

# Лекция 1. Предмет физики

- 1.1. Предмет физики
- 1.2. Теория и эксперимент в физике
- 1.3. Пространственно-временные отношения

## 1.1. Предмет физики

**Ф**ИЛОСОФИЯ

**И**СКУССТВО

**З**НАНИЯ

**И**НТЕЛЛЕКТ

**К**ОММУНИКАТИВНОСТЬ

**А**ЛЬТЕРНАТИВА

# 1.1. Предмет физики

Первые научные представления возникли очень давно – по-видимому, на самых ранних этапах истории человечества, отраженной в письменных источниках. Однако физика как наука в своем современном виде берет начало со времен Галилео Галилея (1564-1642). Действительно, Галилей и его последователь Исаак Ньютон (1643-1727) совершили революцию в научном познании. Физика, которая развивалась в течение трех столетий и достигла своей кульминации во второй половине XIX в. созданием электромагнитной теории света, называется теперь *классической физикой*.

# 1.1. Предмет физики

На рубеже XIX и XX в.в. казалось, что достигнуто полное понимание физического мира. Однако уже в самом начале XX в. новые эксперименты и новые идеи в физике стали указывать на то, что некоторые аспекты классической физики неприменимы к крошечному миру атома, а так же к объектам, движущимся с очень большой скоростью. Следствием всего этого явилась очередная великая революция в физике, которая привела к рождению того, что мы называем *современной физикой*.

# 1.1. Предмет физики

Главная цель любой науки, в том числе и физики, рассматривается обычно как приведение в систему сложных явлений, регистрируемых нашими органами чувств, т.е. упорядочение того, что мы часто называем *“окружающим нас миром”*. Окружающий нас мир, все существующее вокруг нас и обнаруживаемое нами посредством ощущений представляет собой **материю**.

Неотъемлемым свойством материи и формой ее существования является **движение**.

Движение в широком смысле слова это всевозможные изменения материи – от простого перемещения до сложнейших процессов мышления.

# 1.1. Предмет физики

*Физика – наука о наиболее простых и вместе с тем наиболее общих формах движения материи и их взаимных превращениях.*

**Разнообразие форм движения материи изучаются различными науками, в том числе и физикой.**

*Предмет физики, как, впрочем, и любой науки, может быть раскрыт только по мере её детального изложения.*

**Дать строгое определение предмета физики довольно сложно, потому что границы между физикой и рядом смежных дисциплин условны. На данной стадии развития нельзя сохранить определение физики только как науки о природе.**

# 1.1. Предмет физики

Академик А.Ф. Иоффе (1880 – 1960; российский физик) определил *физику как науку, изучающую общие свойства и законы движения вещества и поля.*

В настоящее время общепринято, что все взаимодействия осуществляются посредством полей, например гравитационных, электромагнитных, полей ядерных сил.

**Поле наряду с веществом является одной из форм существования материи.**

Неразрывная связь поля и вещества, а также различие в их свойствах будут рассмотрены по мере изучения курса.

# 1.1. Предмет физики

Изучаемые физикой формы движения материи (механическая, тепловая и др.) присутствуют во всех высших и более сложных формах движения материи (химических, биологических и др.). Поэтому они, будучи наиболее *простыми*, являются в то же время наиболее *общими* формами движения материи. Высшие и более сложные формы движения материи – предмет изучения других наук (химии, биологии и др.).



# 1.1. Предмет физики

**Физика тесно связана с естественными науками. Эта теснейшая связь физики с другими отраслями естествознания, как отмечал академик С. И. Вавилов (1891 – 1955; российский физик и общественный деятель), привела к тому, что физика глубочайшими корнями выросла в астрономию, геологию, химию, биологию и др. естественные науки. В результате образовался ряд новых смежных дисциплин, таких, как астрофизика, биофизика и др.**

# 1.1. Предмет физики

**Физика тесно связана и с техникой, причем эта связь имеет двусторонний характер. Физика выросла из потребностей техники (развитие механики у древних греков, например, было вызвано запросами строительной и военной техники того времени), и техника, в свою очередь, определяет направление физических исследований (например, в свое время задача создания наиболее экономичных тепловых двигателей вызвала бурное развитие термодинамики). С другой стороны, от развития физики зависит технический уровень производства. Физика – база для создания новых отраслей техники (электронная техника, ядерная техника и др.).**

# 1.1. Предмет физики

**Бурный темп развития физики, растущие связи ее с техникой указывают на значительную роль курса физики во ВТУЗ-е: *это фундаментальная база для теоретической подготовки инженера, без которой его успешная деятельность не возможна.***

# 1.2 Теория и эксперимент в физике

Каждая наука определяется не только предметом изучения, но и специфическими методами, которые она применяет.

