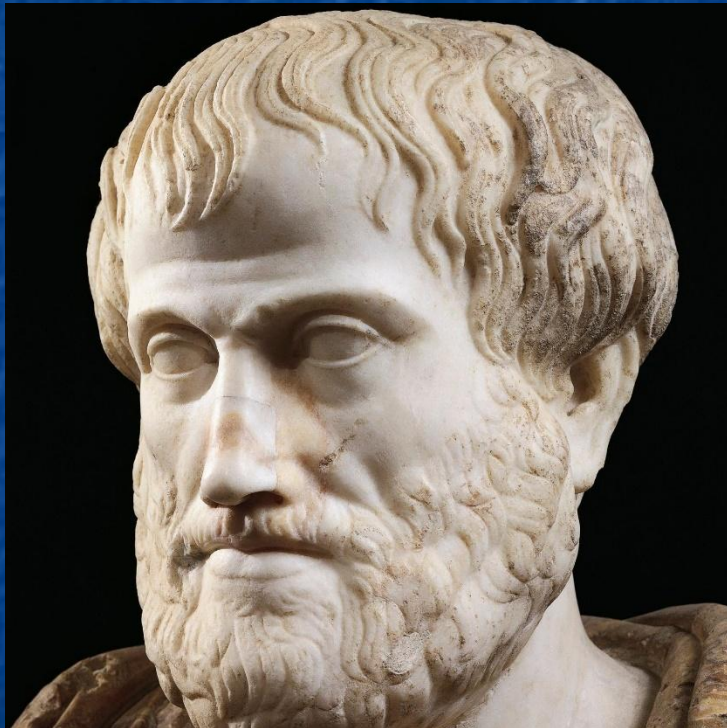


# Аристотель

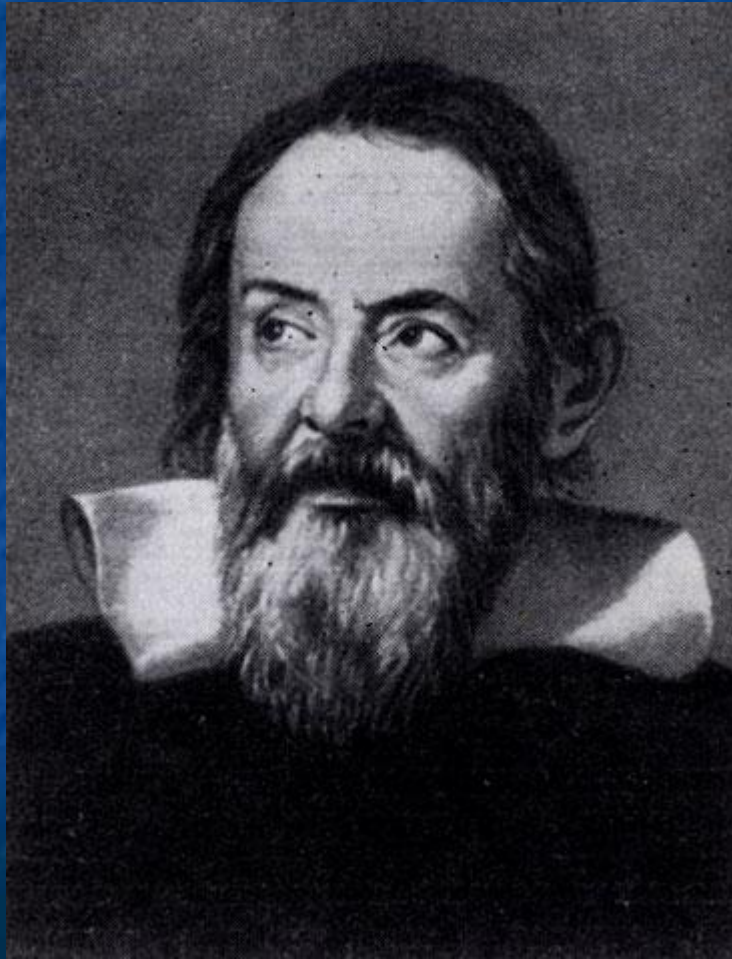
(384 год до н. э. — 322 год до н. э.)



