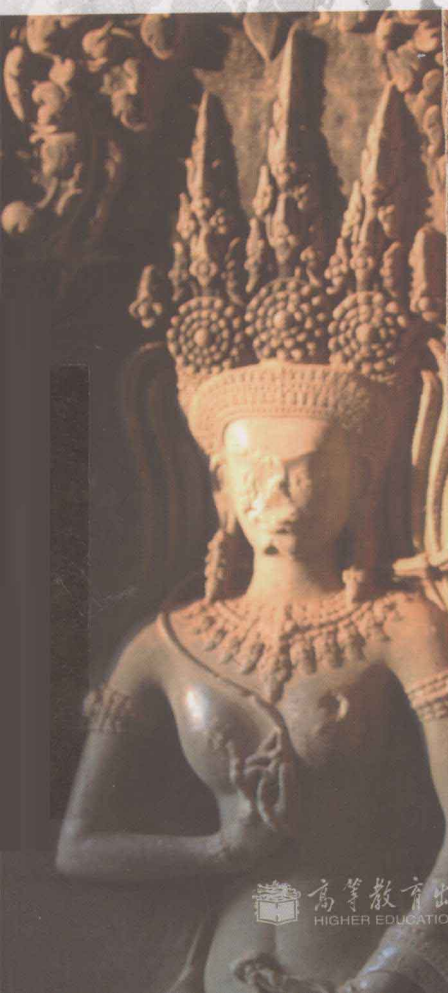


施大宁

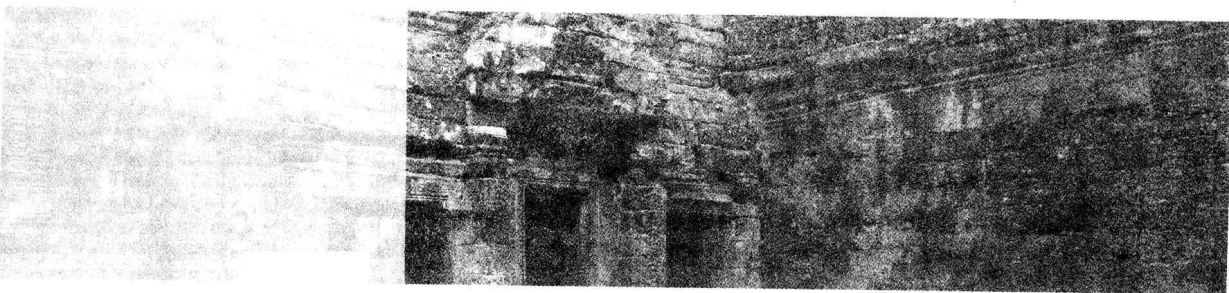
Physics

文化物理



Physics

文化物理



内容提要

本书是为文科类专业学生编写的物理教材。它不靠数学公式,而是以优美的语言,借助生动的图片,包括一系列画作和史料照片,引用精妙的诗歌和发人深省的科学故事,在科学文化的视野下,介绍物理学的知识、历史和蕴含其中的深刻思想内涵,对于培养学生的全面素质有很大帮助,并且可读性很强。全书共五章,分别为:造化无限 妙理堪寻、力热电光 经典华章、环宇探微 现代辉煌、物理科技 相得益彰、科艺交融 智慧同光。

本书可作为高等院校非理工农医类专业学生的物理教材,也可以供其他专业有兴趣的师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

文化物理 / 施大宁编著. —北京: 高等教育出版社, 2011. 7

ISBN 978 - 7 - 04 - 031670 - 4

I. ①文… II. ①施… 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 083673 号

策划编辑 陶 铮

责任编辑 陶 铮

封面设计 刘晓翔

版式设计 范晓红

插图绘制 郝 林

责任校对 刘春萍

责任印制 朱学忠

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 山东省沂南县汇丰印刷有限公司

开 本 787 × 960 1/16

印 张 18.5

字 数 340 000

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 2011 年 7 月第 1 版

印 次 2011 年 7 月第 1 次印刷

定 价 25.40 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 31670 - 00

序

曾经有一位学生问我,文科类学生学习物理课程有什么用处?我这样对他说,试想一下你生活在一栋设计完美、功能齐全、装修豪华的别墅里,但懵里懵懂地过了一辈子,从不曾想了解房子的历史、设计的特点和功能,甚至也没有在晨曦中或夕阳里欣赏一下自己的家园,那么你能称得上是这房子的主人吗?同样的道理,作为最高智慧的生灵,我们生活在这个浩瀚无垠、结构壮观的宇宙中,在自己的时间中耗费了自己的几十年。假如当生命即将结束的时候,对这个世界一无所知,不知道她从何而来?如何设计?从没想到时空的意义和光的奥秘等等貌似简单、实则深奥的问题,那么一生即使风光无限,但仍旧是混混沌沌、遗憾无穷!所以,花点时间,以我们人类的方式了解一下宇宙,欣赏一下自然,是一个人——至少是一个文化人——值得做的一件事情。歌德说:“如果你想与这个世界结合,没有比科学更可靠的途径。”

