

科恩
|
塔诺季

1997年诺贝尔物理学奖获得者

C. COHEN-TANNOUDJI 著作选译 第一辑

MÉCANIQUE QUANTIQUE

TOME I

量子力学 (第一卷)

C. Cohen-Tannoudji B. Diu F. Laloë 著 刘家谟 陈星奎 译

高等教育出版社





1997年诺贝尔物理学奖获得者

C. COHEN-TANNOUDJI 著作选译 第一辑

MÉCANIQUE QUANTIQUE TOME I

LIANGZI LIXUE (DI YI JUAN)

量子力学 (第一卷)

C. Cohen-Tannoudji B. Diu F. Laloë 著 刘家谟 陈星奎 译



高等教育出版社·北京

图字: 01-2013-6056 号

Mécanique Quantique I

by Claude Cohen-Tannoudji, Bernard Diu and Franck Lalœ

© 1973, Hermann, éditeurs des sciences et des arts, 293 rue Lecourbe, 75015 Paris

图书在版编目 (CIP) 数据

量子力学. 第1卷 / (法)塔诺季, (法)迪于, (法)拉洛埃著; 刘家谟, 陈星奎译. — 北京: 高等教育出版社, 2014. 7

ISBN 978-7-04-039670-6

I. ①量… II. ①塔… ②迪… ③拉… ④刘… ⑤陈… III. ①量子力学—高等学校—教材 IV. ①O413.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 083897 号

策划编辑 王超
插图绘制 杜晓丹

责任编辑 王超
责任校对 张小镬

封面设计 王洋
责任印制 韩刚

版式设计 余杨

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100120
印 刷 涿州市星河印刷有限公司
开 本 787mm × 1092mm 1/16
印 张 58.5
字 数 1 100 千字
购书热线 010-58581118

咨询电话 400-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
版 次 2014 年 7 月第 1 版
印 次 2014 年 7 月第 1 次印刷
定 价 139.00 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 请到所购图书销售部门联系调换

版权所有 侵权必究

物 料 号 39670-00

常用单位定义

埃	Angstrom	$1\text{\AA}=10^{-10}\text{ m}$	(原子尺度)
费米	Fermi	$1\text{ F}=10^{-15}\text{ m}$	(原子核尺度)
靶恩	Barn	$1\text{ b}=10^{-28}\text{ m}^2=(10^{-4}\text{ \AA})^2=(10\text{ F})^2$	
电子伏特	Electron Volt	$1\text{ eV}=1.602\ 189(5)\times 10^{-19}\text{ J}$	

常用数据

$$\left\{\begin{array}{ll}\text{电子静能: } m_{\text{e}}c^2 \simeq 0.5\text{ MeV} & [0.511\ 003(1)\times 10^6\text{ eV}] \\ \text{质子静能: } M_{\text{p}}c^2 \simeq 1\ 000\text{ MeV} & [938.280(3)\times 10^6\text{ eV}] \\ \text{中子静能: } M_{\text{n}}c^2 \simeq 1\ 000\text{ MeV} & [939.573(3)\times 10^6\text{ eV}]\end{array}\right.$$

1 eV 对应:

$$\left\{\begin{array}{lll}\text{频率 } \nu \simeq 2.4\times 10^{14}\text{ Hz} & \text{通过关系式 } E=h\nu \text{ 相联系} & [2.417\ 970(7)\times 10^{14}\text{ Hz}] \\ \text{波长 } \lambda \simeq 12\ 000\text{ \AA} & \text{通过关系式 } \lambda=c/\nu \text{ 相联系} & [12\ 398.52(4)\text{\AA}] \\ \text{波数 } \frac{1}{\lambda} \simeq 8\ 000\text{ cm}^{-1} & & [8\ 065.48(2)\text{cm}^{-1}] \\ \text{温度 } T \simeq 12\ 000\text{ K} & \text{通过关系式 } E=k_{\text{B}}T \text{ 相联系} & [11\ 604.5(4)\text{K}]\end{array}\right.$$

