

Исторический подход к обучению физике

Рыжиков Сергей Борисович
доктор педагогических наук
доцент физического ф-та МГУ
sbr@physics.msu.ru

2024

Рекомендуемая литература

Рыжиков С.Б.

Рыжикова Ю.В.

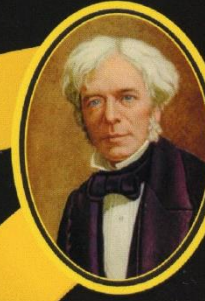
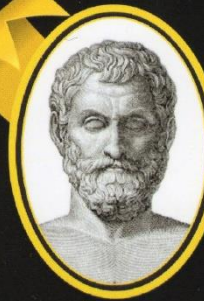
**Как была
проложена дорога в
мир электроники**

2020

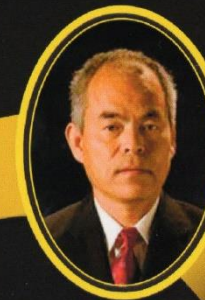
www.sloletov.space

Вкладка «библиотека»

БИБЛИОТЕКА ФИЗИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА ИМ. А.Г. СТОЛЕТОВА
НАУЧНО-ПОПУЛЯРНАЯ СЕРИЯ



С.Б. РЫЖИКОВ, Ю.В. РЫЖИКОВА
**КАК БЫЛА ПРОЛОЖЕНА ДОРОГА
В МИР ЭЛЕКТРОНИКИ**



Курс для студентов и курс повышения
квалификации для учителей
«Творческий подход к обучению
школьников физике и математике»

distant.msu.ru

- 1980 – заочная физическая школа при физическом ф-те МГУ, вечерняя физическая школа,
 - 1991 – 2020 – руководитель вечерней школы (Факториал)
 - 1981 – проведение Московской олимпиады школьников по физике
 - 1999 – 2009 – руководитель команды г. Москвы на Всероссийской олимпиаде по физике
 - 2004 – 2023 – учитель ГБОУ «Лицей «Вторая школа» им. В.Ф. Овчинникова»
- + многочисленные летние школы, лекции для школьников в МГУ и др.

Почему физика кажется школьникам не интересной?

Физика *φύσις* – наука об окружающем мире...

Но к 7-ми годам освоен мир компьютеров, самокатов, бесконтактных карт и пр. Что нового может дать учебник физики?

Внешняя и внутренняя мотивация.

Детективные романы VS учебник физики

Заваливание фактами, которые сложно представить и неясно как применить, напр. заряд электрона $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

Две формы обучения

- репродуктивная (пассивная) – быстрая передача большого объема информации;
- проблемно-исследовательская (активная) – лучшее усвоение информации;

Сравнение форм обучения

- репродуктивная: «Дети, запишите основные положения МКТ: 1, 2, 3...»;
- проблемно-исследовательская: «Дети, вы знаете, что все тела состоят из атомов и молекул? А как бы вы обосновали это, если бы встретили бы ученого XIX века, напр. Э.Маха?»

Отношение детей:

- 1) – генерация идей
- 2) – учитель сошёл с ума

ФГОС среднего образования

Портрет выпускника школы» включает:

– владение основами научных методов познания окружающего мира;

– мотивированность на творчество и инновационную *деятельность*;

– ... способность осуществлять учебно-исследовательскую, проектную и информационно-познавательную *деятельность*...

Законы Ньютона, бозон Хигса и проблемный подход

4 формулировки I закона в школьном учебнике:

- 1) «космическая»
- 2) «компенсационная»
- 3) «игнорирующая»
- 4) классическая

Проблемный подход к изучению основ механики // Физика в школе. – 2016. – № 1. – с. 32–40.

Проблемный подход

- 1) Какую цель преследовал Ньютон, формулируя законы движения, что он хотел доказать или обосновать?
- 2) Что было известно до него?
- 2а) Какие новые экспериментальные факты вошли в противоречие с существующими теориями?
- 3) Какие новые идеи позволили Ньютону открыть законы движения?

Новые данные

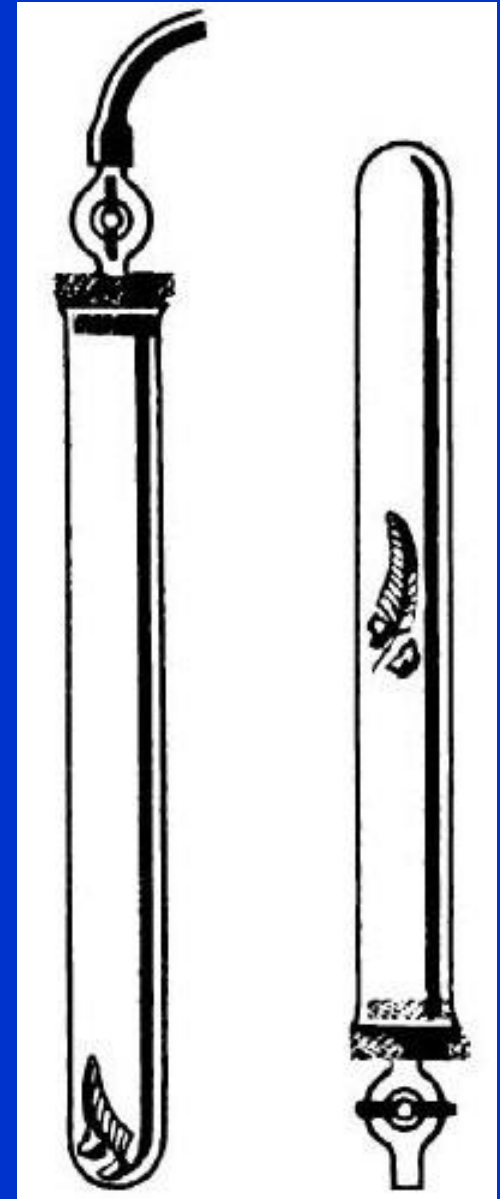
2а) Новые экспериментальные факты

1650 г изобретен вакуумный насос Отто фон Герике (Магдебургские опыты 1654 г)



Трубка Ньютона

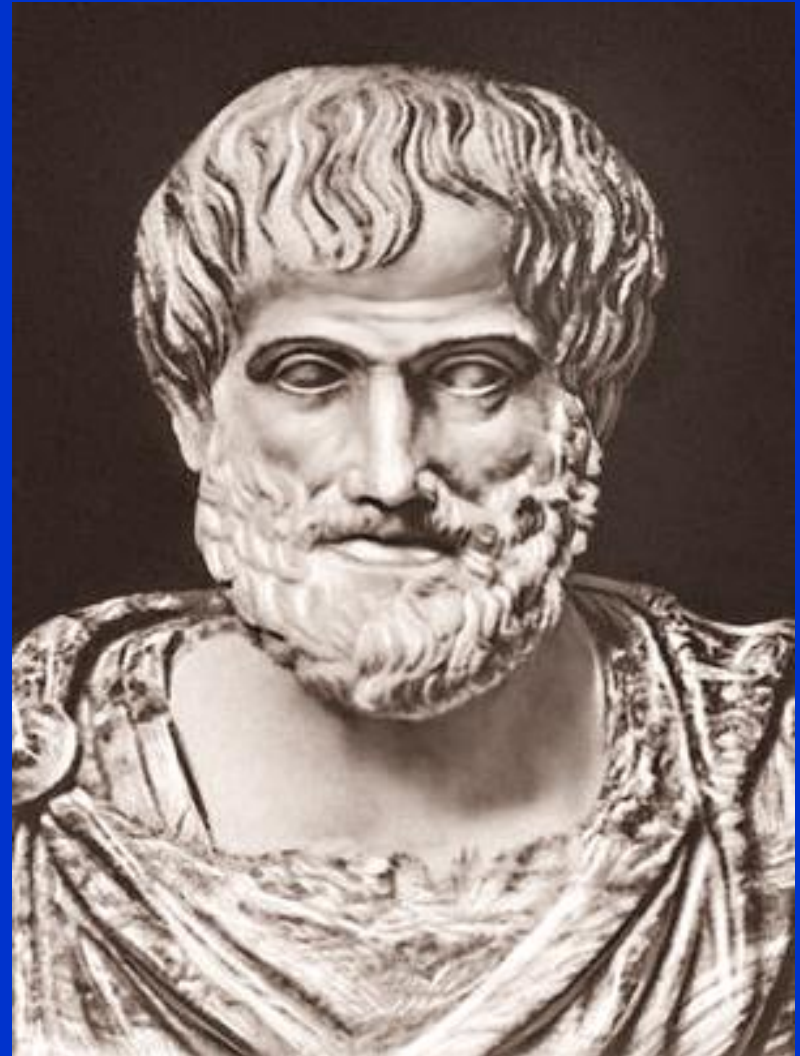
«... когда воздух удален, как, напр., в **бойлевой** пустоте, сопротивление прекращается, так что нежнейшее перышко и кусочек золота падают в этой пустоте с одинаковою скоростью» [Начала...]



