

Физика – фундаментальная наука о природе

Алексей Викторович
Гуденко

07/02/2012

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.

Это 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



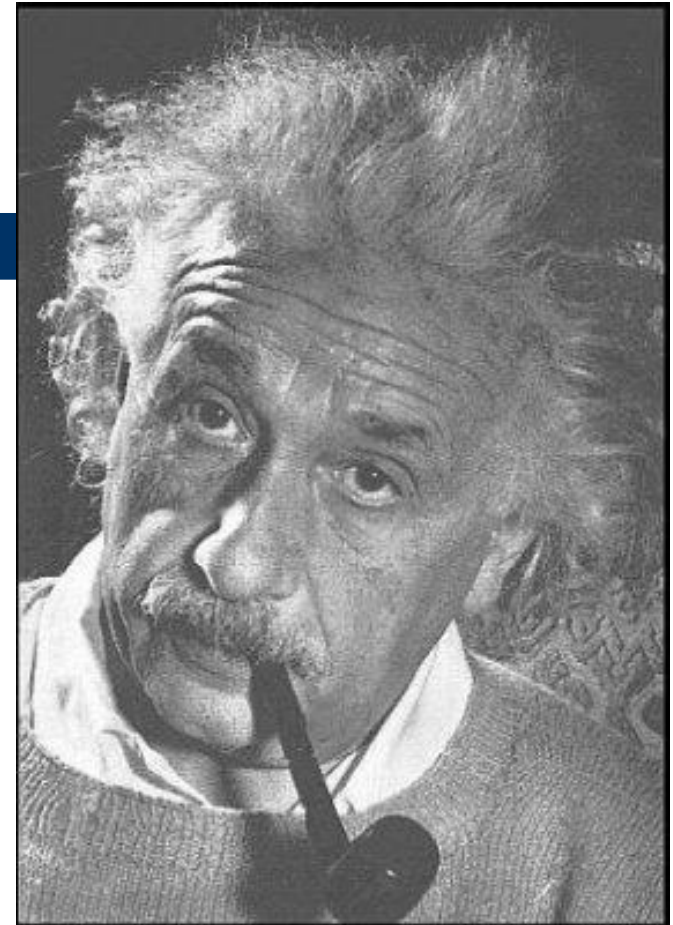
Ричард Фейнман (Richard Feynman)
(1918 - 1988)

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.

Познаваем ли мир?

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

A. Einstein.



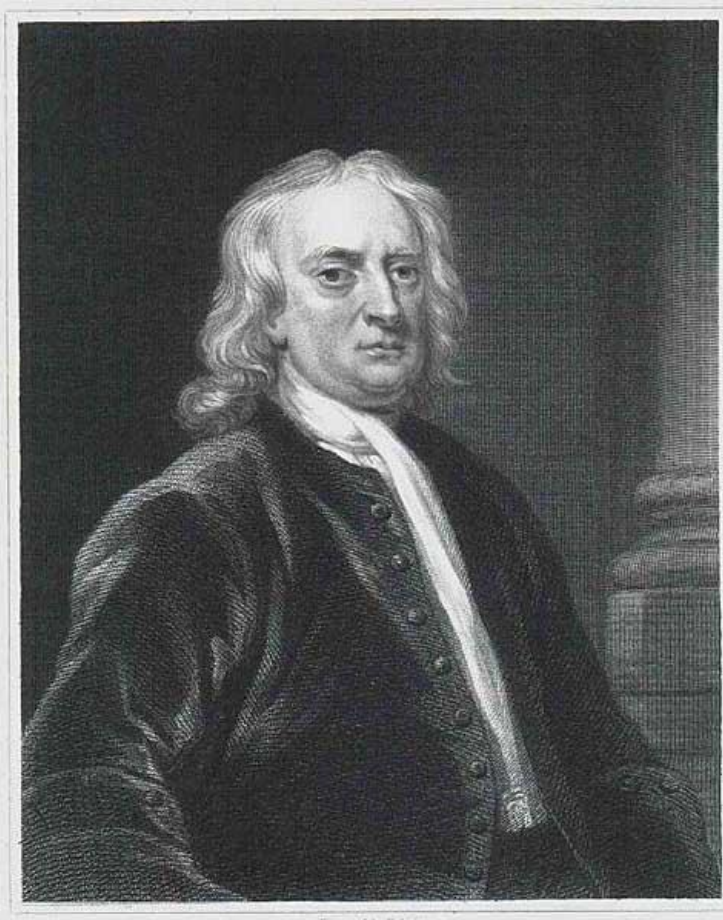
Альбэ́рт Эйнште́йн (*Albert Einstein*)
(1879 -1955)

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

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.