для движения телеги  
**нужна** «лошадиная  
сила»

движение возможно  
только под действием  
силы; при отсутствии  
сил тело будет  
покоится.

# Галилео Галилей (1564-1642)



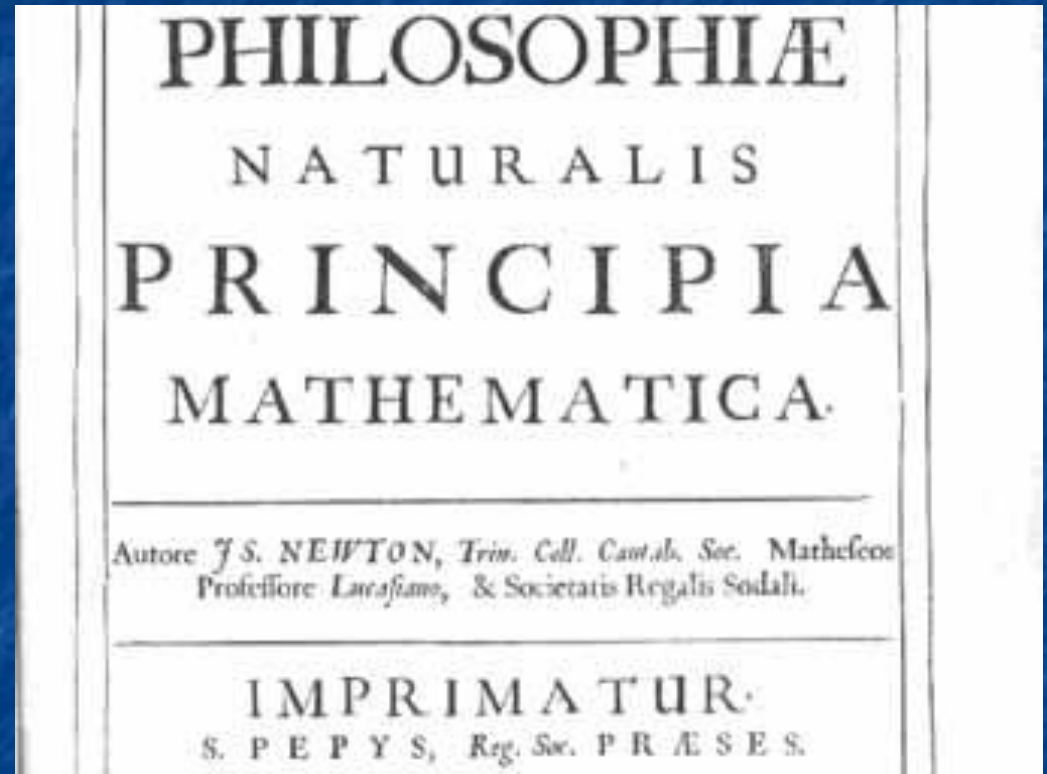
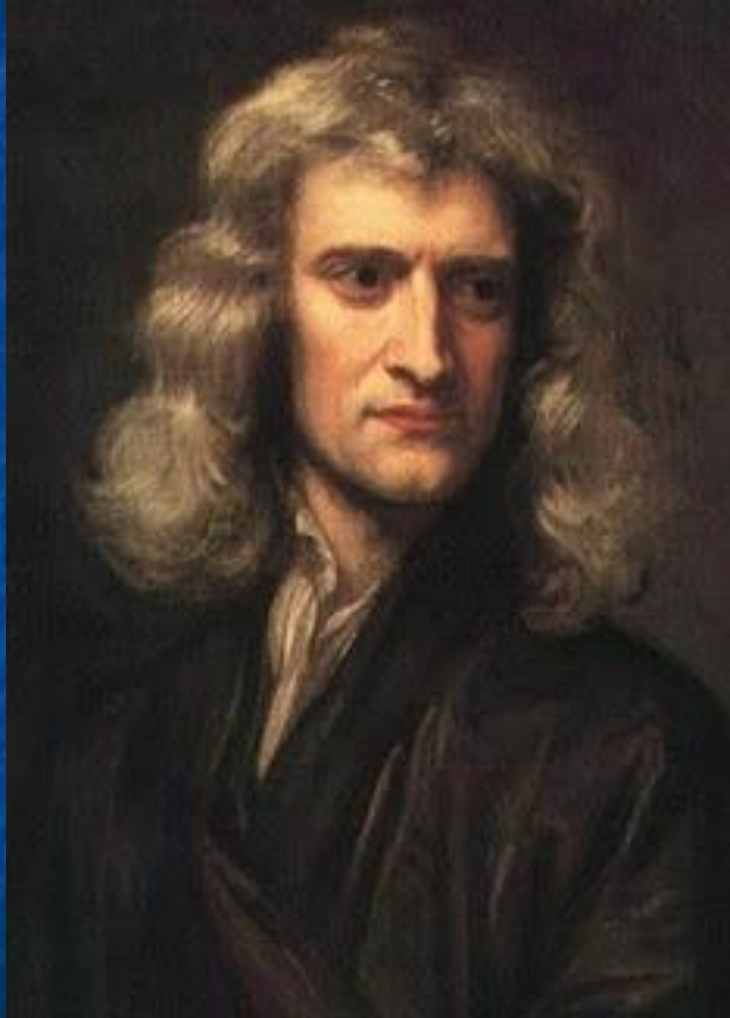
Для равномерного  
прямолинейного  
движения  
точечного тела  
**не нужно ничего**

