

Physics

大学物理教程 (第二版) ——实物与场

刘银春
曾曦萍 编

Physics

大学物理教程 (第二版)

——实物与场

DAXUE WULI JIAOCHENG (DI-ER BAN) —— SHIWU YU CHANG

刘银春
曾曦萍 编

常州大学图书馆
藏书章



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

内容简介

《大学物理教程(第二版)》由实物与场、波与粒子两部分组成,两部分单独成册。本书以实物与场为主线分两篇展开,第一篇是实物运动,内容有时空与质点运动、守恒定律与时空对称性、相对论基础;第二篇是场,内容包括流场及其规律、静电场、电路基本定律、电磁相互作用、电磁感应与电磁场。每章之后有本章提要 and 习题。习题分A、B、C、D四部分,A、B两部分属难度不同的两部分,书后附有参考答案,C部分为多项选择题,D部分为英文题。

本书可作为高等学校理工科各专业“大学物理”课程教材,也可作为其他专业相关课程师生的教学或自学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

大学物理教程:第2版.实物与场 / 刘银春,曾曦
萍编. —北京:高等教育出版社,2012.2

ISBN 978 - 7 - 04 - 034147 - 8

I. ①大… II. ①刘…②曾… III. ①物理学 - 高等学校 - 教材 IV. ①O4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 279844 号

策划编辑 郭亚嫒

责任编辑 郭亚嫒

封面设计 赵阳

版式设计 余杨

插图绘制 尹莉

责任校对 杨凤玲

责任印制 韩刚

出版发行 高等教育出版社

咨询电话 400 - 810 - 0598

社址 北京市西城区德外大街4号

网址 <http://www.hep.edu.cn>

邮政编码 100120

<http://www.hep.com.cn>

印刷 高等教育出版社印刷厂

网上订购 <http://www.landaco.com>

开本 787mm × 960mm 1/16

<http://www.landaco.com.cn>

印张 22.25

版次 2012年2月第1版

字数 400千字

印次 2012年2月第1次印刷

购书热线 010 - 58581118

定价 30.30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 34147 - 00

前 言

自 1999 年以来我国高等教育飞速发展,高等教育由精英教育向大众教育转变。2010 年《国家中长期教育改革和发展规划纲要》(2010—2020 年)(以下简称《纲要》)颁布实施。《纲要》指出“提高质量是高等教育发展的核心任务,是建设高等教育强国的基本要求”,全面提高高等教育质量是《纲要》对高等学校提出的基本要求,教材建设是提高人才培养质量的基础性工作。

大学物理课程现代化的问题是 20 世纪 80 年代中后期至 90 年代初期讨论比较多的问题。著名的物理学家和教育家赵凯华先生指出:“普通物理课程现代化是时代的要求……如何处理好经典物理内容的现代化问题,是一个需要不断解决的经常性课题。一种方案是按现代的观点重组的全新体系,把经典物理和近代物理共同纳入统一的理论框架中”,这里讲的普通物理就是现在讲的大学物理。我们从 20 世纪末就开始尝试这种方案,并编写了相应的教材。本书是在原教材的基础上,历经多次修改而成。这次修订主要是依据教育部高等学校物理学与天文学教学指导委员会编制的《理工科类大学物理课程教学基本要求》(2010 年版)(以下简称《基本要求》)进行的,内容涵盖了《基本要求》A 类 74 条知识点的全部内容和 B 类 51 条知识点中的 29 条。本次修订保持了原教材的结构和特点,既保持了体系新、内容新、习题新的特点。

1. 体系新

本书是以时空、对称性概念为起点,以物质与运动为核心,构筑以实物与场、波与粒子为结构特征的概念体系,将相对论和量子力学的概念贯穿于物理概念的现代化之中,整部教材充满了现代气息,不仅反映在相对论和量子力学的内容提前、分量加重、在教学中予以保证,而且将其贯穿于物理概念的深化和内容的改革之中,建立了一种新的体系。

全书由实物与场、波与粒子两个部分组成,构筑了一个完整的物理学理论体系,既可适应理工科各专业大学物理学理论教学(130 学时左右)的需要,也可适应农林有关专业大学物理学理论教学(80 学时左右)的要求。因为在编写过程中注意到不同专业的特点,通过删减某些内容可以满足不同专业的要求,但并不影响物理学体系的连贯性。对于农林院校有关专业,选择电路基本定律、几何光