物理学是最基础的关于自然的学问,因此是最具有诗意的。看看你自己,几万亿个原子以一种特有的方式,聚集到一起创造了你。它们几十亿次的密切合作,赋予你生命的意义。物理学会告诉你,平均下来,整个宇宙中每一立方米内只有5个原子,而且不能多于这个数,否则这个宇宙就可能不存在了。了解到这一点,我们都应该对自然心怀感恩,因为我们自己和我们的生存环境都占有了太多的物质资源。当自己生命结束的时候,原子们悄然离去,但物理学又告诉你,宇宙间总的能量是守恒的,那曾是你的组成部分的原子,一定还存在于宇宙中。“我”和“你”,还有“他”和“她”都是永垂不朽的,这又不免又使我们怀有一种敬畏之心。再看看我们周围的世界,天公造化无限,天地大美不言。但是,这是人的自然,物理学家的感情激励他们去创造最简洁的理论、最完美的图像来表达自然的法则,伴随着人类智慧的闪光,诗意地生存。

这本书的立足点是培养青年学子对物质世界的情感,理性思维的态度,看待自然的方式和崇尚科学文明的价值取向。正如空灵、潇洒的物理学家费因曼曾经对他的学生说:“不是教你们如何应付考试,甚至不是让你们掌握这些知

识……我希望的是,你们能够像真正的物理学家们一样,欣赏到这个世界的美妙。物理学家们看待这个世界的方式,我相信,是这个现代化时代真正文化内涵的主要部分。也许,你们学会的不仅仅是如何欣赏这种文化,甚至也愿意参加到这个人类思想诞生以来最伟大的探索中来。”

全书内容共五章,教学时为 32~48 学时。配有全部教学内容的电子教案和每节独立的课后练习(电子版,可供使用本书授课的教师参考)。全书编写中有几点值得说明:首先是教学内容组织上,不完全遵循系统化的教学模式,即不注重知识的系统化和按部就班的前后关系。其次,每节中的“阅读与思考”等栏目独立成文,不影响全书内容体系,供不同学时的课程斟酌使用,也可作为学生课后阅读之用。第三,考虑文科类学生的实际情况,基本不用数学公式,而是以文字和图片来阐述物理概念或原理,所以在科学上可能有不严谨之处,如果不赞同,敬请指正。

感谢各位前辈学者的鼓励和厚爱;感谢各位同仁、朋友和修课学生对教学工作的支持;感谢陶铮编辑为本书的出版所付出的辛勤劳动。

谨以此书献给我的父亲!