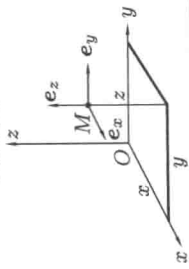
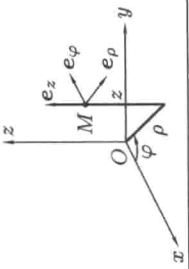
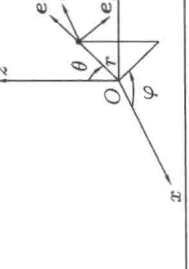
在 1 Gs (10^{-4}T) 磁场中:

$$\left\{\begin{array}{lll}\text{电子回旋频率 } \nu_{\text{c}} = \omega_{\text{c}}/2\pi = -qB/2\pi m_{\text{e}} & & \\ & \simeq 2.8\text{ MHz} & [2.799\ 225(8)\times 10^6\text{ Hz}] \\ \text{轨道拉莫尔频率 } \nu_{\text{L}} = \omega_{\text{L}}/2\pi = -\mu_{\text{B}}B/h = \nu_{\text{c}}/2 & & \\ & \simeq 1.4\text{ MHz} & [1.399\ 612(4)\times 10^6\text{ Hz}] \\ & \text{(根据定义, 它对应朗德 } g \text{ 因子: } g=1) & \end{array}\right.$$

部分普适物理常量

普朗克常量	$\begin{cases} h = 6.626\ 18(4) \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \\ \hbar = \frac{h}{2\pi} = 1.054\ 589(6) \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \end{cases}$
光速 (真空中)	$c = 2.997\ 924\ 58(1) \times 10^8 \text{ m/s}$
电子电荷	$q = -1.602\ 189(5) \times 10^{-19} \text{ C}$
电子质量	$m_e = 9.109\ 53(5) \times 10^{-31} \text{ kg}$
质子质量	$M_p = 1.672\ 65(1) \times 10^{-27} \text{ kg}$
中子质量	$M_n = 1.674\ 95(1) \times 10^{-27} \text{ kg}$
	$\frac{M_p}{m_e} = 1\ 836.151\ 5(7)$
电子康普顿波长	$\begin{cases} \lambda_c = h/m_e c = 2.426\ 309(4) \times 10^{-2} \text{ \AA} \\ \lambda_c = \hbar/m_e c = 3.861\ 591(7) \times 10^{-3} \text{ \AA} \end{cases}$
精细结构常数 (无量纲)	$\alpha = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0\hbar c} = \frac{e^2}{\hbar c} = \frac{1}{137.036\ 0(1)}$
玻尔半径	$a_0 = \frac{\lambda_c}{\alpha} = 0.529\ 177\ 1(5) \text{ \AA}$
氢原子电离能 (不考虑质子反冲效应)	$-E_{I_\infty} = \alpha^2 m_e c^2 / 2 = 13.605\ 80(5) \text{ eV}$
里德伯常量	$R_\infty = -E_{I_\infty}/hc = 1.097\ 373\ 18(8) \times 10^5 \text{ cm}^{-1}$
“经典”电子半径	$r_e = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 m_e c^2} = 2.817\ 938(7) \text{ fm}$
玻尔磁子	$\mu_B = q\hbar/2m_e = -9.274\ 08(4) \times 10^{-24} \text{ J/T}$
电子自旋 g 因子	$g_e = 2 \times 1.001\ 159\ 657(4)$
核磁子	$\mu_n = -q\hbar/2M_p = 5.050\ 82(2) \times 10^{-27} \text{ J/T}$
玻尔兹曼常量	$k_B = 1.380\ 66(4) \times 10^{-23} \text{ J/K}$
阿伏伽德罗常量	$N_A = 6.022\ 05(3) \times 10^{23}$