学基础、辐射度学和光度学基础、流场及其规律等内容,而删减相对论、量子力学以及部分难度较大的电磁学、光学等内容,同样可以自成体系。这种安排适应了当前本科高校大学物理分层次教学的要求。

2. 内容新

物理学是一切自然科学的基础。随着科学技术的迅速发展,物理学不断地揭示出许多新的现象和规律。可以说,物理学是一门充满活力、蓬勃发展的学科,是新技术发展的不竭源泉。大学物理教材的现代化,就是要充分反映出这个时代的特征,适应时代的要求,更准确地把握物理学的基本概念,尽可能反映物理学发展的新成果。

大学物理教材的现代化还应反映在内容上。20 世纪后半叶,物理学有许多重大发现。诺贝尔物理学奖的获奖项目代表了物理学的发展方向。在本书的编写过程中,尽可能多地将一些诺贝尔物理学奖的获奖项目的内容以及反映现代物理学发展的新内容吸收到教材之中,按大学物理的水平来讲授。

本书选择了一些反映时代特征的内容,特别是注意将 20 世纪后半叶的一些诺贝尔物理学奖的获奖项目的内容(如激光冷却与原子捕获技术、量子霍耳效应、分数量子霍耳效应、隧道效应和约瑟夫森效应、高温超导电性,巨磁阻效应……)以及反映现代物理发展的新内容(如玻色-爱因斯坦凝聚、多光子光电效应、X 射线激光、物质与反物质、核磁共振技术及其应用……)吸收到教材之中,体现物理学内容与时俱进。

3. 习题新

为了便于学生学习,本书在每章之后有本章提要 and 习题,习题分 A、B、C、D 四个部分。A 部分的习题较浅,适合于 80 学时的农林各专业选用。B 部分的习题有一定的难度,供 130 学时左右的专业选用。C 部分是不定项选择题,该部分内容是在教学实践中,根据学生的学习过程中容易混淆的概念等情况,经过总结分析编制而成,目的在于帮助学生加深对物理概念的理解。D 部分为英文题,该部分习题改编自国外原版英文教材,它是针对部分英文基础较好的学生希望用英文进行训练而设置的,它不仅有利于提高学生的英文水平,阅读英文科技文献,也能够提高学习物理的兴趣和积极性。A、B 两部分附有习题参考答案。

书中的物理学名词以 1996 年全国自然科学名词审定委员会(现更名为全国科学技术名词审定委员会)公布的《物理学名词》和 2011 年 10 月以前在《物理》杂志上公布的物理学名词修订内容为准。个别名词如流场也是以全国科学技术名词审定委员会公布的名词为准。

在本次修订的过程中,曾曦萍编写了第 4 章、13 章、16 章,陈美香编写了第 11 章的第 8 节和第 14 章的第 6 节。曾曦萍、张洪两位老师编写了电子教案。

曾曦萍、张洪、陈美香、冯利 4 位老师编写了与本书配套的《习题指导书》。

本书的修订得到了福建农林大学物理与电子科学系全体同仁的大力支持,特别是大学物理教学团队中的林仁荣、王苏潭、吴义炳、阮凯斌、林坚、谢知、许雪娥、范宝殿、谢鸿、方春玉等老师提出了许多宝贵的意见;尤华明老师绘制了部分插图;魏芬、何志敏、刘佳、吴金华、吴运铨参加了本书部分插图的修改和文字的校对工作,在此表示深深的感谢。

福建农林大学校领导和教务处、教材科的领导对本书的编写和出版给予极大的关心和支持;使用本教材的大学物理课程被评为省级精品课程;机电工程学院、交通学院、材料工程学院、计算机与信息学院、生命科学学院、林学院、动物科学学院、食品科学学院、植物与保护学院、资源与环境学院、蜂学学院、海外学院、金山学院、东方学院、福建师范大学物光学院以及福建师范大学福清分校的部分教师和学生等,以及有关专业的数万名学生在本书的修订过程中给予了积极的配合,许多同学还提出了一些宝贵的建议。在此向他们表示衷心的感谢!

本书的编写吸收了近年来国内学者关于大学物理现代化研究的部分成果,这些成果主要来源于书中所列的参考文献,在此向他们表示诚挚的感谢!

