理论物理学
核物理学
核工程学

科学技术百科全书

3

科学技术百科全书

第三卷

理论物理学

核物理学

核工程学

科学出版社

内 容 简 介

本书按学科（专业）分30卷出版。全书收载词条约7800篇，内容包括基础科学和技术科学各学科100多个专业有关论题的定义、基本概念、基本原理、发展动向、新近成果和实际应用等。本卷收载理论物理学、核物理学和核工程学词条221篇。可供科技工作者、高等院校师生、中专学校和中学教师、科学管理工作者和具有中等以上文化水平的有关人员参阅。

MCGRAW-HILL ENCYCLOPEDIA
OF SCIENCE & TECHNOLOGY
(in 15 Volumes)
McGraw-Hill Book Co., 1977,4th ed.

科学技术百科全书

第三卷

理论物理学

核物理学

核工程学

责任编辑　董芳明　郑　铨　苏芳霞
封面设计　陈文鉴

*

科学出版社 出版
北京朝阳门内大街137号
贵州新华印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行　　各地新华书店经售

*

1989年3月第一版　　开本：787×1092　1/16
1989年3月第一次印刷　　印张：41　1/2
印数：精：1—2,000　平：1—2,000　　插页：精4　平4
字数：932,000

ISBN 7-03-000858/O·218(精)
ISBN 7-03-000417-5/O·116(平)

定价：布面精装　41.80 元
　　　压膜平装　39.10 元

前　言

本书是美国麦格劳-希尔图书公司出版的《科学技术百科全书》(1977年，第四版）的中译本。它汇集和反映了近代世界基础科学和技术科学的主要成就，是一套多学科的科技工具书。

现代的科学技术，不只是在一般意义上，在个别科学理论、个别生产技术上获得了发展，而且几乎是在各个领域中都发生了深刻的变化，出现了崭新的面貌。科学技术的发展速度日益迅猛；学科之间相互渗透，边缘学科不断出现，综合性大大加强；科学与技术相互促进，研究手段不断更新；研究规模日益扩大，组织管理水平迅速提高；与此同时，国际间的交流与合作也日趋活跃。作为一种生产力，现代科学技术正在越来越深刻地影响着社会，有力地推动着社会生产的发展。所有这一切，既要求人们迅速掌握大量的新知识、新理论、新成就和新应用；同时也要求有关人员在从事本专业专题研究的过程中，十分重视综合性的研究和学习。在实现社会主义现代化的新长征中，我国广大读者，为了大力提高全民族的科学文化水平，向科学技术现代化进军，迫切地需要从科学技术百科全书这一类书籍中广泛了解各个不同领域的专业知识。因此，翻译出版这部《科学技术百科全书》，不仅是读者的期望，也是科学技术发展的需要。

《科学技术百科全书》原书由美国、英国、日本、澳大利亚和瑞典等国的科技界、教育界知名人士和专家参与组织编纂。参加词条撰写工作的教授、教师、科学家、工程师等共有2700余人。原书共15卷，按英文字母顺序排列，收载词条约7800篇，内容包括数学、力学、物理学、天文学、化学、地学、生物学、农林业、土木建筑工程学、电子工程学、电工学、机械工程学、矿冶工程学、石油工程学、化学工程学、航空与空间技术等学科的100多个专业。此书在美国出版后，受到国际科学界和出版界的重视。日本讲谈社于1977年将第三版（1971年版）译成日文本出版（共19卷，书名为《世界科学大事典》）。为便于读者使用，中译本按学科（专业）分30卷出版。

这一工作得到国家出版事业管理局、中国科学院的关注，并得到教育

部、农业部、林业部以及工业、交通、卫生、国防等科技、教育主管部门的支持。参加译校工作的共有45所高等院校、40所科研机构的教授、教师、科学家、科技工作者600余人。

本卷包括理论物理学、核物理学和核工程学的词条221篇。理论物理学由中山大学物理系译，李华钟教授总校；核物理学由中国科学院高能物理研究所译，王祝翔教授总校；核工程学由清华大学译，吕应中教授总校。为使译文臻于完善，最后王子辅教授又总校了全卷。对各位译校者付出的辛勤劳动，谨致以深切的谢意。