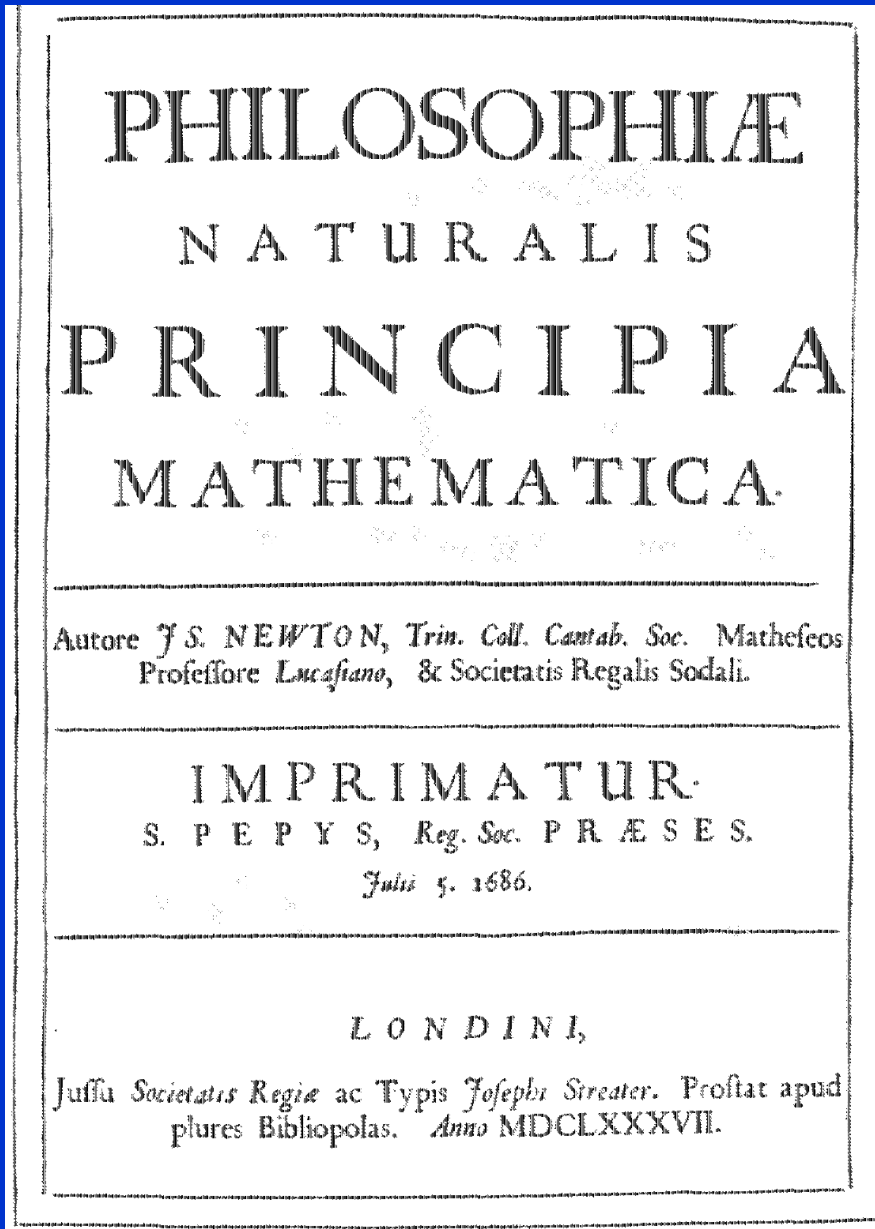
Обоснование инерции

Аристотель - движение брошенного камня поддерживает воздух

Для Ньютона инерция - единственный способ объяснить движение брошенного камня



Законы Ньютона



1687

*Philosophiæ
Naturalis Principia
Mathematica*

Математические
начала натуральной
философии

перевод акад.
А.Н. Крылова, 1936

Axiomata Sive Leges Motus

Corpus omne perseverare in statu suo quiescendi vel movendi uniformiter in directum, nisi quatenus illud a viribus impressis cogitur statum suum mutare.

Всякое тело продолжает удерживаться в своем состоянии покоя или равномерного и прямолинейного движения, пока и поскольку оно не понуждается приложенными силами изменять это состояние

I закон Ньютона

*«Всякое тело продолжает удерживаться в своем **состоянии** покоя или равномерного и прямолинейного движения, **пока и поскольку** оно не понуждается приложенными силами изменять это состояние».*

- 1) состояние равномерного движения
- 2) сила - причина ускорения
- 3) всякое тело
- 4) сила тяжести

Сила - причина ускорения

«Каким же образом проверить справедливость этого замечательного закона? Ведь невозможно создать такие условия, при которых на движущееся тело не действовали бы никакие силы. Это верно, но зато можно проследить обратное. В любом случае, когда тело изменяет скорость или направление движения, всегда можно найти причину - силу, которой это изменение обязано».

Ландау Л.Д., Китайгородский А.И.

Физика для всех. М.: Наука. 1974

Небесные и земные тела подчиняются одним законам

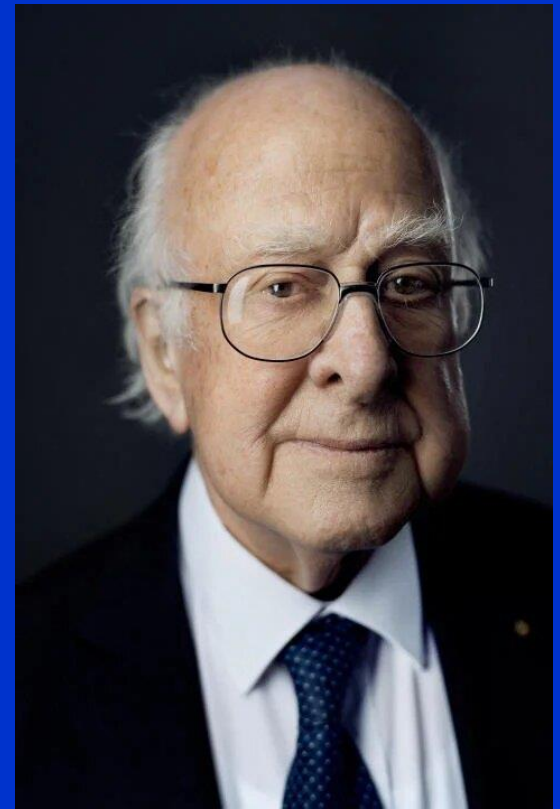
Пример III

«Большие же массы планет и комет, встречая меньшее сопротивление в свободном пространстве, сохраняют свое как поступательное, так и вращательное движение».

Инерция, ОТО и бозон Хиггса

Расширение понятие инерции
в ОТО

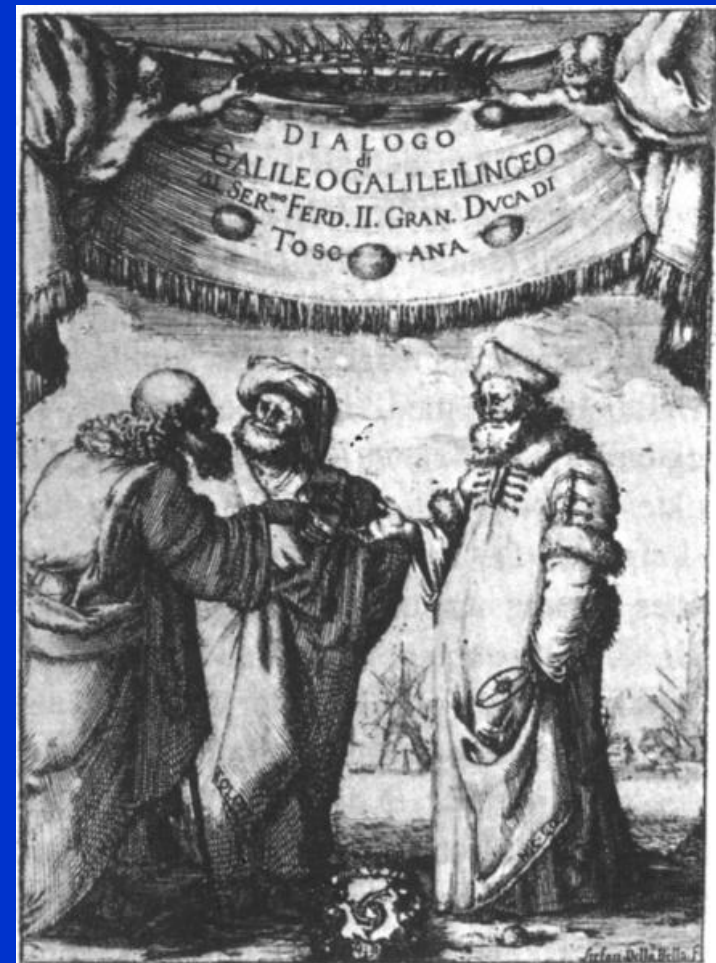
Стандартная модель
элементарных частиц — нет
инерции в классическом
понимании. Чтобы отказаться
от инерции нужно понимать,
как она была введена в физику
(1964).



