

□ 冯霞 编著

物理科学概论

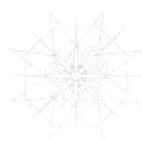
WULI KEXUE GAILUN

3

安徽人民出版社

04/319

2007



□ 冯霞 编著

物理科学概论

安徽人民出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

物理科学概论/冯霞编著. —合肥: 安徽人民出版社,
2007. 7

ISBN 978 - 7 - 212 - 02658 - 5

I. 物… II. 冯… III. 物理学 IV. 04

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 059726 号

物理科学概论

冯 霞 编著

出版发行: 安徽人民出版社

地 址: 安徽合肥市金寨路 381 号九州大厦 邮编: 230063

发 行 部: 0551 - 2833066 0551 - 2833099 (传真) 0553 - 3937079

组 编: 安徽师范大学编辑部 电话: 0553 - 3883578 3883579

经 销: 新华书店

印 制: 安徽芜湖新华印务有限责任公司

开 本: 787 × 960 1/16 印张: 21.25 字数: 316 千

版 次: 2007 年 6 月第 1 版 2007 年 6 月第 1 次印刷

标准书号: ISBN 978 - 7 - 212 - 02658 - 5

定 价: 30.00 元

本版图书凡印刷、装订错误可及时向承印厂调换

前 言

物理学是研究自然界物质存在的基本形式、性质、运动、相互作用、相互转化以及内部结构的基本规律,探讨物质结构和运动基本规律的基础科学。物理学不是对客观存在的物质运动进行简单地记录和描述,它是研究物质运动普遍的、基本的规律,是科学技术的基础,是一门仍具旺盛发展的前沿学科。同时,物理学也是人类思想文明的源泉,它既是一门科学,也是一种文化。

物理学研究对象的普遍性、研究的规律的基本性、研究方法的独创性决定了它与人文科学之间易于沟通和渗透。我们通常说一门学科具有基础性,或者说物理学是一门基础学科,主要从以下几方面来认识:第一,该学科的研究对象是基础性的理论与实验的结合;第二,该学科的知识体系是完整的,具有严格的定量的逻辑体系;第三,该学科的研究思想和方法具有普遍性和启发性;第四,该学科的研究成果(原则、规律、法则、方法论)是其它学科的基础;第五,该学科是发展的。随着人类社会的发展,人文、社会、管理、经济、艺术等领域的问题往往借用物理学的概念、思想、方法来处理,因而要求从事或将要从事人文、社会科学研究的高等学校学生必须具备一定的自然科学的基础知识和较高的科学素养。在西方,如果一个人未读过莎士比亚的著作,会被认为没有教养;如果一个人不知道牛顿、爱因斯坦的理论,同样也会被认为没有教养。

本书是我校课程改革和学科建设中教材建设的革新教材,将物理科学作为在校大学生尤其是文科学生自然科学的入门教育和人类文化领域的一个重要组成部分。注意突出物理学最主要和最基本的概念与规律的学习,注意结合物理科学的历史发展,突出物理学研究的思想和方法,注重教材内容的科学性、趣味性、实用性和科学价值观的有机结合,以提高

学生科学素养,培养学生科学思想、科学方法、科学精神为目的。

全书分八章。每章均从学生熟悉的物理现象入手,通过描述物理现象及其变化和发展的物理概念和规律的研究,构建经典物理与近代物理的体系和结构,探讨物理科学知识的应用以及与科技进步、社会发展的关系。

本书最引人瞩目的特点,在于它把重点放在科学中的发现、推理及概念形成的本质上,这也意味着,从历史和哲学的角度来进行阐释,并不是只把材料裹以糖衣,以尽量使读者易于吞咽,而是鉴于历史和哲学方面本身具有的价值。事实上,作者无意使本书成为一本“轻松”的读物;我们也不妄自宣称,不需要数学或逻辑推理就能够理解物理学。