Пространство, время. Принцип относительности

Время

- одномерно
- однородно: физические законы не зависят от времени ⇨ Форма физических законов не изменяется по отношению к сдвигу во времени (симметрия по отношению к сдвигу во времени)

Пространство

- Трёхмерно
- Однородно: физические законы не зависят от положения ⇨ Форма физических законов не изменяется по отношению к параллельному переносу (симметрия по отношению к параллельному сдвигу в пространстве) ⇨ закон сохранения импульса
- Изотропно: физические законы не зависят от ориентации ⇨ Форма физических законов не изменяется по отношению к поворотам (симметрия по отношению к поворотам) ⇨ закон сохранения момента импульса

Принцип относительности

- Все законы природы имеют одинаковый вид во всех инерциальных системах отчёта

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).

Галилео Галилей – первый физик, основатель научного метода

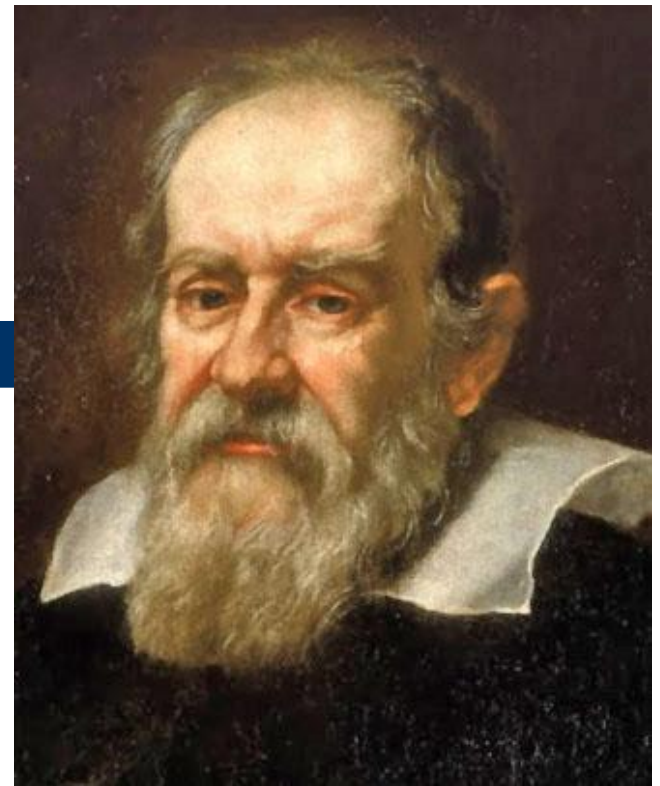
Принцип относительности: *«Дайте движение кораблю, и притом с какой угодно скоростью; тогда (если только движение его будет равномерным, а не колеблющимся туда и сюда) вы не заметите ни малейшей разницы»*

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.

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.

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.

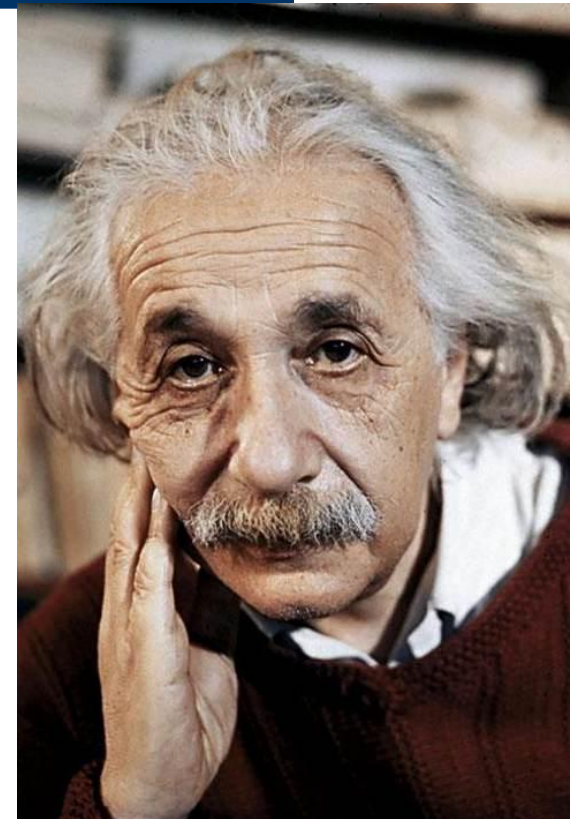
Научный метод

- 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.