Питер Хиггс
Род. 1929,
Нобел. 2013

Принцип относительности Галилея

Галилей
Диалог о двух главнейших
системах мира, Птоломе-
евой и Коперниковой, 1632.



Галилей

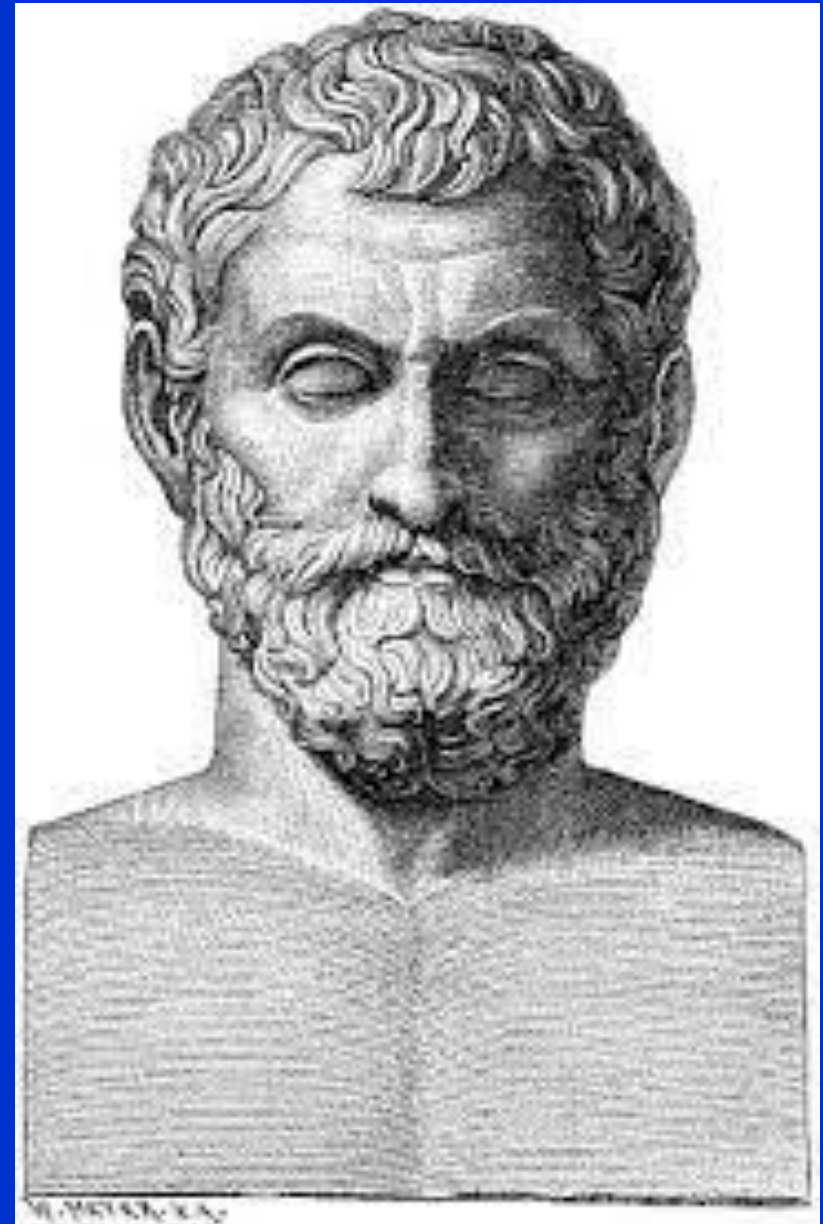
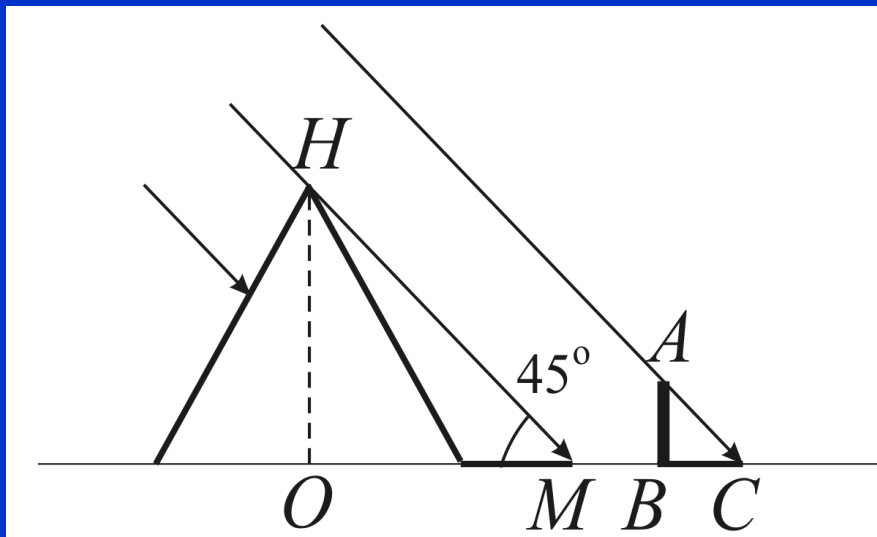
«...орудие и находящееся внутри его ядро участвуют в том же движении, которым обладает Земля... **вокруг центра**, каковое не встречает препятствия со стороны движения вверх после выстрела и не уничтожается им; таким образом, следуя всеобщему движению Земли на восток, ядро постоянно держится над той же пушкой как при подъеме, так и при возвращении... всегда возвращается в то же место, движется ли корабль или стоит неподвижно»

Физика VII класс

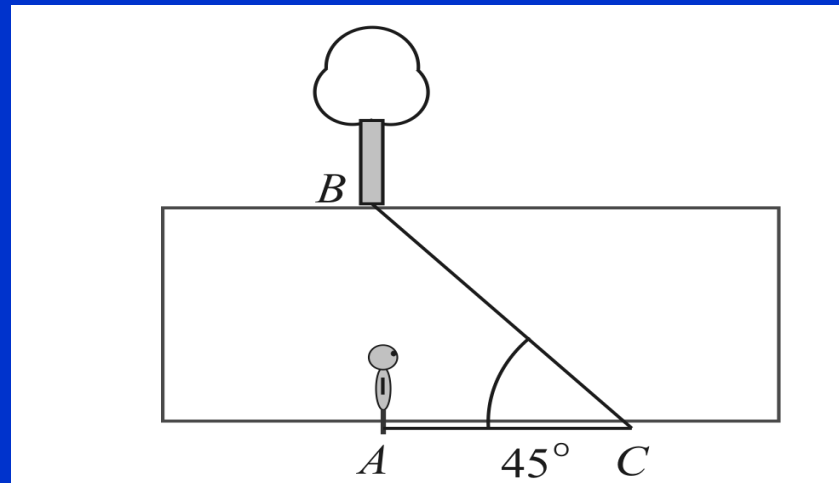
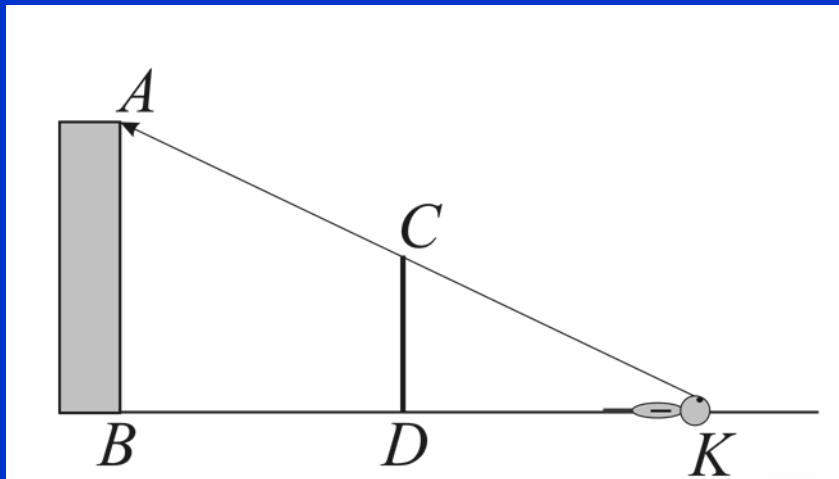
Фалес Милетский VII в. д.н.э.