本书第1、2、3、6、7、8章由冯霞编写;第4章,崔光磊编写;第5章,姚关心编写。由于作者水平有限,出错在所难免,望广大读者批评、指正。

冯 霞

2007年3月



作者简介

冯霞，湖北咸宁人，现为安徽师范大学物理与电子信息学院基础物理实验中心教师。20多年来一直辛勤工作在基础物理教学第一线，主讲《普通物理学》、《光学》、《普通物理实验》等多门本科基础课程，担任学校科类基础课《普通物理学》课程负责人。在科研和教学研究方面发表省级以上论文多篇，并承担和参加多项省级、校级科研和教学研究项目。以“物”论“理”，重在懂理，是在哲理，是作者一贯坚持的学科课程理念。

内容简介

本书是学校教材出版基金项目，是在学校原科类基础课教材建设基础上，依据课程和教材建设需要进一步改进和完善的一部著作。一方面保留并秉承原教材风格 and 特点，另一方面则将物理科学视为一种文化范畴，系统地介绍基础物理学各领域发现、发展的科学思想，探求融合物理科学文化与人文精神之路。

全书以物理学自身的发展为主要线索，力求运用通俗易懂的语言构建物理学基本概念、规律及发展过程。考虑到高等学校各专业、学科的特点，尽量避免高深的数学知识，着眼于课程建设向纵深发展，提升学生的科学文化素养。

目 录

绪 论	1
第一章 运动和力	6
§ 1.1 力学的研究对象	9
1.1.1 力学的研究对象	9
1.1.2 空间与时间	9
1.1.3 参照系	14
1.1.4 如何描述物体(质点)的运动	16
1.1.5 运动规律的研究	19
1.1.6 曲线运动	28
§ 1.2 牛顿运动定律	36
1.2.1 牛顿第一定律	36
1.2.2 牛顿第二定律	37
1.2.3 牛顿第三定律	37
1.2.4 牛顿的科学思想方法	38
1.2.5 单位制和量纲	40
1.2.6 牛顿定律的应用	40
§ 1.3 刚体的定轴转动	43
1.3.1 刚体的运动	44
1.3.2 力 矩	48
1.3.3 转动定理	49
思考题	53

练习题	55
阅读材料:闰秒是怎么回事	57
第二章 守恒定律 能量	59
§ 2.1 动量守恒定律	59
2.1.1 动量与动量定律	59
2.1.2 动量守恒定律	60
§ 2.2 角动量守恒定律	61
2.2.1 质点的角动量	61
2.2.2 刚体的角动量及角动量定理	62
2.2.3 角动量守恒定律	62
§ 2.3 能 量	63
2.3.1 功	63
2.3.2 动能 动能定理	65
2.3.3 保守力 势能	66
2.3.4 功能原理 机械能守恒定律	68
2.3.5 三种宇宙速度	70
思考题	72
练习题	73
第三章 太阳系和宇宙	75
§ 3.1 太阳系的认识	75
3.1.1 古希腊人的看法	75
3.1.2 哥白尼的日心说	78
3.1.3 开普勒定律	85
3.1.4 万有引力定律	87
3.1.5 波德定则	93
§ 3.2 宇 宙	96
3.2.1 宇宙的演变	96
3.2.2 太阳系的位置	98

3.2.3 人类对宇宙生物的认识	101
3.2.4 黑 洞	109
3.2.5 物质与反物质	115
思考题	117
阅读材料:奇观——通古斯之谜	118
第四章 物质的形态和性质	122
§ 4.1 物 质	122
4.1.1 物质的形态	122
4.1.2 物质的结构和尺寸	123
4.1.3 现代物质观	127
§ 4.2 固体、液体和气体	128
4.2.1 固体	128
4.2.2 液 体	137
4.2.3 气 体	146
§ 4.3 热与物质的相互关系	157
4.3.1 热力学第零定律与热平衡	157
4.3.2 热力学第一定律与能量守恒定律	159
4.3.3 热力学第二定律与熵	162
4.3.4 热力学第三定律与绝对零度	168
§ 4.4 热的本质	177
§ 4.5 热能 太阳能	179
思考题	180
练习题	181
阅读材料:水的结构与物理性质 水是生命之源	181
第五章 电和磁	185
§ 5.1 静电的基本现象和规律	186
5.1.1 电荷	186
5.1.2 静电的基本规律	186

