами, превращается в *свободный электрон* и высвобождается из *ионизированного атома*

Симметрия

- **Симметрия** (др.-греч. $\sigma\upsilon\mu\mu\epsilon\tau\rho\acute{\iota}\alpha$ = соразмерность; от $\sigma\upsilon\mu$ - – совместно + $\mu\epsilon\tau\rho\acute{\epsilon}\omega$ – меряю), в широком смысле — соответствие, неизменность (инвариантность), проявляемые при каких-либо изменениях, преобразованиях

Зеркальная симметрия

- Это движение евклидова пространства, множество неподвижных точек которого является гиперплоскостью (в случае трехмерного пространства — просто плоскостью). *Зеркальная симметрия* — это тип симметрии объекта, когда объект при операции *отражения* переходит в себя.



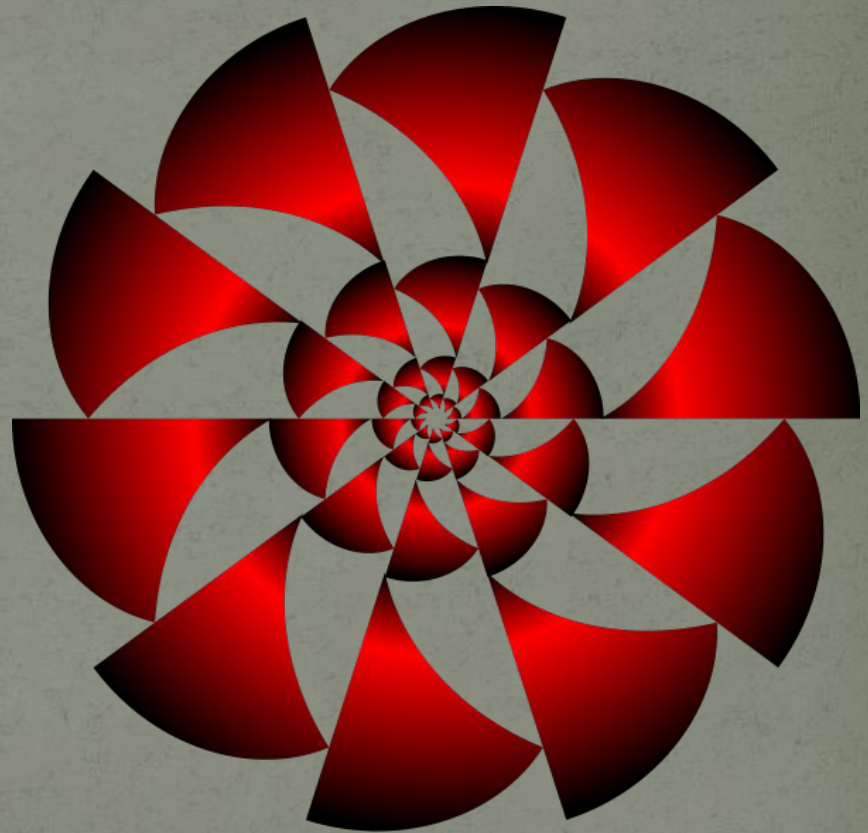
Осевая симметрия

- Фигура называется симметричной относительно прямой A , если для каждой точки фигуры симметричная ей точка относительно прямой A также принадлежит этой фигуре.