Наука начинается с измерения!

геометрия (тень от пирамиды)



Фалес Милетский VII в. д.н.э.



Всё из воды!

астрономия (предсказания затмений, угловой размер Солнца)

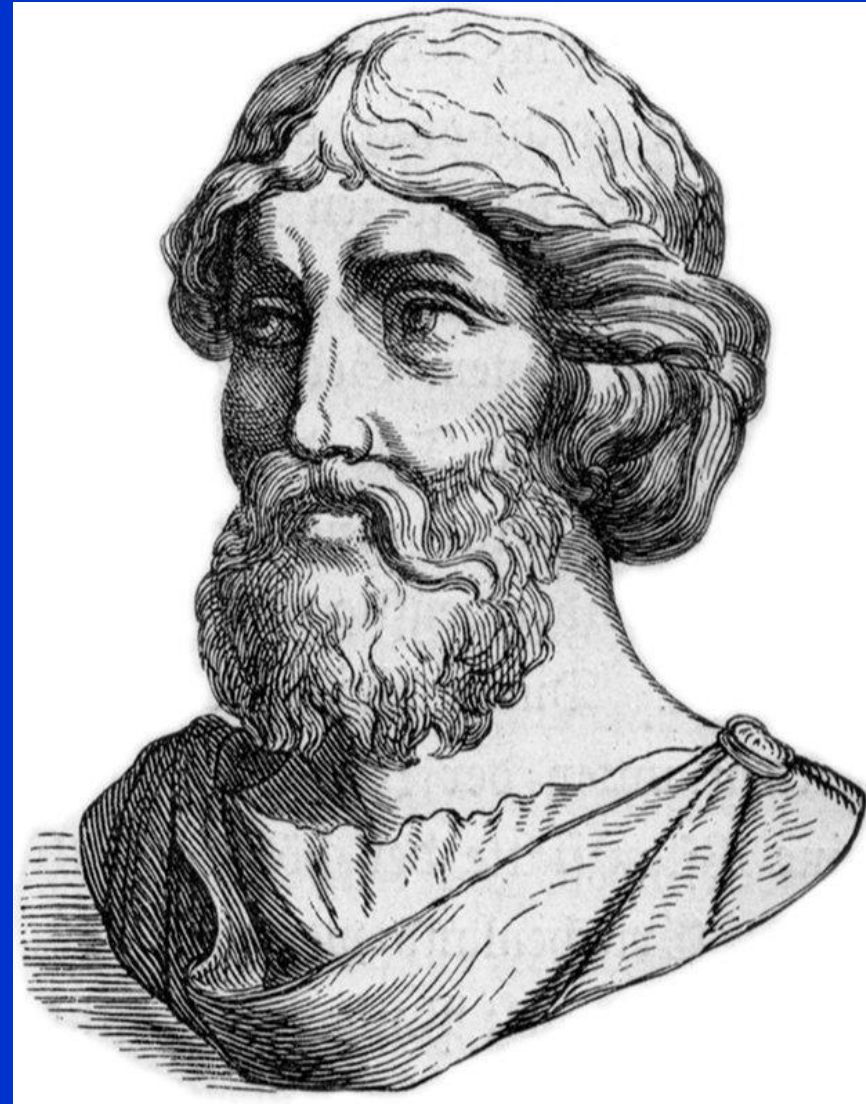
электричество и магнетизм (янтарь имеет душу)

Пифагор (570 – 490 д.н.э.)

Основа мира – число.

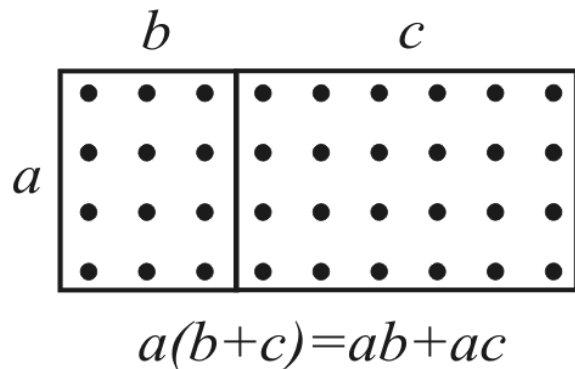
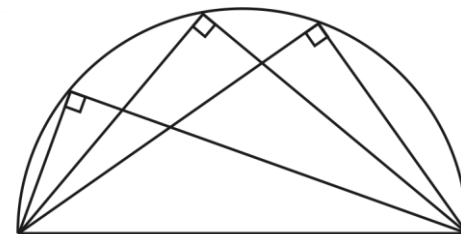
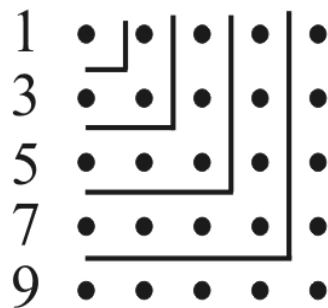
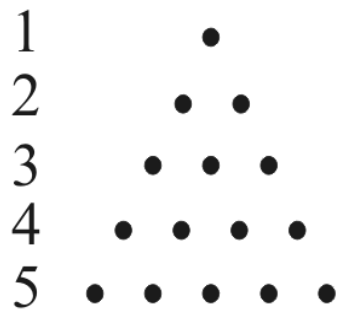
Пифагорейское учение о числах оказывало влияние на физику до конца XVII века.

530 г. Основание школы в Кротоне (юг Италии)



Пифагор (570 – 490 д.н.э.)

Числа только натуральные. Треугольные, квадратные, пятиугольные... кубические, пирамидальные... и др. числа.



Монохорд. Числа и музыка.

Алгебра выросла из геометрии

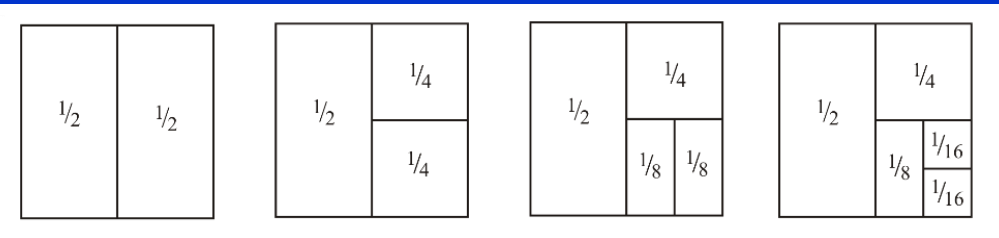
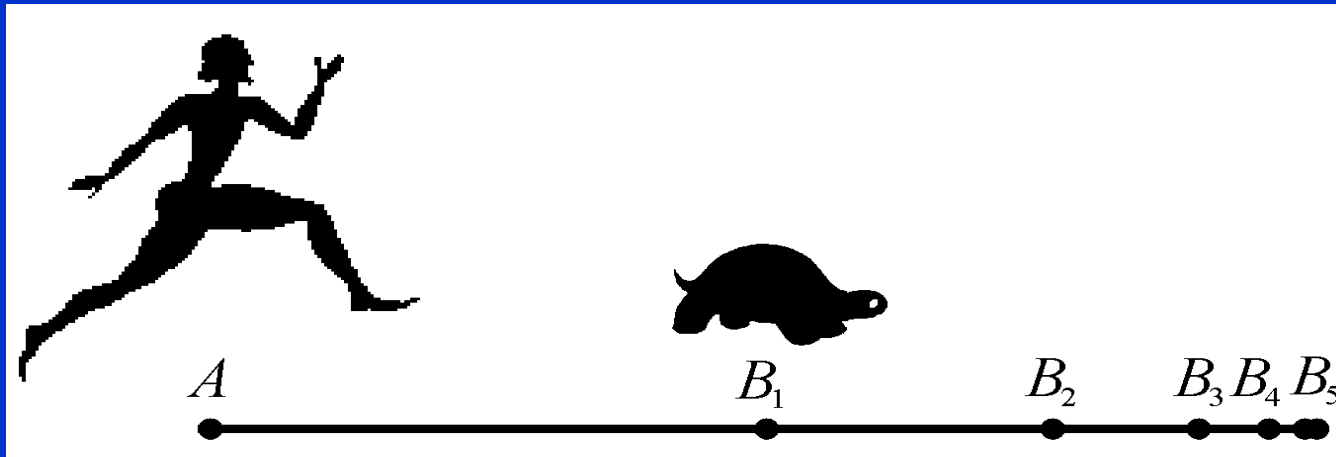
Размерность в физике, $x^2 + x$