施大宁

2011 年 2 月

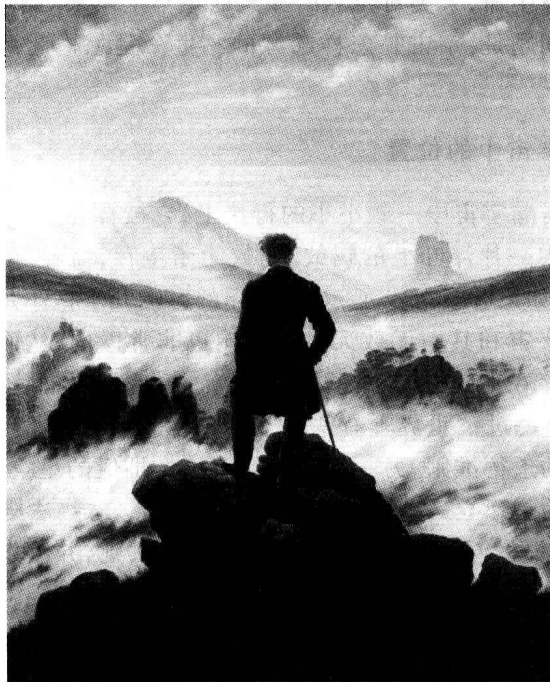
目录

第 1 章 造化无限 妙理堪寻	1
§ 1.1 物理学的意义	2
§ 1.2 时空与万物	14
§ 1.3 自然的描述	28
第 2 章 力热电光 经典华章	41
§ 2.1 天地运动	42
§ 2.2 力学图景	57
§ 2.3 冷热现象	72
§ 2.4 电磁理论	88
§ 2.5 光的意义	103
第 3 章 环宇探微 现代辉煌	121
§ 3.1 狭义相对论	122
§ 3.2 广义相对论	139
§ 3.3 量子原理篇	154
§ 3.4 混沌与分形	173
第 4 章 物理科技 相得益彰	191
§ 4.1 核物理与核技术	192
§ 4.2 激光与光谱分析	209
§ 4.3 材料科学与技术	227

第 5 章 科艺交融 智慧同光	245
§ 5.1 经典物理与古典美术	246
§ 5.2 科学发展与艺术革命	259
§ 5.3 相对时空与现代艺术	273
参考文献	289

第1章

造化无限 妙理堪寻



《雾海上的漫游者》(弗里德里希,1818)①

我想知道这是为什么。我想知道这是为什么。
我想知道为什么我想知道这是为什么。
我想知道究竟为什么我非要知道
我为什么想知道这是为什么！

——费因曼②

① 这是德国画家弗里德里希(D. Friedrich, 1774—1840)的一幅饱含哲理的作品。自然犹如大海,我们都是大自然中的漫游者。

② 费因曼(R. P. Feynman, 1918—1988)是20世纪最空灵、潇洒的物理学家。他一生都在“玩”物理,同时还是一位打击乐的表演艺术家、被誉为“众师之师”的杰出物理教育家、业余画家以及开保险柜能手等等。大学期间,他最讨厌的课程是哲学,在课程总结报告的结尾,胡乱写下这么几句话,受到哲学教授和物理学教授的共同称赞,成为经典。

§ 1.1 物理学的意义

作为一种智慧生命,人类对自然的探索欲望与生俱来.最基本、最有意义、最值得研究的科学问题是:宇宙是怎样起源的?生命是怎样起源的?人类的未来会怎样?

一、我们在宇宙中的位置

我们生活在浩瀚宇宙中一颗小小的行星上,它被称为地球.人类在地球上的存在就像太平洋中一片浮叶上的蚂蚁.蚂蚁为了生存,需要寻找食物,需要与外来的昆虫战斗.但如果叶子沉没了,对太平洋的影响几乎微不足道.同样,地球上发生的一切对于宇宙和其中无数天体的影响也非常微弱.然而,与蚂蚁不同,人类建立起了普遍存在的道德感并试图理解宇宙,这就是哲学和科学.康德(I. Kant, 1724—1804)说过:“世界上有两件东西能够深深地震撼人们的心灵,一件是我们心中崇高的道德准则,另一件是我们头顶上灿烂的星空.”

物理学的目的是建立一些普遍而又简单的法则,这些法则决定着自然的运动,同时又给我们提供看待自然的方式.得到这些法则,并以发明的方式表达出来,应用于自然,这正是物理学的范式.在某些情况下,人们建立的法则在后人看来是错误的.例如,从前人们相信太阳和行星围绕地球运动,直到16世纪,哥白尼(N. Copernicus, 1473—1543)在对行星的轨道分析之后指出,包括地球在内的行星都绕着太阳运动.当然,在广阔无垠的宇宙中,太阳沿银河系中的一条轨道运动,而且由于宇宙膨胀,所有的星系都处于运动当中.因此,运动是宇宙的本质存在,对宏观世界运动的观测和描述是物理学的开端.

在浩瀚的宇宙中,地球像是被巨浪颠簸着的一片小小的叶子.这个蔚蓝色的球体,周长大约为 4×10^4 km,对它的测量在古希腊时期就基本完成了.月亮是地球的卫星,两者相距大约为 3.8×10^5 km,光在两者之间穿行,来回大约各1 s.现代光学的发展令人称奇,因为目前的测量误差竟然不超过8 cm.太阳距地球 1.5×10^8 km,光从太阳到地球要走8分多钟.太阳、地球、月亮三者在空间上的关系,导致了許多奇妙的自然现象,比如月食和日食等等,如图1.1所示.

