

# Лекция 1.

## Физика как наука

1. Определение физики
2. Физика в системе наук
3. Наука нового времени
4. Структура курса
5. Вектора
6. Система единиц

# 1. Определение физики.

**ФИЗИКА** (от греч *φύσις* - природа) – область естествознания, изучающая простейшие и вместе с тем наиболее общие свойства материального мира, свойства и строение материи и законы ее движения.

Физика — это наука о природе (часть природоведения). Она изучает вещество и энергию, а также фундаментальные взаимодействия природы, управляющие движением материи.

Термин «физика» впервые появился в сочинениях Аристотеля. В русский язык слово «физика» было введено Михаилом Васильевичем Ломоносовым, когда он издал первый в России учебник физики в переводе с немецкого языка. Первый отечественный учебник под названием «Краткое начертание физики» (1810) был написан ректором Московского университета П.И. Страховым.

Физика тесно связана с математикой: математика предоставляет аппарат, с помощью которого физические законы могут быть точно сформулированы. Физические теории почти всегда формулируются в виде математических выражений, причём используются более сложные разделы математики, чем обычно в других науках. И наоборот, развитие многих областей математики стимулировалось потребностями физических теорий.

## 2. Физика в системе наук.

### Математика

(аксиоматическая наука)

#### Естественные науки

(гипотетико-дедуктивные )

Астрономия, биология, химия, науки о Земле, физика

#### Общественные науки

(гипотетико-дедуктивные )

Философия, социология, история, экономика и т.д.

**Методы физического исследования:** наблюдение, гипотеза, эксперимент, теория

Есть экспериментальные и наблюдательные науки (например, астрономия, история).

# 3. Наука нового времени

## Аристотелевская физика

Следует отметить, что подлинных текстов Аристотеля нет. Само имя

Аристотель (*Αριστοτέλης*) производится от двух греческих слов: *αριστος* – лучший, отличнейший и *τελος* – окончание, исполнение. Т.е. его имя можно перевести как «Наилучший завершитель», что вполне подходит для некоторого завершающего труда целой когорты переписчиков, доведшей некоторый исходный текст до такого вида, каким мы теперь его знаем.

Но как бы там ни было, в средние века существовала физика, называемая Аристотелевской.

Ее защищал авторитет церкви как истины в последней инстанции. Считалось, что все необходимые эксперименты произвел Аристотель и его выводами надо пользоваться без сомнений.

# Основные положения аристотелевской физики

1. Пространство сплошь заполнено материей. Следовательно, не существует ни пустого пространства, ни мельчайших неделимых частиц материи или атомов.
2. Начало вещей находится в четырех противоположностях: тепло и холод, ухость и влажность. Так как противоположности не могут соединяться, возможны четыре основных вещества: жаркое и сухое – огонь; жаркое и влажное – воздух; холодное и влажное – вода; холодное и сухое – земля. Эти четыре вещества содержатся во всех веществах либо в действительности, либо потенциально и могут быть выделены из тела.

# Основные положения аристотелевской физики

3. Начала по своей природе, или легки и стремятся в вверх в небо, или тяжелы и стремятся вниз к земле. Все остальные движения являются вынужденными, порожденными толчком или давлением, и подобно теплу прекращаются сами собой, когда исчезает поддерживающая причина.
4. Идеальное движение – круговое, продолжающееся равномерно и однообразно во веке веков.
5. Естественное прямолинейное движение неравномерно, поэтому несовершенно. Для совершения кругового движения вводится пятое начало – эфир, из которого состоит тело.
6. Считали, что скорость тел при падении пропорциональна их тяжести.
7. Теплота по Аристотелю основное качество огня как стихии. Поэтому оно присуще всем телам, содержащим эту стихию

# Наука нового времени

Очевидная ошибочность и бесплодность Аристотелевой физики привела к обращению к опыту. С ним можно было мириться, пока наукой занимались на уровне рассуждений и схоластических споров, но когда идеалом ученого стал инженер (в смысле изобретатель), правильность рассуждений стала проверяться созданием работоспособных устройств, а не следованием традиции; изменился подход к физике. Тогда она и стала наукой нового времени.

