



# Лекция № 1

## Физика – фундаментальная наука о природе

Алексей Викторович  
Гуденко

- 
- 08/02/2014

# План лекции

1. Физика – наука о природе.
  - Фундаментальные законы
  - Примеры необычных физических явлений (тепловой и электро- двигатели, велосипедное колесо, кипение холодной жидкости, левитация карандашного грифеля)
  - Научный метод (Айсберг, Желоб Галилея)
  - Инерциальные системы отсчёта. Свободное тело. Принцип относительности.
2. Фильм «Чем занимается физика»

# Бабочка на окне



# Демонстрации

- Тепловой и электро- двигатели
- Велосипедное колесо и китайский волчок
- Левитация грифеля
- Неуравновешенные шарики
- Кипение воды (молока)
- Труба, желоб Галилея
- Воздушная дорога

# Что такое физика

- Физика это естественная наука, изучающая фундаментальные, наиболее общие закономерности явлений природы, свойства и строение материи и законы её движения.

# Физический закон

- Физический закон – это количественное соотношение между физическими величинами, которое устанавливается на основе обобщения опытных фактов и выражают объективные закономерности, существующие в природе.

# Что такое физика

**Физика – наука фундаментальная.**

**Физика – наука естественная.**

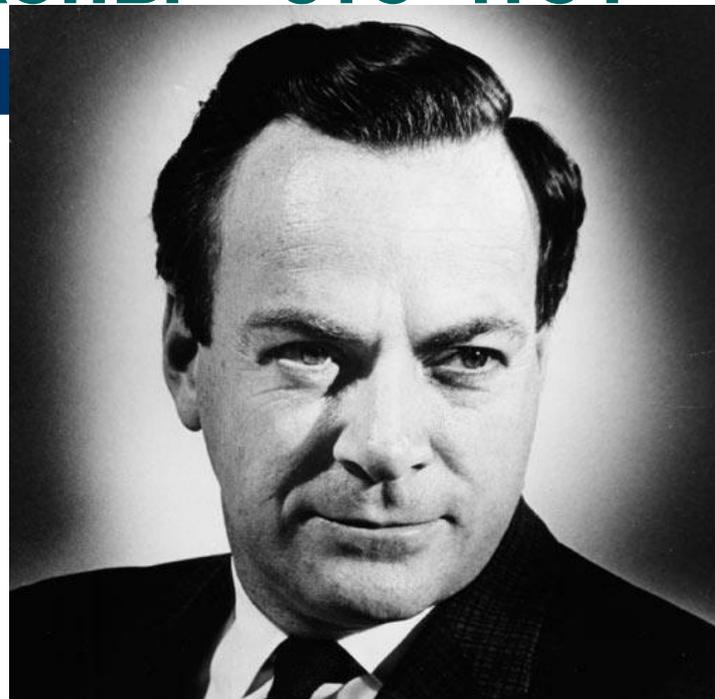
Фундаментальность означает, что законы или принципы не могут быть доказаны логическим путём. Их доказательством является опыт.

# Фундаментальные законы – это что?

*«Называем мы их фундаментальными потому, что законы их действия фундаментально просты»*



Richard P. Feynman



**Ричард Фейнман (Richard Feynman)**  
(1918 - 1988)

выдающийся американский учёный. Один из создателей квантовой электродинамики. В 1943—1945 годах входил в число разработчиков атомной бомбы в Лос-Аламосе. Лауреат Нобелевской премии по физике 1965 г.