# *Инерция*

— это явление сохранения скорости тела неизменной при отсутствии действия на него других тел.

Причиной изменения скорости тела является действие на него другого тела.

# Исаак Ньютон (1643-1727)



PHILOSOPHIÆ  
NATURALIS  
PRINCIPIA  
MATHEMATICA.

---

Autore *J. S. NEWTON*, *Trin. Coll. Cantab. Soc. Matheseos*  
*Professore Lucasiano, & Societatis Regalis Sodali.*

---

IMPRIMATUR.  
S. PEPYS, *Reg. Soc. PRÆSES.*

Системы отсчета, в которых выполняется закон инерции, называются инерциальными.

# ИСО

**Свободное тело** – точечное тело, которое находится очень далеко от всех других тел

Современная формулировка:

СО называют инерциальной, если в ней свободное (удаленное от всех других объектов) точечное тело покоится или движется равномерно прямолинейно



# *Принцип относительности Галилея.*

Во всех ИСО при одинаковых начальных условиях все механические явления протекают одинаково, т. е. подчиняются одинаковым законам.

# Множество ИСО

- Всякая система отсчёта, движущаяся относительно ИСО равномерно и прямолинейно, также является ИСО.
- Согласно принципу относительности, все ИСО равноправны, и все законы физики инвариантны относительно перехода из одной ИСО в другую. Это значит, что проявления законов физики в них выглядят одинаково, и записи этих законов имеют одинаковую форму в разных ИСО.

# Первый закон Ньютона

**Инерциальные системы отсчета существуют**

**Смысл: Всегда можно найти (выбрать) СО, которую с требуемой точностью можно считать инерциальной.**

# Инертность. Масса.

- Под действием одной и той же силы разные тела приобретают разные ускорения в ИСО.
- Инертность – неотъемлемое свойство движущейся материи.
- Мера инертности – масса.

Количественной характеристикой взаимодействия тел является сила.  
Сила ( $F$  – [1 Н]) – векторная величина.  
Имеет модуль, направление и точку приложения.

О действии силы на тело можно судить по изменению его скорости, т. е. по ускорению.

Частным признаком действия силы на тело является его деформация.

1. В чем состоит явление инерции?
2. В чем состоит первый закон Ньютона?
3. Почему его называют законом инерции?
4. При каких условиях тело может двигаться прямолинейно и равномерно?
5. Какие системы отсчета используются в механике?
6. Что является причиной ускорения тела?
7. Можно ли сказать, что действия одних тел на другие являются причиной их движения?

