

物理科学及其现代应用

WULIKEXUE JIQI XIANDAIYINGYONG

[美] M. 默根 著

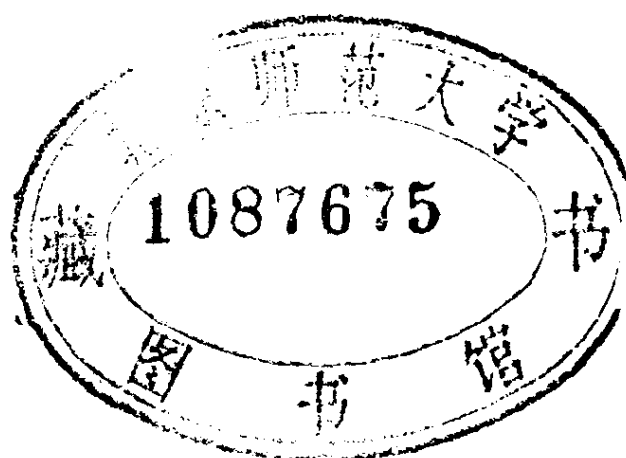


科学出版社

物理科学及其现代应用

〔美〕M. 默根 著

暴永宁 李永新 等 译



科学出版社

1983

内 容 简 介

本书以比较浅显的语言，系统地讲解日常生活中常见的物理学、化学和天文学现象的原理，并介绍这些原理在各方面的应用。

本书可供具有中等文化水平并对物理科学感兴趣的读者参阅。

M. Merken

PHYSICAL SCIENCE WITH MODERN APPLICATIONS

W. B. Saunders Co., 1976

物理科学及其现代应用

〔美〕M. 默根 著

暴永宁 李永新 等 译

责任编辑 吴伯泽

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

*

1983年3月第 一 版 开本：787×1092 1/32

1983年3月第一次印刷 印张：22 3/8

印数：0001—8,950 字数：512,000

统一书号：13031·2193

本社书号：2999·13—3

定价：2.75元

目 录

第一章 科学事业	1	2.9 量纲分析	36
1.1 小引	1	2.10 有效数字	39
1.2 什么是科学?	2	习题	
1.3 人文学家和科		第三章 了解运动	43
学家	5	3.1 小引	43
1.4 科学的界限	7	3.2 不停顿的宇宙	44
1.5 科学与社会	9	3.3 矢量分析, 位移	46
1.6 科学与技术	11	3.4 矢量的分解	50
1.7 科学家和他们的		3.5 速率与速度	51
工作	13	3.6 加速运动	55
1.8 科学交流	17	3.7 一种运动理论	58
习题		3.8 伽利略和实验	
第二章 度量	19	方法	61
2.1 小引	19	3.9 抛体运动	66
2.2 为什么要		3.10 运动是相对的	68
标准化?	19	习题	
2.3 公制	21	第四章 行星的运动	72
2.4 公制度量单位的		4.1 小引	72
变换	24	4.2 托勒密体系	73
2.5 为什么要用国际		4.3 哥白尼的革命	77
单位制?	26	4.4 “通天门户”,	
2.6 倍数和因数	28	第谷	80
2.7 为什么采用指数		4.5 行星是如何运动	
表示法?	29	的: 开普勒	84
2.8 指数的乘除	33	4.6 伽利略用望远镜	

作出的发现	90
习题	
第五章 运动定律和万有引力定律	97
5.1 小引	97
5.2 牛顿的“奇迹年”	97
5.3 《自然哲学的数学原理》	98
5.4 牛顿第一运动定律：惯性	99
5.5 牛顿第二运动定律：力	100
5.6 牛顿第二定律的应用	105
5.7 牛顿第三运动定律：作用力-反作用力	110
5.8 “指向中心”的力	112
5.9 苹果和月亮	115
5.10 “称一称地球”	119
5.11 我们在空间中的新邻居	120
5.12 地球的卫星	123
习题	
第六章 动量、功和能	127
6.1 小引	127
6.2 动量	128
6.3 冲量	129
6.4 动量守恒	132
6.5 角动量	137