坐标系

	直角坐标	柱坐标	球坐标
			
定义	$U = U(x, y, z)$ $\mathbf{A} = A_x \mathbf{e}_x + A_y \mathbf{e}_y + A_z \mathbf{e}_z$ $A_x = A_x(x, y, z)$ $A_y = A_y(x, y, z)$ $A_z = A_z(x, y, z)$	$U = U(\rho, \varphi, z)$ $\mathbf{A} = A_\rho \mathbf{e}_\rho + A_\varphi \mathbf{e}_\varphi + A_z \mathbf{e}_z$ $A_\rho = A_\rho \cos \varphi + A_y \sin \varphi$ $A_\varphi = -A_x \sin \varphi + A_y \cos \varphi$	$U = U(r, \theta, \varphi)$ $\mathbf{A} = A_r \mathbf{e}_r + A_\theta \mathbf{e}_\theta + A_\varphi \mathbf{e}_\varphi$ $A_r = A_\rho \sin \theta + A_z \cos \theta$ $A_\theta = A_\rho \cos \theta - A_z \sin \theta$ $A_\varphi = -A_x \sin \varphi + A_y \cos \varphi$
梯度	$\nabla U = \left(\frac{\partial U}{\partial x} \right) \mathbf{e}_x + \left(\frac{\partial U}{\partial y} \right) \mathbf{e}_y + \left(\frac{\partial U}{\partial z} \right) \mathbf{e}_z$	$(\nabla U)_\rho = \frac{\partial U}{\partial \rho}$ $(\nabla U)_\varphi = \frac{1}{\rho} \frac{\partial U}{\partial \varphi}$ $(\nabla U)_z = \frac{\partial U}{\partial z}$	$(\nabla U)_r = \frac{\partial U}{\partial r}$ $(\nabla U)_\theta = \frac{1}{r} \frac{\partial U}{\partial \theta}$ $(\nabla U)_\varphi = \frac{1}{r \sin \theta} \frac{\partial U}{\partial \varphi}$
拉普拉斯算符	$\Delta U = \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial z^2}$	$\Delta U = \frac{1}{\rho} \frac{\partial}{\partial \rho} \left(\rho \frac{\partial U}{\partial \rho} \right) + \frac{1}{\rho^2} \frac{\partial^2 U}{\partial \varphi^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial z^2}$	$\Delta U = \frac{1}{r} \frac{\partial^2}{\partial r^2} (rU) + \frac{1}{r^2 \sin \theta} \frac{\partial}{\partial \theta} \left(\sin \theta \frac{\partial U}{\partial \theta} \right) + \frac{1}{r^2 \sin^2 \theta} \frac{\partial^2 U}{\partial \varphi^2}$
散度	$\nabla \cdot \mathbf{A} = \frac{\partial A_x}{\partial x} + \frac{\partial A_y}{\partial y} + \frac{\partial A_z}{\partial z}$	$\nabla \cdot \mathbf{A} = \frac{1}{\rho} \frac{\partial}{\partial \rho} (\rho A_\rho) + \frac{1}{\rho} \frac{\partial A_\varphi}{\partial \varphi} + \frac{\partial A_z}{\partial z}$	$\nabla \cdot \mathbf{A} = \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} (r^2 A_r) + \frac{1}{r \sin \theta} \frac{\partial}{\partial \theta} (\sin \theta A_\theta) + \frac{1}{r \sin \theta} \frac{\partial A_\varphi}{\partial \varphi}$
旋度	$\nabla \times \mathbf{A} = \left(\frac{\partial A_z}{\partial y} - \frac{\partial A_y}{\partial z} \right) \mathbf{e}_x + \left(\frac{\partial A_x}{\partial z} - \frac{\partial A_z}{\partial x} \right) \mathbf{e}_y + \left(\frac{\partial A_y}{\partial x} - \frac{\partial A_x}{\partial y} \right) \mathbf{e}_z$	$(\nabla \times \mathbf{A})_\rho = \left(\frac{\partial A_z}{\partial \varphi} \right) / \rho - \frac{\partial A_\varphi}{\partial z}$ $(\nabla \times \mathbf{A})_\varphi = \frac{\partial A_\rho}{\partial z} - \frac{\partial A_z}{\partial \rho}$ $(\nabla \times \mathbf{A})_z = \left(\frac{\partial (\rho A_\varphi)}{\partial \rho} \right) / \rho - \frac{\partial A_\rho}{\partial \varphi}$	$(\nabla \times \mathbf{A})_r = \left(\frac{\partial (\sin \theta A_\varphi)}{\partial \theta} - \frac{\partial A_\theta}{\partial \varphi} \right) / (r \sin \theta)$ $(\nabla \times \mathbf{A})_\theta = \left(\frac{\partial A_r}{\partial \varphi} - \sin \theta \frac{\partial (\tau A_\varphi)}{\partial r} \right) / (r \sin \theta)$ $(\nabla \times \mathbf{A})_\varphi = \left(\frac{\partial (\tau A_\theta)}{\partial r} - \frac{\partial A_r}{\partial \theta} \right) / r$

