

# Тема 1. ПРЕДМЕТ ФИЗИКИ И ЕЁ СВЯЗЬ С ДРУГИМИ НАУКАМИ

- 1.1. Предмет физики
- 1.2. Теория и эксперимент в физике
- 1.3. Физика и другие науки
- 1.4. Пространственно-временные отношения

# 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 называем *«окружающим нас миром»*.

*Окружающий нас мир, все существующее вокруг нас и обнаруживаемое нами посредством ощущений, представляет собой материю.*

***Материя – это объективная реальность, данная нам в ощущениях.***

*Неотъемлемым свойством материи и формой её существования является **движение** – это в широком смысле слова – всевозможные изменения материи – от простого перемещения до сложнейших процессов мышления.*

Дать строгое определение предмета физики довольно сложно, потому что границы между физикой и рядом смежных дисциплин условные.

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, гравита-ционных, 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 нами по мере изучения курса физики.*

## 1.2. Теория и эксперимент в физике

В курсе физики мы часто будем использовать понятия: **эксперимент, гипотеза, теория, модель, закон.**

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

Основным методом исследования в физике является **опыт** – *наблюдение исследуемых явлений в точно учитываемых условиях, позволяющих следить за ходом явлений, 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**. На следующем этапе познания ставят специальные эксперименты для проверки гипотезы. Если результаты эксперимента не противоречат гипотезе, то последняя получает статус **теории**.

Однако научное познание нельзя представлять в виде механического процесса накопления фактов и «измышления» теорий. Это творческий процесс.

*Теории никогда не выводят непосредственно из наблюдений, напротив, их создают для объяснения полученных из опыта фактов в результате осмысления этих фактов разумом человека. Например, к атомистической теории, согласно которой вещество состоит из атомов, ученые пришли вовсе не потому, что кто-либо реально наблюдал атомы (в XVIII веке это не удавалось никому).*

Представление об этом было создано творческим разумом человека. Аналогичным образом возникли и такие **фундаментальные теории**, как **специальная теория относительности (СТО)**, **электромагнитная теория света** и **закон всемирного тяготения Ньютона**.

*Великие научные теории, как творческие достижения, можно сравнить с великими творениями литературы и искусства.*

Однако, наука всё же существенно отличается от других видов творческой деятельности человека и основное отличие состоит в том, что наука требует проверки своих понятий или теорий – её предсказания должны подтверждаться **экспериментом**. Действительно, *тщательно поставленные эксперименты представляют собой важнейшую часть физики.*

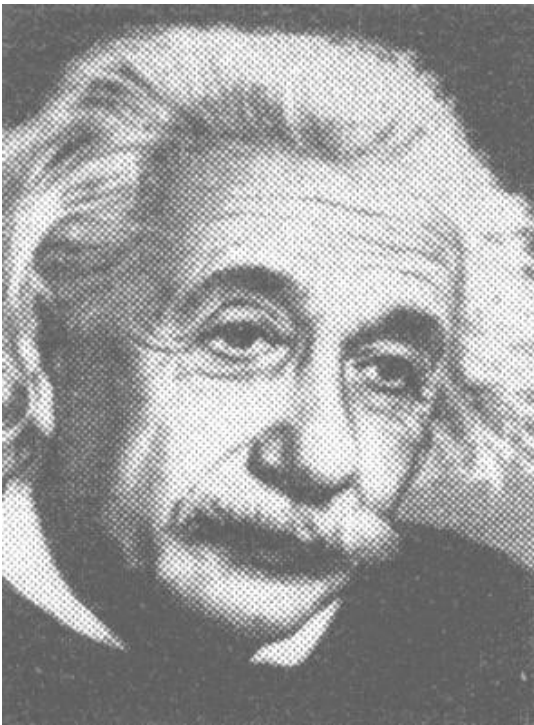


История свидетельствует о том, что созданные теории, отслужив свой срок, сдаются в архив, а им на смену приходят новые теории.

В некоторых случаях новая теория принимается учеными потому, что её предсказания согласуются количественно с экспериментом лучше, чем прежняя теория. Во многих случаях, новую теорию принимают, когда по сравнению с прежней теорией она позволяет объяснить более широкий *класс явлений*.