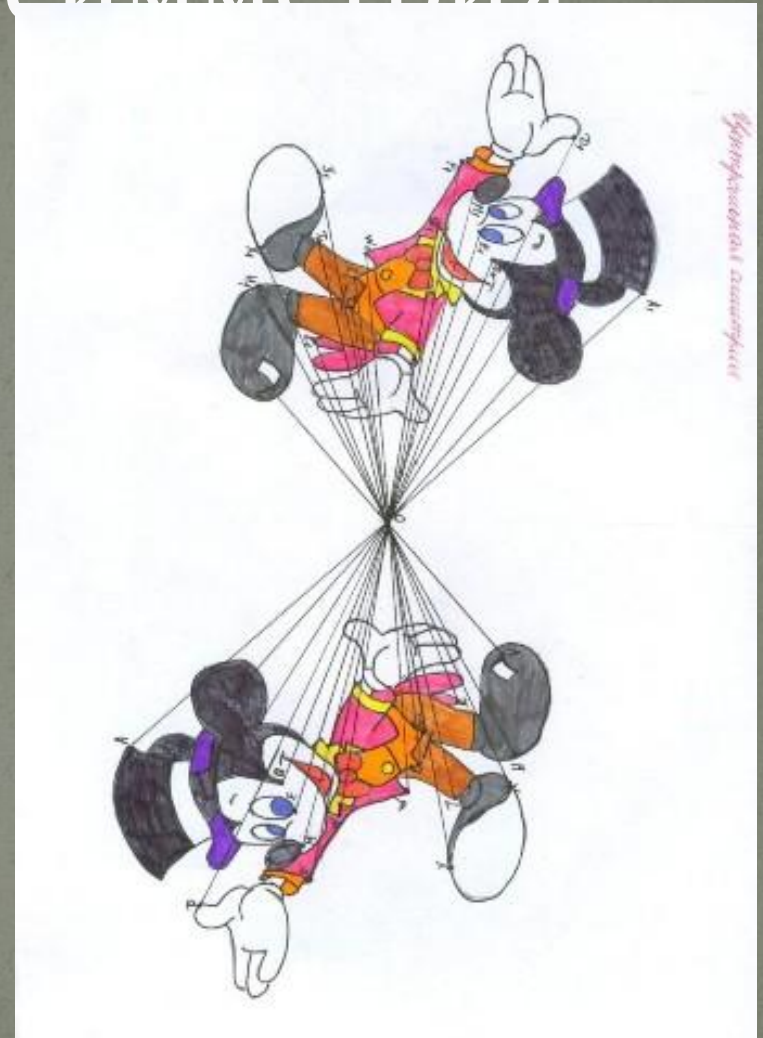
Вращательная симметрия

- Это – симметрия объекта относительно всех или некоторых собственных вращений n -мерного евклидова пространства.
- Собственными вращениями называются разновидности изометрии, сохраняющие ориентацию.



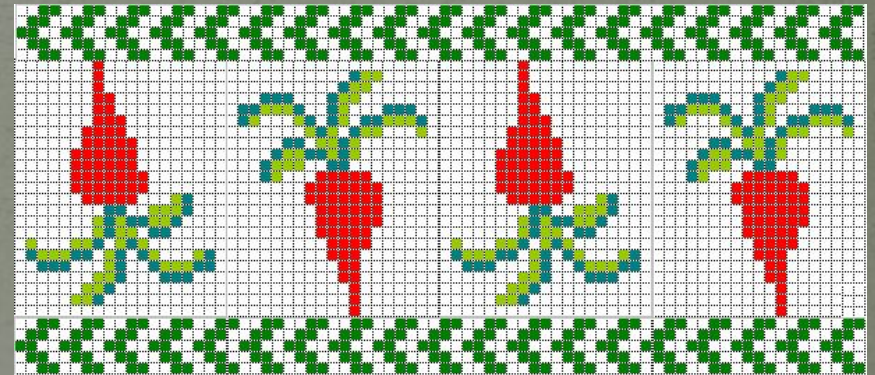
Центральная симметрия

- Центральной симметрией относительно точки A называют преобразование пространства, переводящее точку X в такую точку X' , что A — середина отрезка XX' .



Скользкая симметрия

- Скользкой симметрией называют композицию симметрии относительно некоторой прямой и переноса на вектор, параллельный L



Каковы свойства симметрии физических законов?

- 1) Симметрия по отношению к переносам во времени означает, что законы природы со временем не меняются. Симметрия физических законов относительно переносов во времени означает однородность времени, то есть все моменты времени физически равнозначны, любой из них может быть выбран в качестве начала отсчета.
- 2) Симметрия по отношению к переносам в пространстве означает, что законы природы не зависят от выбора места – они одинаковы в Москве и Вашингтоне. Имея в виду симметрию физических законов, говорят об однородности пространства, т.е. физической равнозначности всех точек пространства.

Каковы свойства симметрии физических законов?

- 3) Симметрия по отношению к поворотам в пространстве означает, что в пространстве нет физически выделенных направлений – пространство изотропно.
- 4) Симметрия по отношению к переходу из одной инерциальной системы отсчета в другую есть не что иное, как сформулированный А. Эйнштейном *принцип относительности*.
- 5) Симметрия относительно зеркального отражения означает, что физические законы не меняются при замене левого на правое, а правого на левое.