

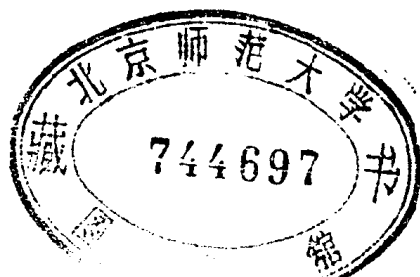
今天的物理学

〔美〕F. 因曼 C. 米勒 著

叶 悦 何笑松 沈志牛 译
张钟静 王鸣阳 荣毓敏

24156/05

04/68



科学出版社

1981

内 容 简 介

本书用浅显的语言介绍物理学的现况。全书分四部分：第一部分介绍二十世纪以前的经典物理学；第二部分讨论近代物理学，包括相对论和量子力学；第三部分着重介绍物理学的四个主要分支学科；第四部分讨论物理学与人类社会的关系。

本书可供知识青年自学时参考。

F. Inman & C. Miller

CONTEMPORARY PHYSICS

Macmillan, 1975

今天的物理学

[美] F. 因曼 C. 米勒 著

叶 悦 何笑松 沈志牛 译
张钟静 王鸣阳 荣毓敏

*

科学出版社出版

北京朝阳门内大街 137 号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1981 年 2 月第 一 版 开本：787×1092 1/32

1981 年 2 月第一次印刷 印张：19 7/8

印数：0001—13,940 字数：457,000

统一书号：13031·1468

本社书号：2023·13—3

定价：2.05 元

目 录

第一部分 经典时期

第一章 物理学概貌	1
1-1 物理学是什么?	1
1-2 物理学所积累的知识	5
1-3 物理学是人类创造性活动的产物	12
1-4 物理学的经典时期和近代时期	20
1-5 粒子模型	23
思考题	27
第二章 经典力学——第一个主要的物理学理论	29
2-1 伽利略与经典力学的发源	29
2-2 位移矢量	32
2-3 均匀运动	41
2-4 非均匀运动——平均速度,瞬时速度和加速度	46
2-5 匀加速运动	49
2-6 自由落体	55
2-7 非均匀运动——圆周运动	58
思考题	61
习题	62
第三章 经典力学的牛顿表述方式	67
3-1 牛顿对粒子运动的描述	67
3-2 力和牛顿第一定律	68
3-3 牛顿第二定律——力、质量和加速度之间的关系	71
3-4 牛顿第三定律	78
3-5 牛顿对引力的解释	81

3-6 功和动能	88
3-7 粒子的周期运动——波	93
思考题	100
习题	101
第四章 十九世纪的主要物理理论——电磁学	106
4-1 静电	106
4-2 库仑定律	110
4-3 流动的电	115
4-4 磁	119
4-5 磁及磁和电的关系	121
4-6 法拉第感应定律	124
4-7 麦克斯韦的电磁理论	126
4-8 电磁辐射	133
4-9 电磁波的性质	137
思考题	148
习题	148

第二部分 近代物理学时期

第五章 三种基本粒子的表征	154
5-1 变化着的眼光	154
5-2 密立根对电荷量子的测定	158
5-3 汤姆孙与粒子质量的测定	162
5-4 利用粒子加速器测定粒子的大小	168
5-5 粒子性质概述	173
思考题	174
习题	175
第六章 粒子——更完整的描述	180
6-1 粒子概念的演变	180
6-2 粒子模型的困难	188
6-3 电磁辐射的粒子性	193

6-4 粒子的波性	200
6-5 测不准原理	204
思考题	212
习题	212
第七章 守恒定律	217
7-1 粒子相互作用的简化图式	217
7-2 动量守恒	219
7-3 能量守恒	225
7-4 角动量守恒	235
7-5 守恒定律在实验物理学上的作用	243
思考题	244
习题	245
第八章 粒子的相互作用与不变性原理	251
8-1 四种相互作用	251
8-2 强相互作用	253
8-3 电磁相互作用	259
8-4 粒子的寿命与弱相互作用	264
8-5 万有引力	269
8-6 各种相互作用的相对强度	273
8-7 不变性原理	275
思考题	281
习题	282
第九章 相对论	287
9-1 相对论的起源	287
9-2 参照系	291
9-3 洛伦兹-爱因斯坦变换	293
9-4 同时性的相对性	297
9-5 时间间隔和长度的相对性	298
9-6 速度的相对性	305
9-7 质量的相对性	310