§ 5.2 静电场 电场强度 高斯定理 电势	189
5.2.1 静电场	189
5.2.2 电场强度	190
5.2.3 高斯定理	195
5.2.4 电势	201
§ 5.3 静电场中的导体和静电屏蔽现象	208
5.3.1 导体静电平衡条件	208
5.3.2 静电平衡的导体的性质	209
5.3.3 静电屏蔽现象	212
§ 5.4 电 路	214
5.4.1 电流强度 电源 电动势 欧姆定律	214
5.4.2 电路	218
§ 5.5 基本磁现象 磁场 磁感应强度	220
5.5.1 基本磁现象 磁感应强度 磁通量	220
5.5.2 毕奥——萨伐尔定律	224
§ 5.6 电磁感应	229
5.6.1 电磁感应现象	229
5.6.2 楞次定律	230
5.6.3 法拉第电磁感应定律	231
§ 5.7 电磁场与电磁波	232
5.7.1 麦克斯韦电磁场理论的基本思想	232
5.7.2 电磁波的基本性质	233
5.7.3 电磁波的能量	234
5.7.4 电磁波谱	235
思考题	236
练习题	237
阅读材料:电磁辐射的危害与个人防护	240
第六章 波动和光	243
§ 6.1 波的概念	243

6.1.1 简谐振动的描述	243
6.1.2 有关实际振动的研究	245
§ 6.2 波 动	247
6.2.1 机械波产生的条件	247
6.2.2 波的形成和传播	248
6.2.3 平面简谐波的表示	251
6.2.4 波的干涉	252
§ 6.3 声 波	255
6.3.1 声 波	255
6.3.2 声的强度	256
6.3.3 声的传播	257
6.3.4 声波的描述	259
6.3.5 多普勒效应	259
§ 6.4 光	264
6.4.1 几何光学	265
6.4.2 波动光学	267
思考题	280
练习题	280
阅读材料:声波雷达——声纳	281
第七章 相对论和量子论	284
§ 7.1 爱因斯坦与相对论	284
7.1.1 狭义相对论	284
7.1.2 广义相对论	289
7.1.3 爱因斯坦的科学思想方法	290
§ 7.2 量子论	292
7.2.1 19 世纪末物理学的三大发现	292
7.2.2 量子论和量子力学	295
思考题	301
练习题	302

阅读材料:爱因斯坦和广义相对论	302
第八章 探索微观世界	305
§ 8.1 原子结构	305
8.1.1 原子结构	305
8.1.2 电子自旋	306
§ 8.2 原子核	306
8.2.1 中子的发现	307
8.2.2 原子核的组成	308
8.2.3 核的大小和形状	308
8.2.4 结合能和质量亏损	309
8.2.5 放射性衰变	309
8.2.6 β 衰变和中微子	310
8.2.7 核力	311
8.2.8 核反应和核能	312
§ 8.3 基本粒子	314
8.3.1 人类对物质组成的探索	314
8.3.2 基本粒子的分类	315
8.3.3 基本粒子的相互作用	316
8.3.4 守恒定律	317
8.3.5 夸克模型	317
主要参考书目	319
附录 I :数学基本知识简介	320
一、矢量(向量)乘法	320
二、函数的不定积分	322
三、函数的定积分	328
附录 II :国际单位制(SI)基本单位简介	330

绪 论

作为一本旨在提高学生科学文化素质、构建合理知识结构的基础物理课程的教科书,总是力图从通过叙述给物理学下定义开始。其实,物理学确实有一个明确的定义,因而整本书都在给物理学下定义,这恐怕就是许多人认为物理学难学的原因之一。