封底上“细推物理须行乐,何用浮名绊此身”(英译:To probe Wu Li with care and reason, One must feel happy and free one's body of concern for credit.)的诗句出自杜甫公元 758 年写的《曲江二首》。李政道先生特别推崇这一诗句,认为很难找出其他更恰当的字眼,能把科学研究的真正精神表达到如此意境。本书再次引用就是希望以此与年轻的学子共勉。

由于水平有限,错误和不妥之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

2011 年 10 月

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

绪论	1
0.1 物理学的含义	1
0.2 物质及其相互作用	2
0.2.1 基本相互作用	2
0.2.2 宇宙大爆炸理论	3
0.2.3 物质的态	4
0.3 物理学与技术革命	5
0.4 物理学的发展趋势与展望	6

第一篇 实物运动

第1章 时空与质点运动	9
1.1 物质 运动 时间 空间	9
1.1.1 物质与运动	9
1.1.2 时间与空间	10
1.2 质点运动的描述	12
1.2.1 质点的机械运动	12
1.2.2 位移矢量	15
1.3 质点运动变化的描述	18
1.3.1 加速度矢量	18
1.3.2 圆周运动的角量描述	23
1.3.3 角量与线量的关系	25
本章要点	28
习题	29
第2章 守恒定律与时空对称性	33
2.1 动量守恒定律	33
2.1.1 质量 质点 质心	33
2.1.2 动量、动量守恒定律	37

2.1.3	实物相互作用的基本规律	38
2.1.4	动量守恒定律的应用	42
2.1.5	冲量、动量定理	46
2.2	角动量守恒定律	48
2.2.1	角动量	48
2.2.2	刚体转动惯量的计算	50
2.2.3	力矩	55
2.2.4	角动量定理	55
2.2.5	冲量矩定理	57
2.2.6	角动量守恒定律	57
2.3	能量守恒定律	59
2.3.1	能量守恒定律	59
2.3.2	功	60
2.3.3	势能	64
2.3.4	动能定理、功能原理	65
2.3.5	刚体转动的动能定理	68
2.4	对称性与守恒定律	71
2.4.1	对称性	71
2.4.2	时空对称性	71
2.4.3	对称性的分类	73
2.4.4	宇称	73
2.4.5	守恒定律	73
2.4.6	诺特定理	74
2.4.7	时空对称性与三大守恒定律	75
	本章要点	78
	习题	80
第3章	相对论基础	88
3.1	伽利略相对性原理 经典力学的时空观	88
3.1.1	伽利略相对性原理	88
3.1.2	伽利略变换	89
3.1.3	经典力学的时空观	91
3.2	狭义相对论基本原理 洛伦兹变换	93
3.2.1	狭义相对论基本原理	93
3.2.2	洛伦兹坐标变换式	95

3.2.3 相对论速度变换公式	97
3.3 狭义相对论时空观	100
3.3.1 “同时”的相对性	100
3.3.2 时间延缓(或动钟变慢)	101
3.3.3 长度收缩	101
3.4 狭义相对论动力学基础	104
3.4.1 相对论质量	104
3.4.2 质量和能量的关系	107
3.4.3 动量和能量的关系	109
3.5 广义相对论简介	110
3.5.1 非惯性系与惯性力	110
3.5.2 等效原理	114
*3.6 物质与反物质	117
3.6.1 正、反粒子	117
3.6.2 物质与反物质	118
本章要点	120
习题	122

第二篇 场

第4章 流场及其规律	126
4.1 液体及其静力学基础	127
4.1.1 静止流体内的压强	127
4.1.2 液体的表面现象	129
4.2 理想流体与连续性方程	137
4.2.1 理想流体	137
4.2.2 定常流动、流线和流管	137
4.2.3 连续性方程	139
4.3 伯努利方程及其应用	140
4.3.1 伯努利方程	140
4.3.2 伯努利方程的应用	142
4.4 实际液体的运动规律	144
4.4.1 黏性定律	144
4.4.2 泊肃叶公式	145
4.4.3 斯托克斯公式	147