6.6 功	139
6.7 功率	141
6.8 动能	143
6.9 势能	145
6.10 能量守恒	146

习题

第七章 温度	151
7.1 小引	151
7.2 温度的度量	152
7.3 华氏温标和摄氏温标	154
7.4 温标的变换	156
7.5 显温比较法	157
7.6 温度与生命	158
7.7 热污染	159
7.8 开氏温标（绝对温标）	161
7.9 分子运动论	162
7.10 分子运动论与温度	165
7.11 在绝对零度附近	166

习题

第八章 热现象	169
8.1 小引	169
8.2 热和温度	169
8.3 比热	171
8.4 量热法	172
8.5 燃烧热	174
8.6 物态的变化	175

8.7 热膨胀	180	10.5 纵波	229
8.8 水的热膨胀	183	10.6 声波的速度	231
8.9 压力对水的冰点 和沸点的影响	184	10.7 多普勒效应	233
8.10 热转移的几种 方式	187	10.8 波的反射	236
8.11 热和生命	191	10.9 声波的吸收	237
习题		10.10 波的折射	239
第九章 能量的转换	195	10.11 衍射	241
9.1 小引	195	10.12 波的叠加—— 干涉	243
9.2 热功当量	195	习题	
9.3 热力学第一 定律	199	第十一章 声音	248
9.4 热力学第二 定律	200	11.1 小引	248
9.5 “热寂”、“时间指 向”和麦克斯 韦的“精灵”	203	11.2 声音是一种振 动现象	248
9.6 蒸汽机	206	11.3 振动的弦	249
9.7 内燃机	209	11.4 驻波	251
9.8 旺凯尔发动机	211	11.5 振动着的空 气柱	254
9.9 燃气轮机	212	11.6 音色	256
9.10 火箭	213	11.7 强度和响度	258
9.11 燃料电池	215	11.8 耳朵和听觉	260
习题		11.9 噪声和噪声 污染	262
第十章 波动	219	11.10 超声波	265
10.1 小引	219	11.11 共振	267
10.2 波的概念	219	11.12 声震	271
10.3 波的性质	221	习题	
10.4 横波	226	第十二章 静电	276
		12.1 小引	276
		12.2 琥珀现象	277

12.3	电的理论	278
12.4	导体、半导体和 绝缘体	281
12.5	验电器	282
12.6	电荷之间的力	285
12.7	闪电	288
12.8	“动物电”与“金 属电”	290
12.9	静电起电机	293
12.10	静电的某些现 代应用	295

习题

第十三章 电场和

磁场

13.1	小引	301
13.2	磁石	301
13.3	磁体的性质	303
13.4	地球是一个 磁体	306
13.5	磁力	309
13.6	电流的磁效应	310
13.7	磁畴	313
13.8	场	314
13.9	由磁产生电	317
13.10	地球磁场的 来源	319
13.11	电流	320
13.12	电路	324
13.13	电功率与 电能	327

13.14	超导电性	330
-------	------	-----

习题

第十四章 光

14.1	小引	335
14.2	光的速度	337
14.3	偏振光	342
14.4	电磁波	346
14.5	“光以太”	349
14.6	电磁波谱	351
14.7	简单透镜	353
14.8	眼睛的光学	358
14.9	显微镜和 望远镜	360
14.10	颜色	362

习题

第十五章 量子理论

15.1	小引	369
15.2	光谱学	369
15.3	巴耳末公式和 氢光谱	373
15.4	电子	375
15.5	X射线	378
15.6	放射性	382
15.7	卢瑟福的原子 模型	384
15.8	普朗克的量子 假说	387
15.9	爱因斯坦的光 电方程	390
15.10	玻尔的带有能	