常用恒等式

U : 标量场; $\mathbf{A}, \mathbf{B}, \dots$: 矢量场

$$\nabla \times (\nabla U) = 0 \quad \nabla \cdot (\nabla U) = \Delta U$$

$$\nabla \cdot (\nabla \times \mathbf{A}) = 0 \quad \nabla \times (\nabla \times \mathbf{A}) = \nabla(\nabla \cdot \mathbf{A}) - \Delta \mathbf{A}$$

$$\mathbf{L} = \frac{\hbar}{i} \mathbf{r} \times \nabla$$

$$\nabla = \frac{\mathbf{r}}{r} \frac{\partial}{\partial r} - \frac{i}{\hbar r^2} \mathbf{r} \times \mathbf{L}$$

$$\Delta = \frac{1}{r} \frac{\partial^2}{\partial r^2} r - \frac{\mathbf{L}^2}{\hbar^2 r^2}$$

$$\mathbf{A} \times (\mathbf{B} \times \mathbf{C}) = (\mathbf{A} \cdot \mathbf{C})\mathbf{B} - (\mathbf{A} \cdot \mathbf{B})\mathbf{C}$$

$$\mathbf{A} \times (\mathbf{B} \times \mathbf{C}) + \mathbf{B} \times (\mathbf{C} \times \mathbf{A}) + \mathbf{C} \times (\mathbf{A} \times \mathbf{B}) = \mathbf{0}$$

$$(\mathbf{A} \times \mathbf{B}) \cdot (\mathbf{C} \times \mathbf{D}) = (\mathbf{A} \cdot \mathbf{C})(\mathbf{B} \cdot \mathbf{D}) - (\mathbf{A} \cdot \mathbf{D})(\mathbf{B} \cdot \mathbf{C})$$

$$\begin{aligned} (\mathbf{A} \times \mathbf{B}) \times (\mathbf{C} \times \mathbf{D}) &= [(\mathbf{A} \times \mathbf{B}) \cdot \mathbf{D}]\mathbf{C} - [(\mathbf{A} \times \mathbf{B}) \cdot \mathbf{C}]\mathbf{D} \\ &= [(\mathbf{C} \times \mathbf{D}) \cdot \mathbf{A}]\mathbf{B} - [(\mathbf{C} \times \mathbf{D}) \cdot \mathbf{B}]\mathbf{A} \end{aligned}$$

$$\nabla(UV) = U\nabla V + V\nabla U$$

$$\Delta(UV) = U\Delta V + 2(\nabla U) \cdot (\nabla V) + V\Delta U$$

$$\nabla \cdot (U\mathbf{A}) = U\nabla \cdot \mathbf{A} + \mathbf{A} \cdot \nabla U$$

$$\nabla \times (U\mathbf{A}) = U\nabla \times \mathbf{A} + (\nabla U) \times \mathbf{A}$$

$$\nabla \cdot (\mathbf{A} \times \mathbf{B}) = \mathbf{B} \cdot (\nabla \times \mathbf{A}) - \mathbf{A} \cdot (\nabla \times \mathbf{B})$$

$$\nabla(\mathbf{A} \cdot \mathbf{B}) = \mathbf{A} \times (\nabla \times \mathbf{B}) + \mathbf{B} \times (\nabla \times \mathbf{A}) + \mathbf{B} \cdot \nabla \mathbf{A} + \mathbf{A} \cdot \nabla \mathbf{B}$$

$$\nabla \times (\mathbf{A} \times \mathbf{B}) = \mathbf{A}(\nabla \cdot \mathbf{B}) - \mathbf{B}(\nabla \cdot \mathbf{A}) + \mathbf{B} \cdot \nabla \mathbf{A} - \mathbf{A} \cdot \nabla \mathbf{B}$$

