

《原子物理学》

(文化之经典, 技术之动力)

物质世界 → 使用工具

课程简介

讲授：徐仁新

北京大学物理学院天文学系

“在物理学晴朗天空的远处，还有两朵小小的、令人不安的乌云...”

—— 1900年4月27日：迎接新世纪的科学讲演

天体物理

以太漂移测量的
零结果

高速: $c = 3 \times 10^{10} \text{ cm/s}$

相对论

强场: $r_s = 2GM/c^2$
 $\approx 3 \text{ km } (M/M_\odot)$

$c, \hbar, k,$

$G, e/\alpha_{em} \dots$

$\hbar c = 197.33 \text{ MeV} \cdot \text{fm}$

能均分定律用于黑
体辐射研究时失败

$\hbar = 1.055 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$



Lord Kelvin
1824~1907

阿基米德(前287-212)的**支点**
拉普拉斯(1749-1827)的**初条件**

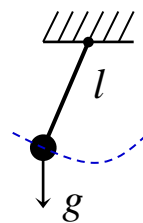
19世纪英国卓越的物理学家。原名 William Thomson, 1824年6月26日生于爱尔兰的贝尔法斯特, 1907年12月17日在苏格兰内瑟霍尔逝世。由于装设大西洋海底电缆有功, 英国政府于1866年封他为爵士, 后又于1892年封他为男爵, 称为开尔文男爵, 以后他就改名为开尔文。

原子:

古人认为的
“基本粒子”

量子论

单摆



经典力学一例

原子物理
量子物理
近代物理

理论物理

普通物理

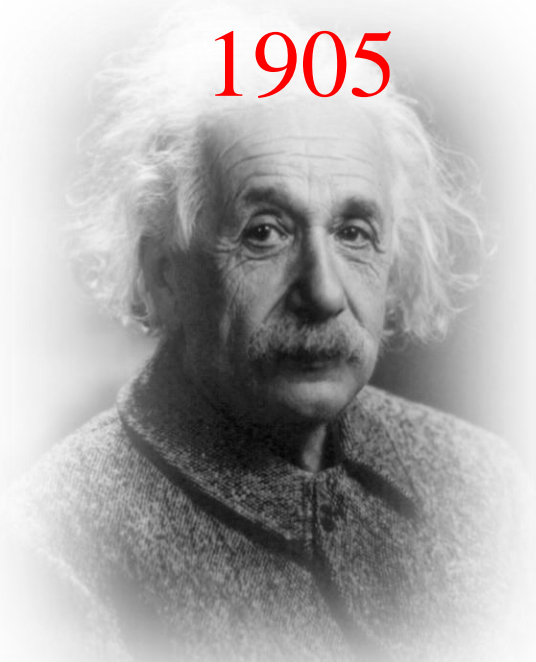
量子力学

1900



(1858-1947)

1905



(1879-1955)

1913



(1885-1962)

1925



(1901-1976)

1926



(1887-1961)

平均建树年龄?

课程目的：

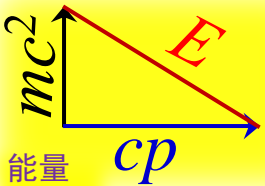
在**定性**、**半定量**的程度理解（ \hbar 不可以忽略情形的）物理过程。

例：在脉冲星磁层中运动的带电“光”——电子！

注： \hbar 不可以忽略时往往涉及微观世界，微观粒子运动速度 $v \sim c$ （零静质量的**光子**最极端，真空中运动速度永远是 c ）；故狭义相对论效应一般不应该忽略。

{量子论 \hbar + 狭义相对论 c } \Rightarrow 量子场论 $\cdots \rightarrow$ 粒子物理标准模型

$$E = \sqrt{m^2 c^4 + c^2 p^2} \xrightarrow{p \ll mc} mc^2 + \frac{p^2}{2m} + \dots$$



能量
动量
角动量
质量

粒子的总能量 E 分解为：**静能** + **动能**

$$E = \sqrt{m^2 c^4 + c^2 p^2} = \gamma mc^2 = mc^2 + (\gamma - 1)mc^2$$

教材：

赵凯华等《量子物理学》，高等教育出版社

参考书：

刘玉鑫《原子物理学》，高等教育出版社

徐克尊等《近代物理学》，高等教育出版社

杨福家《原子物理学》，高等教育出版社

王正行《近代物理学》，北京大学出版社

褚圣麟《原子物理学》，科学出版社

强烈建议： 课后多阅读参考文献， **开卷有益！**

课程内容

***** 量子物理基础 *****

- 3月5日: 介绍, 热辐射与 Planck 假说
- 3月10日: 光的粒子性与电子的波动性
- 3月12日: 力学量用算符表示
- 3月19日: 轨道角动量
- 3月24日: Schroedinger 方程
- 3月26日: 双态系统与氦分子
- 4月2日: 电子与光子
- 4月7日: 旧量子论简介
- 4月9日: 氢原子与单价原子/周期表
- 4月16日: 氦原子与交换效应