级的原子	394	17.9	氢分子的结构	...455	
15.11	康普顿效应	...396	17.10	金属键	456
15.12	物质波	397	17.11	固体的能带	
15.13	量子理论和			学说	459
	发光	402		习题	
15.14	激光	404	第十八章	化学式和化	
习题				学方程	463
第十六章	原子结构与		18.1	小引	463
	周期表	409	18.2	化合物与化	
16.1	小引	409		学式	463
16.2	化学元素	409	18.3	氧化值	464
16.3	元素的符号	411	18.4	根据氧化值写	
16.4	原子量的量度,			化学式	467
	同位素, 原子		18.5	分子量和化学	
	序数	414		式量	469
16.5	周期表	419	18.6	化合物的成分	
16.6	原子的波动力			百分比	470
	学模型	423	18.7	盖吕萨克化合	
16.7	建立周期表	427		体积定律	471
习题			18.8	阿伏伽德罗	
第十七章	化学键与分			假说	471
	子几何学	...435	18.9	克分子, 阿伏	
17.1	小引	435		伽德罗数	472
17.2	稀有气体	435	18.10	实验式和分	
17.3	离子键	437		子式	475
17.4	共价键	441	18.11	化学方程	477
17.5	极性分子	444	第十九章	有机化学	
17.6	偶极矩	448		概述	483
17.7	分子几何学	451	19.1	小引	483
17.8	配位共价键	454	19.2	有机-无机二	

元论	483	20.9 化学平衡	533
19.3 链烷烃: 同 系列	484	20.10 吕·查德里 原理	536
19.4 异构现象	486	20.11 哈伯法	539
19.5 结构理论	487	习题	
19.6 链烷的命名	489	第二十一章 水、溶体 和污染	545
19.7 饱和烃的结构	492	21.1 小引	545
19.8 不饱和烃的 结构	494	21.2 我们对水的 需要	546
19.9 链烷的一些 反应	497	21.3 溶液	548
19.10 汽油的辛 烷值	499	21.4 悬浮液和 胶态物系	551
19.11 苯, 芳烃	501	21.5 溶液的浓度单位 (体积克分子浓度 和重量克分子 浓度)	552
19.12 官能团, 醇	505	21.6 阿伦尼乌斯的电 离学说	555
19.13 聚合物	509	21.7 依数性	557
19.14 再谈异构现象	514	21.8 酸和碱	560
习题		21.9 pH 标度	563
第二十章 反应速度和 平衡	521	21.10 肥皂和水的 硬度	566
20.1 小引	521	21.11 合成洗涤剂	569
20.2 反应速度	521	21.12 过营养作用	571
20.3 反应物的性质	522	习题	
20.4 温度的影响	523	第二十二章 原子核物 理学	576
20.5 碰撞理论	524	22.1 小引	576
20.6 浓度对反应速度 的影响	527		
20.7 催化剂对反应 速度的影响	528		
20.8 反应机理	532		

22.2	原子核的稳 定性	576
22.3	核嬗变	577
22.4	半衰期与用碳 14 测定年代	579
22.5	盖革-弥勒计 数器	583
22.6	核作用过程中的 能量	584
22.7	粒子加速器, 回 旋加速器	586
22.8	中子的反应	589
22.9	原子核裂变的 发现	590
22.10	链式反应	592
22.11	核动力反 应堆	595
22.12	反应堆的安 全性	597
22.13	放射性废物的 处理	598
22.14	聚变能	600
22.15	原子核的 结构	603
22.16	辐射的生物 效应	605

习题

第二十三章 天文学的 革命

23.1	小引	608
------	----------	-----

23.2	星座	608
23.3	天体的距离与 位置	610
23.4	恒星的特征	612
23.5	恒星的生与死	613
23.6	新星与超新星	616
23.7	脉动星	617
23.8	星系、星云与 星团	618
23.9	射电天文学	624
23.10	氢的 21 厘 米波	628
23.11	类星体	630
23.12	星际媒质	631
23.13	现代宇宙论	633
	习题	

第二十四章 地球在 空间中的 邻居

24.1	小引	636
24.2	太阳系	636
24.3	太阳	639
24.4	月亮	643
24.5	水星	649
24.6	金星	651
24.7	火星	654
24.8	木星	657
24.9	土星	659
24.10	天王星	661
24.11	海王星	662