太阳是银河系中至少1 000亿(1后11个0)个恒星中的一员.银河系是由恒星和星系物质组成的巨大的盘状系统,又是构成宇宙的几千亿个星系中的一个,属旋涡星系类,核心周围是一个巨大的中央核球,并有旋臂缠绕,看上去像是一个庞大的车轮,如图1.2所示.银盘是银河系的主要组成部分,直径约10万光年,即以 3×10^5 km/s传播的一束光,跨越银河系需要走10万年.太阳位于一条

旋臂中,距银河系中心约为其半径的三分之二处,以 250 km/s 的速度在旋臂中穿行,大约 2.5 亿年转一圈. 其中,它平均 6 000 万年在旋臂中,8 000 万年在旋臂外. 恐龙是在旋臂外灭绝的,而人类在旋臂中诞生,这或许让我们对旋臂充满好感. 在地球上看见银河,表现为横跨星空的一条乳白色亮带,这是银河系主体在天空上的投影,中国古代称为银汉.

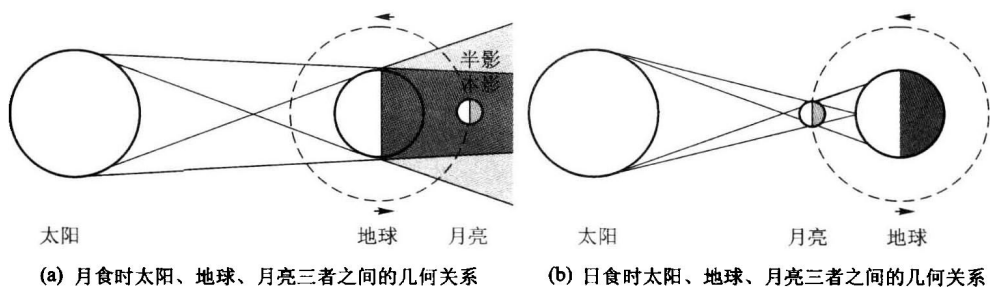


图 1.1

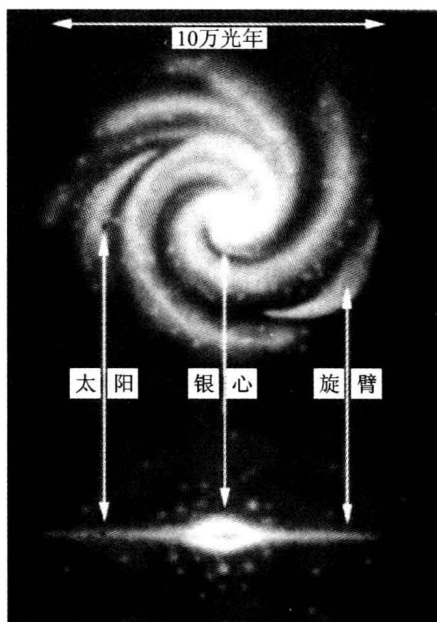


图 1.2 银河系的旋臂

【实验与思考】美国学者在全美物理学家中做了一次调查,请他们提名有史以来最出色的十大物理实验. 结果出乎意料,其中多数都是我们耳熟能详的经典

之作,而且几乎都是由一个人,或者最多有一两个助手协助完成的.实验中没有用到什么大型设备或计算工具,最多不过是把直尺或计时器而已.但这些出色的实验都紧紧“抓”住了物理学家眼中“最美丽”的科学之魂:用简单的仪器和设备,发现了最根本的科学准则.

其中希腊哲学家埃拉托色尼(Eratosthenes,公元前276—194)测量地球圆周的工作名列第七位.在公元前3世纪,希腊的著名城池是亚历山大城,距亚历山大城约800 km处有一个塞恩城.夏日正午,塞恩城的阳光可以直射井底,也就是说,塞恩城所有地面上的直立物在此时都没有影子.但是,此时,亚历山大城地面上的直立物却有一段很短的影子.埃拉托色尼认为,直立物的影子是由亚历山大城的阳光与直立物形成的夹角所造成.从地球是圆球和阳光直线传播这两个前提出发,从假想的地心向塞恩城和亚历山大城引两条直线,其中的夹角应等于亚历山大城的阳光与直立物形成的夹角,如图1.3所示.埃拉托色尼测出夹角约为 7° ,是地球圆周角(360°)的五十分之一.然后,徒步测量出两地之间的距离约800 km,便由此估算出地球的圆周长大约为40 000 km,这与实际地球周长(40 076 km)相差无几.他进一步还算出太阳与地球间距离为 1.47×10^8 km,和实际距离 1.49×10^8 km也惊人的相近.

