

Концептуально-методологические основания современной научной картины мира

- **Базовые категории и принципы классической и неклассической науки**
- **Основные концептуально-методологические идеи квантовой физики**

Классическая наука

- **Корпускулярная концепция строения вещества**
- **Движение - всеобщее свойство материи. Все виды движения сводятся к механическому перемещению тел в пространстве**
- **Закон сохранения энергии в механической интерпретации**
- **Субстанциальная концепция пространства и времени**
- **Принцип дальнего действия**
- **Динамический характер законов.**
- **Независимость**

Неклассическая наука

- **Континуальная концепция поля.**
- **Движение - всеобщее свойство материи, виды движения многообразны и качественно несводимы (механическое движение тел, электромагнитные полевые процессы, термодинамические процессы)**
- **Интерпретации закона сохранения энергии для всех типов взаимодействия.**
- **Реляционная (релятивистская) концепция пространства и времени**
- **Принцип близкодействия**
- **Ограниченный принцип динамической закономерности.**
- **Относительная зависимость результатов познания от средств наблюдения**

Закон сохранения энергии

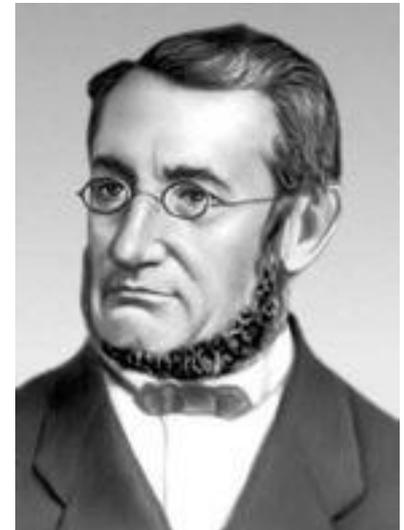


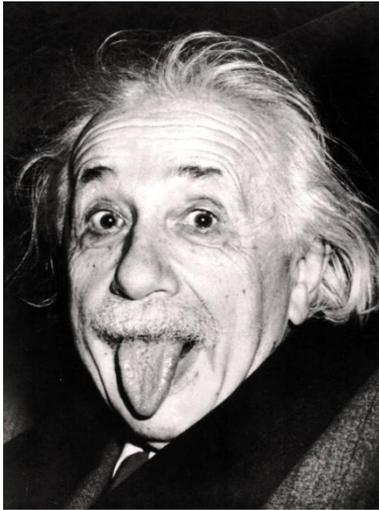
М. В. Ломоносов. письмо к Эйлеру (1748)

Все перемены, в натуре случающиеся, такого суть состояния, что сколько чего у одного тела отнимется, столько присовокупится к другому, так ежели где убудет несколько материи, то умножится в другом месте... Сей всеобщий естественный закон простирается и в самые правила движения, ибо тело, движущее своею силою другое, столько же оные у себя теряет, сколько сообщает другому, которое от него движение получает.

Р. Майер. Первое начало термодинамики (1842):

Изменение внутренней энергии термодинамической системы при переходе её из одного состояния в другое равно сумме работы внешних сил над системой и количества теплоты, переданного системе, и не зависит от способа, которым





Альберт Эйнштейн
Специальная теория
относительности (1905)