***** 原子 *****

4月21日: 讨论会 I:量子论基础与原子

- 4月23日: 多电子原子
- 4月30日: 磁场中原子/分子能级

***** 核与粒子 *****

- 5月5日: 原子核基本性质/放射性
- 5月7日: 核反应与核模型
- 5月14日: 核素起源: 核合成
- 5月19日: 奇异数与强子分类
- 5月21日: 规范场/粒子物理标准模型
- 5月28日: 夸克与轻子及其间作用
- 6月2日: 物质世界
- 6月4日: 讨论会 II:原子、核与粒子
- 6月11日: 总复习

6月18日: 8:30-10:30 闭卷考试

教学过程

双周二 08:00-09:50, 周四 10:10-12:00; 理教 211 教室

(习题课单周二 08:00-09:50, 三教 505 教室; 助教一般在场)

参考书: 赵凯华等《量子物理》

课堂教学 (20次)

+

平时作业 (~50题)

+

讨论会 (2次)

主讲: 徐仁新

***** 量子物理基础 *****

- 3月5日: [介绍, 热辐射与 Planck 假说](#)
- 3月10日: [光的粒子性与电子的波动性](#)
- 3月12日: [力学量用算符表示](#)
- 3月19日: [轨道角动量](#)
- 3月24日: [Schroedinger 方程](#)
- 3月26日: [双态系统与氢分子](#)
- 4月2日: [电子与光子](#)
- ***** 原子 *****
- 4月7日: [旧量子论简介](#)
- 4月9日: [氢原子与单价原子/周期表](#)
- 4月16日: [氢原子与交换效应](#)

4月21日: [讨论会 I: 量子论基础与原子](#)

课程规划和成绩计算

课程由如下环节构成:

授课 (19 次)

按时完成作业 (约 50 题; **单周四交作业**), **不接受延期两周以上的补交!**

“开卷有益”; 课余“博览群书、文献”是学好本课程的“秘诀”。

同学总结或课题研究 2 次 (将请 8 位同学在“讨论会”上演讲; 每人演讲 < 10 分钟, 并回答其他同学或老师提问 < 5 分钟)

期终考试:

$$\text{总成绩} = \text{平时作业} \times 20\% + \text{讨论会} \times 10\% + \text{期终考试} \times 70\%$$

特别提醒: 授课时随机提问。两次及以上点名未就答者最终成绩将被特别地、负面地考虑。

关于“讨论会”报告 (写作文件格式见 [model.doc](#), 最后转换成 PDF 文件 email 给我)

所有同学的报告务必分别于 4 月 18 日 (“讨论会 I”) 和 6 月 1 日 (“讨论会 II”) 24:00 前通过 email 或直接交送老师 (Email 地址: r.x.xu@pku.edu.cn)。老师将分别于 4 月 19 日 (“讨论会 I”) 和 6 月 2 日 (“讨论会 II”) 24:00 前将公布每次上讲台报告的 8 位同学名单 (请点击: [演讲名单](#))。上台演讲的同学更可能得到“讨论会”成绩的高分。请先以论文形式递交报告, 选中上台报告后再准备演讲 ppt 或 pdf 文件。

所有电子版递交报告更新于: <https://psr.pku.edu.cn/rxx/teach/atom/submit.zip>。请同学们浏览该网址, 以达到“互相学习, 共享其他同学的学习心得、研究成果”之目的。

最后, 祝同学们在本学期开开心心地“**专研微观规律, 塑造量子素质!**”

提纲下载:

<https://psr.pku.edu.cn/rxx/teach/atom/syllabus.pdf>

辅导: 姜丹阳

4月23日: [多电子原子](#)

4月30日: [磁场中原子/分子能级](#)

***** 核与粒子 *****

5月5日: [原子核基本性质/放射性](#)

5月7日: [核反应与核模型](#)

5月14日: [核素起源: 核合成](#)

5月19日: [奇异数与强子分类](#)

5月21日: [规范场/粒子物理标准模型](#)

5月28日: [夸克与轻子及其间作用](#)

6月2日: [物质世界](#)

6月4日: [讨论会 II: 原子、核与粒子](#)

6月11日: [总复习](#)

6月18日: **8:30-10:30 闭卷考试**

关于递交成绩的构成

$$\begin{aligned} & \text{总成绩} \\ & = \\ & \text{平时作业} \times 20\% \\ & + \\ & \text{讨论会} \times 10\% \\ & + \\ & \text{期终考试} \times 70\% \end{aligned}$$

按时认真完成作业（约50题；单周四交作业），不接受延期两周以上的补交！

实际操作：

$$f[x, y] = f[x(y), y] \sim f[y]$$

f : 最终递交成绩

x : 平时作业、报告及表现

y : 期终笔试成绩

有任何疑问，欢迎email联系！

r.x.xu@pku.edu.cn

辅导：姜丹阳

jiangdy@stu.pku.edu.cn

请同学们加入微信群以便交流

群聊：原子物理2026