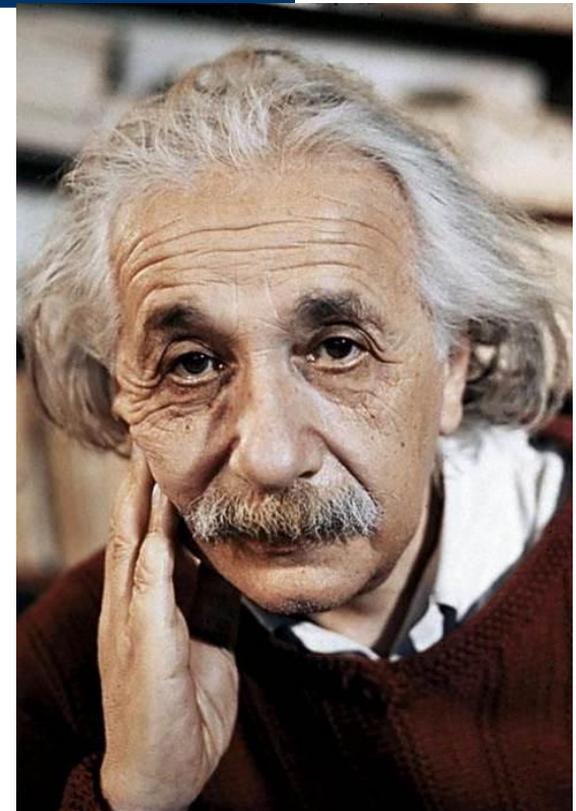
# Закон всемирного тяготения - фундаментальный физический закон

$$F = GmM/r^2$$

# Принципы научного метода по Эйнштейну

*«Высшим долгом физиков является поиск тех общих элементарных законов, из которых путём чистой дедукции можно получить картину мира. К этим законам ведёт не логический путь, а только основанная на проникновении в суть опыта интуиция»*

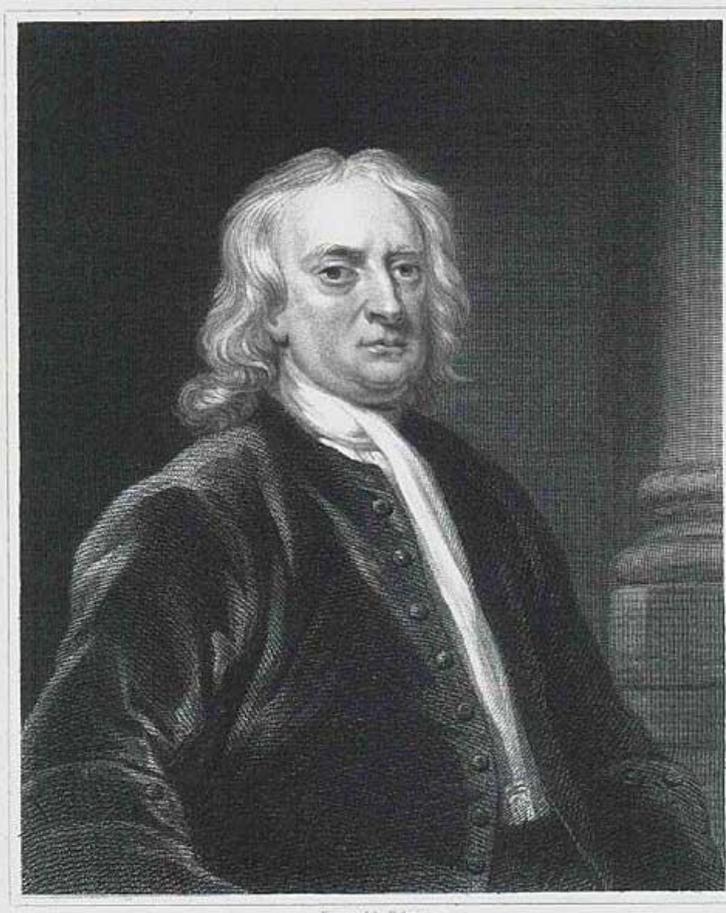
*A. Einstein.*



# Исаак Ньютон

- *«Что такое время, пространство, место и движение, я не объясняю, так как это известно всем»*

*Is. Newton*



**Сэр Исаак Ньютон** (*Sir Isaac Newton*)  
(1643 —1727)

английский физик, математик и астроном,  
основатель классической механики.

Автор фундаментального труда  
«Математические начала натуральной  
философии»,  
в котором он изложил закон  
всемирного тяготения  
и три закона механики, ставшие основой  
классической механики.

# Единицы и размерности физических величин

Международная система единиц СИ: основные механические единицы: метр (м); килограмм (кг); секунда (с).