实验测量决定一切,是物理学基本原则.

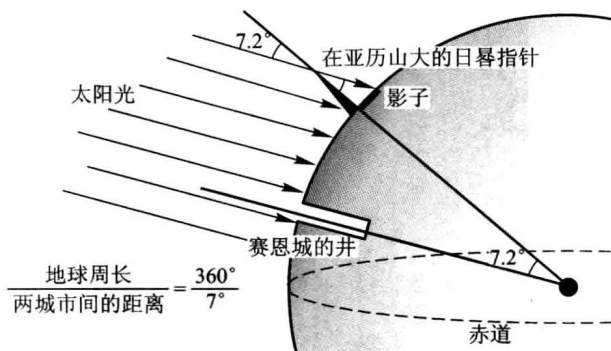


图1.3 希腊人测量地球周长示意图

星系并不是宇宙中最大的物质集团,还有更大的组织,银河系就同大约二十多个星系组合在一起,组成一个大星系团.在这个星系团中,银河系和仙女座星系是其中最大的两个星系,它们各有几千亿颗恒星,相距3 000万光年.在星系之外,似乎有无穷的星系,目前观测到最远的星系离我们有130多亿光年.

人类看到的宇宙是有限的,然而,现代宇宙学表明,即便不看到整个宇宙,也能判断宇宙究竟有多大,它是在运动还是静止的.人们依据的是多普勒(C.

Doppler, 1803—1853) 原理: 当发声的物体与观察者有相对运动时, 声音听起来与静止时有所不同. 高亢代表靠近, 低沉就是离远. 比如对于站台上人来说, 汽车进站时的汽笛声比出站时听起来显得音调更高, 如图 1.4 所示.



图 1.4 声波的多普勒效应

光也是一种波, 因此也有这个特征. 只不过光通过颜色来表现: 当一个天体向我们运动时, 光谱中的颜色向蓝色端移动, 简称蓝移; 而远离时, 颜色向红色端移动, 称之红移, 如图 1.5 所示.

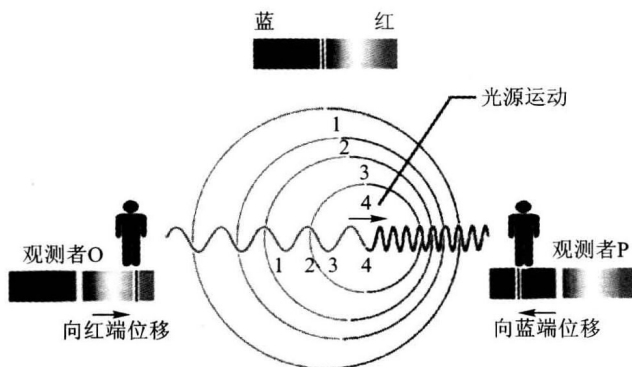


图 1.5 发光体向观察者运动, 测得光的波长变小, 谓之蓝移; 远离观察者, 测得光波长变大, 称之红移

哈勃 (P. Hubble, 1889—1953) 被誉为现代天文学之父, 他发现了所有星系 (相当于图 1.5 中的波源) 发出的光, 在地球上被接收到时, 都具有“红移”的特征. 这意味着所有星系都远离我们而去. 于是, 他宣布, 相互远离是宇宙的基本运动, 即宇宙不是静止的, 而是在不断膨胀. 宇宙在长大, 其实也意味着宇宙曾经很小, 具有一定的年龄和某种诞生的方式, 这就是物理学家伽莫夫 (G. Gamow, 1904—1968) 提出的宇宙“大爆炸”理论. 这个宇宙产生的图景是: 大约在 130 多亿年前, 没有空间、没有时间、更没有物质存在, 宇宙所有的一切——现在和曾经存在的每个粒子——全部浓缩在一个无限高温的“奇点”中. 一个偶然的机 (物理学上叫量子涨落), 这个能量奇点突然爆裂, 瞬间膨胀中, 能量演化出物质, 包括时间和空间, 如图 1.6 所示.

