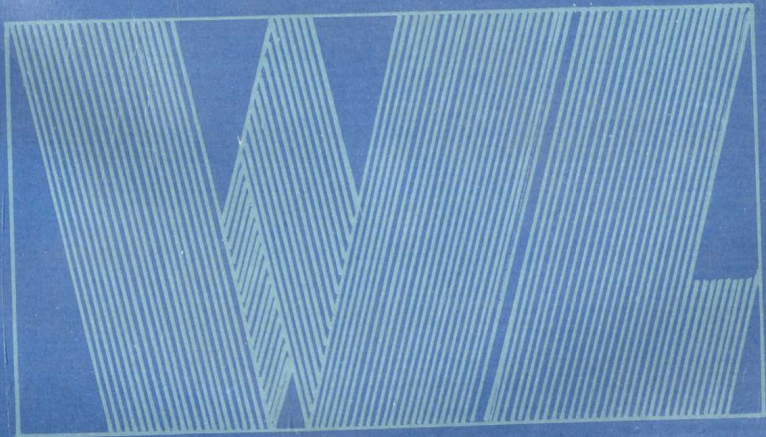


· 高等学校教材 ·

物理学简明教程

主编 聂东山 李志锋
郑文虎 李世中



石油大学出版社

高等学校教材

物理学简明教程

主编 聂东山 李志锋
郑文虎 李世中

石油大学出版社

鲁新登字10号

主 编 聂东山 李志锋 郑文虎 李世中
副主编 张志承 罗兴垅 王树泽 弓斌耀
编 者 (以姓氏笔划为序)
马圣乾 李玉香 李德珍 邹安华
宋德山 张士杰 张桂兰 陈振和
陈文学 陈爱群 罗益民 赵 淳
赵永亮 姜 波 徐建刚 雷忠堂
窦天平

物理学简明教程

聂东山 等编

*

石油大学出版社出版

(山东省东营市)

各地新华书店发行

山东省新华印刷厂临沂厂印刷

*

开本850×1168 1/32 19.5印张 478千字

1994年7月第1版 1994年7月第1次印刷

印数1—3000册

ISBN7—5636—0517—7/O₄·15

定价：11.96元

序

现在是信息时代,人们需要的知识量的增长与更新非常快;理、工各科的学生必须学好基础物理,为日后增长专业知识,进行研究与工作,储存潜能,打好基础。教材是应该有其特点,不拘旧有格式的。只要它们符合教学计划、教学大纲的基本准则,并有较高的质量就应该鼓励它们出版,供各校选用。石油大学出版社出版的《物理学简明教程》是由聂东山等同志编写的。该书是根据理工科高等学校非物理专业普通物理教学大纲的基本要求,结合编者多年的教学实践经验编写而成的。其指导思想是贯彻辩证唯物主义的方法与观点,培养学生的科学思维方法和理论联系实际的能力。不难看出教材的内容是按照从实践到理论,又从理论到实践的思想体系编写的。这样既传授给学生以知识又培养学生的能力。

本教程条理清晰,文字简练,图文并茂,确切简明。例题典型、规范,有启发性。每节前有主要知识点和要求,便于学生学习前有思想准备,学习后回顾与总结。数学配合也较好,不繁不简,适合学生程度。且有选学内容,对不同程度的学生可因材施教。

本书由全国二十二所高等院校的主讲普通物理的优秀教师分工编写,他们各有所长与独特的教学风格,集思广益,通力合作,再经主编统一口径,统一文字,统一规范。这是一部很好的教材。希望经过日后再版修琢,精益求精,这部《物理学简明教程》必将成为贯彻新思想、新观念,符合时代要求的更加优秀的教材。

聂景员

一九九四年八月于南开大学

前 言

本书为适应教改需要,在国家教委教材建设精神指导下,根据理工科高等学校非物理专业《普通物理学》教学大纲的基本要求,结合作者长期的教学经验,并借鉴国内外新教材的特点编写成的。由南开大学赵景员教授作序。

全书内容包括力学、热学、电磁学、光学和近代物理基础共五部分,二十四章。每节前有主要知识点和要求,每章后有思考题和习题,书后有附录:矢量、国际单位制、导数和积分公式、习题答案等。

本书力求使学生学到物理学中最基本的规律和概念,掌握比较完整的物理图象,而在理论深度上要求适宜,并注意物理理论在工程技术上的应用。为此,在内容的精选和更新上,在深广度的掌握上,以及物理意义的阐述等方面,做了较大的努力。内容简明,系统性强,物理概念清晰,语言简练,深入浅出,例题新颖典型。便于教,利于学。