- Секунда – это промежуток времени, в течение которого совершается 9 192 631 770 колебаний электромагнитного излучения, соответствующее переходу между двумя сверхтонкими уровнями основного состояния атома цезия-133 в отсутствие внешних полей (атомные часы).
- Метр – это длина пути, проходимая светом в вакууме за  $1/299792458$  долю секунды.
- Килограмм – масса платино-иридиевого тела в Международном бюро мер и весов в Севре (близ Парижа).

# Научный метод по Ломоносову

- *«Из наблюдений устанавливать теорию, через теорию исправлять наблюдения, - есть лучший всех способ к изысканию правды»*
- *«Мысленные рассуждения произведены бывают из надёжных и много раз повторённых опытов»*



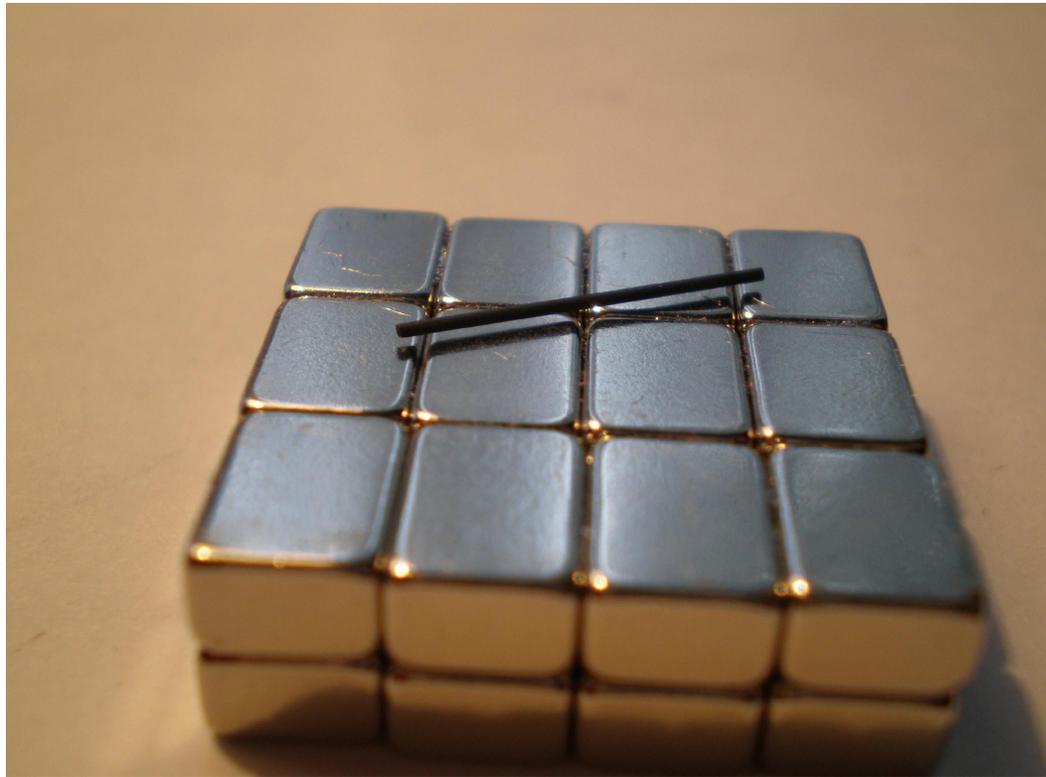
**Михаил Васильевич Ломоносов**  
(1711–1765)

Великий русский учёный, зачинатель науки в России; экспериментально доказал закон сохранения массы, открыл атмосферу на Венере, создал основы русского научного языка.