Например, построенная Коперником теория Вселенной с центром на Солнце, не описывала движение небесных тел более точно, чем построенная раньше Птолемеом теория Вселенной с центром на Земле. Однако, теория Коперника содержит некоторые новые важные следствия. В частности, с её помощью становилось возможным определение порядка расположения планет Солнечной системы и расстояний до них, для Венеры были предсказаны фазы, аналогичные лунным.

Весьма важным в любой теории является то, насколько точно она позволяет получить количественные данные. Например, СТО Эйнштейна почти во всех обыденных ситуациях дает предсказания, которые крайне слабо отличаются от предшествующих теорий Галилея и Ньютона, но она приводит к *более точным результатам в предельном случае очень высоких скоростей*, близких к скорости света.



## **Эйнштейн Альберт** (1879 –1955)

выдающийся физик-теоретик, один из основателей современной физики, создатель специальной и общей теории относительности, коренным образом изменивших представления о пространстве, времени и материи. Исходя из своей теории, открыл в 1905 г. закон взаимосвязи массы и энергии.

Под влиянием СТО Эйнштейна существенно изменилось наше представление о пространстве и времени. Более того, мы пришли к пониманию взаимосвязи массы и энергии (на основе знаменитого соотношения

$$E = mc^2.$$

Таким образом, теория относительности резко изменила наши взгляды на природу физического мира.

Пытаясь понять и объяснить определенный класс явлений, ученые часто прибегают к использованию **модели**.

**Законом** называют некоторые краткие, но достаточно общие утверждения относительно характера явления природы (таково, например утверждение о сохранении импульса). Иногда подобные утверждения принимают форму определенных соотношений между величинами, описывающими явления: например, закон всемирного тяготения Ньютона, согласно которому

$$F = \gamma \frac{m_1 m_2}{r^2}. \quad (1.2.1)$$

Для того, чтобы называться законом, утверждение должно выдержать экспериментальную проверку в *широком классе наблюдаемых явлений*, т.е. закон вносит объединяющее начало для многих наблюдений.

Таков основной путь развития человеческих знаний, в том числе и физических.

Однако известны случаи, когда путь открытия был противоположным описанному. Это так называемый **дедуктивный метод**, когда на основе общих закономерностей выделяются частные явления. Так, на основе закона всемирного тяготения, Лаверье в 1848 г. открыл планету Нептун, а Тамбо, в 1930 г. – Плутон.

## 1.3. Физика и другие науки

Как говорил Ричард Фейман в своих лекциях по физике: «Физика – это самая фундаментальная, самая всеобъемлющая из всех наук: огромным было её влияние на все развитие науки. Действительно, ведь нынешняя физика вполне равноценна натуральной давнишней философии, из которой возникло большинство современных наук. Не зря физику вынуждены изучать студенты всевозможных специальностей; во множестве явлений она играет основную роль».

**Химия (неорганическая)** – испытывает на себе влияние физики более, чем любая другая наука. Все химические процессы – это образование или разрушение связи между валентными электронами. Собственно, теоретическая химия – это физика.

***Астрономия*** – старше физики. Но как наука астрономия встала на ноги только тогда, когда физики смогли объяснить, почему планеты и звезды движутся именно так, а не иначе. Самым поразительным открытием астрономии был тот факт, что звезды состоят из тех же атомов, что и Земля. Доказано это было физиками-спектроскопистами. Откуда звезды черпают свою энергию? Ясно это стало только к 1940 г., после открытия физиками реакции деления и термоядерного синтеза. Астрономия столь близка к физике, что трудно провести грань между ними.



***Биология.*** Механизм всех биологических процессов можно понять только на молекулярном и внутриклеточном уровне. И здесь биологам не обойтись без знания физики и без физической аппаратуры (например, электронных микроскопов, с помощью которых была открыта структура ДНК), а сложнейшие процессы нервной деятельности – по сути, электромагнитные явления.

Здесь взяты примеры из областей науки, казалось бы, далеких от физики. А все предметы, которые изучаются в техническом университете (кроме истории, иностранных языков и т.д.) являются частными случаями различных разделов физики.

Например, ***электротехника*** началась с чисто физических исследований Эрстеда, Ампера, Фарадея, Максвелла.