В «науке нового времени» произошел крутой поворот от бесплодных толкований Аристотеля схоластами в университетах к экспериментальному изучению природы как таковой. Наука стала экспериментальной, а не умозрительной.

# Коперник, Тихо Браге, Кеплер Джордано Бруно, Ньютон



# Модельные объекты

**Модель** – это объект, обладающий ограниченным определенным набором свойств (параметров), совпадающих с таковыми параметрами реального объекта, а остальные свойства (параметры) считаются несущественными.

Простейшей моделью тела является **материальная точка** – тело, размерами и формой которого в условиях данной задачи можно пренебречь.

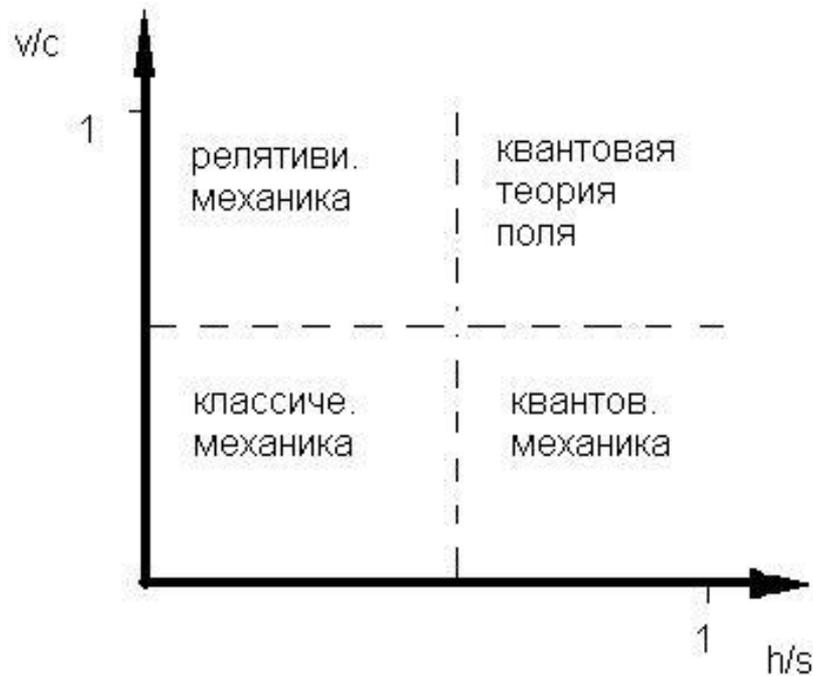
Модель **абсолютно твердого (жесткого) тела** – то есть тела, изменением размеров и формы которого в условиях данной задачи можно пренебречь.

**Абсолютно упругое тело** – то есть тело, для которого можно пренебречь изменением размеров и формы после снятия всех внешних воздействий.

# 4. Структура курса физики

- Механика: Кинематика, динамика, статика.
- Молекулярная физика (статистическая физика) и термодинамика
- Электричество и магнетизм
- Оптика
- Квантовая оптика
- Квантовая механика
- Атомная физика
- Физика твердого тела.
- Ядерная физика

# Четыре «механики»



# Механика

Механика изучает механическое движение.

*Механическим движением* называется изменение положения тел или частей тел относительно других тел или частей тел.

Из определения движения следует, что,  
во-первых, движение возможно только относительно чего-либо,  
во-вторых, для описания необходимо каким-то образом описывать положение, и,  
в-третьих, надо определить причины изменения положения.

Раздел механики, в котором рассматриваются только методы описания движений, но не ставятся вопросы о законах движения, называется *кинематикой*.

Законы движения и их применение к отдельным конкретным задачам изучает *динамика*.