Основным методом исследования в физике является *опыт* – *основанное на практике чувственно-эмпирическое познание объективной действительности, т.е. наблюдение исследуемых явлений в точно учитываемых условиях, позволяющих следить за ходом явлений и многократно воспроизводить его при повторении этих условий.*

Наиболее широко в науке используется *индуктивный метод*, заключающийся в том, что при наблюдениях накапливаются *факты*. Затем эти факты обобщают и выявляют общую закономерность, называемую *гипотезой*.

# 1.2 Теория и эксперимент в физике

На следующем этапе познания ставят специальные эксперименты для проверки гипотезы. Если результаты эксперимента не противоречат гипотезе, то она получает статус *теории*.

Научное познание нельзя представлять в виде механического процесса накопления фактов и “измышления” теорий. Научное познание представляет собой творческую деятельность, которая во многом напоминает другие виды деятельности человека, традиционно считающиеся творческими.

# 1.2 Теория и эксперимент в физике

Приведем несколько подтверждающих примеров. Одним из важных неотъемлемых признаков науки является, как говорилось выше, *наблюдение событий*. Но любое наблюдение требует наличие воображения, поскольку ученый не может включить в описание все, что наблюдает. Поэтому приходится решать, что из наблюдений действительно существенно. Рассмотрим, например, как два великих мыслителя – Аристотель (384-322 до н.э.) и Галилей – истолковывали движение по горизонтальной поверхности.

# 1.2 Теория и эксперимент в физике

Аристотель заметил, что находящееся на земле (или на поверхности стола) тело, получившее начальный толчок, всегда замедляется и останавливается. Отсюда Аристотель предположил, что естественным состоянием тела является *покой*.

Галилей, повторивший в начале 1600 г. опыты Аристотеля по изучению горизонтального движения, обратился, по существу, к идеализированному случаю без сопротивления.

Модель: Опыты Галилея с падающими телами

## 1.2 Теория и эксперимент в физике

Галилей мысленно представил себе, что если бы можно было устранить трение, то тело, получившее начальный толчок на горизонтальной поверхности, продолжало бы двигаться безостановочно в течение неопределенно долгого времени. Галилей сделал вывод о том, что для тела состояние движения столь же естественно, как и состояние покоя. Ему удалось увидеть в тех же самых “фактах” нечто новое, и именно поэтому принято считать Галилея основоположником современного представления о движении. Очевидно, что подобное “видение” могло возникнуть лишь вследствие тщательного обдумывания опыта.

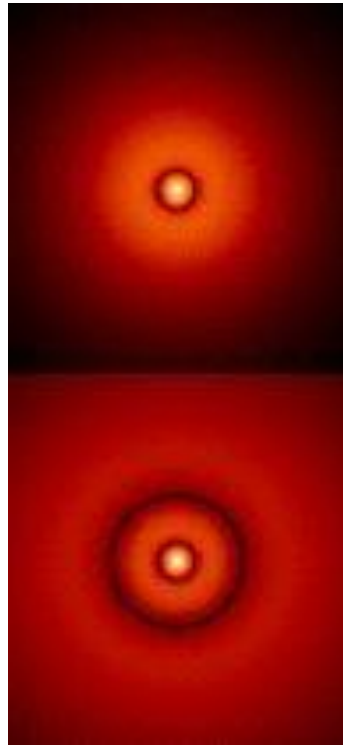
**Модель:** Эксперимент Галилея с шарами, катящимися по наклонной доске



# 1.2 Теория и эксперимент в физике



a



2009 г углерод  
Харьков

2010 г водород  
Япония

*Теории*

НИКОГД

а не

ВЫВОД

ЯТ

непоср

едстве

нно из

наблю

дений;

напрот

ив, их

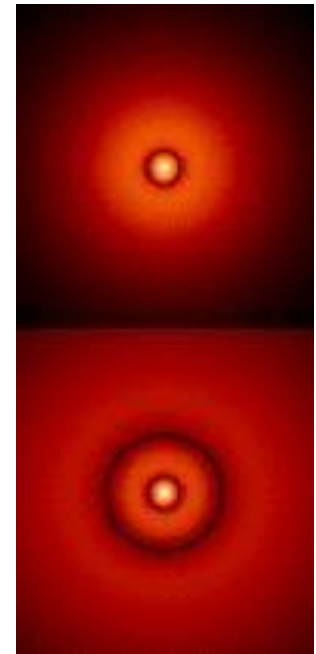
создаю

т для

# 1.2 Теория и эксперимент в физике

Великие научные теории как творческие достижения можно сравнить с великими творениями литературы или искусства. Однако наука все же существенно отличается от других видов творческой деятельности человека; основное отличие состоит в том, что наука *требует проверки* своих понятий или теорий: ее предсказания должны подтверждаться экспериментом.