24.12	冥王星	663	25.3	地壳、地幔和	
24.13	小行星	664		地核	677
24.14	陨星	666	25.4	火山	681
24.15	彗星	669	25.5	大陆漂移	685
	习题		25.6	海底扩张	687
第二十五章 我们的			25.7	板块构造	689
	地球	673	25.8	大气层	691
25.1	小引	673	25.9	“有水的行星”	...697
25.2	固体地球的		25.10	侵蚀	699
	构造	674		习题	

第一章 科学事业

1.1 小 引

在过去三个世纪里，科学变革一直在取得进展，科学与技术已经使地球的面貌改观了。大量而经常的科学思想上的成就和技术领域内的成果，在我们这一代取得了过去从未有过的明显结果。

人们登上了月球，在天空实验室里生活了几个月，研究了宇宙的深处，并向太阳系以外探索有智慧生物的存在（图1.1）。“绿色革命”使得原来仰仗粮食进口的一些国家变得基

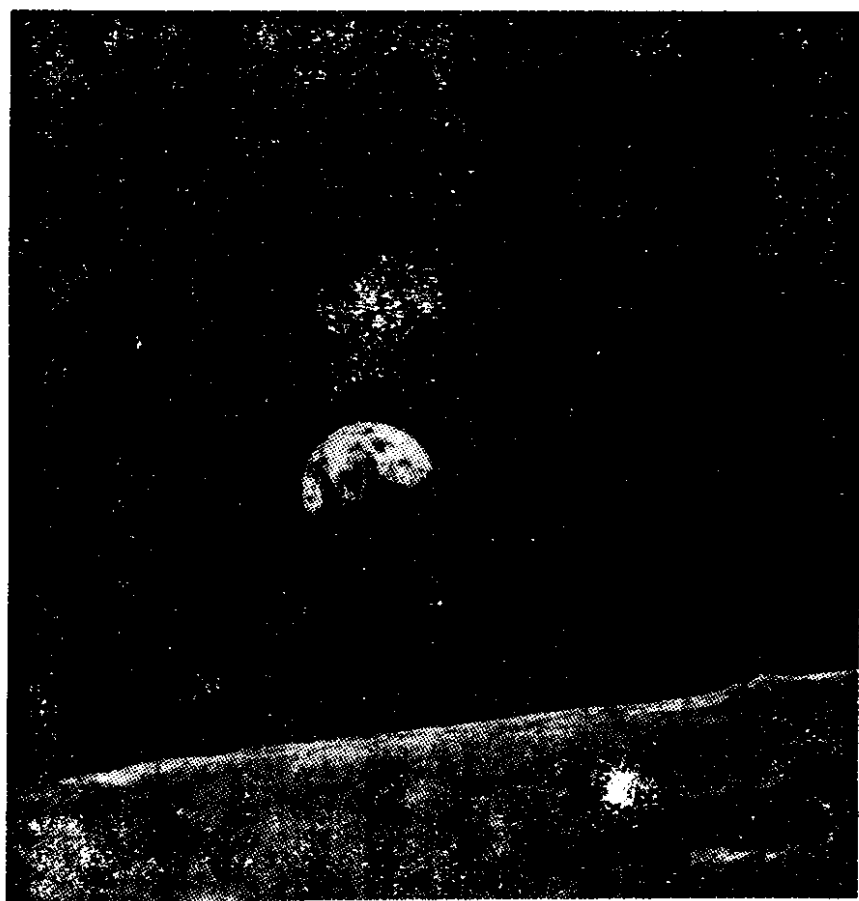


图1.1 从“阿波罗8号”上看地球。照片下方的前景是月亮

基本上能满足自己的需求。医学的进步扑灭了許多曾肆虐人类的疾病，降低了婴儿死亡率，并使人类的平均寿命延长了许多年。新的通讯方法能把地球上任何地方(甚至宇宙空间内)的信息和文娱娱乐“活生生”地再现。合成纤维使衣著增添了品种、舒适感和色彩。核化学领域内的研究工作开辟了化石燃料(煤、石油和天然气)的来源枯竭后向人们提供能量的可能性。