Как раздел динамики, в виде частного случая, можно рассматривать *статику*, изучающую условия, при которых тела остаются в покое.

# 5. Вектора

Расположение любого тела можно описывать по-разному. Современная (начиная с XVIII века) геометрия предлагает, а физика использует координатный способ.

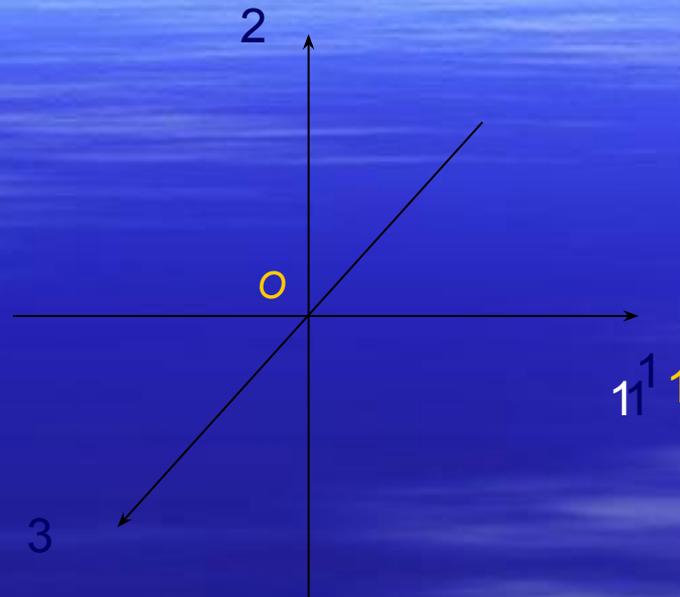
**Координаты** – это набор чисел, однозначно определяющий положение точки в пространстве.

Минимально необходимое количество этих чисел называется **размерностью пространства**.

Закон, по которому присваиваются координаты каждой точке пространства, носит название **«системы координат»**.

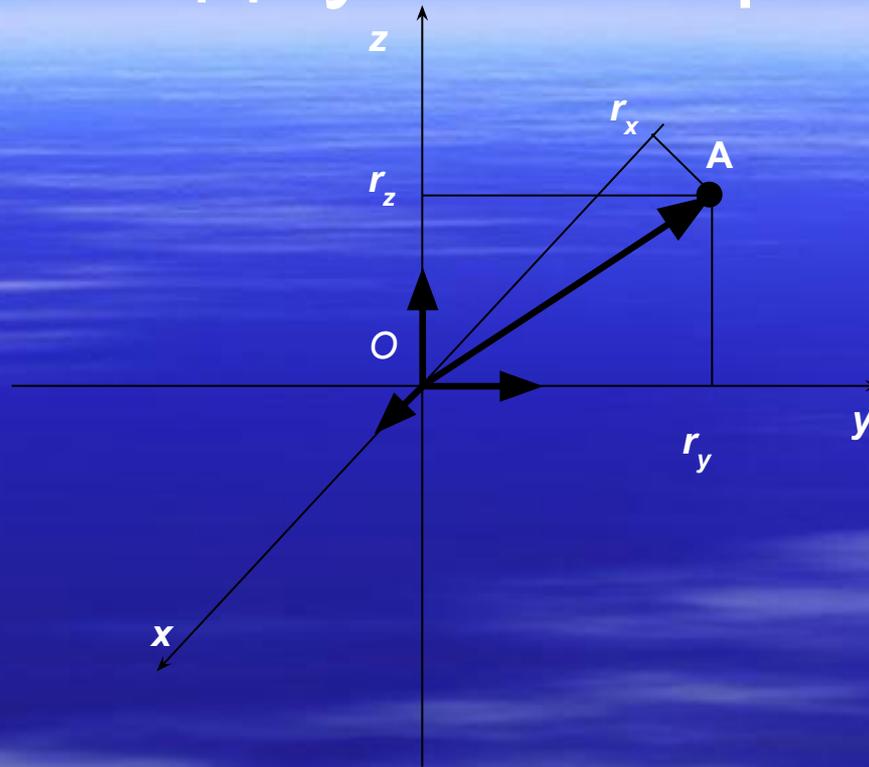
Существует бесконечное множество систем координат, но мы будем в основном использовать **декартову** прямоугольную систему, **полярные** и **сферические**