# Самый простой тепловой двигатель Самый простой электродвигатель



# Левитация карандашного грифеля (фото)



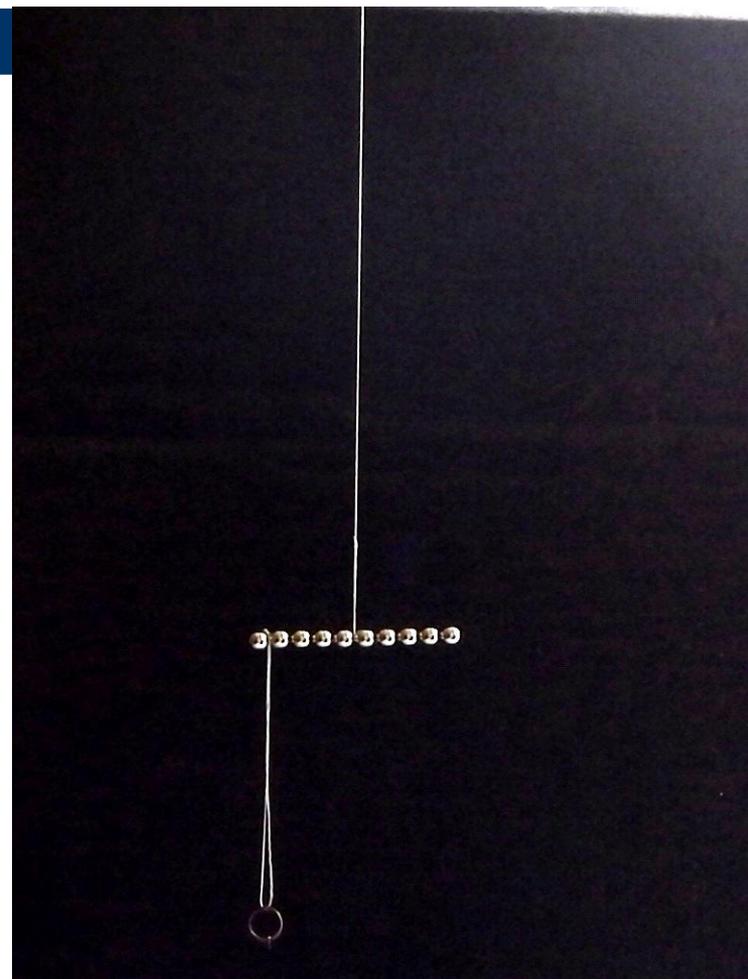
# Левитация карандашного грифеля (видео)



# «Неуравновешенные» (!?) шарики



# Уравновешиваем

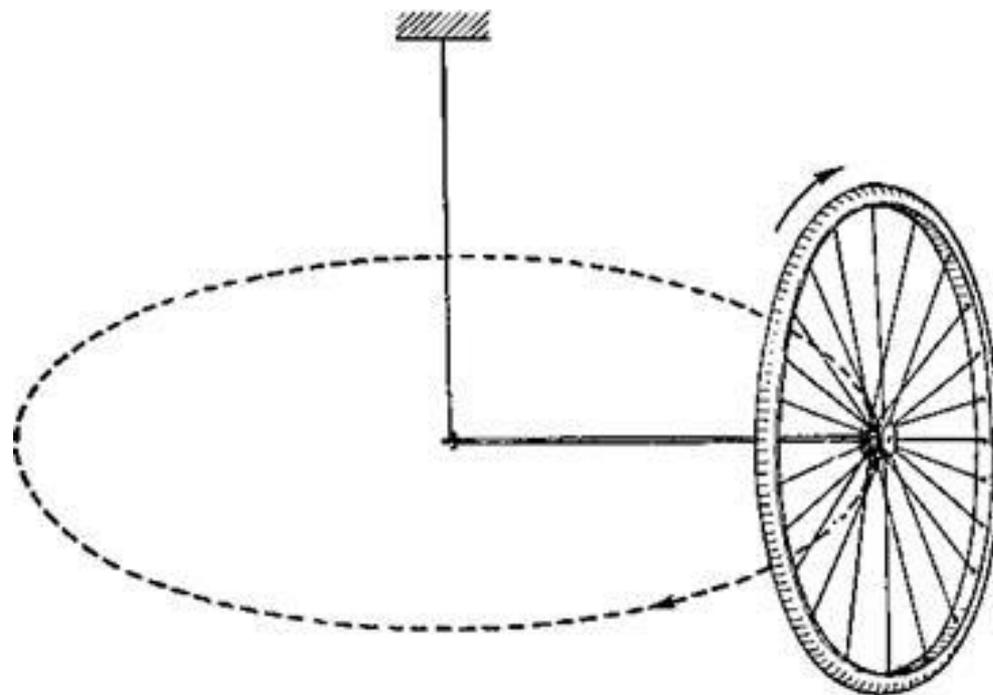


# Вода кипит при комнатной температуре!

- А будет ли убежать кипящее под вакуумом молоко?