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.



Задача про айсберг

- Известно, что в течение своей жизни айсберги несколько раз переворачиваются, ложась набок.
- Модельный «айсберг» с размерами $10 \times 10 \times 8 \text{ см}^3$ в ванной с температурой воды $t_0 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ перевернулся через полчаса.
 - 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?

Причина переворота айсберга

- *Из-за таяния поперечные размеры айсберга уменьшаются вдвое быстрее, чем вертикальные.*
- *Если толщина растаявшего льда x , то к моменту переворота:*

$$(a_0 - 2x) = (c_0 - x) \Leftrightarrow x = 2 \text{ см} \Leftrightarrow$$

Размеры перевернувшегося модельного «айсберга» $6 \times 6 \times 6 \text{ см}^3$

Реальный айсберг

- *Реальный айсберг с размерами 500x500x400 м³ к моменту переворота будет иметь размеры 300x300x300 м³.*

Толщина растаявшего льда $X = 100$ м.

- *Переворот произойдёт через время:*

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

Закон всемирного тяготения $F = GmM/r^2$. Падение ньютонова яблока и Луны.

- 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
 $h^r \approx h_r$

С какой скоростью падают дождевые капли.

- Если предположить вязкий закон сопротивления для дождевой капли радиусом 1мм, то её установившаяся скорость $v \sim 100$ м/с ($\eta \sim 20$ мкПа с, $F_c = 6\pi\eta r v$ – формула Стокса)
- Турбулентный закон сопротивления $F \sim 1/4\rho S v^2$ даёт разумную оценку скорости $v \sim 8$ м/с.
- Критерий – число Рейнольдса $Re = \rho a v / \eta$
- В общем случае $F = \mu N + \beta V + \alpha V^2$

Воздушный шарик

- Эксперимент: Сила тяги $F = m^* g$; $m^* = 230$ мг; периметр $C = 60$ см. $v = h/t = 1,8\text{м}/6\text{с} = 30$ см/с. Сопротивление по Стоксу: $F = 6\pi R\eta v \Rightarrow v = F/6\pi \eta R = 60$ м/с в 200! раз превосходит экспериментальное значение (По таблице $\eta = 2 \cdot 10^{-5}$ Па с) \Rightarrow модель не годная.
- Турбулентный закон сопротивления: $F = 1/4\rho v^2 S \Rightarrow v \approx 28$ см/с \Rightarrow похоже на правду.

Магнитное торможение

- Сила магнитного торможения, возникающая при движении проводника в магнитном поле или магнита вблизи проводника аналогична силе вязкого трения $F = \beta V$.

Задача про магнитное торможение.

- Сила сухого трения скольжения $F = F_{\max} = \mu N$ практически не зависит от относительной скорости соприкасающихся тел
- Сила вязкого трения $F_{\eta} = \beta V$ возникает при движении тела в жидкости или газе при малых скоростях
- При больших скоростях сила сопротивления пропорциональна квадрату скорости $F = \alpha V^2$

Падение проволочной перемычки в магнитном поле. Оценка скорости.

- Закон магнитного сопротивления
 $F_c = (B^2 l^2 / R) v = \beta V$
- поле $B \sim 0,3$ Тл;
- Удельное сопротивление $\rho_q \sim 2 \cdot 10^{-8}$ Ом м;
- Плотность $\rho_m \sim 8$ г/см³
- Расчётная формула
 $v = \rho_q \rho_m g / B^2 \sim 1,5$ см/с

Эксперимент

- Угол наклона

$$\sin\alpha = 20/30$$

скорость магнитика $v_1 = 20/4,1 = 4,88$ см/с Угол наклона

$$\sin\alpha = 15/30$$

скорость магнитика $v_1 = 20/7,2 = 2,78$ см/с

- Коэффициент трения $\mu = 0,17$ (по таблице $\mu = 0,18-0,19$)

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°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.