# Декартова прямоугольная система координат



Представим себе три взаимно перпендикулярные направленные прямые, пересекающиеся в одной точке, которым присвоены названия (1, 2, 3, или  $x$ ,  $y$ ,  $z$ , или как-нибудь ещё). Эти прямые называются *осями координат*, а точка  $O$  их пересечения – *началом координат*. Если с конца третьей прямой (то есть оттуда, куда смотрит стрелка) поворот от направления первой прямой к направлению второй виден как поворот против часовой стрелки, то такая система координат называется *правой*, а если по часовой стрелке – то *левой*. Как правило, пользуются правой системой координат.

# Радиус-вектор



Положение точки  $A$  в пространстве можно описать через координаты **радиус-вектора** – вектора, который начинается в начале координат и заканчивается в точке  $A$ . Координатами будут служить длины отрезков

$$r_x, r_y, r_z$$

отсекаемых на соответствующих осях перпендикулярами, опущенными из точки  $A$ .

*Орт* направления  $\mathbf{e}$  – вектора, направленного вдоль данного направления, длина которого не имеет размерности и равна единице.

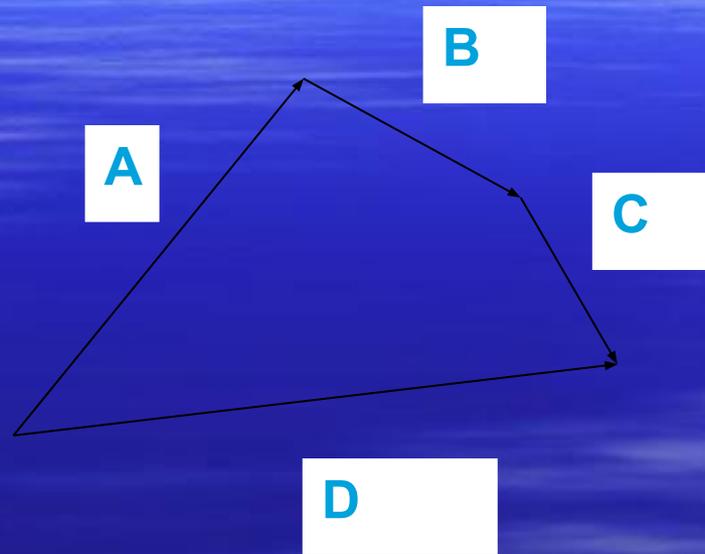
В частности,  $\mathbf{e}_x$ ,  $\mathbf{e}_y$ ,  $\mathbf{e}_z$  – орты осей координат. Тогда координатами точки А будут служить коэффициенты  $r_x$ ,  $r_y$ ,  $r_z$  в уравнении

$$\mathbf{r} = r_x \cdot \mathbf{e}_x + r_y \cdot \mathbf{e}_y + r_z \cdot \mathbf{e}_z$$

В декартовой прямоугольной системе координат очень просто

определяются модуль вектора:  $r = |\mathbf{r}| = \sqrt{r_x^2 + r_y^2 + r_z^2}$

# Сложение векторов



$$\vec{D} = e_x(A_x + B_x + C_x) + e_y(A_y + B_y + C_y) + e_z(A_z + B_z + C_z)$$

# Скалярное умножение векторов

$$(\mathbf{a} \times \mathbf{b}) = ab \cos (\mathbf{a}, \mathbf{b}),$$

где  $(\mathbf{a}, \mathbf{b})$  – угол между векторами  $\mathbf{a}$  и  $\mathbf{b}$