**Электроника** — это синтез нескольких разделов физики: электромагнетизма, физики твердого тела, физики вакуума и газов и т.д.

И даже королева наук — **математика** является инструментом для физических исследований.

**Лазеры** — физика вынужденного излучения атомов и молекул.

***Голография*** – техническое использование явления интерференции и дифракции электромагнитных волн.

Или такой пример, студенты электротехнических специальностей прекрасно понимают, что нужно хорошо знать раздел электромагнитные колебания и волны. Необходимо знать также и механические колебания. Есть такое понятие – надежность радиоэлектронной аппаратуры.

Вибрация – один из самых опасных факторов, ухудшающих параметры высокочастотных устройств, где незначительные изменения геометрии приводят к существенным изменениям параметров электрической цепи.

**Связь между *физикой* и *горно-геологическими науками* неоспорима.** Нельзя объяснить никакой геологический процесс, не опираясь на физические законы, описывающие элементарные составляющие этого процесса.

Для иллюстрации перечислим часть из большого числа **глобальных проблем геологии, теснейшим образом связанных с физикой:**

- происхождение Земли и других планет;
- строение и состав различных геосфер;
- возраст Земли и датирование этапов её развития;
- термическая история Земли;
- разработка теории разрушения горных пород;
- прогноз геодинамических процессов (землетрясения, горные удары, внезапные выбросы газов и др.).

В результате связи физики и геологии обособились граничные области знаний: **геофизика, петрофизика, физика земной коры, физика атмосферы, физика пласта, физика океанов и др.**

Есть надежда, что таким коротким экскурсом в проблемы связи физики с другими науками автору удалось поколебать бытующее среди студентов мнение, что физика им совершенно ни к чему.

Итак, физика в полном объеме важна и нужна для любого специалиста, но мы не сможем изучить все проявления физических законов в различных областях. Вы с ними встретитесь, изучая специальные предметы. Наша задача – изучить *основные законы физики*.