*Действительно, тщательная постановка эксперимента представляет собой важнейшую (если не решающую) часть всей физики.*



2010 г  
Япония

## **1.2 Теория и эксперимент в физике**

**Однако не следует все же считать, что научную теорию можно “доказать” посредством эксперимента. Прежде всего, потому, что мы не располагаем идеальными измерительными инструментами (или приборами), т.е. абсолютно точное измерение вообще невозможно. Кроме того, нельзя проверить теорию во всех возможных конкретных условиях. Следовательно, ее нельзя проверить абсолютно точно. Фактически сами теории, вообще говоря, не являются совершенными – теория редко согласуется точно (в пределах ошибки эксперимента) с результатами наблюдений в каждом отдельном случае, в котором ее проверяют.**

# 1.2 Теория и эксперимент в физике

История теории свидетельствует о том, что созданные теории, отслужив свой срок, сдаются в архив, им на смену всегда приходят новые теории.

В некоторых случаях новая теория принимается учеными потому, что ее предсказания согласуются количественно с экспериментом лучше, чем у простой теории. Однако во многих случаях новую теорию принимают только тогда, когда по сравнению с прежней теорией она позволяет объяснить более широкий *класс явлений*.

## **1.2 Теория и эксперимент в физике**

**Например, построенная Коперником теория Вселенной с центром на Солнце не описывала движение небесных тел более точно, чем построенная ранее Птолемеем теория Вселенной с центром на Земле. Однако в отличие от теории Птолемея теория Коперника дает некоторые новые важные следствия; в частности, с ее помощью становилось возможным определение порядка расположения планет Солнечной системы и расстояний до них, были также предсказаны для Венеры фазы, аналогичные лунным.**

## **1.2 Теория и эксперимент в физике**

**Цель построения модели состоит в том, чтобы получить мысленную или наглядную картину явления в тех случаях, когда мы лишены возможности непосредственного восприятия того, что происходит в этом явлении.**

**Во многих случаях модель позволяет получить более глубокое понимание; так, аналогия с уже известными явлениями (например, с волнами на воде в упомянутом выше примере для света) может стимулировать проведение новых опытов и подсказать характер возможных родственных явлений.**

**Ни одна модель не может быть вполне безупречной, и ученые постоянно стремятся усовершенствовать свои модели или предложить новые, когда прежние перестают быть адекватными.**

## 1.2 Теория и эксперимент в физике

Может возникнуть вопрос о том, чем отличается теория от модели, поскольку иногда эти термины используются как синонимы. Как правило, *модель* относительно проста и сохраняет структурное сходство с изучаемым явлением, тогда как *теория* значительно шире: она рассматривает явление более детально, и с ее помощью пытаются решать ряд задач, подчас с весьма высокой математической точностью. Во многих случаях после того, как модель получила достаточное развитие в различных вариантах и стала более точно соответствовать эксперименту для широкого круга явлений, ее можно назвать теорией.

Примерами этого являются атомная теория вещества и волновая теория света.

# 1.2 Теория и эксперимент в физике

Модели могут быть очень полезны, и они часто приводят к важным теориям; однако не следует смешивать понятие модели (теории) с реальной системой и самим явлением.

*Законом* обычно называют некоторые краткие, но, достаточно, общие утверждения относительно характера явления природы (таково, например, утверждение, что импульс сохраняется). Иногда подобное утверждение принимает форму определенного соотношения между величинами, описывающими явления; к таким утверждениям относится закон всемирного тяготения Ньютона, согласно которому

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2} .$$



# 1.2 Теория и эксперимент в физике

**Для того чтобы иметь право называться законом, утверждение должно выдержать экспериментальную проверку в широком классе наблюдаемых явлений; можно сказать, что закон вносит объединяющее начало для многих наблюдений. Таков основной путь развития человеческих знаний, в том числе и физических.**

**Известны случаи, когда путь открытия был противоположным описанному. Это так называемый дедуктивный метод. Тогда на основе общих закономерностей, выявляются частные явления.**