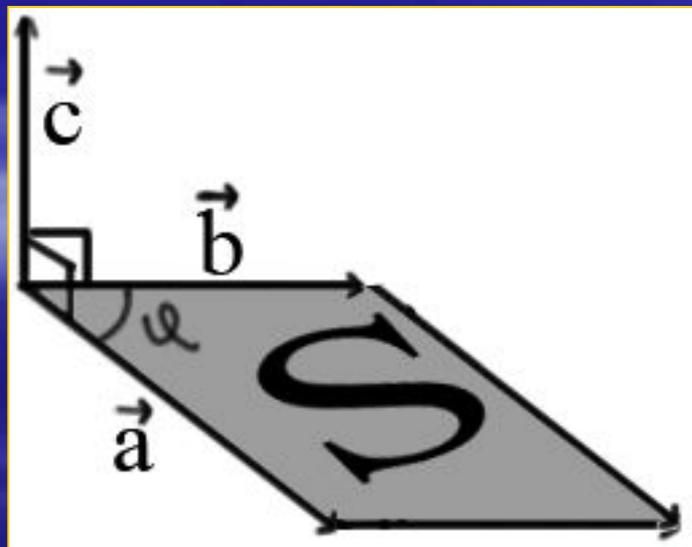
$$\vec{a} \cdot \vec{b} = (\vec{a}; \vec{b}) = a_x \cdot b_x + a_y \cdot b_y + a_z \cdot b_z$$

# Векторное произведение векторов

$$\mathbf{a} \times \mathbf{b} = \mathbf{c},$$

$$c = ab \sin(\alpha, \beta)$$

$$\mathbf{a} \times \mathbf{b} = [\mathbf{a}; \mathbf{b}] = \begin{vmatrix} \mathbf{e}_x & \mathbf{e}_y & \mathbf{e}_z \\ a_x & a_y & a_z \\ b_x & b_y & b_z \end{vmatrix} = \mathbf{e}_x \cdot (a_y \cdot b_z - a_z \cdot b_y) + \mathbf{e}_y \cdot (a_z \cdot b_x - a_x \cdot b_z) + \mathbf{e}_z \cdot (a_x \cdot b_y - a_y \cdot b_x)$$

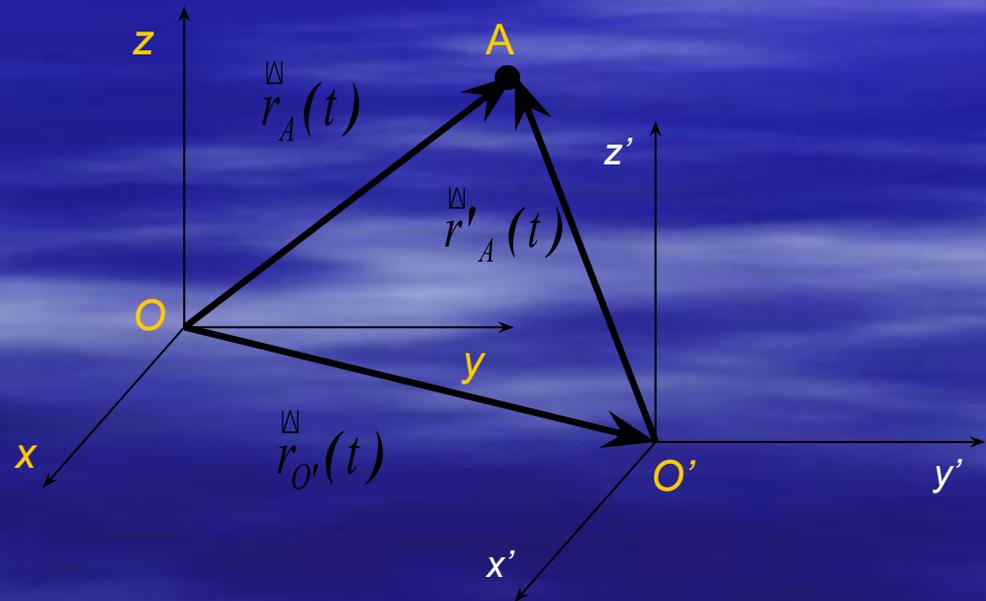


# Система отсчета

Все физические процессы протекают во времени. Соединение системы координат и способа отсчета времени называется *системой отсчета*. Механическое движение материальной точки (или какой-либо точки тела) в таком случае задаётся зависимостью радиус-вектора (или координат) от времени  $t$ :