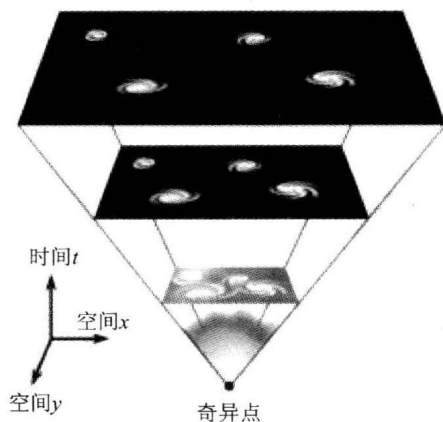


图 1.6 “大爆炸”理论图景

刹那间,我们的宇宙从无有了,其速度之快,范围之广,无法用言语来形容.奇点有了天地之大,有了无法想象的空间.在第1秒钟内产生了引力和支配这个宇宙的其他力.不到1分钟,宇宙的直径已经有了1 600 万亿(1后面13个0)公里,而且还在迅速扩大.这时候产生了大量的热量,温度高达1 000万摄氏度,引发了原子核反应,其结果是创造出最轻的三种元素(氢、氦、锂).3分钟后,物质世界产生了.一切都是在大约煎好一个荷包蛋的时间里完成.大约50亿年以后,太阳系诞生了,100亿年过后,地球诞生了.图1.7告知我们宇宙的演化历史.

大爆炸理论展现的宇宙图景超出了我们的想象.有一位生物学家说过:“宇宙不仅比我们想象的要古怪,而且比我们可能想象的还要古怪.”比如,你可能把“奇点”想象成是一个悬在漆黑无边的虚空中的孕点,这是很自然的,然而却是错误的.宇宙诞生之先,没有空间,没有黑暗,奇点四周没有四周.所以,没有空间供它去占有,没有所谓的“地方”供它去存在.无法问一声它存在多久了,因为时间并不存在,它也就没有从“过去”产生一说.再想想庄子所云:“万物生于有,有生于无”.那么

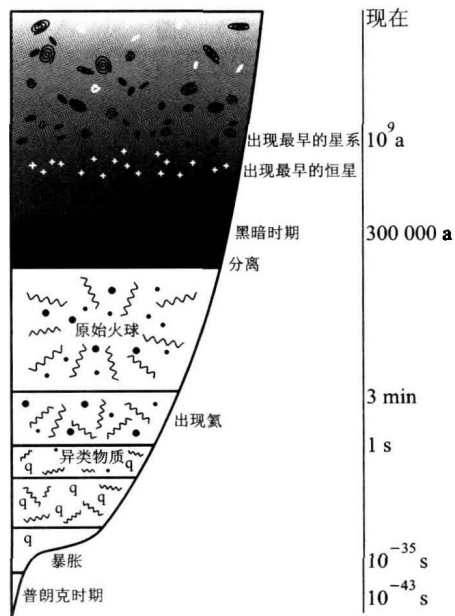


图 1.7 宇宙产生时间图

何谓之“无”？不可得之，无从想之！

科学不是思辨，哲学家可以构造多种看待自然的范式，但科学意义上的理论模型，不论是浪漫还是平凡，最终都要由实验裁定其准确与否！大爆炸理论的实验证实似乎也有点偶然性和戏剧性。1965年，贝尔实验室的工程师彭齐亚斯(A. Penzias, 1933—)和威尔逊(R. Wilson, 1936—)在检测一个灵敏的微波探测器时，收到了比预想的还要大的噪声——一种连续不断的蒸气般的滋滋声。这噪声一刻不停，又不集中于任何特别方向。它来自天空的各个方位，日日夜夜，一年四季。彭齐亚斯和威尔逊为此忙了一年时间，想尽各种办法，重新组装仪器，检查线路，甚至清除了天线上点滴的鸟粪，想要跟踪或者除去这个噪声，但种种努力丝毫不起作用。最终，他们认为，这辐射必定来自太阳系以外，甚至星系之外，否则当地球的运动使探测器指向不同方向时，噪声会发生变化。

这两个完全不懂天文学的人谨慎地公布了他们的结果，天文学家们马上就意识到了该发现的宇宙学意义，指出它可能就是大爆炸的遗迹。其实，伽莫夫在提出大爆炸理论时就提出：如果你看到空间深处，就会发现大爆炸残留下来的某种宇宙背景辐射。他估计，在一百几十亿年之后的今天，那种辐射穿越茫茫的宇宙，会以微波的形式抵达地球。彭齐亚斯和威尔逊听到的噪声，就是这种微波被天线接收到而产生的，是伽莫夫所预言的宇宙中最古老的信号，如图 1.8 所示。接着就有其他人也作了类似的测量，并测出了不同波长噪声的强度。特别是在 1989 年 1 月，美国发射了一颗专门的宇宙背景辐射探测器(COBE)，发回的测量结果与现在的最新理论预言(背景温度 2.735 K)完全符合，大爆炸理论经历了最严格的实验检验。此前，彭齐亚斯和威尔逊就被幸运地授予了 1978 年的诺贝尔物理学奖，得到了哈勃和伽莫夫都未曾获得的荣誉。