4.4.4 流体的湍流和雷诺数	147
本章要点	149
习题	150
第5章 静电场	155
5.1 电相互作用	155
5.1.1 两种电荷、电相互作用规律	155
5.1.2 电荷守恒定律	156
5.1.3 电荷量的相对论不变性	156
5.1.4 电荷量子化	157
5.1.5 库仑定律、静电力的叠加原理	157
5.2 电场和电场强度	160
5.2.1 电场	160
5.2.2 电场强度	160
5.2.3 场强的叠加原理	161
5.2.4 场强的计算	162
5.3 高斯定理及其应用	167
5.3.1 电场线	167
5.3.2 电场强度通量	167
5.3.3 静电场的高斯定理	169
5.3.4 高斯定理的应用	172
5.4 静电场的环路定理 电势	176
5.4.1 静电场的环路定理	176
5.4.2 电势	177
5.4.3 电势的计算	179
5.5 等势面 电场强度与电势梯度的关系	181
5.5.1 等势面	181
5.5.2 电场强度与电势梯度的关系	182
5.6 电介质中的静电场 电位移矢量	185
5.6.1 电介质及其极化	185
5.6.2 电极化强度	187
5.6.3 电介质中的静电场	187
5.6.4 有电介质时的高斯定理 电位移	188
5.7 电容 电场的能量	189
5.7.1 导体的静电平衡	189

5.7.2 电容	189
5.7.3 电容器电容的计算	191
5.7.4 电场的能量	192
本章要点	195
习题	197
第6章 电路基本定律	204
6.1 欧姆定律	204
6.1.1 恒定电流	204
6.1.2 电流密度	204
6.1.3 电动势	206
6.1.4 一段含源电路的欧姆定律	207
6.1.5 欧姆定律的微分形式	208
6.2 基尔霍夫定律及其应用	209
6.2.1 基尔霍夫电流定律	209
6.2.2 基尔霍夫电压定律	210
6.2.3 基尔霍夫定律应用实例	210
本章要点	213
习题	214
第7章 电磁相互作用	218
7.1 基本磁现象	218
7.1.1 人类对磁现象的认识和应用	218
7.1.2 电流磁效应	219
7.2 磁场和磁感强度	219
7.2.1 磁场	219
7.2.2 磁感强度	220
7.2.3 带电粒子在磁场中的运动	221
7.2.4 霍耳效应	223
*7.3 运动电荷激发的电磁场	225
7.3.1 电磁场的相对论性变换	225
7.3.2 相对论条件下运动电荷的电磁场	228
7.4 电流磁场	232
7.4.1 毕奥-萨伐尔定律	232
7.4.2 毕奥-萨伐尔定律的应用	233
7.5 磁场的高斯定理	238

7.5.1 磁感线	238
7.5.2 磁通量	239
7.5.3 磁场中的高斯定理	240
7.6 安培环路定理及其应用	241
7.6.1 安培环路定理	241
7.6.2 安培环路定理的应用	243
7.7 磁场对电流的作用	246
7.7.1 安培定律	246
7.7.2 磁场对载流线圈的作用	248
7.7.3 安培力的功	249
7.8 磁介质中的高斯定理和安培环路定理	251
7.8.1 磁介质及其磁化机理	251
7.8.2 有磁介质时的高斯定理	255
7.8.3 有磁介质时的安培环路定理	255
7.8.4 铁磁质的磁化规律及磁化机制	256
*7.9 生物电磁学简介	260
7.9.1 静电生物效应	260
7.9.2 生物磁场	261
7.9.3 磁生物效应	262
7.9.4 电磁生物效应	263
本章要点	264
习题	265
第8章 电磁感应与电磁场	273
8.1 电磁感应定律	273
8.1.1 电磁感应现象	273
8.1.2 法拉第电磁感应定律	274
8.2 动生电动势与感生电动势	276
8.2.1 动生电动势	276
8.2.2 感生电动势 有旋电场	278
8.2.3 感生电场的应用	281
8.3 自感互感	283
8.3.1 自感	283
8.3.2 互感	285
8.4 磁场的能量	288

8.4.1 自感磁能	288
8.4.2 互感磁能	289
8.4.3 磁场的能量	289
8.5 麦克斯韦电磁场理论	292
8.5.1 两个基本假设和基本方程	292
8.5.2 麦克斯韦方程组	295
8.6 超导	298
8.6.1 超导体的基本性质之一:零电阻效应	299
8.6.2 超导体的基本性质之二:迈斯纳效应	301
8.6.3 两类超导体和磁通量子化	303
8.6.4 约瑟夫森效应	304
8.6.5 超导理论简介	306
8.6.6 高温超导	307
8.6.7 超导的应用	308
8.7 磁电子学简介	310
8.7.1 磁电阻效应	310
8.7.2 巨磁电阻效应	310
8.7.3 巨磁阻抗效应	312
本章要点	314
习题	315
 习题参考答案	 322
附录1 矢量及其运算	330
附录2 常用物理量数值表	336
参考文献	337