原书第四版前言

麦格劳-希尔图书公司出版的《科学技术百科全书》初版发行于1960年，随后，在1966年和1971年又分别出版了第二版和第三版。本书是1977年出版的第四版.《名书介绍》刊物在介绍第一版时曾报道说："出版这部现代的多卷本百科全书，旨在综合地而有权威性地阐明物理科学、自然科学和应用科学."后来，它又指出："这部《科学技术百科全书》的第三版保持了前两版丰富的内容和编撰工作上的优点，对正文和插图都作了重要的修订和改进."其他许多刊物和杂志都对这套书给予了类似的高度评价。本书第四版是建立在前几版根底深厚的基础之上的，许多评论家、图书管理学家、学生、科学家和工程师在前几版中曾看到的高质量和良好的使用效果，在这一版都继续保持下来了。正文、插图、设计和色彩也仍然保持了第三版形象生动的特色。

自从第三版问世六年来，科学技术以加速度的步伐向前发展，这使本版内容的增长出乎人们意料之外。六十年代蓬蓬勃勃地涌现出来的重大科研成果，超过了近代史上任何一个时期，它的发展一直持续到七十年代，每一个科学技术领域都受到它的影响。

粒子物理学家发现了一些新的基本粒子以及这些新粒子的一种被称为"粲"的特性。由于分子生物学技术被应用到以往费尽心力进行的基因定位中去，遗传学家现在已获得了基因作用的新见解。由于细菌比较细胞学的研究所提供的新资料和生物化学及生物物理学技术的应用，微生物学家修正了细菌分类学的染色体宗系结构，而代之以一些以简便的鉴定准则为基础的新分类法。声学家和工程师已把声学技术从立体声发展到四通道立体声技术。计算机研究人员已研制出磁泡存贮器、微处理机和微型计算机。天体物理学家利用光学技术、射电技术和X射线技术，看来已确认了天空光源中的"黑洞".空间科学家继人类第一次登月之后，又进行了其他登陆工作和轨道空间实验室的工作，这种实验室载有宇航员，创造了在空间停留达59昼夜的记录。

由于人们对地球上的生命系统的“脆弱性”有了进一步的认识，环境保护已比六十年代更加受到重视；这种不断加深的认识，推动了环境科学的研究和发展。它直接涉及到科学技术的整个领域。从核工程到某些重金属对人体健康发生影响的病理学问题都要一一加以探讨。能源问题同环境保护问题紧密地交织在一起。能源、能量供应及其在工业发达国家和发展中国家中的利用。已成为关键问题。政府部门力图从科学技术研究中寻求解决方案。他们正在逐步发展能源保护政策。研究代用能源和能量转换的替代方法。

本书1977年版对上一版中每一篇词条都重新作了认真细致的审订，其中有几百篇作了修订，又增加了许多新词条。对插图进行了更换和加工，绘制了新插图约1400幅，全色图共有72幅。修订过的词条都列出了最新的参考文献。考虑到中学生读到装订成册的参考图书往往比读到期刊更容易，所以我们作了很大的努力，收集这种参考图书的书目，以供他们参考。

虽然这一版增加了不少新词条、插图和篇幅，但仍未必能包括所有有价值的材料。因此，我们仍然遵循前几版的编写原则。百科全书是科学的著作而不是有关科学的著作。历史和传记仅限于对叙述问题本身的发展和事实的发展有必要时才收入；而哲学思想方面的内容则限于对理解科学的基本概念及其实际应用有必要时才收入。

和前几版一样，关于生命科学、物理科学和地球科学以及工程学方面的题材和应用，已在2700多位科学家和工程师所写的7800篇词条、790万言的正文中作了很好的阐述。至于应用科学范围内关于医学、药学和药理学方面的专门问题，则见于有关领域的基本学科之中。由于对心理健康和人体器官失调的关注，还收集了有关变态心理学和器官系统失常的词条。

撰稿人所写的都是他们自己从事研究的专业范围内的专题，所以每一篇词条都有特殊的权威性。这对已故作者来说，也是如此。已故作者所写的词条已由有相当水平的权威学者重新加以审订。

词条内容的安排和撰写要使非专家也能看懂。当然，论述的深度和详尽程度，随词条本身所包含的复杂性和高深程度而定。典型的词条由主题的定义开始，其余部分所作的介绍可作为参考材料供读者阅读。许多词条，对有专业爱好的中学生是能够看懂的，至少其中的一般介绍部分是如此。因此，在水平已经提高、教材已经更新的中学自然科学课程中，本书是供学生用的一套有价值的工具书。同时，它对高等院校学生和任何想要了解科学技术各个领域及其应用的读者都是很有用的。为了把研究工作的最新进展提供给读