# 1.2 Теория и эксперимент в физике

**На основе закона всемирного тяготения Лаверье в 1848 г. открыл планету Нептун, а Тамбо в 1930 г. – Плутон. Используя периодический закон, Д.И. Менделеев предсказал наличие элементов: скандия и германия, которые были позднее обнаружены в эксперименте.**

*Таким образом, эксперимент в физике, также как и опыт в любой отрасли знаний является критерием истины и служит для подтверждений гипотезы.*

## 1.3 Пространственно-временные отношения

**Механика** - наука о простом перемещении тел в пространстве и во времени.

Масштабы пространства, времени и скоростей перемещения могут изменяться в очень широких пределах. Пространство Вселенной, доступное для наблюдения современными методами, достигает  $10^{26}$  м. Размеры ядер имеют порядок  $10^{-15}$  м. В опытах на мощных ускорителях исследуется структура частиц до расстояния  $10^{-18}$  м. Время существования вселенной оценивается в  $10^{18}$  с. Современные методы дают возможность измерять время жизни нестабильных частиц до  $10^{-11}$  с.

## 1.3 Пространственно-временные отношения

Естественным масштабом скоростей в природе служит скорость распространения электромагнитных возмущений (в том числе света) в вакууме  $c = 2,998 \cdot 10^8$  м/с.

Скорость света в вакууме является предельно высокой скоростью любого материального объекта. Ее называют универсальной (мировой) постоянной. Если скорость движения объекта пренебрежимо мала по сравнению с  $c$ , так что  $(v/c)^2 \ll 1$ , то движение является *нерелятивистским*. В противном случае движение - *релятивистское*.

Законы движения в этих двух случаях существенно отличаются.

## 1.3 Пространственно-временные отношения

Законы движения существенно отличаются в зависимости от пространственных масштабов (макромир и микромир).

Линейный размер атомов имеет порядок  $10^{-10}$  м. Этот размер является одним из критериев перехода от микромира к макромиру. Он получил название *ангстрем*  $\text{Å} = 10^{-10}$  м. Но это не единственный признак, т.к. речь идет о пространственно-временных масштабах.

## 1.3 Пространственно-временные отношения

Критерием применимости законов микро или макромира является универсальная константа - постоянная Планка

$$\hbar = 1,054 \cdot 10^{-34} \text{ кг} \cdot \text{м}^2 / \text{с}.$$

Движение макроскопических тел подчиняется классическим законам механики (не квантовым). Движение частиц подчиняется квантовым законам, качественно отличным от классических, если хотя бы одна из характеристик движения, размерность которой -  $\text{кг} \cdot \text{м}^2 / \text{с}$ , оказывается сравнимой с постоянной Планка.

## 1.3 Пространственно-временные отношения

Другими словами, если  $M \cdot v \cdot R \gg h$ , то движение – классическое, здесь  $M$  - масса частицы,  $v$  – ее скорость,  $R$  – размер области, в которой происходит движение.

Например, электрон в атоме водорода имеет  $M \approx 10^{-30}$  кг,  $v = 10^6$  м/с,  $R \approx 10^{-10}$  м (размер атома водорода).

Тогда  $M \cdot v \cdot R \approx 10^{-34} \approx h$  и движение подчиняется квантовым законам.

При обсуждении категории пространства следует отметить, что в сравнительно небольшом масштабе расстояний является справедливой, привычная для нас, геометрия Евклида. Однако при расстояниях, сравнимых с размерами Вселенной ( $10^{26}$ ), оно оказывается искривленным, что является действием сил гравитации.

## **1.3 Пространственно-временные отношения**

**Нарушение евклидовости мирового пространства подобно изменениям в геометрических свойствах при переходе от плоскости к поверхности сферы. Кратчайшее расстояние между точками на плоскости прямая, а на сфере - дуга; сумма углов в треугольнике на плоскости равна  $180^\circ$ , а на сфере не равна  $180^\circ$  и др. Вблизи оси больших масс искривление пространства наблюдается и при меньших расстояниях. Так, луч света, проходящий к Земле около края Солнца, отклоняется на  $1,75''$  .**



## 1.3 Пространственно-временные отношения

Поскольку мы воспринимаем пространственные формы зрительно, то понятно, почему при отклонении световых лучей пространство будет казаться искривленным. Обобщая пространственно-временные аспекты представлений об окружающем нас мире, следует отметить, что механика подразделяется на *классическую* и *квантовую* и в пределах каждой из них, рассматривают *релятивистское* и *нерелятивистское движение*.

Как вы убедитесь позднее, квантовые и релятивистские представления носят более общий характер и законы классической и нерелятивистской механики вытекают из квантовых и релятивистских представлений при переходе соответствующих границ применимости.