Описание движения

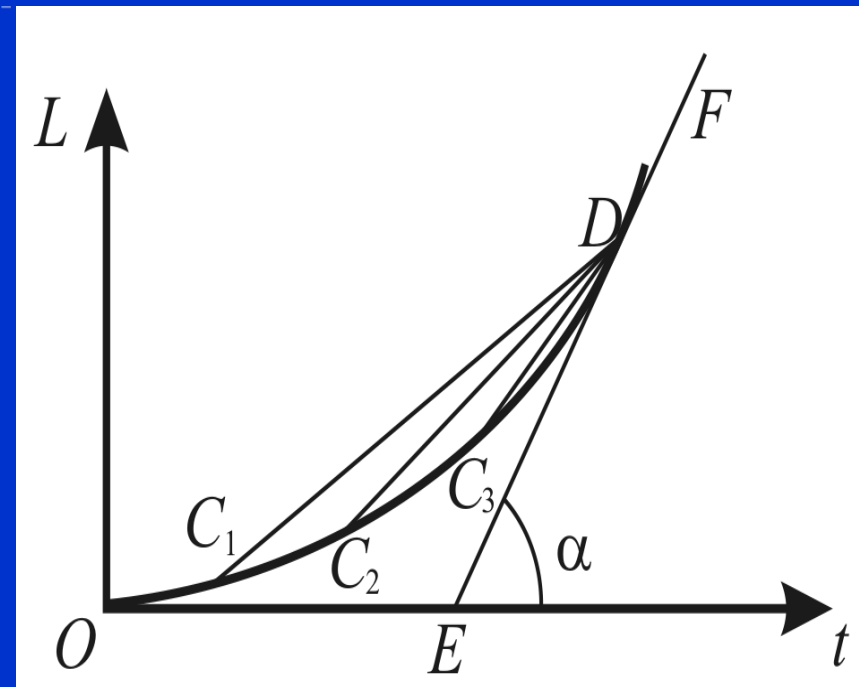
Движенья нет, сказал мудрец брадатый.
Другой смолчал и стал пред ним ходить.
Сильнее бы не мог он возразить;
Хвалили все ответ замысловатый.
Но, господа, забавный случай сей
Другой пример на память мне приводит:
Ведь каждый день пред нами солнце ходит,
Однако ж прав упрямый Галилей.

Зенон не отрицал факт возможности движения, а указывал на невозможность непротиворечиво его мыслить. Отличие научного метода Зенона и обыденного «здорового смысла» Диогена

Описание движения



Средняя и
мгновенная
скорости



АТОМИЗМ

Атом – «неразрезаемый»;

Атомизм как ответ Зенону,

Левкипп – Демокрит – Эпикур – Лукреций Кар

Нет ничего кроме атомов и пустого пространства,
об отклонении атомов от прямолинейности:

Особенности античного мышления

Природа – живая, каждая дерево имеет дриаду, а река – наяду...

Опыт и эксперимент

Физика – наука экспериментальная опытная.

У этого человека богатый жизненный опыт эксперимент (ненужное зачеркнуть).

В античной науке НЕТ эксперимента!!!

Только наблюдения!

Муравейник и экскаватор

Мы не можем ждать милости от природы...

после того , что мы с ней сделали.

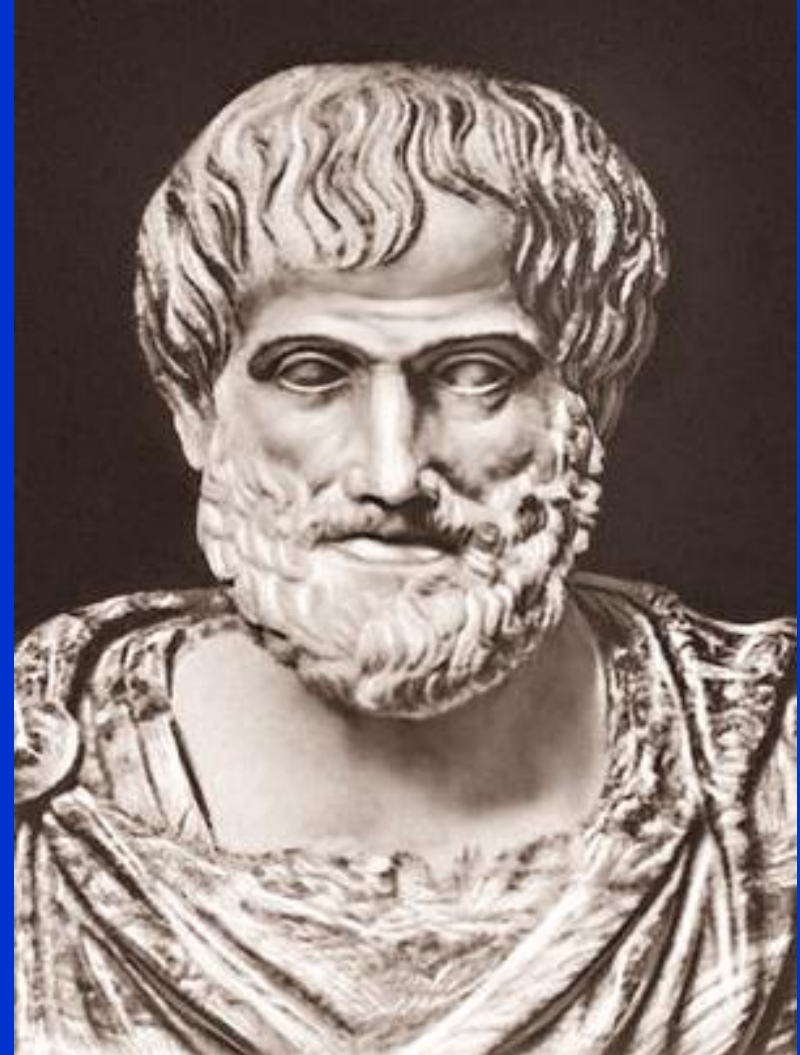
Аристотель (384 – 322) – первая картина мира

Картина мира Аристотеля
ЛУЧШЕ описывала види-
мый мир, чем классичес-
кая физика

343 – 335 – Александр М.

335 – 323 – Лицей

Аристотель – ученик Пла-
тона, основатель формаль-
ной логики.

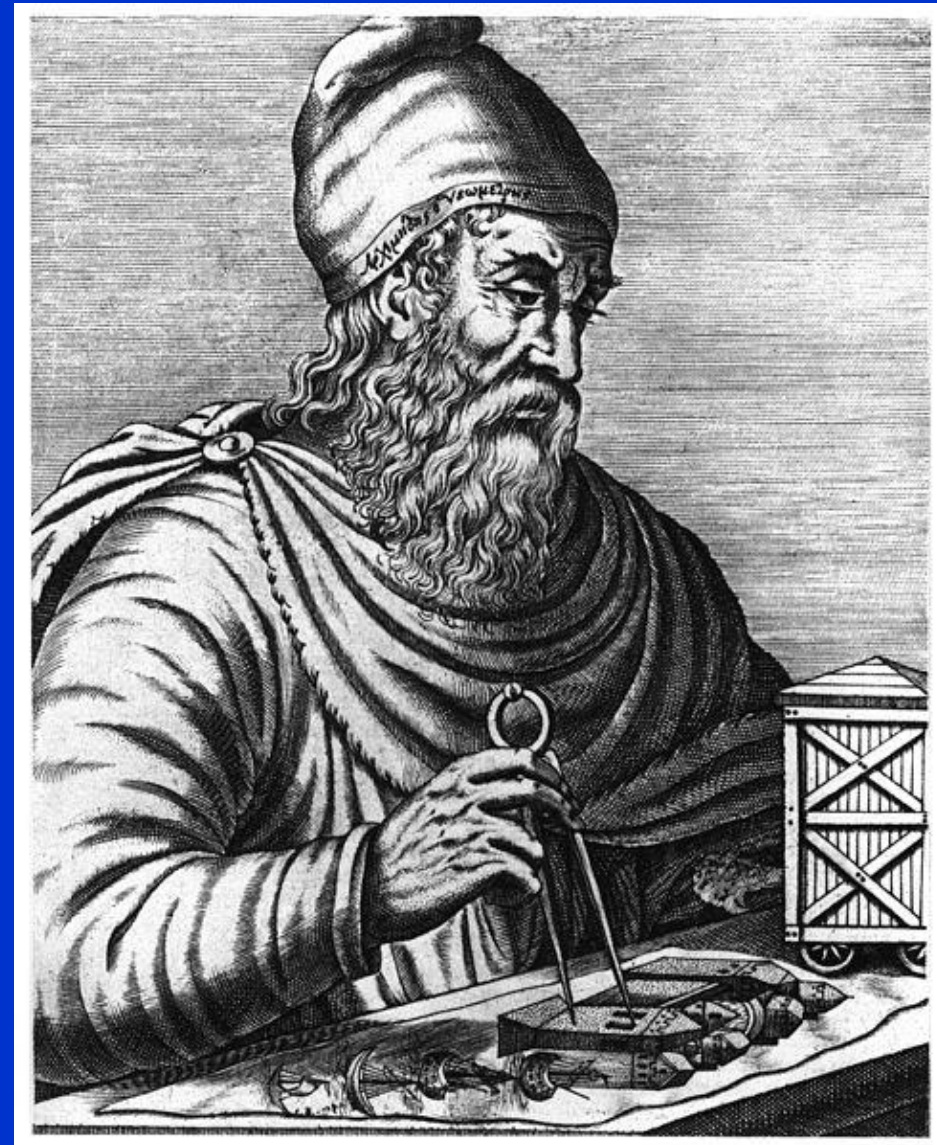


Архимед (287 – 212)