8. Можно ли мгновенно изменить скорость тела? Почему?
9. Какой величиной характеризуется инертность тела?
10. Опровергните утверждение: действие-причина движения.
11. Приведите примеры нарушения первого закона динамики, вызванные неинерциальностью системы отсчета.
12. По какому признаку можно судить о действии силы на тело?

14. Какие системы отсчета называют инерциальными?
15. Является ли инерциальной система отсчета, связанная с Землей?
16. Одна инерциальная система отсчета известна. Как по движению другой системы отсчета установить, является она инерциальной или нет?
17. Сформулируйте принцип относительности Галилея.



18. ПОГ утверждает, что во всех ИСО все механические явления протекают одинаково. Почему же тогда шарик, лежащий на столе в пассажирском вагоне, падает со стола при торможении поезда, а при равномерном движении поезда покоится?


# Второй закон Ньютона

## Современная формулировка:

- В инерциальной системе отсчета ускорение материальной точки равно отношению суммы всех действующих на неё сил к её массе:  $a = F/m$ .

## Важно!

- $a = F/m$  только в ИСО!
- Сумма всех сил
- Материальная точка, а не тело.


$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$$

$\vec{a}$  – ускорение тела, м/с<sup>2</sup>  
 $\vec{F}$  – сила, действующая на тело, Н  
 $m$  – масса тела, кг

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a}$$



*Второй закон Ньютона.*

# Следствие второго закона Ньютона

- Если  $\mathbf{F}=0$ , то  $\mathbf{a}=0$  и, следовательно,  $v=\text{const}$

**Но!**

- Это справедливо в ИСО, т.е. в «сфере влияния» первого закона Ньютона

# Третий закон Ньютона: концепция

- Наличие **силы**, всегда подразумевает наличие **взаимодействия**
- **A** действует на **B**, следовательно **B** действует на **A**

# Третий закон Ньютона

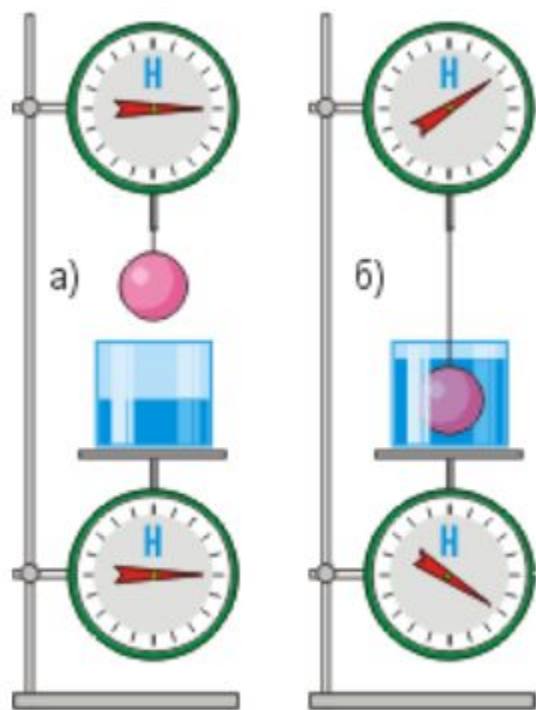
## Современная формулировка

Два тела взаимодействуют друг с другом силами

- 1) равными по модулю;
- 2) противоположными по направлению;
- 3) лежащими на одной прямой;

Силы взаимодействия двух тел всегда являются силами одной природы.

Силы приложены к разным телам (имеют разные точки приложения), поэтому не могут уравновешивать друг друга.



Рассмотрим опыт, иллюстрирующий этот закон (см. рисунок). Два круглых динамометра закреплены друг над другом в штативе. К верхнему динамометру подвешен шар, а на подставке нижнего динамометра стоит сосуд с водой. Заметим показания динамометров. Теперь удлиним нить так, чтобы шар погрузился в воду, не касаясь дна. Тогда верхний динамометр покажет *уменьшение* силы действия шара на нить, а нижний – *увеличение* силы давления сосуда с водой на подставку. *Показания динамометров изменились на равные значения* – как и

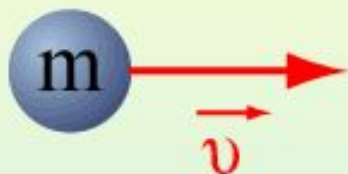
предсказывает третий закон Ньютона.