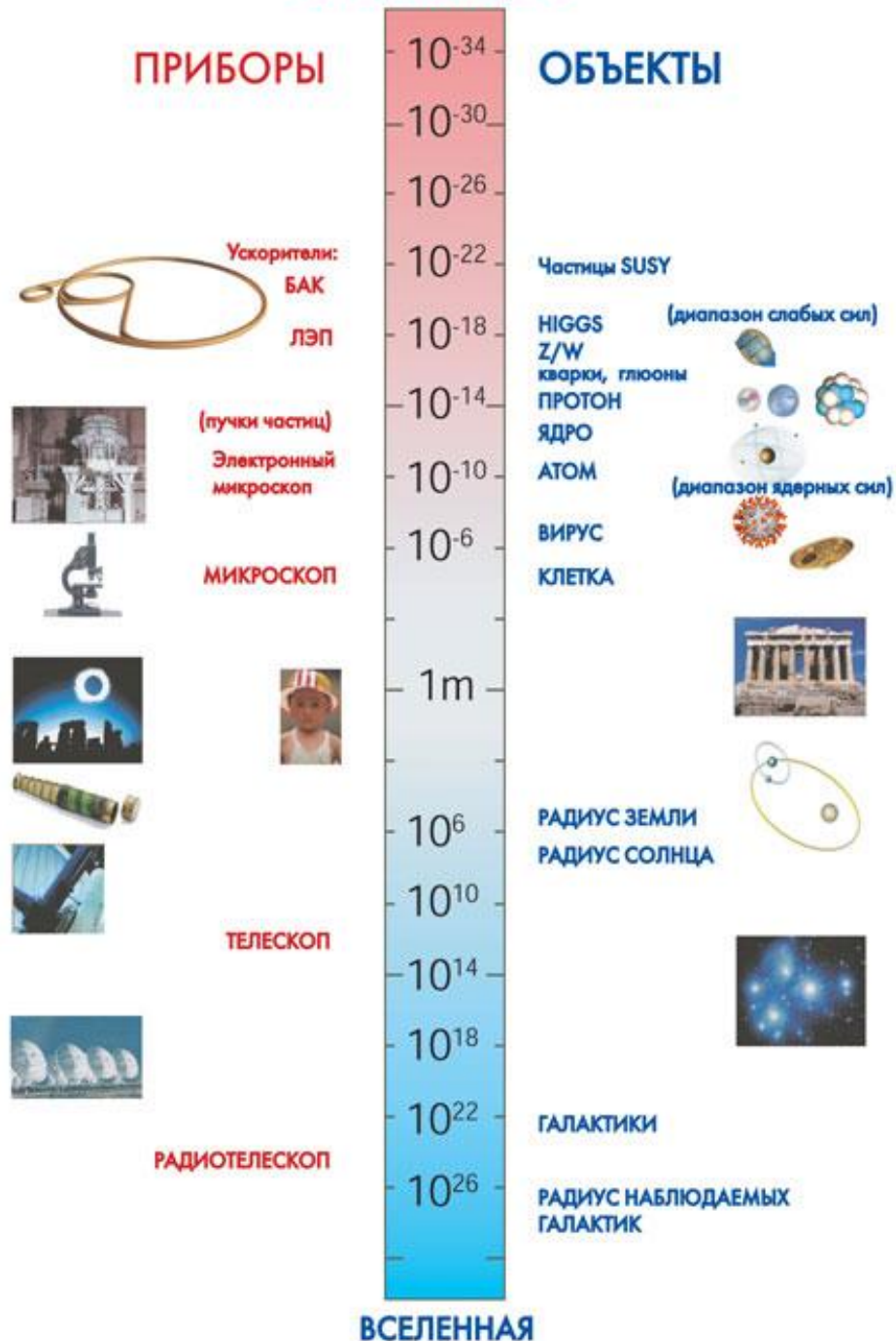


## 1.4. Пространственно-временные отношения

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

Масштабы пространства, времени и скоростей перемещения могут изменяться в очень широких пределах:

# БОЛЬШОЙ ВЗРЫВ



## ***Масштабы пространства:***

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 расстояний  $10^{-18}$  м.*

## **Время:**

время существования Вселенной оценивается в *современные методы дают возможность измерять время жизни нестабильных частиц до  $10^{-11}$  с.*

## **Скорость:**

естественным масштабом скоростей в природе служит скорость распространения электромагнитных волн (в том числе и света) в вакууме  $c = 2,998 \cdot 10^8 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ .

Скорость света в вакууме является предельно высокой скоростью любого материального объекта. Её называют универсальной (мировой) постоянной.

*Если скорость движения объекта пренебрежимо мала по сравнению со скоростью света, так, что*

$$(v/c)^2 \ll 1$$

то движение является **нерелятивистским**.

В противном случае –

**релятивистское**.

Законы движения существенно отличаются в зависимости от пространственных масштабов (макромир и микромир). Линейный размер атомов равен  $10^{-10}$  м. Этот размер является одним из признаков перехода от макромира к микромиру. Он получил название **Ангстрем** ( $1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ м}$ ).

Критерием применимости законов макро- или микромира является универсальная константа – **постоянная Планка**

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

Движение макроскопических тел подчиняется законам классической механики, именно с этого раздела мы начнем с вами изучать физику.

Движение микрочастиц подчиняется законам квантовой механики, электродинамики, качественно отличающимся от классических.

Другими словами, если  $m\nu R \gg \hbar$  – то движение **классическое**, здесь  $m$  – масса частиц,  $\nu$  – скорость,  $R$  – размер области, в которой происходит движение.

Например: электрон в атоме водорода имеет:  $R \sim 10^{-10}$  м  $m = 10^{-30}$  кг  
 $\nu = 10^2$  м·с<sup>-1</sup> тогда  $m\nu R \approx 10^{-38} \ll \hbar$   
т.е. здесь движение подчинено **квантовым законам**.



Другой пример: камень весом 1000 кг свалился с горы высотой 30 м со скоростью  $5 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$  следовательно,  $m v R = 1,5 \cdot 10^5 \text{ кг} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-1} \gg \hbar$

В данном случае применяются законы **классической механики**.

Обобщая вышесказанное, следует отметить, что **механика подразделяется на классическую и квантовую** и в пределах каждой из них рассматривают релятивистское и нерелятивистское движение.

Квантовые и релятивистские представления имеют более общий характер и законы классической и нерелятивистской механики вытекают из квантовых и релятивистских представлений при переходе соответствующих границ.