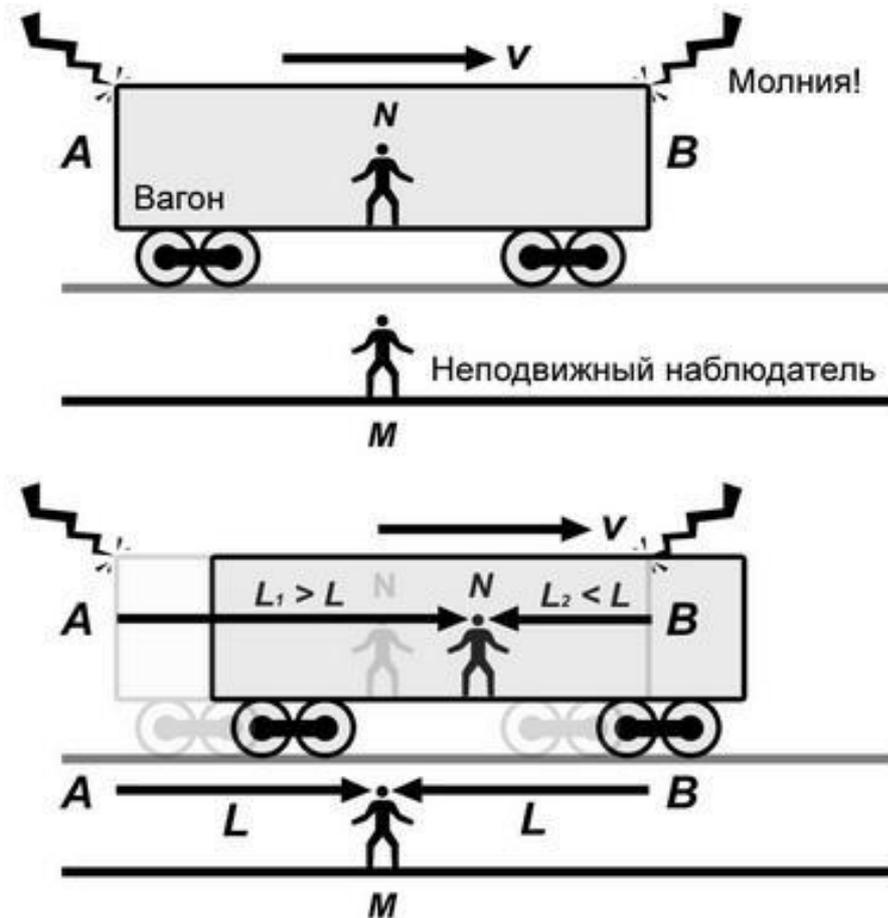
$$E = mc^2$$

E - полная энергия объекта, **m** — его релятивистская
масса,
c – скорость света

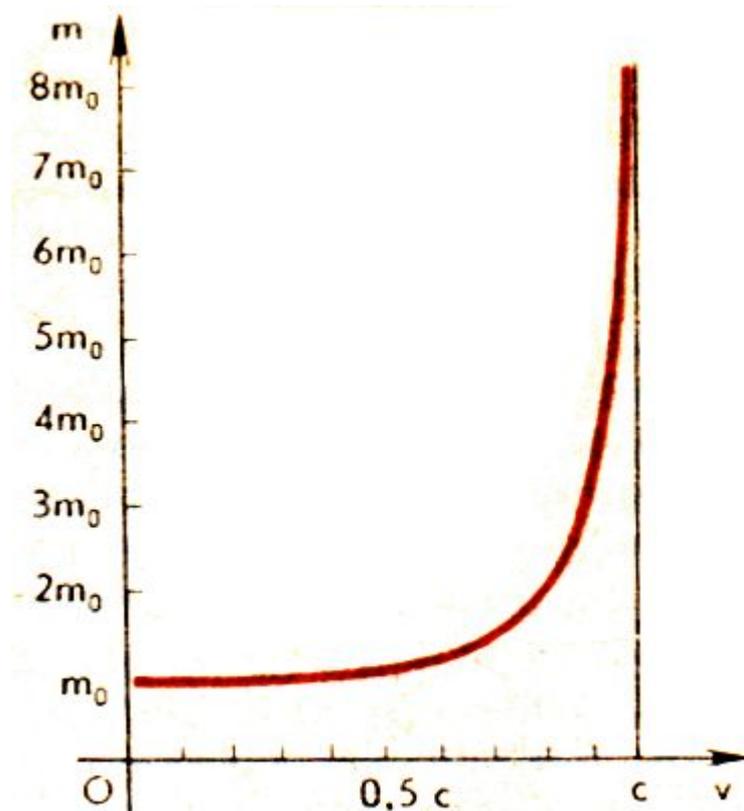
любому виду энергии (не обязательно
внутренней) физического объекта (не
обязательно тела) соответствует некая масса