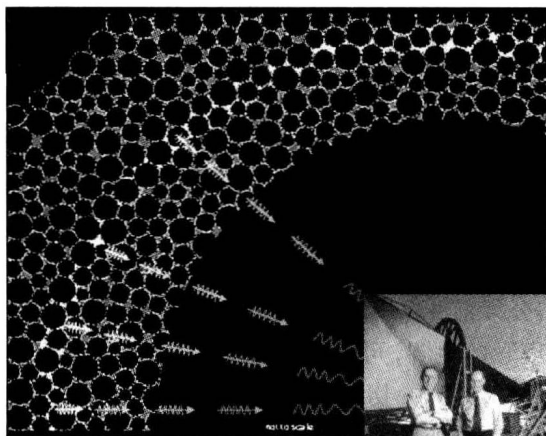


图 1.8 彭齐亚斯和威尔逊幸运地接收到宇宙背景辐射

顺便说一句,你时刻经历着来自宇宙深处的背景辐射.比如,把电视机调到任何接收不着信号的频道,所看到的锯齿形静电闪烁中,大约有1%是由这种古老的大爆炸残留物——微波辐射——造成的.因此,下次你抱怨接收不到电视图像时,其实正在感受宇宙的诞生.

宇宙庞大无垠,给人一种威慑的感觉,它一直深深地埋藏在人类的心灵中.太阳西沉,星星爬上天空,由此产生了一种危险与飘忽不定的感觉.现在都知道,星球离我们实在太远,但它们的光亮仍能激励我们.事实上,正是星星邀请你研究自然,访问科学.另外一方面,当评估了地球在宇宙格局中的地位时,这使我们变得较为谦虚.同时,当400年的科学技术发展到能够审视和理解宇宙结构,甚至探究它的起源时,我们又为人类的智慧感到自豪.

二、物理学的起源

物理学不仅仅包括自然的知识,还包括对自然的态度,研究自然的方法,以及所建立的关于自然界的理论体系.起源于希腊文明的理性自然观,把自然界看成是独立于人的客体,有可以被认知的规律,并以数学语言进行描述.物理学的目的就是寻找支配宇宙万物的最基本的规律.

在文明之初,各个学科还没有分化,科学和哲学也没有分家,物理学、天文学等都包含在自然哲学之中.第一个自然哲学家是泰勒斯(Thales).我们无法确定其生卒年月,但知道他活跃于公元前580年前后并享有盛名,因为他精确地预测到公元前585年的一次月食.泰勒斯留下一句名言:“万物源于水”.从表面看来,这个命题并不正确,但其追求万物的本源,并且指出其本源是物质性的,这开创了唯物主义哲学的传统.

接下来,希腊人发展了“四根说”,认为火、水、土、气四种元素组成万物.这类似于中国的“五行说”,即用金、木、水、火、土这五种常见的物质来说明万物的本源,并加上相克相生的关系.公元前4世纪,德漠克利特(Democritus,前460—前371)提出了原子论.他认为,物质是由眼睛看不见的小粒子构成的,称为原子(atom),在希腊文中的原意是“不可分割”.原子论是古希腊留给后人最宝贵的遗产之一,虽然是思辨的产物,但接近现代观点,对19世纪末20世纪初才正式确立的“科学原子论”,有直接和深刻的影响.

柏拉图(Plato,公元前427—前347)是唯心主义哲学家,把世界分成两大部分:可见的世界和理念的世界.可见的世界是时空中的世界,是人的感官所能把握的世界,是日常世界,其间一切皆不持久,万物均不同一.理念的世界则不依赖于时空,无法感觉和把握,具有永恒和完美的秩序,是永恒不变的、真正的实在.在柏拉图看来,现象只是理念的摹本,复杂的自然现象背后,存在着一种秩序,完

全展示了数学的理想与完美. 这种秩序不为感观所见, 但能够被心灵感受, 被智力把握. 因此, 整个宇宙体现了秩序、和谐和匀称, 或如今人所知, 可以用数学公式表达整个物理学.