Математика: объемы и площадь шара, параболоида, эллипсоида, площадь сечения параболы, спираль А., тела А.
число π :

$$3 \frac{10}{71} < \pi < 3 \frac{10}{70}.$$

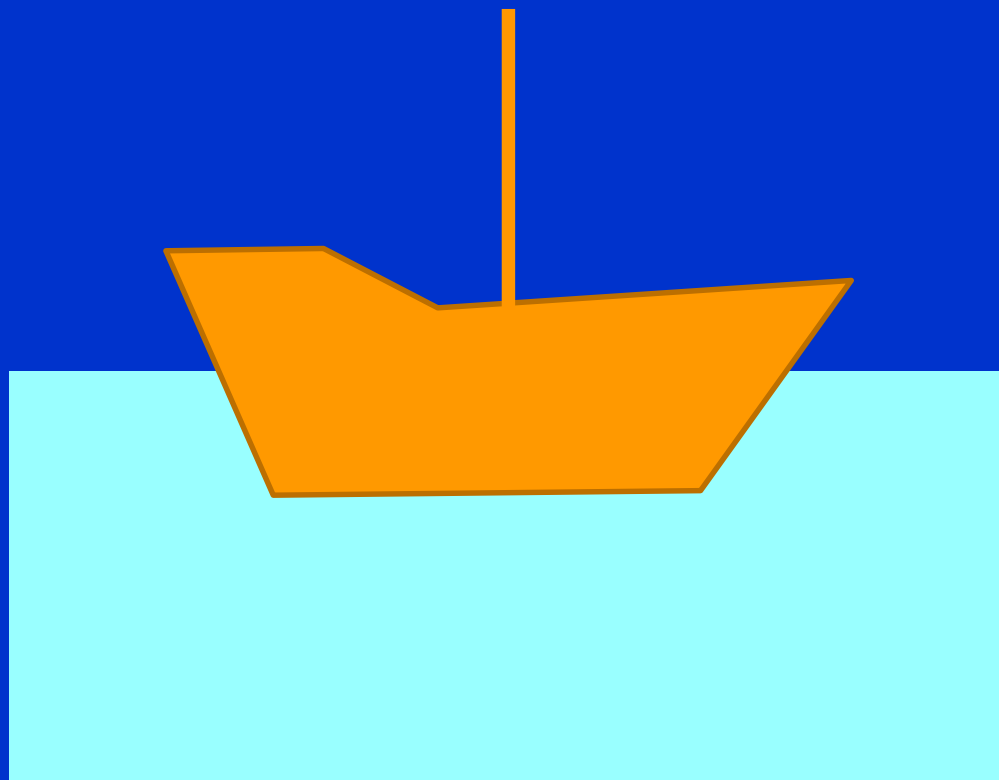
Механика: закон А., правило рычага, винт А.



Закон Архимеда

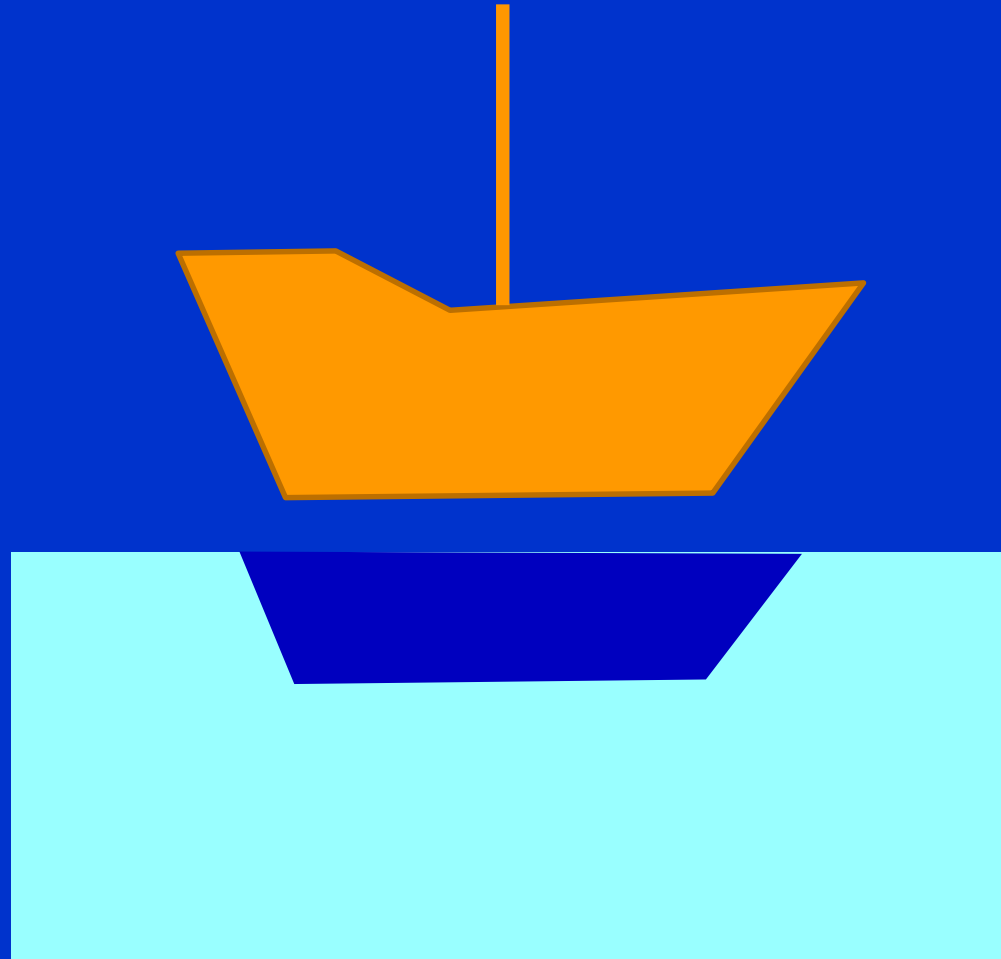
«О плавающих телах»