# Законы Ньютона: концепция

- Для равномерного прямолинейного движения точечного тела **не нужно ничего**
- Для **изменения состояния движения** равномерно прямолинейно движущейся в ИСО материальной точки необходимо **действие на неё силы.**
- **Действие** всегда подразумевает **взаимодействие**, для которого выполняются соответствующие правила
- **Важно:** законы Ньютона есть обобщение опытных фактов. **Друг из друга они не следуют!**



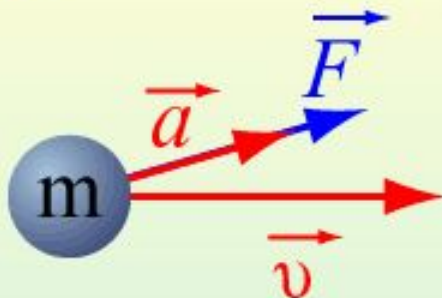
# Законы Ньютона



$$\vec{v} = \text{const}, \\ \text{при } \vec{F} = 0$$

## I закон

Существуют такие системы отсчета, в которых всякое тело будет сохранять состояние покоя или равномерного и прямолинейного движения до тех пор, пока действие других тел не заставит его изменить это состояние.



$$\vec{F} = m\vec{a}$$

## II закон

Под действием силы тело приобретает такое ускорение, что его произведение на массу тела равно действующей силе.



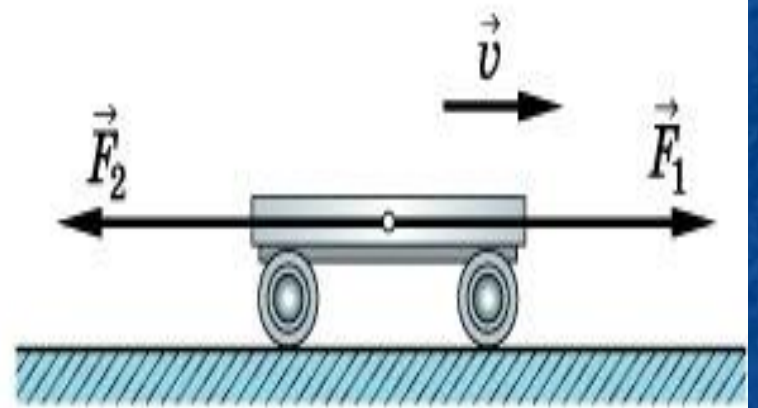
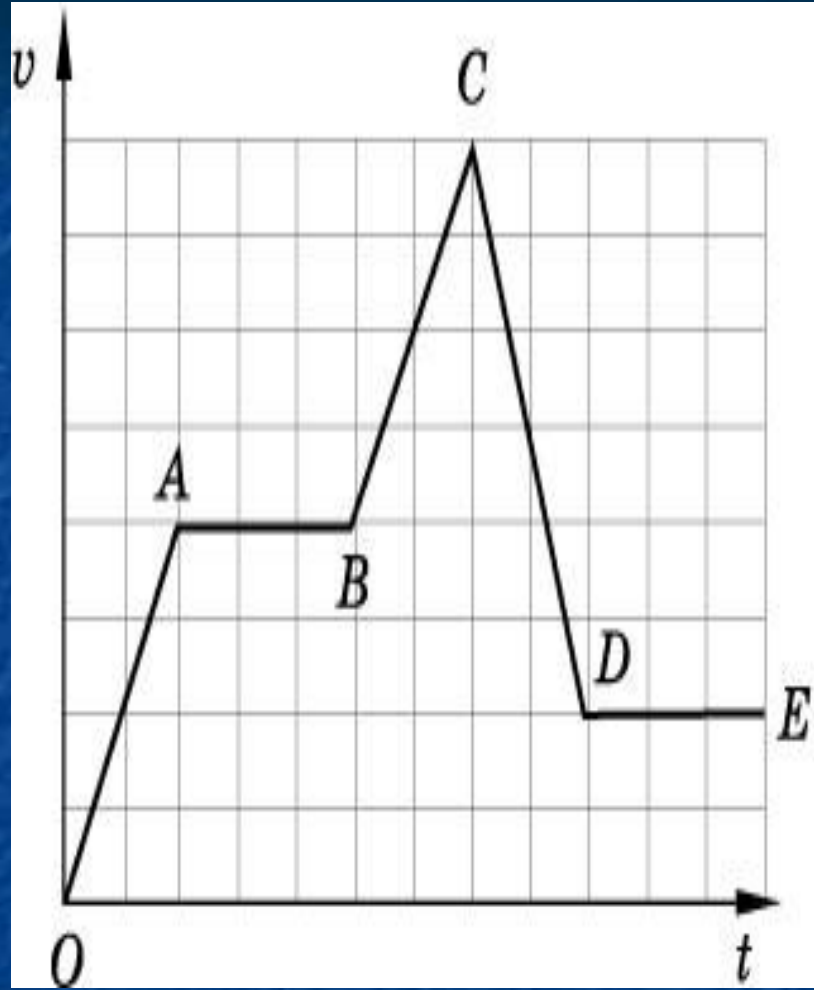
$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$$