“我爱我师, 我更爱真理”, 这是作为弟子的亚里士多德 (Aristoteles, 前 384—前 322) 献给老师柏拉图的一句名言. 他不同意柏拉图的理念说, 认为事物的本质寓于事物的本身之中, 是内在的, 不是超越的. 在亚里士多德看来, 人类只关心一个世界, 也就是人类生活的世界. 就对待自然界的态度而言, 这与柏拉图完全不同. 柏拉图强调理念的超越性, 蔑视经验世界, 但他发展了数学; 而亚里士多德重视经验考察, 其哲学的目的在于找出事物的本性和原因, 因而发展了一套“物理学”, 以穷世间万物之道理, 见图 1.9.



图 1.9 这是文艺复兴时期画家拉斐尔 (Raphael, 1483—1520) 的《雅典学院》的局部. 画面中央走来的是一手指天的柏拉图, 和一手指地的亚里士多德, 分别形象地代表各自的哲学观点. 他们师生之间两种对立的哲学立场一直贯穿整个哲学史

亚里士多德的研究, 几乎涉及了所有领域, 是名副其实的百科全书式的学者. 在他的许多著作中, 《物理学》讨论了自然哲学、存在的原理、物质与形式、运动、时间与空间、天体运动和以太等问题. 在亚里士多德的物理学中, 天与地仍然是截然不同的. 天体只由纯洁的“以太”组成, 是不朽和永恒的, 它的运动是完美的匀速圆周运动. 地上的世俗世界由火、水、土、气四种元素以不同的比例组成,

每个物体都有其固有位置(称之为“天然处所”),偏离固有位置的物体将趋向它,这是所谓的“自然运动”.地上物体的自然运动沿直线,轻者上升,重者下降.还有一种运动称之为“受迫运动”,是物体在推或拉的外力作用下发生的.没有外力,运动就会停止,如此等等.现在看来,亚里士多德《物理学》中的推论大多数是错误的,原因在于他的运动观的基础是唯目的论,逻辑推论的前提是错误的.但是,亚里士多德的物理学一直统治着人们的头脑,直到伽利略(G. Galileo, 1564—1642)的出现.

【阅读与思考】中国理学中的“理”意为条理、原理和规律,庄子的“析万物之理”就是物理学的目的和意义.中国理学吸收老庄道家的思想,脱胎于汉唐的经学,起始于北宋,一直统治着中国的思想界,并影响到日、韩和东南亚.在对待自然上,主要思想是“格物致知”,只有接触、比较、区别客观具体事物,才能真正了解和理解之;“天人合一”,人及其思想乃世间万物的一部分,万物有着共同的规律,它们共同呈现真理;“阴阳太极”,万物含有阴阳二气(极),两者互补、互斥,轮回转换,永不停止.这些思想构筑起具有独特哲理的宇宙观,包括无限宇宙的概念和宇宙的生成演化.

宇宙概念在古希腊意指“秩序”,而在古代中国它所指的是空间和时间的统一体.“四方上下曰宇,往古来今曰宙”,“宇”就是包括东西南北四方和上下六合的三维空间,而“宙”就是包括过去现在和未来的一维时间.东汉时代的张衡(78—139)明确提出“宇之表无极,宙之端无穷”的无限宇宙概念.

中国古代宇宙观的特点是宇宙进化论,早在春秋战国时期就形成了宇宙生成的论点.《老子》认为天地万物由“道”生成,提出“道生一,一生二,二生三,三生万物”的生成模式.《易传》认为天地万物由“太极”生成,提出“太极生两仪,两仪生四象,四象生八卦”的生成模式,俗称“阴阳八卦”,见图1.10.特别值得指出的是,对宇宙演化的图景,南宋朱熹(1130—1200)提出的“元气旋涡”假说,“这一气运行,磨来磨去,磨得急了,便拶出许多渣滓;里面无处出,形成个地在中央;气之轻者便为天,为日月,为星辰,只在外常周环运转,地便在中央不动,不是在下”.如果把“地在中央”改为“太阳在中央”,它就是其后500年西方出现的“太阳旋涡假说”,也与其后700年哲学家康德提出的“星云假说”类似.

中国人的宇宙观是思辩的,尽管思想内涵丰富,但没有将事物的描述定量化,只陶醉于定性的高雅描绘上.而西方则把数学量化引入物理学,以数字和方



图 1.10 阴阳八卦图