9-8 以科学的名义	312
思考题	318
习题	319
第十章 量子力学	325
10-1 未完成的革命	325
10-2 波动力学——对粒子运动的更完整的描述	329
10-3 对应原理	342
10-4 量子力学的狄喇克表述	347
思考题	351
习题	352

第三部分 物理学的四个分支学科

第十一章 基本粒子物理学	359
11-1 物理学的分支学科	359
11-2 新领域的开辟	362
11-3 探索工具	369
11-4 基本粒子的分类	381
11-5 粒子相互作用的动力学	383
11-6 粒子相互作用所揭示的其他守恒定律	387
11-7 轻子族	388
11-8 介子族	390
11-9 重子族	392
11-10 理论上的推测	394
思考题	400
习题	401
第十二章 核结构	406
12-1 核特性的描述	406
12-2 原子核的结合能	409
12-3 核结构和电磁相互作用	412
12-4 由弱相互作用引起的核转化	422

12-5 天然放射性和核时钟·····	426
12-6 核反应·····	432
12-7 恒星上的热核反应·····	438
思考题·····	442
习题·····	443
第十三章 原子和分子·····	448
13-1 普通物质的特性的描述·····	448
13-2 氢原子中的电子物质波·····	450
13-3 氢原子中的电子跃迁·····	456
13-4 多电子原子·····	464
13-5 磁性 with 基本粒子·····	470
13-6 元素的丰度·····	474
13-7 分子·····	476
13-8 双原子分子的转动和振动·····	480
13-9 大分子·····	488
思考题·····	490
习题·····	492
第十四章 凝聚态物质·····	496
14-1 固态物理学的历史和它的现实重要性·····	496
14-2 简单晶体的结构·····	498
14-3 晶体中的电磁键合·····	503
14-4 金属晶体·····	506
14-5 固体能带论·····	510
14-6 晶体的缺陷·····	513
14-7 金属中的电传导·····	517
14-8 半导体·····	521
思考题·····	526
习题·····	527

第四部分 物理学和人类

第十五章 物理学和技术..... 532

15-1 科学和技术的相互作用..... 532

15-2 静电沉淀——静电的一种应用..... 534

15-3 电机..... 539

15-4 电阻和欧姆定律..... 543

15-5 变压器和电功率的分配..... 548

15-6 } 电子学..... 553

15-7 } 光学技术..... 561

15-8 } 激光器..... 567

思考题..... 570

习题..... 571

第十六章 能源——过去、现在和未来 580

16-1 能源——一种基本资源..... 580

16-2 热机的效率..... 589

16-3 燃料电池..... 596

16-4 太阳能..... 601

16-5 原子核裂变能源..... 611

思考题..... 620

习题..... 621

第一部分 经典时期

25

第一章 物理学概貌

1-1 物理学是什么

从史前到现在，人类最突出的特点之一是他对周围自然环境的好奇心。早在发明文字以前，人类就留下了他们对自然界看法的记录，其中最引人注目的可能是在法国和西班牙一些山洞里发现的冰河时期的动物彩画。这些已有 12,000 年到 18,000 年的彩画，显示出古时的艺术家对于动物和表现艺术的一些规律已有多方面的知识。研究人类建筑的古迹，

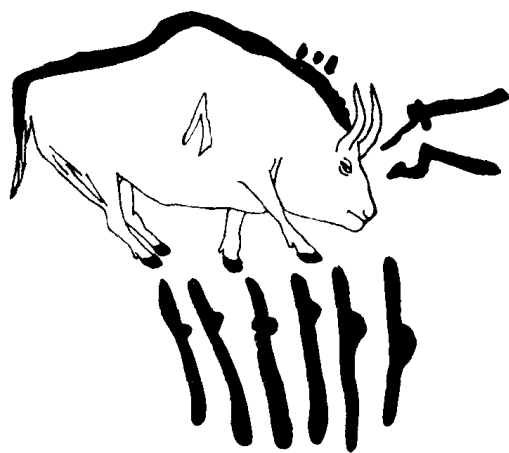


图 1-1 野牛和弯镖是西班牙奥维多省哥伦布里斯附近品达洞穴里的彩画摹本。在西班牙至少还有 63 个其他洞穴有着冰河时期的彩画

比如说研究石柱圆阵，也可以看到一些人类认识自然现象的早期证据。石柱圆阵大约是在公元前 1,800 年左右由古代布立吞人建造的，人们认为这个由巨大石柱和横梁构成的卵形建筑，是用来预测包括日月食在内的天象的。在许多文明古国的文字记载中，有丰富的证据说明当时人类对于各种各样的自然现象，已经有了很不平常的理解。



