



# 基础物理学

物理学院 张国锋

08226@buaa.edu.cn





## 人类科技发展史上的三次工业革命与物理学的关系：

第一次工业革命：工业的机械化-----瓦特的蒸汽机

基础： 牛顿力学和波尔兹曼等创立的热力学

第二次工业革命：工业的电气化-----发电机、电动机.....

基础： 法拉第与麦克斯韦等建立的电磁学

第三次工业革命：工业的自动化与核能的应用-----计算机、光通讯、核弹、核能发电.....

基础： 爱因斯坦的相对论，普朗克、爱因斯坦、玻尔、薛定鄂等创立的量子力学。

第四次工业 革命：工业的？化-----纳米技术、基因工程、超导体应用、.....

基础： 现代物理学研究的理论与技术。



## 大学物理与中学物理的关系

(1) 中学物理是学习大学物理的基础；大学物理是中学物理的继承与发展，但不是简单的重复。

(2) 有三点主要差别：

1) 研究的对象不同：由简单到复杂，由特殊到一般。如：由匀速到变速，由恒力到变力，由均匀到非均匀，质点到刚体等

2) 研究的方法和使用的工具不同：

如：由初等数学到高等数学，由标量到矢量、由实数到复数等

3) 研究的目的不同：

如：由只知其然到知其所以然，由了解知识到应用知识。



## 大学物理的重要性

(1) 大学物理在培养动手能力与创新精神方面的作用是任何其他学科不可替代的；

(2) 大学物理的基本知识是21世纪高科技人才的知识结构中必不可少的；

(3) 大学物理的基本知识是理工科大学生学好专业课与进一步深造的基本保障；

(4) 大学物理不及格是拿不到毕业证的！





# 一. 物理学与物质世界

## 什么是物理学？

早期：自然哲学（Physics = 希腊：φυσικα  $\Leftrightarrow$  自然）

现在：研究物质结构、相互作用及其基本运动规律。

➤ 是整个自然科学的基础。

## 为什么物理学很“基础”？

➤ 其他自然学科的基本概念建立在物理概念的基础上

➤ 其他自然学科的定律不得违反物理定律

➤ 不依赖于其他自然学科自成体系





## 一. 物理学与物质世界

### 物质是什么？

现代观点：粒子 $\Leftrightarrow$ 场(具有质量, 动量和能量)

场与粒子是统一体的两种表现形式

- 粒子是场的激发态形式
- 粒子间的相互作用来自场之间的相互作用
- 场之间的相互作用是粒子转化的原因

### 粒子种类：

自由状态存在的：约452 种

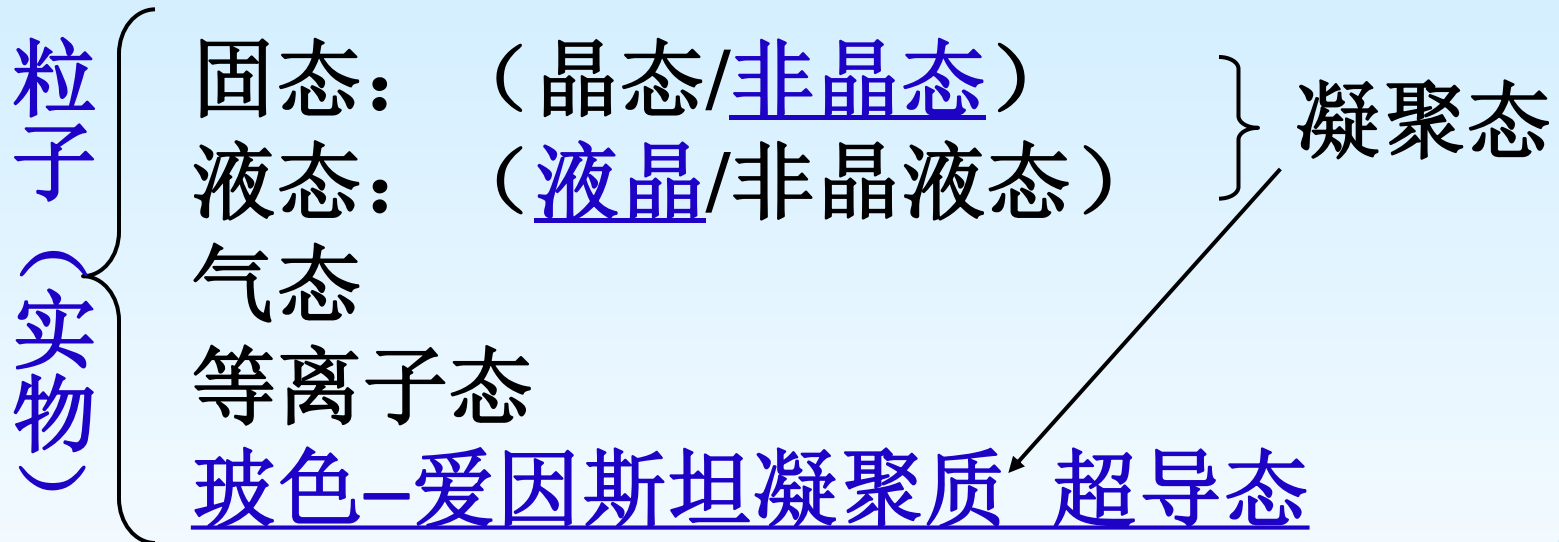
其中      规范玻色子4 种，轻子12 种  
            强子 436 种