者，我们计划陆续出版《麦格劳－希尔科学技术年鉴》作为本书的补充。

这一版的出版，得到了各方面人士的大力协助。编辑顾问委员会提出了许多指导性意见。69位顾问编辑在确定修改和增订的词条、确定撰稿人和复审原稿的工作中，给以很大帮助。很多顾问是本书的长期支持者，对以前各版曾经作了很多工作。本书编辑部和美术工作人员对词条和插图进行了加工整理，并使这一工作按期完成。

2700多位撰稿人在从事科研、教学和日常工作中抽出时间为本书进行撰写工作。这套书的出版主要应当归功于他们。

主　编　丹尼尔·拉佩兹(Daniel　N.　Lapedes)

几 点 说 明

1．卷内条目按汉语拼音字母顺序排列．同音字按《新华字典》的顺序排列。

2．正文书眉标明本页第一个词目及最末一个词目第一个字的汉语拼音和汉字。

3．书后附有本卷词目的中文笔画索引和英文索引．

4．科学技术名词一般按照中国科学院审定、科学出版社出版的英汉专业词汇和各学科有关部门审定的词汇翻译；个别名词未经审定，或虽经审定但译、校者认为需 要更正者根据译、校者的意见译出。

5．译校中发现原文的错误，如属内容上的错误，由译、校者加注说明；如明显属排印上的错误，则由本书译、校者和编者直接改正过来。

目　　录

B

ba

靶[恩](单位) [Barn(unit)]

靶[恩]是核截面的单位。一靶等于10^{-24}厘米^2。典型核反应的截面(度量它们发生的几率)是从毫靶到几千靶不等。与在某一特殊方向上核反应放出辐射的几率有关的一个量则是微分截面，它的量纲为每单位立体角靶。参阅“核反应”(Nuclear reaction)条。

[W.W.比克纳(William W.Buechner)撰，马维兴译，王祝翔、余友文校]

ban

半寿期(Half-life)

有一半物质发生某种化学反应所需的时间或者任何数量的同种放射性原子衰变一半所需的平均时间间隔，称为半寿期或半衰期。

化学反应 物质全部完成反应所需时间的概念是无意义的，因为当反应物质的剩量很少时，此反应进行得非常缓慢，从理论上讲，实现完全反应所需的时间应为无限大。反应完成一半所需的时间则是确定的，并适用于描述反应速度。

另一种方法是用比率常数k来描述化学反应速率.在一级反应中，k可表示为：

$$k=\frac{2.303}{t}\log\frac{c_0}{c}, \qquad (1)$$

式中c_0为初始浓度，c为t时刻的浓度。在一级反应中比率常数和半寿期$t_{1/2}$间的关系由下式给出：

$$t_{1/2}=\frac{2.303}{k}\log\frac{1}{1/2}=\frac{0.693}{k}. \qquad (2)$$

在一级反应中，半寿期与初始浓度无关，但在二级反应中，半寿期与初始浓度有关，其关系由式：

$$t_{1/2}=\frac{1}{kc_0} \qquad (3)$$

决定。参阅“化学动力学”(Kinetics chemical)条。

[F.丹尼尔斯(Farrington Daniels)撰，薛大知译，吕应中校]

放射性蜕变 由于放射性总是正比于存在的放射性原子数目，故任何单一的放射源的放射性在一个半衰期中衰减一半。例如，Co^{60}(钴-60)的半衰期$t_{1/2}=5.3$年，于是一个初始放射性为100居里的Co^{60}源经5.3年后其放射性将减少到50居里。任何放射源的放射性随着时间t按指数律减少，并正比于$\exp(-0.693t/t_{1/2})$。经过一个半衰期(即在$t=t_{1/2}$时)，放射性将减少$e^{-0.693}=1/2$。再增加一个半衰期，放射性将进一步减少1/2。这样，初始放射性经一个半衰期将剩下1/2；经两个半衰期后，将剩下1/4；经三个半衰期后，将剩下1/8；经四个半衰期后，将剩下1/16；等等。

有时，半衰期也称作半值时间，或者往往不很恰当地也称作半寿期，半衰期是同种放射性原子群的平均寿命的0.693倍。一个单独放射性原子的真实寿命超过半衰期的几率恰好是1/2。参阅“放射性”(Radioactivity)条。

[R.D.埃文斯(Robley D.Evans)撰，薛大知译，吕应中校]

ben

本底计数(Background count)

当记录来自放射源的原子粒子或核粒

子数目时，应由实验所测得的计数中减去的那部分计数称为本底计数。本底计数可能来自宇宙射线；来自空气、室内墙壁或计数管本身的天然放射性；或来自邻近的核粒子源，例如加速器或反应堆的散射辐射.本底计数通常是在实验期间连续产生的.为确定本底计数，可将产生真正计数的放射源移去、加以屏蔽或者关闭，然后观察在给定时间内仍然产生的计数。再由这个计数推算出本底计数率，并将其由有源时测得的计数率中减去，以得出真正的计数率。参阅“放射性”(Radioactivity)条.