# «Непадающее» колесо



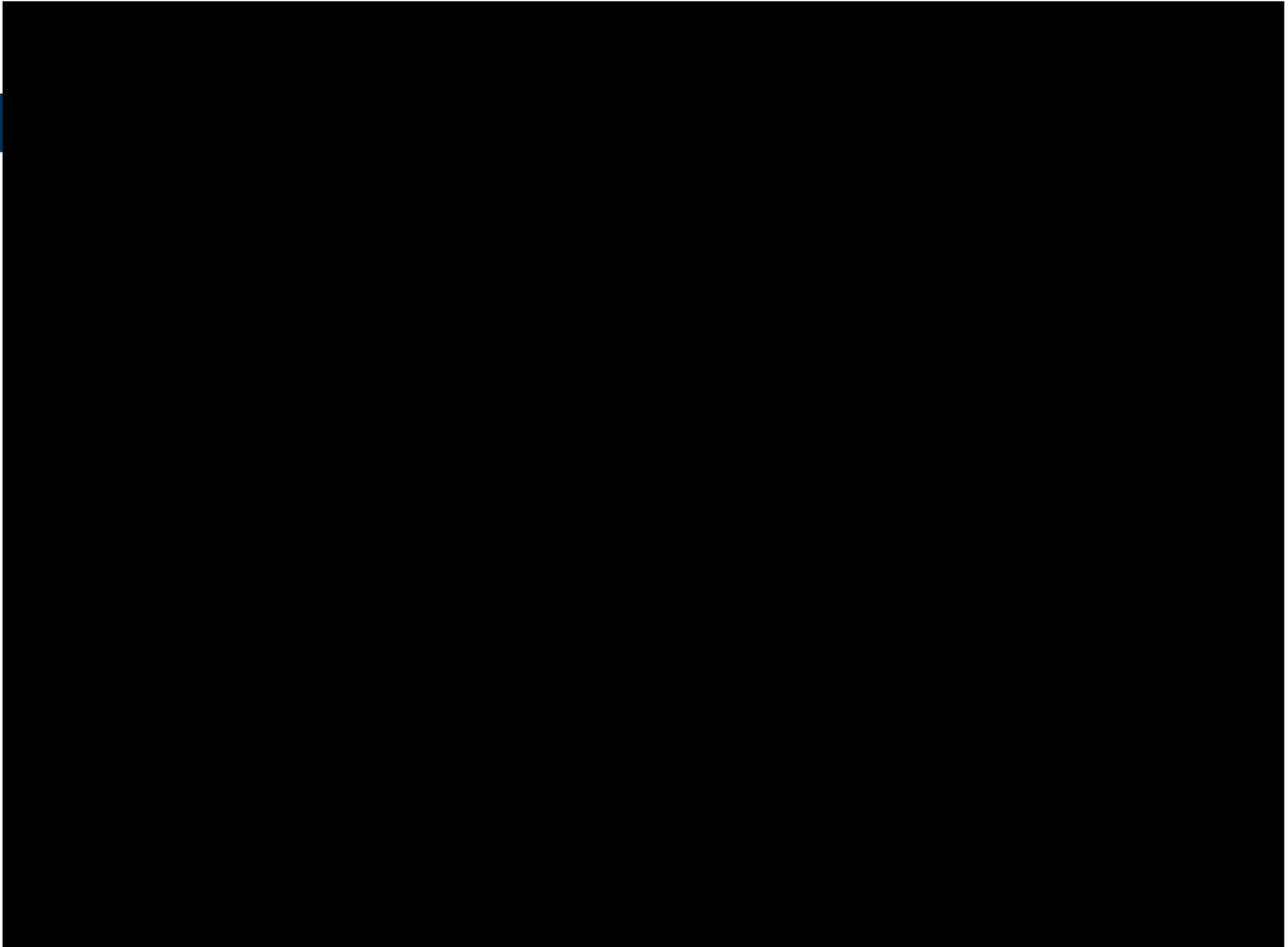
# Научный метод

- Основной метод исследования в физике является опыт, эксперимент, т.е. наблюдение исследуемого явления в точно контролируемых условиях, позволяющих следить за ходом явления и воссоздать его каждый раз при повторении этих условий.
  - Наблюдение
  - Размышление
  - Гипотезы, модели, теории
  - Эксперимент

