

**ЛЕКЦИЯ 5.  
КОНЦЕПЦИЯ  
ПРОСТРАНСТВА И  
ВРЕМЕНИ**



- 1. Из истории представлений о пространстве и времени
- 2. Современные представления о пространстве и времени
- 3. Научная революция 19-20 века и ее влияние на концепцию пространства и времени



# ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ДРЕВНИХ О ПРОСТРАНСТВЕ

## Конечность

- Асимметричность (выделенные места и направления: центр-край, верх-низ)
- Слоистость, региональность: выделение слоев, сфер, регионов (подземный и земной мир, подлунный и надлунный мир, сфера звезд)



# ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ДРЕВНИХ О ВРЕМЕНИ

- Цикличность
- Стадиальность (рождение, детство, юность, зрелость, старость, смерть)
- Событийность: мера времени как число событий



# ИДЕЯ ПУСТОТЫ

- Античный атомизм (Левкипп, Демокрит): есть бесконечная пустота, в которой движутся атомы



# Развитие представлений о пространстве и времени

В науке исторически сложились две концепции в понимании пространства и времени

## Субстанциальная концепция

Пространство и время — нечто самостоятельно существующее наряду с материей, как ее пустые вместилища. Пространство — чистая протяженность. Время — чистая длительность, в которые как бы «погружены», «помещены» материальные объекты  
(Демокрит — И. Ньютон)

## Реляционная концепция

Пространство и время — не особые субстанциальные сущности, а формы существования материальных объектов. Пространство выражает сосуществование объектов, время — последовательность их состояний  
(Аристотель — Г. Лейбниц)

# СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ПРОСТРАНСТВЕ И ВРЕМЕНИ



# Общая характеристика теории относительности

## Теория относительности

- Включает в себя частную и общую теорию относительности.
- Основывается:
  - на постулате относительности, утверждающем неизменность физических законов при переходе от одной системы отсчета к другой;
  - на постулате постоянства скорости света.
- Вскрыла конкретные формы органической взаимосвязи пространства и времени. Пространство и время перестали рассматриваться как независимые друг от друга сущности. В физику вводится представление о пространственно-временном четырехмерном континууме<sup>1</sup>.
- Установила зависимость пространства и времени от распределения движения и материи, т.е. показала тем самым относительность свойств пространства-времени.
- Вскрыла относительность массы и энергии. Теория относительности связала массу и энергию соотношением  $E=mc^2$  (где  $c$  — скорость света).
- Установила эквивалентность тяжелой и инертной масс.

---

<sup>1</sup> Континуум — непрерывное, связанное, целостное единство точек, чисел или физических величин.



# Пространство и время в теории относительности

## Специальная теория относительности (СТО)<sup>1</sup>

□ Установила связь между массой и энергией. Закон сохранения массы и закон сохранения энергии потеряли свою независимую друг от друга справедливость и оказались объединенными в единый закон сохранения энергии или массы (В. Гейзенберг). Каждой массе соответствует энергия; любой энергии — масса. Всякий процесс, идущий с выделением энергии, связан с потерей массы, и обратно, приобретая энергию, тело одновременно приобретает и массу.

□ Установила, что абсолютной одновременности событий, происходящих в разных системах, т. е. в разных условиях движения, не может быть, ибо не существует единого всегда и везде равномерного потока времени, что эта одновременность носит относительный характер.

□ Доказала, что пространственные и временные характеристики в различных соотносительных материальных системах отсчета будут различными. Эти изменения зависят от скорости относительного движения тел. По мере возрастания скорости движения длина движущегося тела в направлении движения сокращается и течение времени соответственно замедляется (релятивистское замедление времени).

□ Установила зависимости пространственных и временных характеристик от движущихся относительно друг друга материальных систем.

□ Установила органическую связь пространства и времени, связав их в единое целое — пространственно-временной континуум.



## Общая теория относительности (ОТО)<sup>2</sup>

□ Доказала еще большую непосредственную зависимость свойств пространства-времени от движущейся материи, в частности от концентрации движения материальных масс.

□ Установила, что отклонение реальных свойств пространства от евклидовых («кривизна» пространства), а также изменение ритма течения времен обуславливаются материальными массами, полями тяготения. При наличии сильных полей тяготения искривление пространства увеличивается, а ход времени замедляется.

□ Пространство-время является выражением наиболее общих отношений материальных объектов и вне материи существовать не может.

□ Пространство и время — не самостоятельные субстанции, а формы существования единственной субстанции — материи.

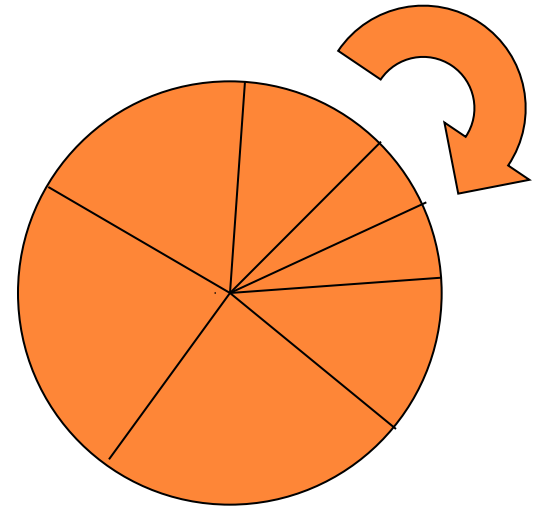
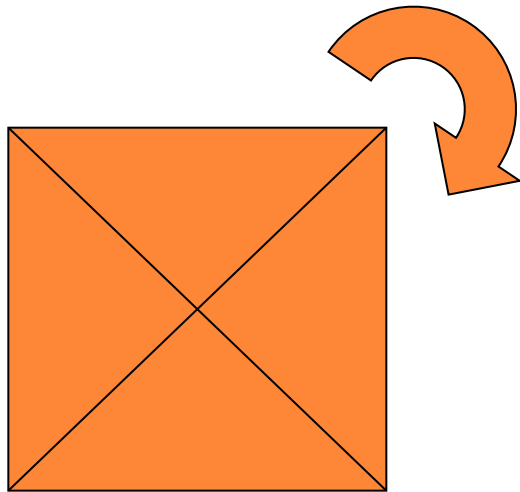
---