注意: $\mathbf{B} \cdot \nabla \mathbf{A}$ 矢量场, 其分量为:

$$(\mathbf{B} \cdot \nabla \mathbf{A})_i = B_j \partial_j A_i = \sum_j B_j \frac{\partial}{\partial x_j} A_i \quad (i = x, y, z)$$

使用说明

本书由紧密相关而又截然分开的两部分 (即正文与补充材料) 组成.

——正文讲述基本概念. 这一部分相当于攻读物理学硕士的学生的教材, 只是内容有所增补和调整.

正文共十四章, 自成体系, 可以脱离补充材料单独使用.

——补充材料编排在每章之后, 它们的顺序用字母的顺序来表示, 字母的下标是该章的编号 (例如, 第 V 章后面的补充材料顺序记作: A_V, B_V, C_V 等等), 而且在每页的上角印有记号 , 因此很容易识别. 在每章的正文之后印有补充材料的目录, 材料的数量从两篇到十四篇不等. 目录附有一些评述, 因此, 也可作为阅读指南.

补充材料有各种类型: 有些材料是为了帮助读者理解正文, 或是为了更细致地讨论某些问题; 还有些材料则是简述具体的物理应用, 或是指出通向物理学某些领域的关联之处. 补充材料之一 (通常是最后一篇) 汇集了一些练习.

补充材料的深浅不一; 但学过了正文之后, 每篇材料都是可以为读者所理解的. 有一些材料不过是简单的应用或推广; 也有一些材料是比较困难的 (其中甚至有属于研究生水平的).

我们绝不主张读者将每一章的补充材料顺序念完. 读者应根据自己的特殊需要和兴趣, 少量选读 (譬如两三篇), 再选作几个练习; 其余的补充材料可以留待以后再看.

最后, 不论在正文中或补充材料中, 凡是初学时可以不看的段落均用小字排印.

作者简介

Claude Cohen-Tannoudji, 法兰西学院教授, 生于 1933 年. 他的科学研究工作开始于 1960 年在巴黎高等师范学院物理研究所由卡斯特勒 (Kastler) 和布罗塞尔 (Brossel) 所领导的研究组, 其主要方向是研究光抽运和物质与辐射的相互作用.^①

巴黎高等师范学院, 物理研究所, 75005, 巴黎

Bernard Diu, 巴黎第七大学教授, 生于 1935 年. 他的科学研究工作基本上是在理论和高能物理研究所做的, 主要从事粒子间强相互作用的理论研究.

巴黎第七大学, 理论和高能物理研究所, 75005, 巴黎

Franck Laloë, 1940 年生, 相继为巴黎第六大学讲师和国家科学研究中心研究员. 从 1964 年起他在巴黎高等师范学院的卡斯特勒和布罗塞尔研究组工作, 研究贡献主要是稀有气体原子和离子的光抽运.

巴黎高等师范学院, 物理研究所, 75005, 巴黎

^① Kastler 于 1966 年因发明和发展研究原子射频谱的光抽运方法而获得诺贝尔物理学奖; Cohen-Tannoudji 因发展激光冷却与陷俘原子的方法与朱棣文和 W. D. Phillips 共享 1997 年诺贝尔物理学奖. ——编者注

译者序

原著初版出于 1973 年, 第二版出于 1977 年, 英译本同时出版. 本书的第一位作者 Claude Cohen-Tannoudji 是法兰西学院的教授, 第二位作者 Bernard Diu 是巴黎第七大学教授; 第三位作者 Franck Lalœ 是巴黎第六大学的讲师. 他们曾多次讲授量子力学, 积累了丰富的材料和教学经验, 最终写成本书.