# Переворот айсберга

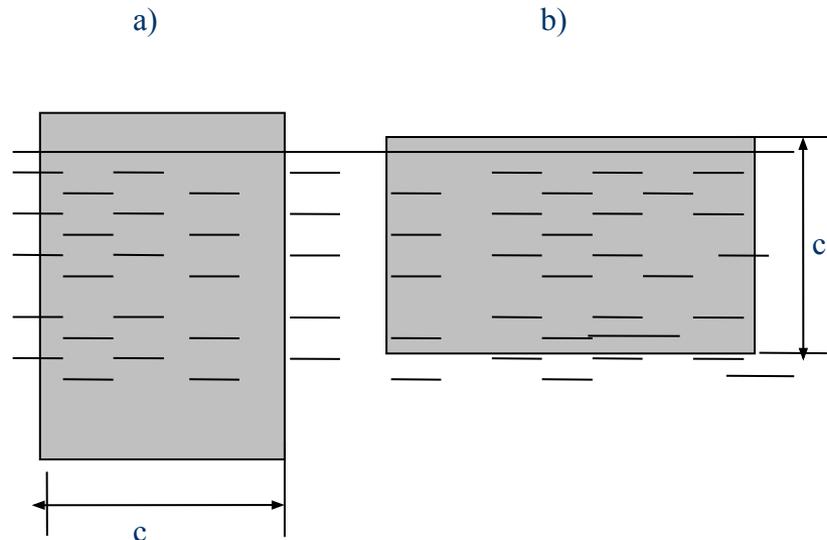


# Эксперимент



# Гипотезы, теория

- *Из-за таяния поперечные размеры айсберга уменьшаются вдвое быстрее, чем вертикальные.*
- Айсберг абсолютно неустойчив, если его характерные **поперечные** размеры на 20% меньше размеров **вертикальных**



## Измеряем

- размер модельного «айсберга»:  $10 \times 10 \times 8 \text{ см}^3$
- температура воды  $t_0 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$
- время переворота  $T = 30$  минут.
  - Каковы размеры «айсберга» непосредственно перед опрокидыванием?
  - Через какое время опрокинется реальный айсберг с размерами  $500 \times 500 \times 400 \text{ м}^3$  в океане при температуре  $5 \text{ }^\circ\text{C}$ ?  
Каковы размеры перевернувшегося айсберга?

# Считаем

- Если толщина растаявшего льда  $x$ , то к моменту переворота:

$$(a_0 - 2x) = 0,8(c_0 - x) \Rightarrow x = 3 \text{ см} \Rightarrow$$

Размеры перевернувшегося модельного  
«айсберга»  $4x4x5 \text{ см}^3$

# Реальный айсберг

- *Реальный айсберг с размерами  $500 \times 500 \times 400 \text{ м}^3$  к моменту переворота будет иметь размеры  $200 \times 200 \times 250 \text{ м}^3$ .*

*Толщина растаявшего льда  $X = 150 \text{ м}$ .*

- *Переворот произойдёт через время:*

$$\tau = \tau_0(X/x) (t_0/t) \approx 1 \text{ год и } 2 \text{ месяца.}$$

# Инерциальная система отсчёта.

## Принцип относительности

- Все законы природы имеют одинаковый вид во всех инерциальных системах отсчёта
- Все физические явления протекают одинаково в различных ИСО.
- ИСО – система, связанная со свободно движущимся телом.

# Физическая модель

Модель – это идеальный объект, отражающий **существенные** для данного явления свойства.

На вопрос, что существенно, а что нет может ответить только опыт.

Примеры моделей: материальная точка, абсолютно твёрдое тело, идеальная жидкость, идеальный газ.