本书是工科院校、师范院校非物理专业、教育学院、电视大学、职业大学、函授大学等高等学校的物理教材。

鉴于各类学校对物理学课程要求的差异,本书内容作了如下安排:每节前编有主要知识点和要求,便于突出重点,有利于学生掌握。在某些章节前记有※号的内容,是供某些专业选用和某些学生深入学习的需要而编入的。

参加本书编写的学校有:中南工业大学、长沙交通学院、西安邮电学院、天津城市建设学院、赣南师院、洛阳大学、南京航务工程专科学校、湖南轻工业高等专科学校、河南城建高等专科学校、榆

林高等专科学校、辽宁工运学院辽阳分院、黄冈电视大学、杭州钢铁厂职工大学、乌海市电大、泰安教育学院、上饶师专、商洛师专、昌潍师专、驻马店师专、菏泽师专、西昌师专、临沂师专等，全国二十二所高等院校分工负责完成编写任务。所以本书是各校长期从事物理学教学的教师教学经验的总结，是集思广益的结果。

赵景员教授对本书进行了详细的审阅并提出了宝贵意见和建议，对本书的修改和完善帮助很大；石油大学出版社和本书编者所在的学校，对本书的出版和编写给予大力支持。编者在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，且时间仓促，疏漏错误之处在所难免，恳请读者批评指正。

编 者

1994年8月

目 录

绪论	1
第一章 质点运动学	6
§ 1-1 描述质点运动的基本物理量	7
§ 1-2 质点的直线运动	13
§ 1-3 曲线运动	19
§ 1-4 相对运动	26
思考题	30
习题	31
第二章 牛顿运动定律	34
§ 2-1 力 万有引力定律	34
§ 2-2 牛顿运动定律及其应用	36
§ 2-3 力学单位制和量纲	45
§ 2-4 经典力学的适用范围	46
* § 2-5 惯性参照系和非惯性参照系	48
思考题	51
习题	52
第三章 功和能	56
§ 3-1 功 功率	56
§ 3-2 动能 动能定理	61
§ 3-3 保守力 势能	66
§ 3-4 功能原理 机械能守恒定律	69
思考题	74
习题	76
第四章 动量	78
§ 4-1 动量 动量定理	78
§ 4-2 动量守恒定律	83

§ 4-3 碰撞	87
思考题	91
习题	91
第五章 刚体力学	94
§ 5-1 刚体运动的描述	94
§ 5-2 质心运动定理	99
§ 5-3 转动动能 转动惯量	101
§ 5-4 转动定律	105
§ 5-5 力矩做功 定轴转动的动能定理	108
§ 5-6 角动量 角动量守恒定律	111
思考题	114
习题	115
*第六章 流体力学	119
§ 6-1 流体静力学	119
§ 6-2 理想流体的稳定流动	122
§ 6-3 伯努利方程及其应用	124
§ 6-4 动量定理在流体中的应用	128
思考题	130
习题	131
第七章 机械振动	133
§ 7-1 简谐振动的定义 运动方程	133
§ 7-2 描述简谐振动的特征物理量	136
§ 7-3 简谐振动的几何描述	140
§ 7-4 单摆和复摆	144
§ 7-5 简谐振动的能量	147
§ 7-6 简谐振动的合成	149
* § 7-7 阻尼振动 受迫振动 共振	155
思考题	159
习题	161
第八章 机械波	164

§ 8-1	波动的基本概念	164
§ 8-2	平面简谐波的表达式	170
§ 8-3	波的能量	174
§ 8-4	波的叠加 波的干涉	177
* § 8-5	驻波	179
* § 8-6	多普勒效应	184
	思考题	186
	习题	187
第九章	气体分子运动论	190
§ 9-1	平衡态 理想气体状态方程	190
§ 9-2	理想气体的压强 温度	192
§ 9-3	气体分子的速率分布规律	199
§ 9-4	能量均分定理 理想气体的内能	205
§ 9-5	气体分子的平均自由程	210
§ 9-6	气体内的迁移现象	213
	思考题	218
	习题	219
第十章	热力学基础	220
§ 10-1	热力学第一定律及应用	220
§ 10-2	绝热过程	227
§ 10-3	循环过程 热机效率	230
§ 10-4	热力学第二定律	235
* § 10-5	卡诺定理	238
	思考题	239
	习题	240
第十一章	真实气体 液体	243
§ 11-1	范德瓦耳斯方程	243
§ 11-2	焦耳-汤姆逊实验 真实气体的内能	247
§ 11-3	液体的表面张力	249
§ 11-4	弯曲液面内外压强差	253