但是，今天的人类一方面尽量享受着科学技术的成果，一方面却又不时对新的科学发现怀着某些恐惧。他们不相信科学、敌视科学；他们害怕科学家们引起的问题会比他们所解决的问题还要多。他们在解释某些问题时抛弃了理性，而求助于占星术、手相法和其他玄虚的玩艺儿。由于对科学的本质及其限度的错误理解，人们又变得有些不自如了。

1.2 什么是科学？

如果说科学看来似乎很独特，那是由作为科学研究对象的那些物体的本性造成的，而不是由它使用的方法所决定。今天的科学方法，就其本质而言，与世界上最古老的科研组织——1662年成立的英国皇家学会——的奠基人的方法是一样的。冉·波义耳及其他奠基者们大多都是有其固定职务的人，只是在业余时间里搞搞科学，但是他们对于这门正在崛起的“新哲学”即自然科学很有兴趣。

他们特别赞赏哥白尼、伽利略、吉尔伯特和开普勒在实验和观察的基础上所做的工作。这些人以他们所进行的涉及许多领域的观察和实验结果的研究而为大家熟知。这些工作是：血液循环，日心说，火药的爆炸力，等等。他们相信每个问题都是独特的，并寻求解答它们的适当方法，而不是死

死局限在某一种类型的实验。

历史上最伟大的科学家之一爱因斯坦是这样描述科学的：科学仅仅是日常思想的精炼而已。诺贝尔物理奖金获得者布里奇曼也认为，并不存在什么明确的科学方法之类的东西，所谓科学方法，不过是运用人类智慧的一条途径罢了。按照这种观点，科学仅仅是为达到理解而进行的一个过程、一种方法或一种探索。从这一意义来说，科学就是寻求。

科学不同于幻术或宗教，它靠逻辑方法或实验手段来达到解决问题的目的。它的目标是描述自然和理解自然。一位科学家对未知世界的探索，正象一位作曲家对着一张空白的谱纸，或一位画家对着一块洁白的画布一样。他得自己去闯。他无法用一套规则来发现新知识或发明新理论。从来没有谁能找到这种规则。

科学有一个重要方面与艺术、哲学及其他非自然科学学科不同：科学是要自我验证和自我改正的。它是客观的，而不是主观的。进一步来说，科学家们要发表自己的研究，公布自己的数据，经受其他科学家的推敲；他们可以重复这些实验，或者得到基本一致的结果，或者得到大相径庭的结果。事实或对事实的解释上的不一致，都要进行公开的讨论。最后的仲裁者是实验或观察，而不是权威人物。不过，科学上的自我验证和自我改正不一定会产生全面一致的结果。科学本身就具有这样一条固有性质：不可能求得完全的确定和全面的一致。这是因为，一项新发现的事实就可能推翻一种理论。凡是有极大程度的可能性的东西，就是能被当成科学真理的东西。并不存在什么绝对的或永久的科学。

科学还有另一个特点，这一特点是上述内容的产物：科学是知识的整体。但它不仅仅是列出一系列的事实，而是要

寻找各个事实之间的相互关系。得到理解之后，接踵而来的就是对自然现象的预知能力，以及最终的控制本领。举例来说，物质具有电性这一发现，最后带来了电池和发电机之类控制电能的实际方法。

对科学的理解是通过给一系列纷乱的原始事实带来秩序的定律和理论而达到的。定律是对固定不变的关系的叙述。例如，牛顿第二定律所描述的是受力微粒的行为。尽管定律是建立在过去实验的基础之上，却有能够预言未知事物的用途。这些定律又是要用理论来解释的。例如，气体分子运动论就解释了格拉汉的扩散定律。一种用来解释某一定律的理论，如果也能解释其他定律，就是特别有价值的。因此，分子运动论是最成功的理论之一。

科学理论从来就不是最终的或绝对的，它们总是暂时的，要被更简单、更全面、更合理的理论所取代，从而使自然定律得到更好的解释。因此，在热学上一度非常成功的热素理论，最终让位给热是一种运动形式的理论。然而，在个别情况下，科学家们会发现自己处于布喇格所形容的那样一种悲惨的境地：在星期一、三、五，好象应该用经典力学理论；而到了星期二、四、六，却又似乎得用波动力学理论。