Критерии	Классическая механика	Релятивистская механика
Основные постулаты	принцип относительности Галилея: во всех инерциальных системах отсчета все механические явления протекают одинаково.	принцип относительности Эйнштейна: во всех инерциальных системах отсчета все физические явления протекают одинаково.
	принцип инвариантности времени: во всех инерциальных системах отсчета ход времени одинаков.	принцип инвариантности скорости света: во всех инерциальных системах отсчета скорость света одинакова.
Понятие скорости	Нет ограничений скорости. Возможна любая скорость движения тел.	Невозможна скорость, превышающая скорость света в вакууме
Пространство и скорость	Пространственные свойства тел инвариантны и не зависят от скорости движения тела	Пространственные свойства тел зависят от скорости движения тела (релятивистское сокращение длины тела).
Время и скорость	Ход времени не зависит от скорости движения тела	Ход времени зависит от скорости движения тела
Связь пространства и времени	Пространство и время независимы друг от друга	Пространство и время неразрывно связаны друг с другом в единую четырехмерную систему координат.
Длительность событий	Длительность события во всех системах отсчета одинакова	Длительность события меняется в зависимости от скорости движения тела (релятивистское замедление времени)

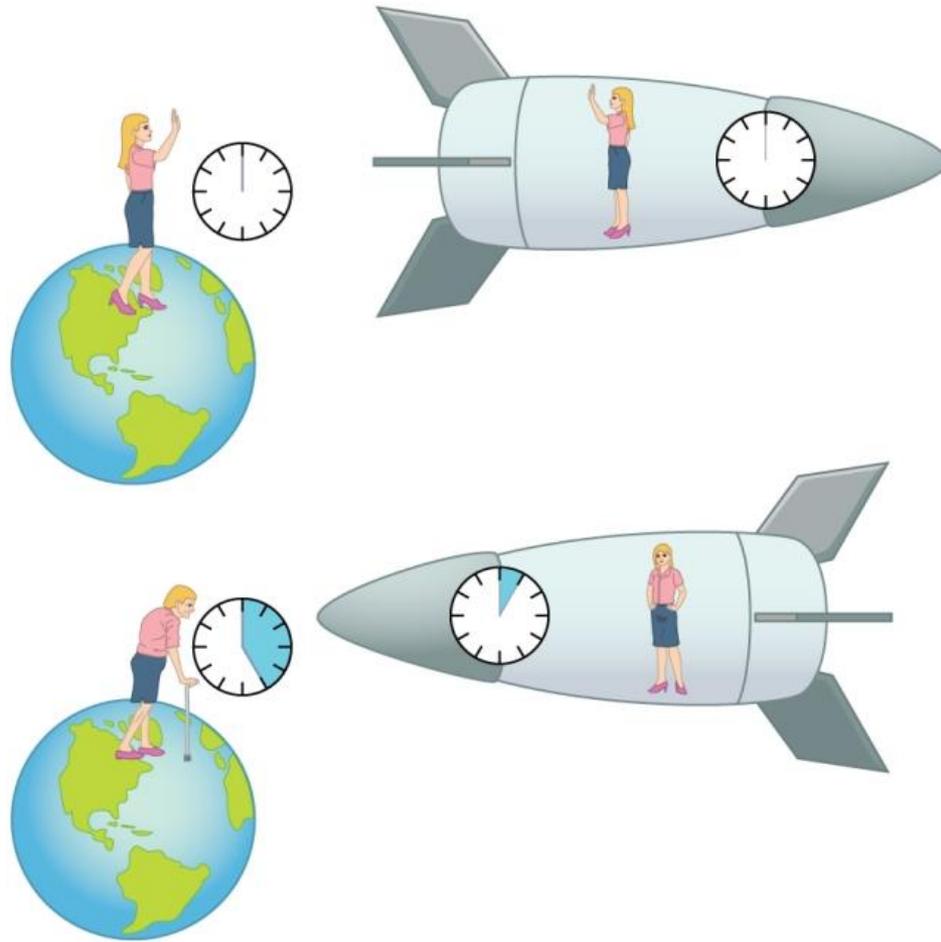
Проблема одновременности



Изменение массы в зависимости от скорости



Парадокс близнеца



Фактическое подтверждение теории Эйнштейна

- В 1971 г. Дж. Хафеле (J. C. Hafele) и Ричард Китинг (Richard E. Keating) дважды облетели вокруг света, сначала на восток, затем на запад, с четырьмя комплектами цезиевых атомных часов, после чего сравнили «путешествовавшие» часы с часами, оставшимися в Военно-морской обсерватории США. Перелёты выполнялись на обычных авиалайнерах регулярными коммерческими авиарейсами.
- Согласно общей теории относительности, в игру вступает ещё один эффект: небольшое уменьшение гравитационного потенциала с ростом высоты опять-таки ускоряет ход часов. Поскольку самолёты летели приблизительно на одной и той же высоте в обоих направлениях, этот эффект мало влияет на разность хода двух «путешествовавших» часов, однако он вызывает их уход от показаний часов

Разность показаний путешествовавших и оставшихся на месте часов, наносекунды

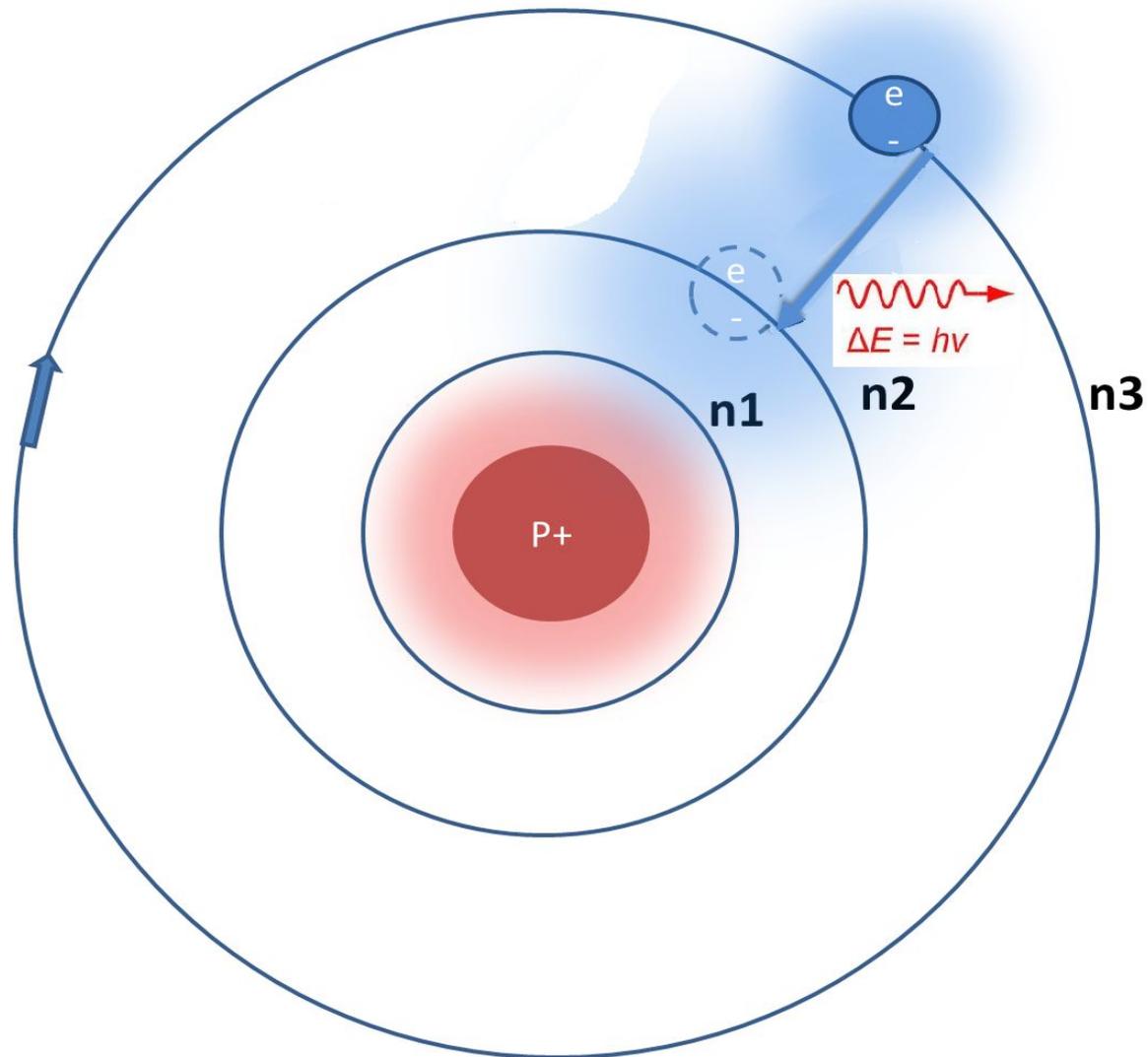
	предсказанная			измеренная
	гравитационный вклад (общая теория относительности)	кинематический вклад (специальная теория относительности)	Всего	
на восток	144 ± 14	-184 ± 18	-40 ± 23	-59 ± 10
на запад	179 ± 18	96 ± 10	275 ± 21	273 ± 7