# Галилео Галилей – первый физик, основатель научного метода

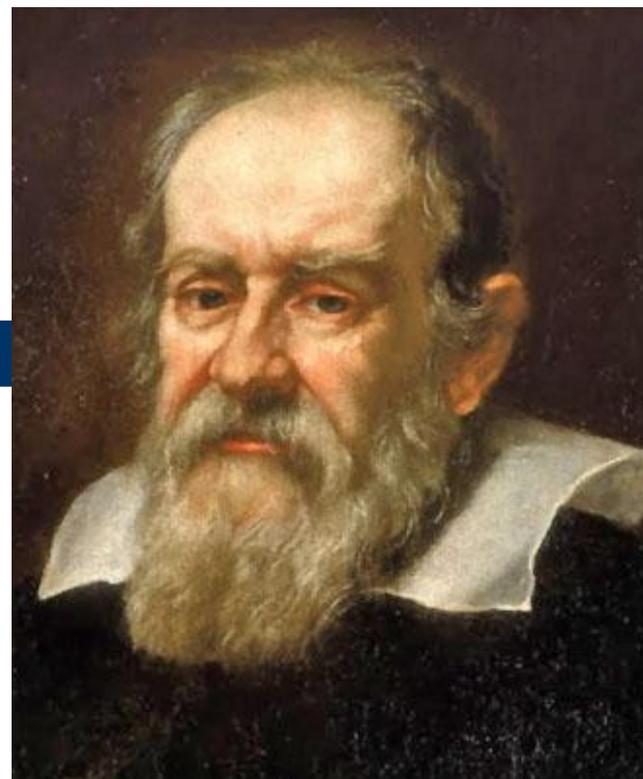
**Принцип относительности:** *«Дайте движение кораблю, и притом с какой угодно скоростью; тогда (если только движение его будет равномерным, а не колеблющимся туда и сюда) вы не заметите ни малейшей разницы»*

**Закон инерции:** *«...если бы все сопротивления были уничтожены, то его (тела) движение было бы вечно равномерным, если бы плоскость простиралась в бесконечность» («неустребимо запечатлённое движение»).*



**Законы свободного падения:** *скорость нарастает пропорционально времени, а путь — пропорционально квадрату времени.*

**Научный метод – наблюдение, размышление и опыт**



**ГАЛИЛЕЙ, ГАЛИЛЕО** (Galilei, Galileo)  
(1564–1642)

итальянский физик,  
механик и астроном.

Основоположник экспериментально-  
математического

метода исследования природы

*В 1992 папа Иоанн Павел II объявил решение суда инквизиции ошибочным и реабилитировал Галилея.*

# Свободное падение тел.

- Все тела, независимо от их массы, в поле тяжести Земли приобретают одинаковые ускорения (падение в вакууме)
- Гипотеза: скорость нарастает линейно → закон нечётных чисел:  
$$S_1 : S_2 : S_3 \dots = 1 : 3 : 5 \dots$$
- Эксперимент: жёлоб Галилея

# Закон всемирного тяготения

- Жёлоб Галилея: закон нечётных чисел
- Свободное падение вблизи Земли:  
 $H = 4,9$  м за секунду;  $R = 6380$  км;  
 $r = 384000$  км  $\approx 60,2R \Rightarrow h = H/60,2^2 \approx 1,352$  мм
- Что на самом деле?  
Рассчитаем «падение Луны»:  
 $T = 27,3$  суток;  
скорость Луны  $v = 2\pi r/T \approx 1,02$  км/с;  
за секунду Луна падает на  
 $h_r = (vt)^2/2r \approx 1,355$  мм  $\Rightarrow$   
 $h^r \approx h_r$

# Петр Леонидович Капица – основатель Физтеха

- *На дне стакана, стоящего на весах, сидит муха. В какой момент весы начнут чувствовать, что муха улетела?*
- *Какие движения должен совершать человек, чтобы вращать обруч?*
- *С какой скоростью должен бежать по воде человек, чтобы не тонуть?*
- *Почему жидкий азот ( $-195^{\circ}\text{C}$ ) можно лить на руку, не боясь «ожога»?*
- *Какого цвета будет казаться красная жидкость, если сосуд с ней поместить в сосуд с синей жидкостью?*