本书有三个特点. 第一, 它是以学生为读者对象的, 因此, 文字叙述比较详细, 推演步骤很少省略, 还对学习方法和参考书的选择提出一些具体建议. 第二, 它将基本内容和补充材料分开编排, 这既便于初学者抓住要点, 又便于适应各类读者的需要. 第三, 本书在引论之后就开始讲授态空间和狄拉克符号, 使读者尽早掌握数学工具.

译者三年来在量子力学选修课的讲授中, 从本书得益不少, 希望本书的中文版将对教材改革提供一些参考. 中文版是根据法文第二版译出的. 译者水平有限, 译文中不妥或错误之处在所难免, 请读者批评指正.

刘家谟 陈星奎

于云南大学物理系

1984 年 10 月

第二版序言

在本书的第二版中,我们已对原文进行了一些修改;这一版的英、法文本是同时出版的.除改正了一些印刷上的错误以外,有些段落已经重新写过.这一版与第一版的最大差别是在每卷之末附上了足够详尽的参考书目.在每一章和大部分补充材料之末,我们对阅读参考书提出了一些建议,目的是想更具体地引导那些好学的读者去查阅有关的著作.

对于提出各种评论使我们从中受到教益的那些读者以及指出第一版中的错误的那些读者,我们表示感谢.我们要特别提到尼可尔和丹·奥斯特洛夫斯基在英文版的编辑过程中提出的宝贵意见,以志铭谢.我们还要对高等师范学校物理实验室图书管理员奥都安夫人在编辑参考书目时的大力协助表示感谢.

C.Cohen-Tannoudji

B.Diu

F.Laloë

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任；构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人进行严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话 (010) 58581897 58582371 58581879

反盗版举报传真 (010) 82086060

反盗版举报邮箱 dd@hep.com.cn

通信地址 北京市西城区德外大街4号 高等教育出版社法务部

邮政编码 100120

目 录

第一卷

绪论	1
第一章 波和粒子; 量子力学的基本概念	5
第一章提纲	6
§A. 电磁波与光子	8
§B. 物质粒子与物质波	15
§C. 对一个粒子的量子描述; 波包	19
§D. 在与时间无关的标量势场中的粒子	28
第一章补充材料	38
阅读指南	38
A _I : 与物质粒子相联系的波长的数量级	39
B _I : 不确定度关系施加的限制	42
C _I : 不确定度关系和原子的参量	44
D _I : 说明不确定度关系的一个实验	47
E _I : 关于二维波包的简单讨论	50
F _I : 一维问题和三维问题之间的关系	54
G _I : 一维高斯型波包; 波包的扩展	59
H _I : 一维方形势中粒子的定态	65
J _I : 波包在势阶处的行为	77
K _I : 练习	84
第二章 量子力学的数学工具	89
第二章提纲	90
§A. 一个粒子的波函数空间	92
§B. 态空间; 狄拉克符号	106
§C. 态空间中的表象	120
§D. 本征值方程; 观察算符	130

§E. 表象和观察算符的两个重要例子	144
§F. 态空间的张量积	152
第二章补充材料	164
阅读指南	164
A _{II} : 施瓦茨不等式	165
B _{II} : 复习线性算符的常用性质	166
C _{II} : 么正算符	177
D _{II} : 对 $\{ r\rangle\}$ 表象和 $\{ p\rangle\}$ 表象的详细研究	184
E _{II} : 对易子等于 $i\hbar$ 的两个观察算符 Q 和 P 的一些普遍性质	189
F _{II} : 宇称算符	194
G _{II} : 张量积的性质的应用: 二维无限深势阱	202
H _{II} : 练习	206
第三章 量子力学的假定	213
第三章提纲	214
§A. 引言	215
§B. 假定的陈述	216
§C. 关于可观察量及其测量的假定的物理解释	227
§D. 薛定谔方程的物理意义	238
§E. 叠加原理和物理上的预言	254
第三章补充材料	269
阅读指南	269
A _{III} : 从物理上探讨无限深势阱中的粒子	271
B _{III} : 对一些特殊情况下的概率流的讨论	281
C _{III} : 两个共轭可观察量的方均根偏差	287
D _{III} : 对物理体系的一部分的测量	291
E _{III} : 密度算符	296
F _{III} : 演变算符	310
G _{III} : 薛定谔绘景与海森伯绘景	314
H _{III} : 规范不变性	317
J _{III} : 薛定谔方程的传播函数	331
K _{III} : 不稳定态. 寿命	339
L _{III} : 练习	343
再回到一维问题	353
M _{III} : 在任意形状的“势阱”中粒子的束缚态	354