Основное положение: вода в воде не тонет



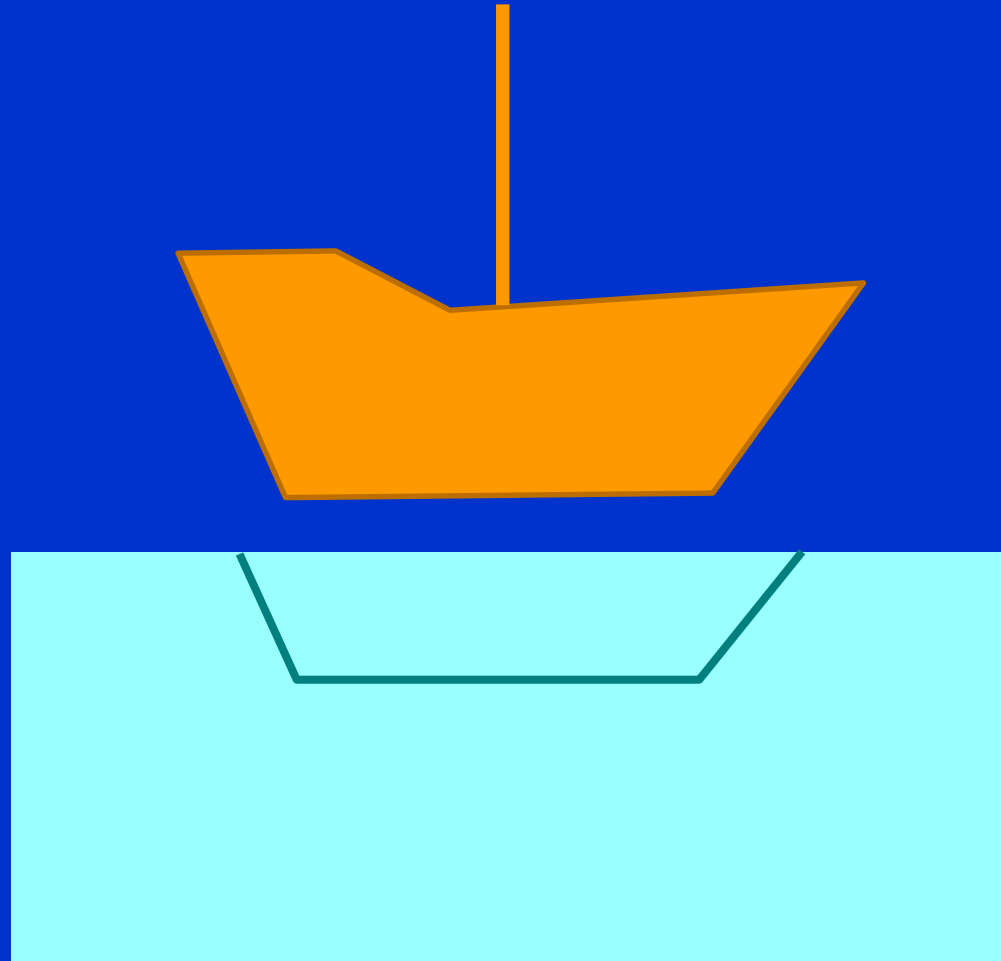
Закон Архимеда

Мысленно вынимаем корабль из воды



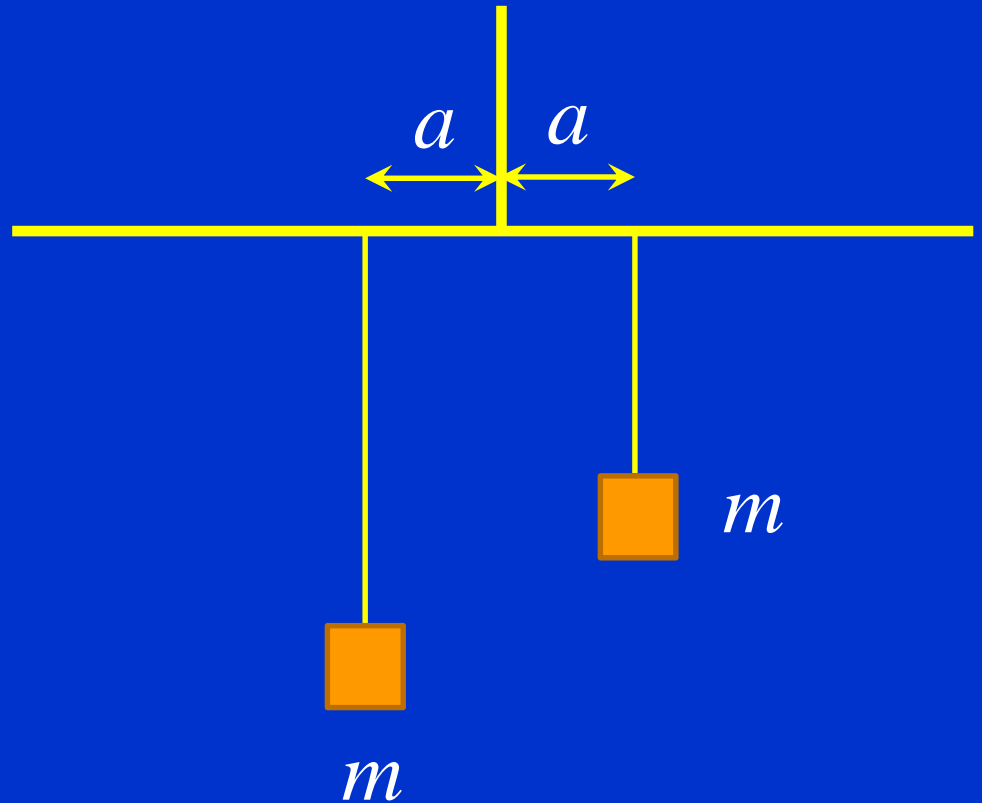
Закон Архимеда

И заливаем пустоту водой



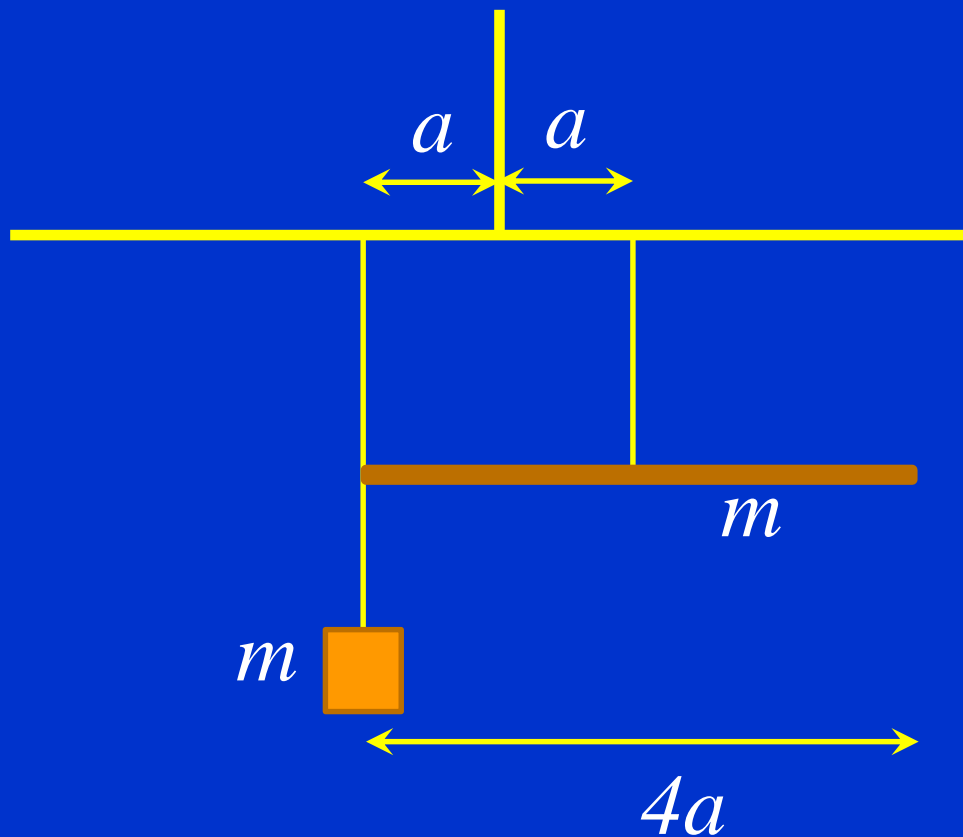
Доказательство правила рычага

Рассмотрим весы, на которых на равных расстояниях a подвешены два тела массой m . Нити невесомы. Весы будут в равновесии (док-во?).



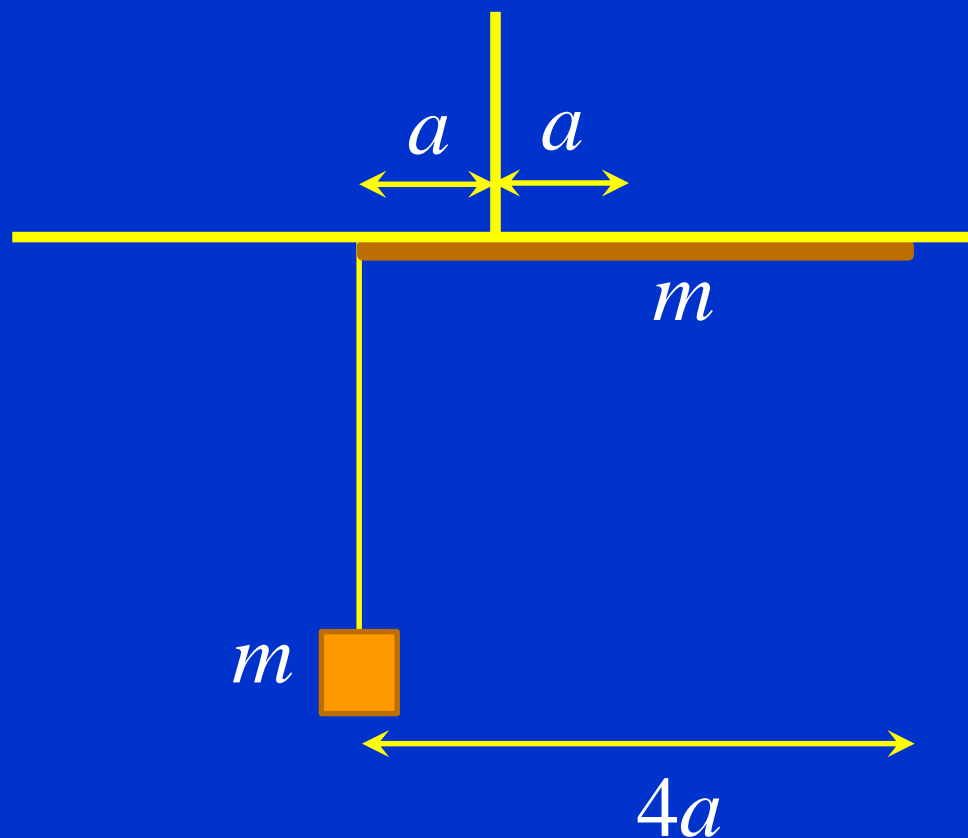
Доказательство правила рычага

Заменим одно из тел стержнем длиной $4a$. Стержень прикрепим в центре масс. Равновесие не изменится (дока-во?).