**Петр Леонидович Капица**  
(1894–1984)

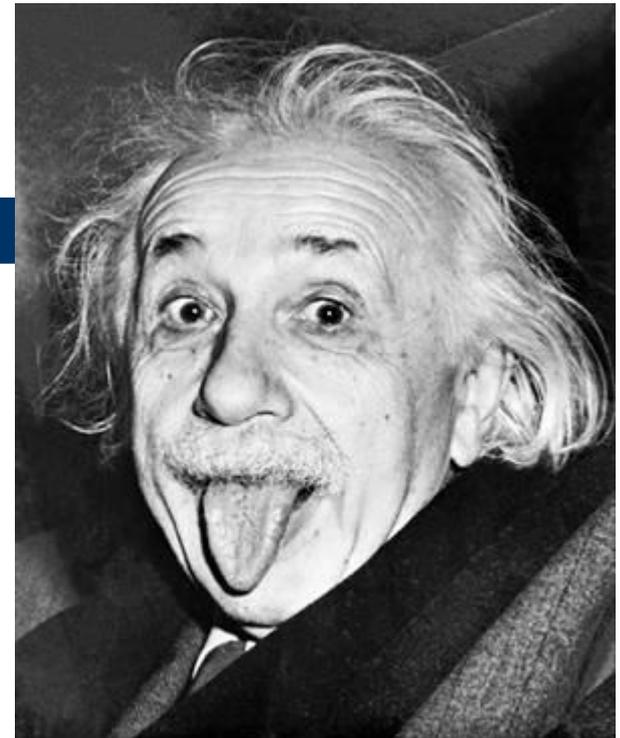
Выдающийся российский физик, академик. Открыл сверхтекучесть жидкого гелия. Основатель Физтеха, системы Физтеха.

Лауреат Нобелевской премии по физике 1978 года

# О бесконечности

- *«Есть две бесконечные вещи — Вселенная и человеческая глупость. Впрочем, насчёт Вселенной я не уверен».*

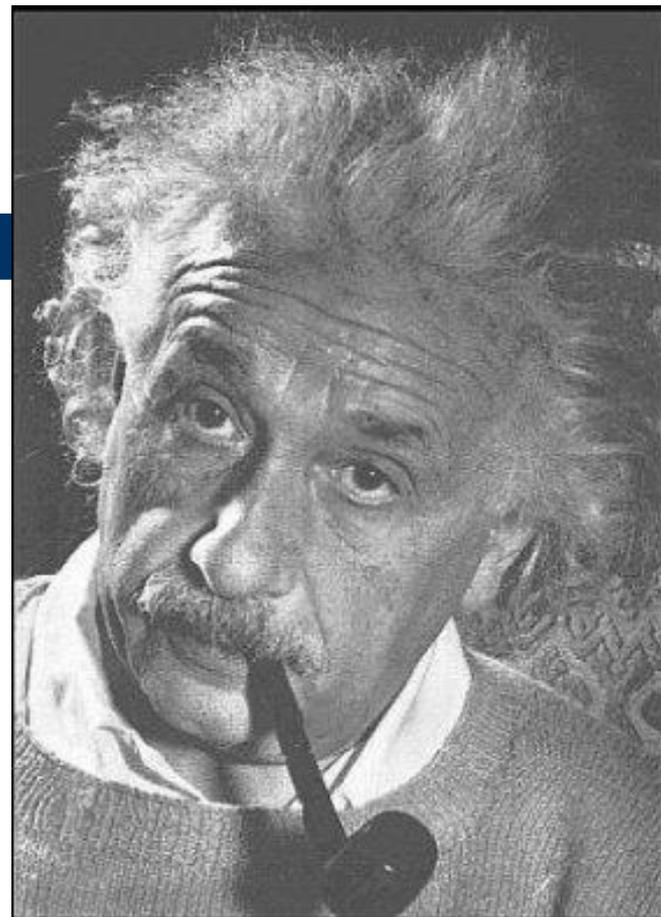
*A. Einstein.*



# Познаваем ли мир?

*«Самое непостижимое в этом мире — это то, что он постижим».*

*A. Einstein.*



**Альбэ́рт Эйнште́йн** (*Albert Einstein*)  
(1879 -1955)

физик-теоретик, один из основателей современной теоретической физики, лауреат Нобелевской премии по физике 1921 года.