- В настоящее время такие релятивистские эффекты входят в расчеты, используемые для спутниковых глобальных систем позиционирования — действующих американской GPS и российской ГЛОНАСС

Фактическое подтверждение теории Эйнштейна

- В качестве космического корабля для проверки эффекта релятивистского замедления времени учёные использовали ускоритель элементарных частиц, расположенный в Центре по изучению тяжёлых ионов имени Гельмгольца. Роль часов сыграли ионы лития, которые разгоняли до одной трети скорости света. С помощью лазеров специалисты измеряли частоту, с которой электроны внутри ионов переходили между разными энергетическими уровнями. Эти колебания, ставшие своеобразным "тиканьем" часового механизма, сравнили с аналогичными у ионов, оставшихся в покое. В итоге учёные не только лишний раз убедились, что на высокой скорости все процессы протекают медленнее, но и смогли оценить степень замедления. В сравнении с другими методами определения релятивистского замедления времени точность оказалась и вовсе в 50-100 раз выше.

Модель атома Н. Бора



Формула М. Планка

$$E=hf$$

(E – энергия, f – частота волны,

h - постоянная Планка $6,626\ 068\ 96\ (33)\cdot 10^{-34}$ Дж·с.).

Постоянная Планка (квант действия) — основная константа квантовой теории, коэффициент, связывающий величину энергии электромагнитного излучения с его частотой. Целое число постоянной планка равно моменту количества движения электрона при движении по стационарными орбитам.

Формула де Луи де Бройля

$$\lambda=h/p=h/mv$$

устанавливает зависимость длины волны λ , связанной с движущейся частицей вещества, от импульса p частицы где m — масса частицы, v — ее скорость, h — постоянная Планка

принцип неопределенности

В. Гейзенберга, 1927

соотношение координаты и импульса квантового объекта

Измеряя величину среднеквадратического отклонения Δx координаты и стандартного отклонения Δp импульса, мы найдем что:

$$\Delta x \Delta p \geq \hbar/2$$

где \hbar — постоянная Планка, Δx — неопределенность координаты движущейся частицы, Δp — неопределенность импульса.