考虑到科学有许多分支，你可能一下子就会注意到这样一个突出的事实：某一分支中的定律绝不会与其他分支中的定律发生冲突。看来自自然界有内在的统一性，无论在生物界还是非生物界都是一样。某一科学领域内的定律和理论经常也适用于其他领域。举个例子来说，量子理论不但适用于物理学，并且在化学和生物化学上也得到应用。

采用模型的方法，理论往往会变得容易掌握一些。这时，就可以摹想出不能直接观察到的结构和过程。原子的卢瑟

福-玻尔行星模型,就可以使我们预知原子结构和行为的某些方面,尽管在某些地方不那么有效。模型是科学家创造性想象力的产物,只要它有用,就应该保留下去;在它完成了自己的使命之后,就要被更合适的一种模型所代替。有时,会有好几种模型同时存在,就象原子核结构理论中,有液滴模型、壳层模型和其他模型一样,因为每种模型仅能描述核结构的一个方面,没有一种能够单独说明所观察到的原子核的一切性质。

1.3 人文学家和科学家

在十九世纪,传统的文化与正在蓬勃崛起的新科学之间的裂痕开始扩大了。到了二十世纪初,这道裂痕几乎变成了不可逾越的鸿沟。造成这种两类学科分化的潜在原因,以及弥合这道沟的方法,已经成为长期的、有时还是很激烈的辩论题目。

人文体系是一组学科,包括语言学和文学、艺术(绘画、音乐、戏剧、舞蹈)、哲学、宗教和逻辑学(表1.1)。它们是用定性的术语来表述的。科学包括数学、自然科学(物理学、化学、生物学、天文学、地质学),以及社会活动的科学(心理学、社会学、人类学、经济学、行政学、历史)。(见图1.2。)

人文学家和科学家所关心的是同一个世界,但是他们是从不同的角度以不同的眼光来看待它的。这种不同可以从比较一位诗人和一位科学家——这是人文学家和科学家的极端代表——如何描写一首交响乐或一次日落看出。艺术家是凭借诗文、音乐、绘画或其他手段来表达他个人的看法,而科学家却尽力谨慎地使自己置身于自己的实验之外,并和自己

的数据相分离。

表1.1 知识和经验的领域

自然科学	社会科学	人文学
数 学	心 理 学	文 学
天 文 学	社 会 学	美 术
物 理 学	人 类 学	音 乐
化 学	经 济 学	戏 剧 学
生 物 学	行 政 学	哲 学
地 质 学	历 史	宗 教

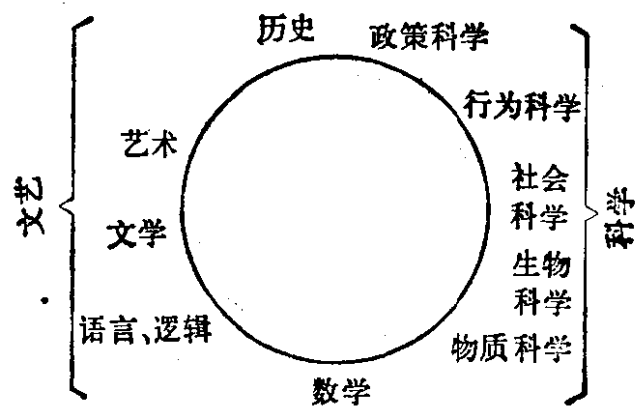


图1.2 大学各学科的划分

从知识的角度来说，人文学家和科学家使用的是相同的概念工具：分析与综合；但他们对真理的概念和如何获得真理的看法不同。人文学家所传递的是他经验中那些定性的方面；在表达他个人对事物的看法时，他向群众所共有人性进行感召。他的“真理”不包括验证和改正的成分，并可以作为永恒的、绝对的东西被接受下来。与此相反，科学家所关心的是客观的，可以证明的、至少在理论上能得到一致同意的那些现象。他的目标是取得定量的精确结果，他的数据是可重复获得的，并且要接受验证和改正。他的“真理”不是永恒的、绝对的，而是暂时的。