“什么是物理学?”“物理学就是物理学家干的事。”这听起来似乎是不言而喻的,这一方面揭示出物理学的研究领域和范围非常广泛。物理学家研究的问题从宏观世界构成宇宙的星系,到微观世界构成原子的基本粒子,从物理现象的产生、发展和变化过程到探索其产生的原因和变化的规律,到应用物理方法研究物理问题,到形成较为科学、系统的研究思想、方法和科学价值观,无不包揽其中。另一方面也说明,各学科之间似乎有着明显的划分界限,学校中各学科、专业之间存在着一条条看似不可逾越的鸿沟。

“什么是物理学?”不妨从物理学研究方法入手。物理学家所使用的方法,在一定程度上决定了某门学科是否属于物理学范畴,事实上,应称之为科学方法。这种方法大致上分为五个步骤。

- (1)选定一个课题;
- (2)推测或假设一个答案;
- (3)根据假设预言结果;
- (4)设计并进行实验来验证预言;
- (5)将证实了的假设同已有的知识结合起来建立一种理论。

物理学家在构建物理学知识体系的过程中,还创建了科学的探究方法,形成了科学研究的主要环节和构成要素:

- (1)提出问题;
- (2)猜想与假设;
- (3)制定计划;
- (4)进行实验与收集证据;
- (5)分析论证;
- (6)评估;
- (7)交流合作。

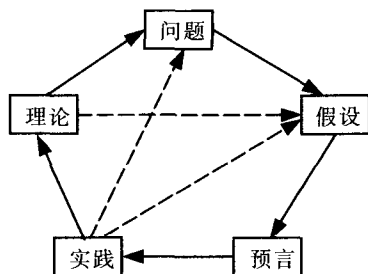


图1 科学方法的各步骤

然而,这种科学方法并非始终是解决课题问题的灵丹妙药。用这种科学方法不能象俗话所说的:“走完了第一步,就迈第二步……”它每前进一步都是建立在科学发展的基础上的。实际上,这些步骤常常是重叠的,而且假设和验证预言的基本思路贯穿于整个科学实践的始终。

图1说明的科学方法的步骤连成一个环形(科学探究的主要环节同样是一个环形)。在理论建立之后,它们并没有停滞不前。相反,一种理论常常会引发一个有待解决的新问题,于是又开始新的循环。当然,科学方法各步骤间并非按部就班循序渐进(如图1中虚线所示)。许多科学活动尤其是物理学的探索活动并不能简单地以科学方法的这几个步骤加以概括。然而,这种方法对于所有的实验科学,包括物理学、化学、地质学、生物学、信息科学、社会科学、人文科学以及这些学科内所有分科和综合,都是共同的。

“什么是物理学?”回忆一下我们在中学阶段物理教科书的目录或所学的内容,再关心下一张大学阶段物理学专业的课程表,就可以了解物理学家所从事的工作。中学物理知识体系中包括力学、声学、光学、电学、磁学、热学和原子物理学,大学物理学专业中物理学科的名称就足以说明其研究对象:力学、热学、电磁学、光学、原子物理学(近代物理学)、天体物理、量子力学、固体物理学、电动力学,普通物理学实验等。有些学科如量子力学、狭义相对论或广义相对论、固体物理学,对不研究它们的人来说可能颇为费解。

有人说,化学家研究化学药物,地质学家研究岩石,生理学家研究人,生物学家研究生命体,而物理学家则研究其他的一切。

“什么是物理学?”自然科学和人文社会科学及其每门学科的研究对

象的划分是人为的,主要原因是自然界是一个统一的整体,之所以有这样的划分更多的是由于人们认识上的局限性。在对物理学的研究中,我们发现整个自然界是一个简单的、统一的、和谐的整体。这也就说明为什么会出现生物物理学、物理化学、地球物理学等一些“综合”学科或交叉学科、边缘学科,而在人文社会学科中也同样出现了诸如环境生态学、教育社会学、生物地理学等“综合”学科。