图 1-2 世界上好些地方的早期社会建造了一些往往是用于天文观测的建筑物。
古代布立吞人所建造的古迹石柱圆阵就是其中之一

科学一词的英文 *science* 出自拉丁文 *scire*，其意义是“懂得”或“学会”。不过，在习惯上科学一词已经具有比较狭窄的含义，用来指人类关于自然界的条理化的知识。科学出自人们处理日常问题的实际需要。例如，在埃及人、苏美尔人、中国人等的早期文化中，为了使人类的活动合乎规律，就需要依靠天文观测发展精密的历法，需要有同数学上的发现相联系的土地测量方法，还要有力学规律的发现来保证房屋永久性建筑物及桥梁等的安全。苏美尔的庙塔和埃及的金字塔是大

家熟知的古代建筑遗迹的例子,这些例子表明,这些社会在其施工规划中如何成功地把科学与技术知识结合起来。

物理学一词的英文 physics 来源于希腊词 *physis*, 这个词的原义是活的东西的生长或发展,但当人们发现生长或发展是按照一定模式进行的以后,这个词就转化成表示生长或发展的规律之意,和我们现在叫做自然规律的意思非常相似。在两千多年前,希腊科学就已发展到引人注目的水平,发现了范围很广泛的许多自然规律。希腊人在物理学中的最重要发现可能要算是阿基米德(公元前 287—212 年)所作出的,他创立了力学的两个分支:静力学和流体静力学。虽然他的主要兴趣在数学,但他也创造了很多机械来保卫他所居住的西西里岛的叙拉古。

希腊的黄金时代过后,科学进入了一个休眠期,除了少数几个重要例外,一直到文艺复兴为止,没有再出现生气勃勃的局面。自从文艺复兴时期开始以来,科学的迅速成长与发展就几乎没有再减缓过。在十六世纪以前的漫长时间里,科学只受到极少数几个人的关心,对整个社会一般没有什么影响。这个阶段的科学可以用几个古国的局部活动时期来代表,例如古埃及的头一千年和引人注目的希腊黄金时代。后来,人们逐步看到,科学实验和推理分析不但可用于发现自然界的许多奥秘,并且也可使生活不可估量地变得更加安全和舒适。今天,科学方法已经被当成是探索自然与解释自然的好手段,再没有多少人会怀疑科学在现代社会发展中所扮演的重要角色了。

在十六世纪,物理学开始从或多或少不太定型的一堆科学知识变成一门范围明确的学科。对创立这学科起最大作用的人要算是伽利略(1564—1642 年)。他最重要的科学工作是研究运动,这是希腊哲学家亚里斯多德曾经给予严重关注

的题目。伽利略的实验工作和理论推理使得他远远超过亚里斯多德的发现，为往后物理学的发展奠定了坚实的基础。他对当时哲学观点的挑战和他的许多新发现，为以后两个多世纪的物理学研究指明了方向。

应当认识到，要对物理学进行一番巡礼，就不能只看到使它得到发展的历史背景，或只罗列出在这个学科发展过程中所积累的知识。然而，历史背景有助于理解有创造精神的人类怎样努力去认识自然现象，也有助于认识那些对科学事业起扶植作用或束缚作用的条件。要对几世纪以来所获得的知识实质有所领会，就必须对物理学进行一番巡礼，但这番巡礼必须能描绘出这个学科的动态特征，这就要认识到这些知识的不断增长和扩展。物理学教科书、杂志、参考读物以及专题研究报告这些人类的现代化记录，可作为已确定下来的物