## 一. 物理学与物质世界

### 物质的状态



致密态 (恒星晚年): 白矮星 中子星 黑洞





## 一. 物理学与物质世界

**基本相互作用**是自然界一切现象的终极原因。

| 相互作用  | 强                      | 电磁 | 弱                | 引力         |
|-------|------------------------|----|------------------|------------|
| 相对强度  | $10^2$                 | 1  | $10^{-10}$       | $10^{-38}$ |
| 范围(m) | 短程:<br>$\sim 10^{-15}$ | 长程 | 短程: $< 10^{-17}$ | 长程         |
| 作用粒子  | 胶子                     | 光子 | 中间玻色子            | 待发现        |





## 一. 物理学与物质世界

**运动形式**（最简单、最基本、最普遍）：

机械、电磁（光）、热、微观粒子的运动等

是更高级运动形式的基础(生命、遗传、思维等)。

**如何描述缤纷复杂的物质世界？**

物理学家：

➤ 物质世界是分层次的

➤ 自然界是一个内部存在普遍规律的统一体。

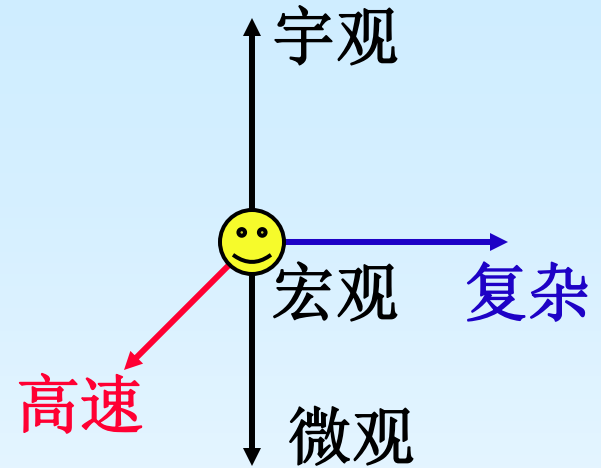
理想：**探索整个物质世界统一自治的基本规律。**





## 物质世界的层次

宇观 — 宏观 — 微观



➤ 空间尺度 (相差  $10^{45} - 10^{46}$ )

$10^{26}$  m (约150亿光年) (宇宙)  $\sim 10^{-20}$  m (夸克)

➤ 时间尺度 (相差  $10^{45}$ )

$10^{18}$  s 150亿年 (宇宙年龄)  $\sim 10^{-27}$  s (硬 $\gamma$ 射线周期)

➤ 速率范围

0 (静止)  $\sim 3 \times 10^8$  m/s (光速)

➤ 粒子数目

1 (单粒子系统)  $\sim 6.02 \times 10^{23}$  以上 (复杂系统)





## 二. 物理学与科学思维

### 物理学家的科学态度

1/3 兴奋在于 建立理论

1/3 兴奋在于 证实理论

1/3 兴奋在于 突破理论

爱因斯坦是典范：

——最令人惊讶的是没有出现令人惊讶的事——  
实验结果与已有理论不符合预示着重大突破



## 三. 物理学与科学技术

- 物理学为其他学科创立技术和原理
- 重大新技术领域的创立总是经历长期的物理酝酿  
(如微电子技术的发展)

物理学满足人类从能认识到的最根本的程度上  
了解自然界的需要

(美国物理学评述委员会)





➤ 卢瑟福  $\alpha$  粒子散射实验(1909)

— 核能利用(40年代以后)

➤ 爱因斯坦受激辐射理论(1917) (物理)

— 第一台激光器(1960) (技术)

➤ 信息技术的发生和发展的硬件部分(技术)

以物理学成果为基础(物理)

➤ 量子力学/费米狄拉克统计/能带理论(20年代) (物理)

— 晶体管(1947)/IC(1962)/大规模集IC (70's) (技术)