［W.B.弗雷特尔（William B.Fretter)撰，薛大知译，吕应中校］

本征函数(Eigenfunction)

设有一个包含一个可变参量的方程式，仅当这参量取某些特殊的数值时才有非平凡解，这些解就叫本征函数，而这些特殊数值则叫本征值。在比较旧的书本中它们被称为特有（proper）的，或特征的(characteristic）值和函数；比较流行的术语乃是从德文Eigenfunktion和Eigenwert半音译过来的。这个问题的方程式可以是个矩阵方程式，这就是一组联立的线性代数方程式；或是一个积分或微分方程式；或者有时比较复杂，例如是这几种类型的组合。本条列举出现在上述这些问题中的一些典型情形，之所以选取这些典型主要是由于它们在数学上简单些。

矩阵方程式　考虑如式（1）所给定的本征值方程式：

$$\sum_j M_{ij}u_j=\lambda u_i,\ (i=1,2,3) \qquad (1)$$

式中 M_{ij} 设为一个 3 × 3 阶的实数对称矩阵($M_{ij}=M_{ji}$)，λ 是自由参量.（这里所考虑的是 3 维空间中的矢量，但可直接推广到 n 维）这个方程式有一平凡解 $u_i=0$ ($i=1$, 2, 3)．为了找到其非平凡解，详细地写出这些方程，如式(2)

$$\begin{aligned}(M_{11}-\lambda)u_1+M_{12}u_2+M_{13}u_3&=0,\\ M_{21}u_1+(M_{22}-\lambda)u_2+M_{23}u_3&=0,\\ M_{31}u_1+M_{32}u_2+(M_{33}-\lambda)u_3&=0.\end{aligned} \qquad (2)$$

当且仅当系数的行列式为零时，即式(3)

$$\begin{vmatrix}M_{11}-\lambda & M_{12} & M_{13}\\ M_{21} & M_{22}-\lambda & M_{23}\\ M_{31} & M_{32} & M_{33}-\lambda\end{vmatrix}=0, \qquad (3)$$

方程式才有解．把式（3）乘出来，就会给出一个 λ 的三次方程式，可以证明它有三个实根，用λ_1，λ_2，λ_3来表示。这些就是矩阵M_{ij} 的本征值，而且它们共同组成它的谱。如果其中两个本征值相等，该谱就称为简并的，这里将不讨论这种情形.

对应于第 j 个本征值，设由式（2）解出来的矢量$\mathbf{u}$的三个分量为u_{1j}，u_{2j}，u_{3j}，或者概括表示为u_{ij}(i，$j=1$，2，3)。由式（1）得到

$$\sum_j M_{ij}u_{jl}=\lambda_l u_{il}.\quad (i,\ l=1,2,3) \qquad (4)$$

以u_{ik}乘式（4），并对i求和就得到下式：

$$\sum_{i\ j}u_{ik}M_{ij}u_{jl}=\lambda_l\sum_i u_{ik}u_{il}. \qquad (5)$$

交换 k 和 l 的角色就会得到式(6)

$$\sum_{i\ j}u_{il}M_{ij}u_{jk}=\lambda_k\sum_i u_{il}u_{ik}, \qquad (6)$$

并由进一步交换式子左边的附标 i 和 j，就可把式(6)写成

$$\sum_{i\ j}u_{jl}M_{ji}u_{ik}=\lambda_k\sum_i u_{il}u_{ik}. \qquad (7)$$

由于假设M_{ij}是对称的，且式（5）和（7）的左边相等，这就得到式(8)

$$(\lambda_k-\lambda_l)\sum_i u_{ik}u_{il}=0.\ (k,l=1,2,3) \qquad (8)$$

这意味着，若$k\neq l$，因而在非简并情况，即$\lambda_k\neq\lambda_l$时，则式(9)成立：

$$\sum_i u_{ik}u_{il}=0 \text{ 或 } \mathbf{u}_k\cdot\mathbf{u}_l=0. \qquad (9)$$

把第一式写成通常的矢量形式就是第二

式．既然各矢量$\mathbf{u}$都不等于零，所以，一个对称矩阵的属于不同本征值的本征矢量就互相正交．适当选择标度又可把u_i归一化到单位长度，所以式（10）成立：

$$\sum_i u_{ij}u_{il} = \mathbf{u}_j \cdot \mathbf{u}_l = \delta_{jl}, \qquad (10)$$