соотношение энергии и времени квантового объекта

$$\Delta E \Delta t \geq \hbar/2\pi$$

где Δt — неопределенный промежуток времени,
 ΔE — неопределенная энергия

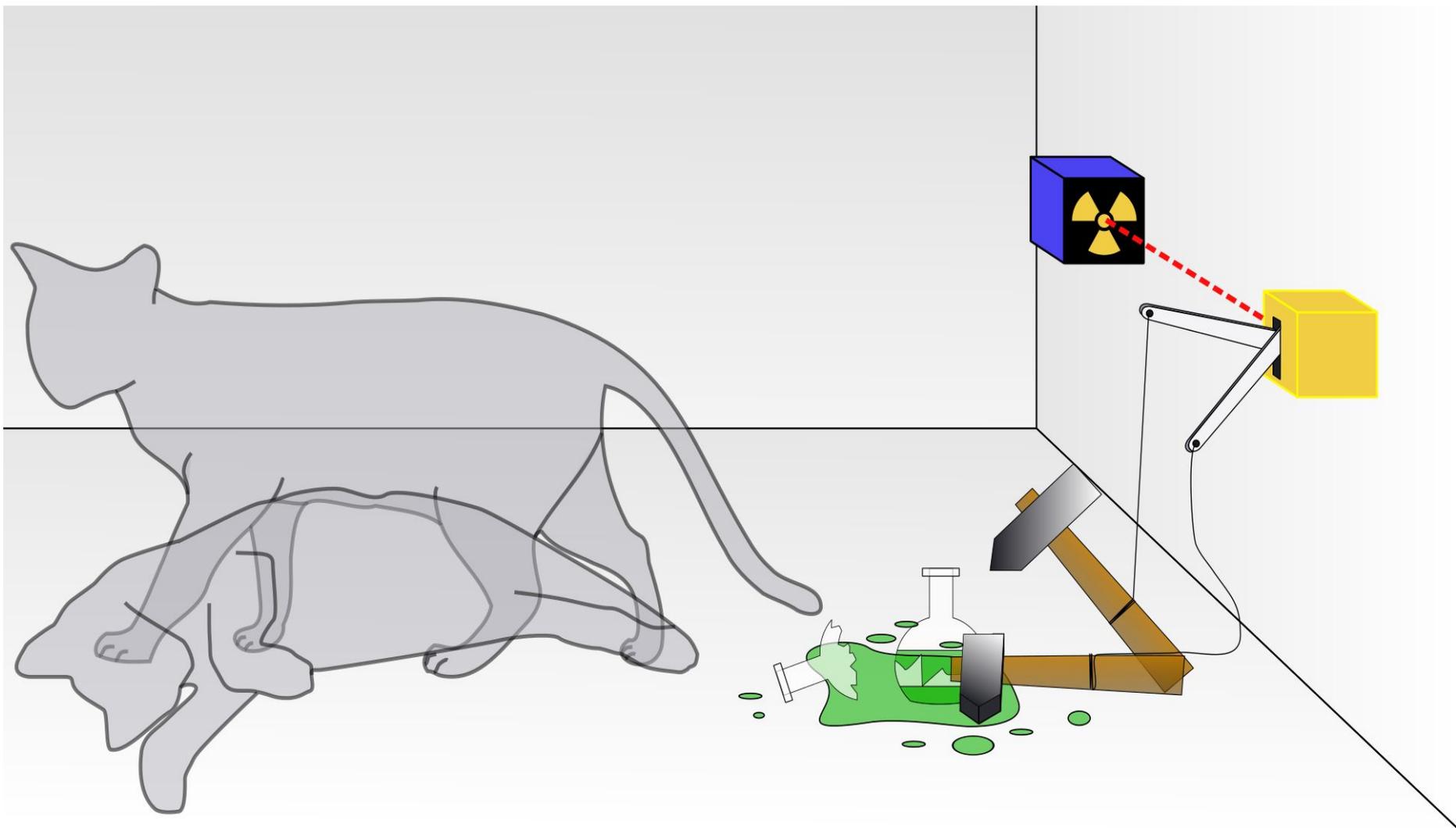
Уравнение Шредингера

- $\hbar^2/2m_0 \cdot \Delta\psi + E_p = i\hbar \cdot \partial\psi/\partial t$.
- Здесь \hbar – постоянная Планка, ψ – волновая функция, m – масса частицы, E_p – потенциальная энергия частицы в точке с определенными координатами, Δ - оператор Лапласа

Классическое и квантово-механическое описание микрочастиц

параметры	Классическое описание	Квантово-механическое описание
Волновая функция	отсутствует	есть
Квантово-механическая вероятность описания	отсутствует	есть
Непосредственное отображение реальных параметров в понятиях	есть	Есть, но лишь отчасти
Экспериментально наблюдаемые явления	есть	есть

Кот Шредингера



Туннельный эффект