但是,如果我们要了解自然,做某些划分仍是必要的。我们把自然界看作是由亿万个千差万别的物体组合而成,它反映了自然界的丰富多样性。从物理学的角度考虑,乍看起来,似乎在为什么一松手物体就会落到地上和月亮会穿过天空遨游这样的研究之间毫无联系。因此,曾有一些人专门研究下落的石块遵循的规律,而另一些人则只研究天体运动的规律。显然,下落的石块和运动的天体在许多方面是有共同点的,只是通过对各自的单独研究之间,才最终看到了其间的联系。

同样,我们在研究人体时发现,为了能更好地认识这个极其复杂的生命体,生物学家必须在越来越多的方面请教化学家和物理学家。

自然界是一个统一体,而且,随着我们对它的研究的深入,我们看到的这个统一性就越清楚,或许以后我们不再需要分那么多的学科了。然而,事物是复杂的:我们懂得的越多,越会感到我们所知甚少,每解答一个问题,都会发现更多的问题。

“什么是物理学?”如果我们不同一个三、四岁的孩子接触一段时间,就不会有孩子会提出什么样问题的切身感受。年幼的孩子具有好奇的天性,他们不仅从成人那里得到解答,而且还通过观察、实验来寻求答案。他们也是科学家,只不过同真正的科学家相比他们使用的方法还很幼稚,更多的时候,完全凭借的是直觉。然而,在我们教育过程中的某些阶段,特别是那种正规的学校教育阶段中,有相当多的人并不曾学会象孩子那样一再提出问题,他们的好奇心减退了,或者至少是当他们进入高等学校时被淹没在死记硬背答案的海洋中。如果对自然界的这种好奇心消失了,科学也就不复存在了。科学家则仍然保持着儿童的某些天性,他们用疑问的眼光看着世界,而他们正是象孩子一样,享受着追求答案的乐趣。

下面给大家介绍这样一个故事。

海水为什么是蓝的？

1921年，碧波万顷的地中海。

印度科学家拉曼在英国皇家学会上作了声学与光学的研究报告，取道地中海乘船回国。阳光融融，暖风徐徐，深蓝色的海面上跃动着鳞片状耀眼的光斑。甲板上漫步的人群中，一对印度母子的对话引起了拉曼的注意。

“妈妈，这个大海叫什么名字？”

“地中海！”

“为什么叫地中海？”

“因为它夹在欧亚大陆和非洲大陆之间。”

“那它为什么是蓝色的？”

年轻的母亲一时语塞，求助的目光正好遇上了在一旁饶有兴趣倾听他们谈话的拉曼。拉曼告诉男孩：“海水所以呈蓝色，是因为它反射了天空的颜色。”

在此之前，几乎所有的人都认可这一解释。它出自英国物理学家瑞利勋爵。这位以发现惰性气体而闻名于世的大科学家，曾用太阳光被大气分子散射的理论解释过天空的颜色。并由此推断，海水的蓝色是反射了天空的颜色所致。

但不知为什么，在告别了那一对母子之后，拉曼总对自己的解释心存疑惑，那个充满好奇心的稚童，那双求知的大眼睛，那些源源不断涌现出来的“为什么”，使拉曼深感愧疚。作为一名训练有素的科学家，他发现自己不知不觉中丧失了男孩那种到所有的“已知”中去追求“未知”的好奇心，不禁为之一震！

失去好奇心是科学发现与发展中最大的忌讳，即使是一个颇有作为的科学家，也会因此而变得闭目塞听，止步不前。

法国物理学家约里奥·居里，因轻言 α 粒子轰击波后产生的射线为 γ 射线，而与中子失之交臂，被年轻的核物理学家查德威克夺去了此项发现的诺贝尔奖。

德国有机化学之父李比希，对从海藻中提取碘时沉淀下来的一层深褐色液体，轻率地帖上了一张氯化碘的标签，而使新元素溴的发现者署在