N _{III} : 遇到任意形状的势阱或势垒时粒子的非束缚态	361
O _{III} : 一维周期势场中粒子的量子性质	369
第四章 量子力学的假定在简单情况下的应用: 自旋 $\frac{1}{2}$ 和二能级体系	387
第四章提纲	388
§A. 自旋为 $\frac{1}{2}$ 的粒子: 角动量的量子化	389
§B. 就自旋为 $\frac{1}{2}$ 的情况说明量子力学的假定	397
§C. 二能级体系的一般研究	407
第四章补充材料	417
阅读指南	417
A _{IV} : 泡利矩阵	418
B _{IV} : 2×2 厄米矩阵的对角化	422
C _{IV} : 与二能级体系相联系的虚设的自旋 $\frac{1}{2}$	426
D _{IV} : 两个自旋 $\frac{1}{2}$ 的体系	432
E _{IV} : 自旋 $\frac{1}{2}$ 的密度矩阵	439
F _{IV} : 在静磁场及旋转磁场中的自旋 $\frac{1}{2}$: 磁共振	445
G _{IV} : 用简单模型研究氨分子	457
H _{IV} : 稳态和不稳定态之间的耦合的影响	472
J _{IV} : 练习	478
第五章 一维谐振子	485
第五章提纲	486
§A. 引言	487
§B. 哈密顿算符的本征值	492
§C. 哈密顿算符的本征态	499
§D. 讨论	506
第五章补充材料	513
阅读指南	513
A _V : 谐振子的几个实例的研究	515
B _V : 在 $\{ x\rangle\}$ 表象中对定态的研究; 厄米多项式	533
C _V : 用多项式方法解谐振子的本征值方程	540
D _V : 在 $\{ p\rangle\}$ 表象中对定态的研究	547

E_V : 各向同性的三维谐振子	552
F_V : 匀强电场中的带电谐振子	558
G_V : 谐振子的相干“准经典”态	565
H_V : 两个耦合谐振子的简正振动模式	581
J_V : 由耦合谐振子构成的无穷长直链的振动模式; 声子	592
K_V : 连续物理体系的振动模式. 在辐射方面的应用; 光子	610
L_V : 处于温度为 T 的热力学平衡的一维谐振子	625
M_V : 练习	639
第六章 量子力学中角动量的普遍性质	645
第六章提纲	646
§A. 引言: 角动量的重要性	647
§B. 角动量所特有的对易关系式	648
§C. 角动量的普遍理论	651
§D. 应用于轨道角动量	665
第六章补充材料	682
阅读指南	682
A_{VI} : 球谐函数	683
B_{VI} : 角动量与旋转	695
C_{VI} : 双原子分子的转动	718
D_{VI} : 二维谐振子的定态的角动量	733
E_{VI} : 磁场中的荷电粒子; 朗道能级	748
F_{VI} : 练习	771
第七章 中心势场中的粒子; 氢原子	779
第七章提纲	780
§A. 中心势场中粒子的定态	781
§B. 在有相互作用的双粒子体系中质心的运动和相对运动	790
§C. 氢原子	796
第七章补充材料	810
阅读指南	810
A_{VII} : 类氢体系	811
B_{VII} : 中心势的一个可以解出的例子: 各向同性的三维谐振子	820
C_{VII} : 与氢原子的定态相联系的概率流	830
D_{VII} : 均匀磁场中的氢原子; 顺磁性、抗磁性; 塞曼效应	835

E _{VII} : 对一些原子轨道的探讨; 杂化轨道	848
F _{VII} : 双原子分子的振动-转动能级	864
G _{VII} : 练习	877
参考文献目录	879
英文索引	905