绪 论

0.1 物理学的含义

世界是由物质构成的,物质世界处在永恒的运动、变化和发展中。

物理学是一门以实验为基础的,研究宇宙间一切物质的基本结构与性质,基本运动形式与规律,以及它们间的相互作用与转化的基本规律,以揭示物质的不同层次的内部结构的学科。从空间尺度看,人类的研究是从人类本身相同的数量级开始的,然后向两端发展,向宏观方向发展即是天体物理学,向微观方向发展形成高能或粒子物理学,前者在最大的尺度上探寻宇宙的演化与起源,后者在最小的尺度上探寻物质的更深层次的结构,这样,物理学研究的领域从质子的半径(10^{-15} m)到目前已观测到的宇宙深处(10^{26} m),空间跨度 41 个数量级;在时间尺度上,从微观粒子的平均寿命 10^{-24} s 到宇宙的年龄 10^{18} s(约 2×10^{10} a),时间跨度 42 个数量级。物理理论指出,空间长度和时间间隔都有下限,它们分别是普朗克长度 10^{-35} m 和普朗克时间 10^{-43} s,当小于普朗克时空间隔时,现有的时空概念就可能不再适用了。考虑到普朗克时空间隔,那么时间和空间的跨度均为 61 个数量级。就是这样两个极端的研究竟奇妙地衔接起来,形成了一门粒子天体物理学。在如此广阔的时空上,创立起来的物理学的基本原理和定律具有普遍意义。因此物理学成为一切自然科学的基础。

物理学的起源可追溯到 2 600 多年前的古希腊自然哲学(古希腊人把所有对自然界的观察和思考笼统地包含在一门学科里,称为自然哲学),而现代意义上的物理学则是从 1687 年牛顿在伽利略和开普勒工作的基础上,发表了《自然哲学的数学原理》才开始的。从 18 世纪到 19 世纪,卡诺、焦耳、开尔文、克劳修斯、麦克斯韦、玻耳兹曼建立了宏观的热力学理论;克劳修斯、麦克斯韦、玻耳兹曼等建立了气体动理论;库仑、奥斯特、法拉第、麦克斯韦等建立了电磁学理论(尽管过去光学与电磁学是独立发展的,但后来发现光是电磁波,故用电磁理论来阐明光学原理)。人们把 19 世纪以前完成的力学、热学、电磁学等理论称为经典物理学理论。正当经典物理学获得巨大成功之际,一系列与经典物理的预言极不相容的实验事实相继出现,这些实验可归结为两个谜:一是无绝对惯性系(迈克耳孙-莫雷实验的零结果),二是波粒二象性(黑体辐射实验、光电效应实验等),这两个谜的前者导致了爱因斯坦相对论的创立,后者导致了量子论和量

子力学的创立。相对论和量子力学是 20 世纪物理学理论的两大支柱,是现代物理学的理论基础。从物理学中不断分化出来的新分支(如原子物理、核物理、粒子物理、原子分子物理、凝聚态物理、激光物理、电子物理、等离子体物理),以及许多交叉学科(如天体物理、地球物理、化学物理、生物物理)等学科的创立都与 19 世纪末两个谜的破解有密切的关系;现代科学技术无不与这两大理论的建立有关,如以原子能、激光、半导体和计算机技术为标志的第三次技术革命,就是以相对论和量子力学两大理论为基础而发展起来的。

0.2 物质及其相互作用

自然界的物质千差万别、丰富多彩,这些物质到底是由什么构成的,它们之间是通过什么方式得以结合组成这个浩瀚无穷的世界?这是物理学研究的基本问题之一。这就涉及基本相互作用和宇宙的起源与演化问题。