$$\vec{r}(t) = (r_x(t); r_y(t); r_z(t))$$

$$\vec{r}_A(t) = \vec{r}_{O'}(t) + \vec{r}'_A(t')$$



# 6. Система единиц

В 1981 году государственный стандарт ГОСТ 8.417-81 вводит как обязательную Международную систему единиц (обозначаемую SI или СИ):

для времени – секунда (обозначения: российское – с, международное – s), равная сумме 9192631770 периодов излучения, соответствующего переходу между двумя сверхтонкими уровнями основного состояния атома цезия-133, или примерно 1/86400 средних суток;

для расстояния – метр (обозначения: российское – м, международное – m), равный расстоянию, которое свет проходит в вакууме за 1/299792458 долю секунды.;

для массы – килограмм (обозначение кг, международное kg), определяется как масса международного эталона килограмма, хранящегося в Международном бюро мер и весов (расположено в г. Севр близ Парижа) и представляющего собой цилиндр диаметром и высотой 39 мм из платино-иридиевого сплава (90% платины, 10% иридия).

Определения других основных единиц СИ будут даны по мере их появления в данном курсе.

Система СИ позволяет использовать специальные приставки для обозначения кратных и дробных единиц

Множитель	Приставка	Множитель	Приставка
$10^1$	дека	$10^{-1}$	деци
$10^2$	гекто	$10^{-2}$	санتي
$10^3$	кило	$10^{-3}$	милли
$10^6$	мега	$10^{-6}$	микро
$10^9$	гига	$10^{-9}$	нано
$10^{12}$	тера	$10^{-12}$	пико
$10^{15}$	пета	$10^{-15}$	фемто
$10^{18}$	экса	$10^{-18}$	атто

# Размерность

При построении *систем единиц* возникает понятие размерности.

Некоторые физические величины условно принимаются за *основные* или *первичные*, т. е. такие, для которых единицы устанавливаются произвольно и независимо.

*Выбор основных величин и их число произвольны.*

Величины, не являющиеся основными, называются *производными* или *вторичными*.

Размерность физической величины устанавливает связь между единицами различных физических величин. *Размерность дает правило, позволяющее определить, как меняется единица производной физической величины при изменении масштабов основных величин.* Это правило, выраженное в виде математической формулы, называется *формулой размерности*.

В некоторых случаях важную информацию можно получить, не решая уравнений движения, из одного их вида, используя соображения размерности.

## Примеры.

1. Как зависит от высоты  $h$  скорость свободного падения тела, если его начальная скорость равна нулю?

**Решение:** Ускорение свободного падения  $g$  постоянно и не зависит от массы, плотности, упругих свойств тела и т.д. Следовательно, искомая скорость определяется только  $h$  и  $g$ .  $v = h^x g^y$ . Отсюда следует, что  $v = C(vg)^{1/2}$ , где безразмерный коэффициент  $C$  из теории размерности найти нельзя.

2. Из соображений размерности определить зависимость периода колебаний  $T$  математического маятника от его длина  $L$  и ускорения свободного падения  $g$ .

**Решение:**  $T = m^x L^y g^z$ .  $x = 0$ ,  $y = 1/2$ ,  $z = -1/2$ .  $T = C(L/g)^{1/2}$ , где  $C$  - некий безразмерный, не определяемый из соображений размерности коэффициент.