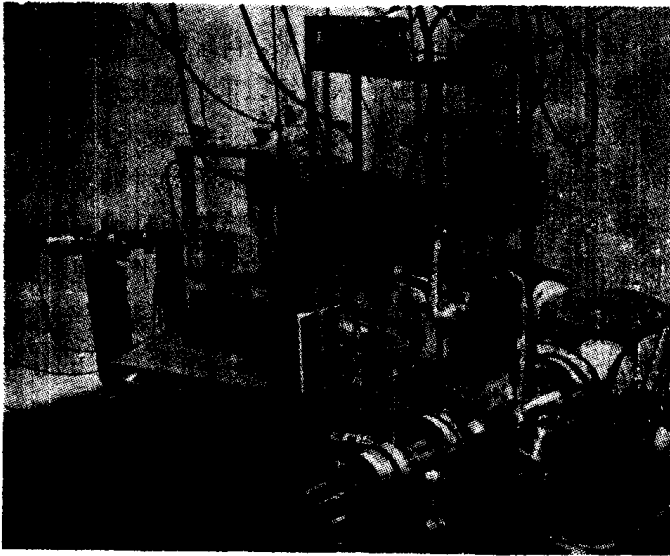


图 1-3 物理学的知识是通过实验与理论研究获得的。对自然界进行无情的探测，为物理学家提供了大量远比通过一般鉴赏所得到的更为坚实可靠的知识。

理学知识的例证，这是要用好几千个工作年计算的人类劳动的结晶。今天的物理学不同于昨天的物理学，这不是由于昨天的物理学是无效的或不重要的，而是由于前沿已经向前推移，把昨天的物理学留在探索得很好的界线以内，因此，从某种意义上说，它就比较没有趣味，比较不那么动人。虽然如此，过去所获得的知识毕竟是目前知识的基础，因而为了理解新的科学的发展，过去的知识是必不可少的。

对学科进行历史探讨往往会掩盖了科学发现的意义，因此，从今天的角度来强调物理学的理论及其应用有时会比较合适一些。

1-2 物理学所积累的知识

为了努力简化管理自然界的繁重任务，科学家就得对已经发现的知识进行组织。物理学以及其他有关的科学所积累的物理知识，具有简单的组织。这个组织的基础是由科学观测和实验结果构成的。我们往往把这些观测和实验结果叫做事实，它们是建造科学知识这座建筑物的最简单的砖块。通过不断观测和实验逐渐积累起来的科学事实，构成了科学知识等级体系的第一层。如果从古代科学发现来寻找这一层的例子，我们可以举出古代天文学家所记录下来的广泛的天文观测事实；如果从现代来找例子，则可以举出“阿波罗号”飞行所获得的事实。尽管物理学是一门成熟的科学，但在这一层上它仍然继续忙于发现新的东西。今天的物理事实对于外行人来说，可能是十分复杂的，因为往往需要采用电子仪器和数学分析的精密实验装备才能发现它们。

科学事实可以比作拼图板的碎片。在玩拼图板的时候，人们寻找碎片的形状和颜色的线索，以帮助发现各个碎片之

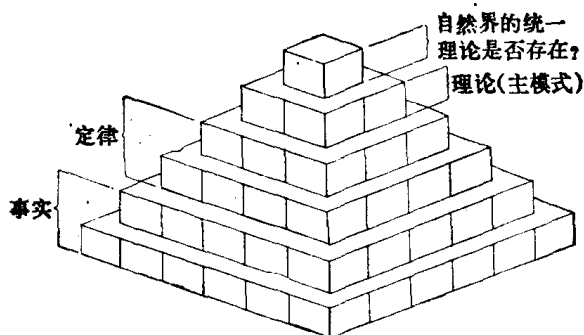


图1-4 金字塔给科学知识的组织提供了一个有用的概念性模型,因为它使人看到知识不同的加工层次和趋于统一的倾向

间固有的关系。与此相似,在科学中各种事实之间存在着很多线索和规律性,使人们能够找出各种各样科学事实之间的联系。自然界中的某个物理现象可能是很独特的,但是通过多次实验并仔细分析所得到的数据以后,人们还是能够发现与这个现象有关的模式,正如根据颜色和形状来组合拼图板的各个碎片一样。自然界并不是无限复杂,复杂到每一个事态都显示出一套完全不同的性质。比方说,太阳的升起和四季的交替这两个现象都是地球在空间运动的结果。因此,研究地球运动就有助于理解与这种运动有关的现象。当人们发现一群事实彼此有联系时,就出现了知识组织的第二层。确立这些事实之间的联系的模式就叫做自然定律或简单地叫做定律。发现一个自然定律可能要牵涉到很多实验事实和大量的分析与思考。自然定律的重要性远远不止是对事实的总结或归类。定律还扩大了我们的理解能力。定律不但确认了先前互不相关的各种事实之间有着可重复的规律性,因而使我们的知识简化和互相联系,并且还提醒我们,这些规律性可能存在于未曾观察到过的现象之中。