<sup>1</sup> СТО создана А. Эйнштейном в 1905 г.

<sup>2</sup> ОТО создана А. Эйнштейном в 1916 г.

# СИММЕТРИЯ

- Симметрия – инвариантность в преобразованиях



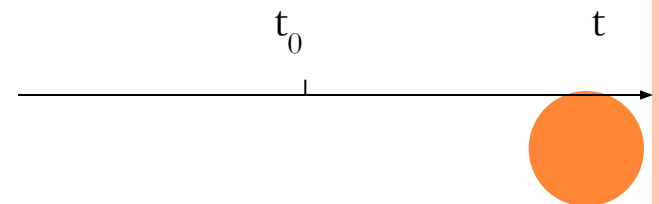
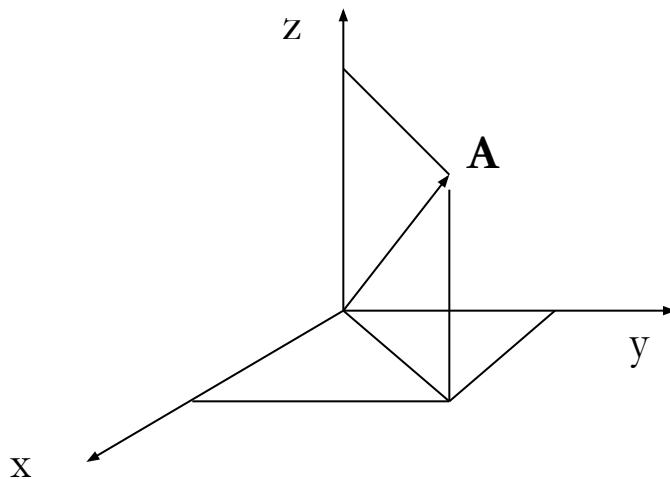
# СИММЕТРИИ ПРОСТРАНСТВА И ВРЕМЕНИ

- Однородность: одинаковость во всех точках
- Изотропность: одинаковость всех направлений



# МЕРНОСТЬ

- **3-мерность пространства**: нужно три величины (длина, ширина и высота), чтобы определить положение точки в пространстве
- **1-мерность времени**: нужно одно число, чтобы определить момент события во времени



# НЕПРЕРЫВНОСТЬ

- **Непрерывность пространства**: пространство делимо до бесконечности
- **Непрерывность времени**: время содержит сколь угодно малые интервалы



# БЕСКОНЕЧНОСТЬ

- **Бесконечность пространства**: можно выйти за границы любой, сколь угодно большой области пространства
- **Бесконечность времени** (вечность): у времени нет ни начала, ни конца



## Общая характеристика пространства и времени

*Пространство и время — общие формы координации материальных объектов и их состояний*

*Пространство* — это совокупность отношений, выражающих координацию сосуществующих объектов, их расположение друг относительно друга и относительную величину (расстояние и ориентация)

### Пространство:

- трехмерно
- однородно (равноправие всех его точек)
- изотропно (равноправие всех его направлений)
- направлений)

*Время* — совокупность отношений, выражающих координацию сменяющихся друг друга состояний (явлений), их последовательность и длительность

### Время:

- одномерно
- однородно (равноправие всех моментов времени)
- необратимо

### Всеобщие свойства:

- ┌ объективность пространства и времени
- ┌ всеобщность пространства и времени





# НАУЧНАЯ РЕВОЛЮЦИЯ 19-20 ВЕКА И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА КОНЦЕПЦИЮ ПРОСТРАНСТВА И ВРЕМЕНИ



# ТЕОРИЯ ПОЛЯ

- **Концепция дальнего действия**: мгновенное распространение взаимодействий в пространстве на любых расстояниях
- **Концепция ближнего действия**: распространение взаимодействий с конечной скоростью в пространстве (концепция поля)



# ТЕОРИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

- Взаимопереход пространства и времени, концепция 4-мерного пространства-времени (четырёхмерный континуум)
- Зависимость свойств пространства-времени от движения объектов (замедление времени, сокращение длины, относительность одновременности, возрастание массы)
- Возрождение атрибутивной концепции пространства и времени



# КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА

- Идея дискретности: квантование физических величин, в том числе пространства и времени, существование минимального расстояния и интервала времени
- Дополнительность: пространство-скорость и время-энергия



# ЛОКАЛЬНЫЕ ПРОСТРАНСТВА И ВРЕМЕНА

- Биологическое пространство и время: наличие внутренней среды организма, свое время, изменение темпа времени, асимметрия биологического пространства (L-изомеры)