— 微结构物理(物理)



## 四. 怎样学习物理学?

### 四. 怎样学习物理学?

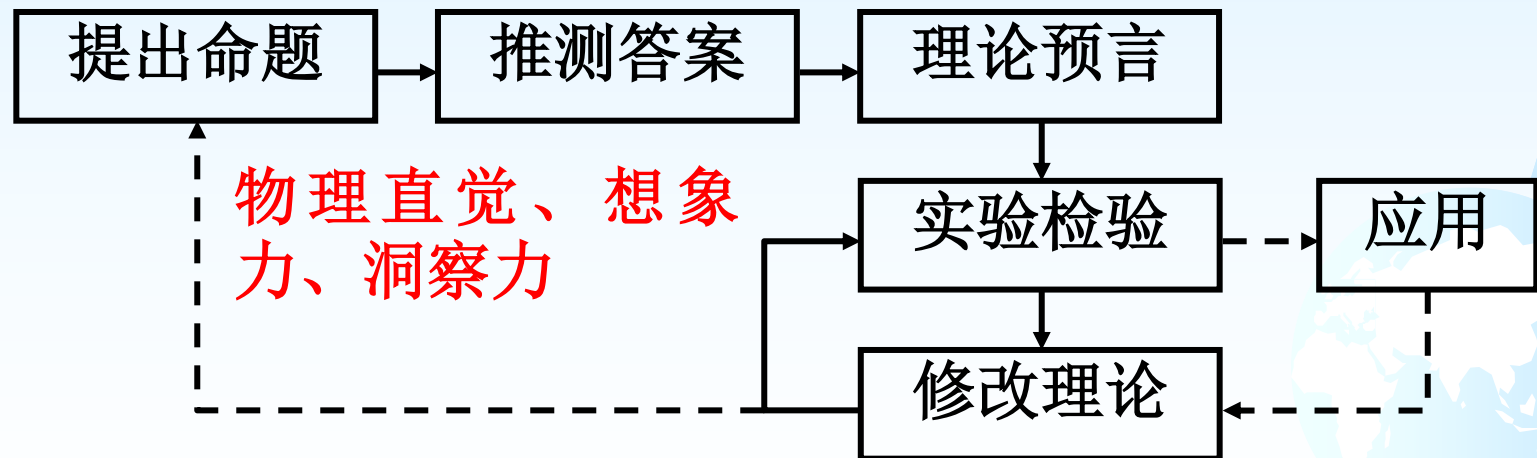
#### 物理学的方法

研究方法

学习方法

解题方法

#### 1. 研究方法:





- 演绎法: 基本定律→推理演算→新理论
- 归纳法: 归纳实验/观测→假设、模型→新理论

按照研究方式分类:

实验物理: 发现新现象、规律, 验证理论

理论物理: 构造理论, 解释实验, 预言新现象

计算物理: 数值解, 数据采集与处理, 数学模拟





## 2. 学习方法

物理概念: 内容, 形成, 适用范围, 成立条件

物理图像: 用于类比、直观化、定性分析

物理思想: 形成过程中的思维方式, 充分重视!

物理模型: 突出主要因素, 按需要构建

实物             $\Rightarrow$  如质点, 刚体, 理想导体等

过程/状态  $\Rightarrow$  谐振子, 气体碰撞, 绝热膨胀

假想             $\Rightarrow$  电场线, 磁场线

概念             $\Rightarrow$  粒子自旋, 夸克模型

数学方法: 数学化程度最高, 但不拘泥于数学

定性与半定量方法:        突出实质、基本思想,





## 四. 怎样学习物理学?

### 3. 解题方法

极限、微分与积分的思想

组合, 类比, 对称性, 变换, 量纲分析...

怎么学?

~~教会?~~

学会  会学!

重视预习、复习  $\Rightarrow$  自学能力

适应“粗线条”讲课

课内学时：课外学时  $\geq 1:2$

高质量完成作业，摒弃“题海战术”





## 四. 怎样学习物理学?

### 4. 基础物理学的主要内容

- 力学
- 电磁学
- 热学
- 光学
- 近代物理





### 基础物理课:

环节: 大课, 随堂测验, 小论文, 习题课, 作业, 考试

#### 大课:

学会记笔记 (思路、要点、特色)

主要参考书: 《大学物理通用教程》, 钟锡华等, 北大

电子教案: 课后在QQ群下载 **609189516**

**习题课: 5% 演示实验: 5%**

课后小结、解题方法、作业中出现的问题。

**作业: 10%**

每周一上课前交前一周作业。成绩占总评成绩约**10%**

**考试: 期末统考不高于65%**

**点名、随堂测验、讨论: 15%**