为了研究一下这些特点，我们来考虑下面几个定律。

1. 阿基米德定律——浸在流体中的物体受到一个支持力，这个力的大小等于该物体所排开的流体的重量。
2. 反射定律——一束射在平面镜上的光的反射规律是：入射光与镜面所成的角等于反射光与镜面所成的角。
3. 开普勒行星运动第一定律——行星在椭圆轨道上绕太阳运动，而太阳位于椭圆的一个焦点上。

头两个定律，古希腊人就已经知道了，第三个定律是开普勒（1571—1630年）发现的，他是伽利略的同代人。这些定律当中的每一个都概括并组织了范围很广的大量物理事实。例如，阿基米德定律可用来解释为什么木块会浮在水上而实心铁球就不会浮，或者为什么把铁捶成铁片并用它来建造船身时船会浮起。



图 1-5 阿基米德定律与其他许多定律一样，其适用范围是有限的。假如用叉子很小心地把针放在水面上，针将会浮在水面上。这个现象不能用阿基米德定律来解释，它是由于水的表面张力而引起的

这些定律的第二个特点是它们包含了一些术语或概念，诸如力、重量、角、椭圆等，它们可能没有明显地包含在事实本身之中。定律是由比事实更高级的智力抽象来表征的，并且通常表成数学关系。例如，开普勒发现，假如行星绕太阳的轨道是椭圆，就能解释行星在背景恒星之间缓慢移动的现象。可是椭圆是一个来自几何学的概念。开普勒把椭圆概念引入行

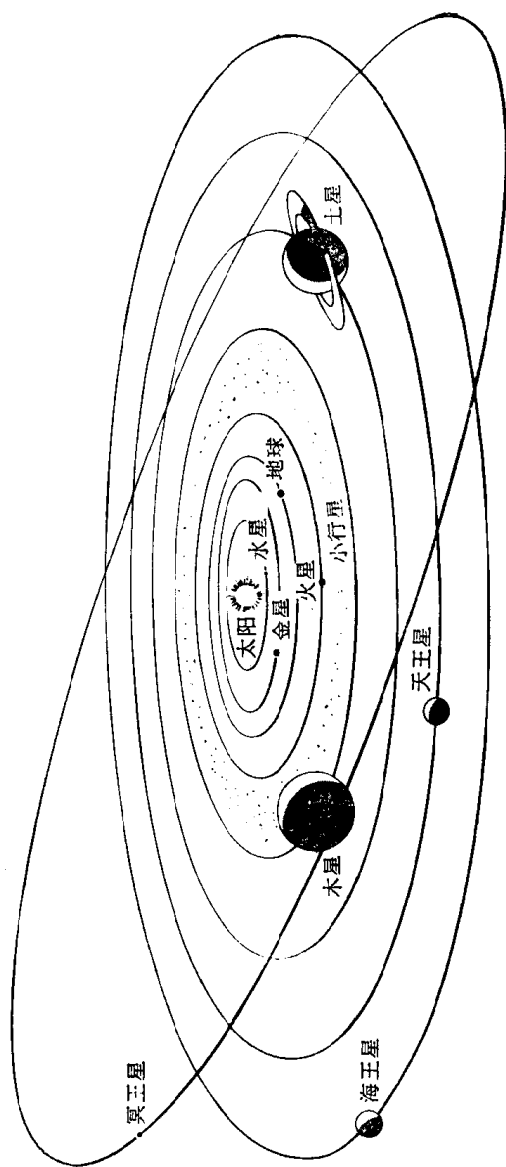


图1-6 开普勒行星运动第一定律说,每个行星都在一个椭圆轨道上绕太阳运动。人造地球卫星的轨道也是椭圆