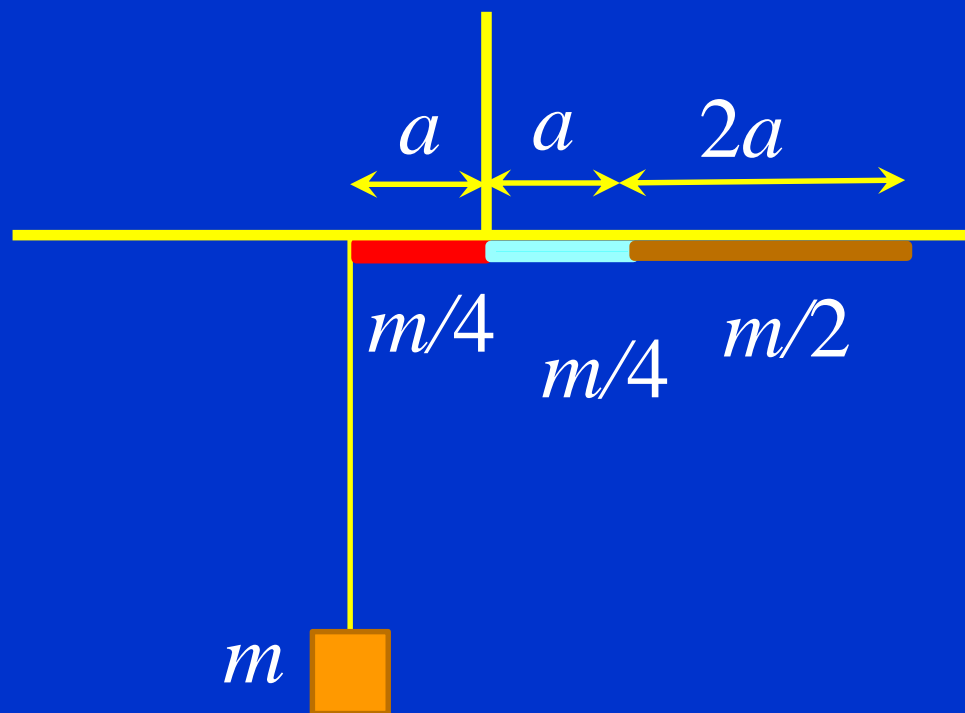
Доказательство правила рычага

Подтянем стержень к коромыслу и закрепим его в каждой точке. Равновесие не изменится (док-во?).



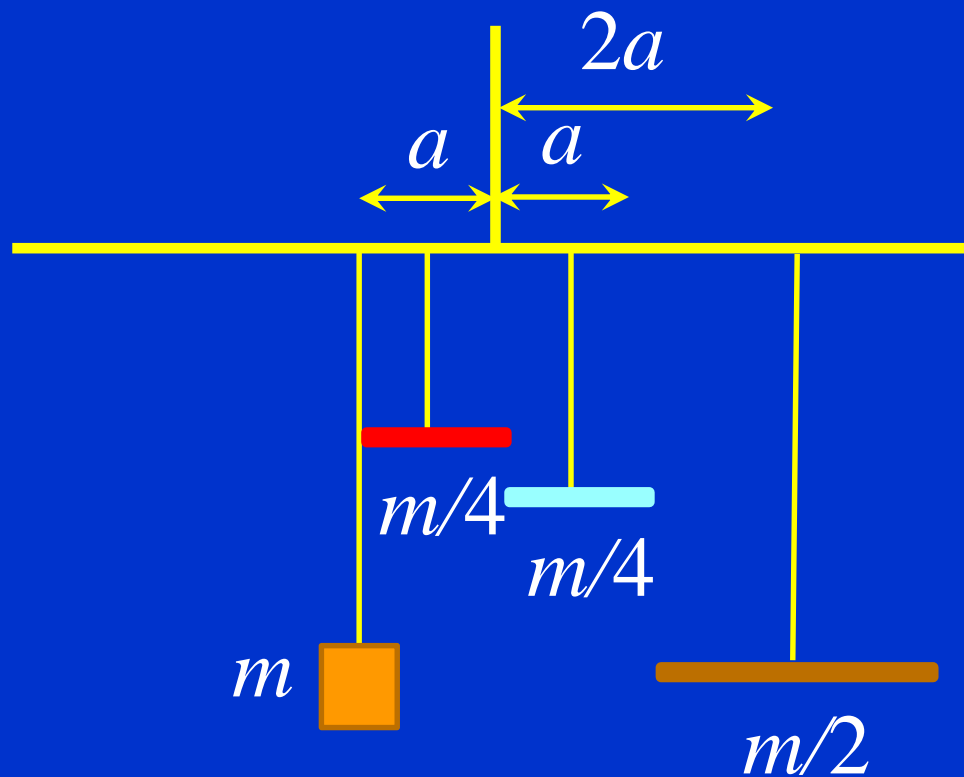
Доказательство правила рычага

Разрежем стержень на три части: $a/4$, $a/4$ и $a/2$. Равновесие не изменится (док-во?).



Доказательство правила рычага

Подвесим каждую часть стержня за его центр. Равновесие не изменится (док-во?).

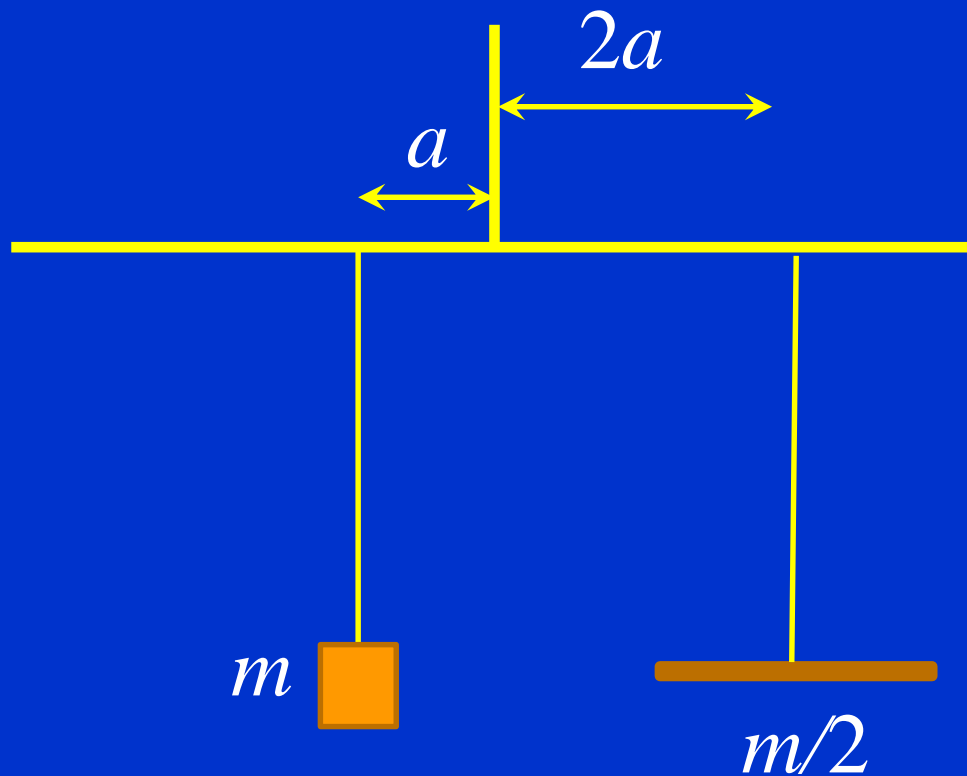


Доказательство правила рычага

Уберем два одинаковых грузика, висящих на равном расстоянии. Равновесие не изменится (док-во?).

Результат: груз массой $m/2$ на расстоянии $2a$ уравновешивает груз m на расстоянии a .

Данное доказательство можно повторить для любых кратных отношений масс грузов.



Апробация

Физика в историческом аспекте была дана ученикам 10-го класса. При этом была полностью пройдена программа с некоторым изменением порядка следования тем.

От обычного плана занятий он отличается переносом мол. физ. в конец курса, поскольку стат. подход приходит на смену механицизму в физике относительно поздно, только во второй половине XIX века. Было несколько уроков по геом. оптике, поскольку эти темы обычно знают плохо.