## III закон

Силы, с которыми взаимодействующие тела действуют друг на друга, равны по модулю и направлены по одной прямой в противоположные стороны.

1. Что такое сила?
2. Можно ли говорить исходя из второго закона Ньютона, что сила зависит от массы тела и его ускорения?
3. Можно ли говорить исходя из второго закона Ньютона, что масса тела зависит от силы, приложенной к телу и его ускорения?
4. Можно ли говорить исходя из второго закона Ньютона, что ускорение тела зависит от силы, приложенной к телу и его массы?
5. Как формулируется первый закон Ньютона, если пользоваться понятием силы?
6. Какая сила называется равнодействующей?

7. Как направлено ускорение тела, вызванное действующей на него силой?
8. Может ли тело, на которое действует одна единственная сила двигаться с постоянной скоростью? Находиться в покое?
9. Верно ли утверждение: скорость тела определяется действующей на него силой?
10. Верно ли утверждение: тело движется туда, куда направлена приложенная к нему сила?
11. Верно ли утверждение: перемещение тела определяется только действующей на него силой?
12. Сформулируйте третий закон Ньютона.





## Силы в МЕХАНИКЕ

Сила Свойства	Упругость	Всемирное тяготение	Тяжесть	Вес	Трение скольжения
Природа	Электромагнитная	Гравитационная	Гравитационная	Электромагнитная	Электромагнитная
Точка приложения	Приложена к телу, вызвавшему деформацию	Приложена к центру масс тела <sup>1</sup>	Приложена к центру тяжести тела	Приложен к опоре или к подвесу	Приложена телу, скользящему или стремящемуся скользить вдоль поверхности тела
Направление действия	Против смещения частиц деформиро- ванного тела	В направлении центра масс взаимо- действующего тела	К центру Земли <sup>2</sup>	Вдоль подвеса или перпендикулярно плоскости опоры в направлении центра Земли	Вдоль поверхности скольжения против скорости скользя- щего тела
Величина	$F = k\Delta l$	$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$	$F = mg$	$P = m(g \pm a)$	$F = ?N$
Границы применимости формулы	$k$ – коэффициент упругости (жесткость)  При упругих деформациях	$G$ – гравитационная постоянная  Для материальных точек или сферически симметричных тел	$g$ – ускорение свободного падения  Вблизи поверхности Земли	$a$ – ускорение тела; + если $a \uparrow$ ; – если $a \downarrow$  Вблизи поверхности Земли	? – коэффициент трения скольжения  При относительно небольших скоро- стях движения тел

# Лифт (вес)

Сравнить модули ускорений двух шаров одинакового радиуса во время взаимодействия, если первый шар сделан из стали, а второй — из свинца.