0.2.1 基本相互作用

20 世纪物理学对物质空间尺度的思维逻辑是:大物质由小物质组成,小物质由更小的物质组成,找到最基本的粒子就可以知道最大物质的结构。那么在各层次上的物质如何构成,或者说小的物质是通过什么组合成大物质的呢?我们把物质间的相互作用称为力。到目前为止,我们认识了自然界中的基本相互作用有 4 种,它们分别是:引力相互作用(gravitational interaction)、电磁相互作用(electromagnetic interaction)、弱相互作用(weak interaction)、强相互作用(strong interaction),如表 0-1 所示。

表 0-1 4 种相互作用

类型	媒介粒子	强度	作用距离
强相互作用	胶子	1	短($\sim 10^{-15}$ m)
电磁相互作用	光子	10^{-2}	长
弱相互作用	中间玻色子	$10^{-13} \sim 10^{-19}$	短($\sim 10^{-18}$ m)
引力相互作用	引力子	$10^{-38} \sim 10^{-39}$	长

引力相互作用和电磁相互作用都是长程相互作用,最早被人们所认识;而弱相互作用和强相互作用是短程相互作用,基本上是在原子核的尺度上表现出来。

4 种基本相互作用在强度上的差异也很大,如果以强相互作用的强度为 1 的话,那么电磁相互作用为 10^{-2} ,弱相互作用为 $10^{-13} \sim 10^{-19}$,引力相互作用最

弱,为 $10^{-38} \sim 10^{-39}$ 。

物理学家一直企图将 4 种相互作用统一起来。爱因斯坦后半生花了大量的时间,试图将电磁相互作用与引力相互作用统一起来,但没有取得实质性的成果。在微观世观里,能够正确描述粒子相互作用的理论是量子场论,该理论给出的基本物理图像是:每种粒子对应一种场,对应于各种不同粒子的场互相重叠地充满整个空间;所有的场都处于基态时为物理真空;场的激发态表现为出现相应的粒子,互为复共轭的两种激发状态表现为粒子和反粒子互换的两种物理状态;粒子间的相互作用来自场之间的相互作用。

量子场论的观点:基本相互作用是通过相互作用着的粒子之间交换某种粒子来传递的。杨振宁认为相互作用的形式应满足局域规范不变性,传递相互作用的粒子统称为规范玻色子(gauge boson),例如,光子(photon)是传递电磁相互作用的介质粒子,1983 年发现的 W^+ 、 W^- 和 Z^0 中间玻色子(intermediate boson)是传递弱相互作用的介质粒子。

1967 年,温伯格(S. Weinberg, 1933—)和萨拉姆(A. Salam, 1926—1996),在格拉肖(S. L. Glashow, 1932—)理论的基础上,先后提出了电磁相互作用和弱相互作用统一的规范理论,并被随后的一系列实验所证实(故可把基本相互作用归为 3 种,即:引力相互作用、电弱相互作用、强相互作用)。电弱相互作用的统一,说明电磁相互作用和弱相互作用是一种相互作用(即电弱相互作用)的两种表现形式,这一成果为各种相互作用统一理论迈出了成功的第一步。随后有人希望把强相互作用与电弱相互作用统一起来,称为大统一理论。而将 4 种相互作用统一起来的理论,称为超大统一理论。

0.2.2 宇宙大爆炸理论

目前流行的宇宙大爆炸理论可用图 0-1 来表示。这一理论是这样来描述宇宙的起源与演化的:宇宙是起源于一次宇宙大爆炸,此后的 10^{-43} s 到 10^{-6} s 之间宇宙内充满夸克、轻子物质(夸克是组成质子、中子的更深层次物质;轻子则是不参与强相互作用的一类粒子,如电子、 μ 子等),跟着时间轴向右走,紧接着演化形成强子[参与强相互作用的一类粒子,包括重子,如质子、中子、介子(如 π 、 Λ 等)],然后形成核、原子、直至当今的现状。从温度轴我们可以看出,大爆炸时的温度非常之高,例如在 10^{-10} s 时温度达到 10^{15} K,随着时间的推移,温度不断地下降,直到当今测到的微波背景所对应的温度为 2.7 K,它是宇宙大爆炸理论的一个很好的证明,使这一理论有了一个强有力的实验基础。

根据宇宙大爆炸理论,大爆炸的瞬间是能量最高的瞬间。由图 0-1 可知其能量大约 10^{19} GeV。从理论上估计,大约在大爆炸后 10^{-43} s 时出现普朗克尺度