式中δ_{jl}是克朗尼克(Kronecker)δ记号．

因为$\mathbf{u}_1, \mathbf{u}_2, \mathbf{u}_3$是三维空间中的三个正交矢量，它们张成空间，任何其他矢量$\mathbf{a}$都能以它们为基写成下式：

$$\mathbf{a} = \sum_k a_k \mathbf{u}_k \quad 及 a_k = \mathbf{a} \cdot \mathbf{u}_k. \qquad (11)$$

这样还可得到式（12）：

$$\mathbf{a} = \sum_h (\mathbf{a} \cdot \mathbf{u}_k)\mathbf{u}_k. \qquad (12)$$

若以分量的形式写出来就是式（13）：

$$a_i = \sum_j a_j \sum_k u_{jk} u_{ik}. \qquad (13)$$

既然a_i是任意的，下式成立：

$$\sum_k u_{ik} u_{jk} = \delta_{ij}. \qquad (14)$$

虽然式（10）和（14）看起来很相似，但内容却完全不同，因为第一个指标是作为轴的标记，而第二个则标志着本征值．于是式（14）指对应于不同本征值的乘积的求和，称为完备关系．上述的议论对n维空间当然也有效，但推广到n为无穷大或n作连续变化的情况时就比较复杂了．

下面就是这些考虑的许多实际应用中的一个例子．在决定刚体在任何力（或没有力）的作用下的运动时，最好的办法是用固定在刚体上的一组轴来描述这运动．刚体的惯性是由叫做惯性张量的一个张量I_{ij}所表征的，它通常有对称的形式，如式（15）所示：

$$\mathbf{I} = \begin{bmatrix} I_{11} & I_{12} & I_{13} \\ I_{12} & I_{22} & I_{23} \\ I_{13} & I_{23} & I_{33} \end{bmatrix}. \qquad (15)$$

倘若所有非对角项都为零，而且只有I_{11}, I_{22}, I_{33}保留下来，则解那些运动方程式就容易得多．适当地转动刚体中的轴总可以达到这个目的，其方法如下：对于矩阵$\mathbf{I}_{ij}$解本征值问题，也即解方程（1）．把u_{ij}看成是一个矩阵，而且引入一个新的如此选定的基来代替原来的基，这就是使任何矢量x_i此刻都有各分量y_i，即定义x_j如式（16）：

$$x_j = \sum_i u_{ji} y_i. \qquad (16)$$

考虑二次型$F = \sum_{ij} I_{ij} x_i x_j$，这在新的基中变成了式（17）：

$$\begin{aligned} F &= \sum_{ijkl} I_{ij} u_{ik} u_{jl} y_k y_l \\ &= \sum_{ikl} u_{ik} \lambda_l u_{il} y_k y_l \text{［由式（1）得出］} \\ &= \sum_{kl} \delta_{ik} \lambda_l y_k y_l \\ &= \sum_l \lambda_l y_l^2. \text{［由式(10)得出］} \end{aligned} \qquad (17)$$

于是，在新的坐标系中普通的张量I_{ij}被一个其非零元素是三个本征值λ_i的对角张量所代替．这个例子说明矩阵的本征值和本征矢量的直接效用．

微分方程式 另一种本征值问题的产生是与某些微分方程联系着的．最简单的情形是一根振动着的均匀的弦，两端固定，端点位于$x=0$和$x=L$处．关于位移$y(x, t)$的方程为式（18）：

$$T\frac{\partial^2 y(x,t)}{\partial x^2} - \rho\frac{\partial^2 y(x,t)}{\partial t^2} = 0, \qquad (18)$$

式中T是张力，而ρ是单位长度的质量．周期运动取$y(x,t) = y(x)\cos\omega(t-t_0)$，因而方程（19）成立：

$$\frac{\partial^2 y^{(x)}}{\partial x^2} + \frac{\rho}{T}\omega^2 y(x) = 0, \qquad (19)$$

式中$\rho\omega^2/T$就是本征值，而非平凡解即是那些符合$y(0) = y(L) = 0$但$y(x) \neq 0$的解．显然，它们就是式（20）所给定的这种形式：