§ 11-5	毛细现象	256
§ 11-6	固、液、气间的相变	261
	思考题	266
	习题	268
第十二章	真空中的静电场	270
§ 12-1	库仑定律	270
§ 12-2	电场强度	273
§ 12-3	高斯定理	283
§ 12-4	电势	290
§ 12-5	等势面 电势与场强的关系	296
	思考题	299
	习题	301
第十三章	静电场中的导体和电介质	303
§ 13-1	静电场中的导体 静电屏蔽	303
§ 13-2	电容和电容器	306
§ 13-3	静电场中的电介质	311
§ 13-4	电介质中的高斯定理	314
§ 13-5	静电场中的能量	319
	思考题	321
	习题	323
第十四章	稳恒电流	325
§ 14-1	电流与电流密度	325
§ 14-2	欧姆定律	329
§ 14-3	电源 电动势	333
§ 14-4	电功 电功率	338
§ 14-5	基尔霍夫定律	340
* § 14-6	金属的热电子发射	344
	思考题	346
	习题	347
第十五章	电流的磁场	351

§ 15-1	磁感应强度	351
§ 15-2	毕奥-沙伐尔定律	355
§ 15-3	安培环路定理	362
§ 15-4	带电粒子在磁场中的运动	367
§ 15-5	磁场对电流的作用	372
	思考题	379
	习题	381
第十六章	磁介质	385
§ 16-1	磁介质及其磁化	385
§ 16-2	磁介质中的安培环路定理	390
§ 16-3	铁磁质	394
	思考题	399
	习题	399
第十七章	电磁感应 电磁波	401
§ 17-1	电磁感应的的基本定律	401
§ 17-2	动生电动势和感生电动势	403
§ 17-3	自感和互感	409
§ 17-4	磁场的能量	412
§ 17-5	麦克斯韦方程组	415
§ 17-6	电磁波 电磁振荡	421
	思考题	430
	习题	431
第十八章	光的干涉	434
§ 18-1	光波的相干条件	434
§ 18-2	杨氏双缝实验	436
§ 18-3	光程 薄膜干涉	440
§ 18-4	迈克耳孙干涉仪	449
	思考题	451
	习题	452
第十九章	光的衍射	453

§ 19-1	光的衍射现象	453
§ 19-2	单缝 圆孔的夫琅和费衍射	456
§ 19-3	衍射光栅	463
§ 19-4	衍射现象的应用	470
	思考题	474
	习题	475
第二十章	光的偏振	476
§ 20-1	自然光与偏振光 马吕斯定律	476
§ 20-2	反射光和折射光的偏振	481
§ 20-3	双折射现象 偏振棱镜	485
* § 20-4	偏振光的干涉	492
* § 20-5	旋光现象	495
	思考题	497
	习题	498
第二十一章	狭义相对论基础	500
§ 21-1	伽利略变换和经典力学的时空观	500
§ 21-2	狭义相对论的实验基础	502
§ 21-3	爱因斯坦假设 洛伦兹变换	506
§ 21-4	相对论的动力学基础	517
	思考题	524
	习题	524
第二十二章	光的粒子性	525
§ 22-1	黑体辐射 普朗克量子假设	525
§ 22-2	光电效应	528
§ 22-3	光子 爱因斯坦方程	531
* § 22-4	康普顿散射	536
	思考题	542
	习题	543
第二十三章	原子的量子理论	544
§ 23-1	氢原子光谱的规律性	544

§ 23-2	玻尔的氢原子理论	547
§ 23-3	德布罗意波	554
§ 23-4	测不准关系	559
§ 23-5	波函数 薛定谔方程	561
§ 23-6	电子自旋 原子壳层结构	565
	思考题	569
	习题	569
第二十四章	原子核和基本粒子简介	570
§ 24-1	原子核的结构和基本性质	570
§ 24-2	原子核的结合能	573
§ 24-3	放射性衰变	575
§ 24-4	核反应	576
* § 24-5	基本粒子简介	578
	思考题	585
	习题	585
附录 I	矢量	587
附录 II	国际单位制	593
附录 III	常用物理常数	596
附录 IV	导数和积分公式	597
	习题答案	598

绪 论

自然界由客观实在的物质组成,例如海洋、大地、空气、太阳、星系、基本粒子、电磁场、引力场等都是物质。一切物质都处在永恒不息的运动之中。车辆的行驶,地壳的变动,天体的运行,微粒的运动,乃至生命现象和思维过程等都是物质的运动形式,所以物质的运动形式是多种多样,千变万化的。

人类在社会实践和生产过程中,不断探索研究物质运动的规律性。随着认识的深入和发展,人们根据物质运动的层次和特征,把自然科学划分为物理学、天文学、化学、生物学等。

一、物理学研究的对象

物理学是研究物质的基本结构、相互作用及其基本运动规律的一门基础科学。其运动形式,包括机械运动,热运动,电磁运动,原子运动和原子核内部的运动等。这些运动普遍的存在于其它复杂的高级的运动形式(如化学的、生物的等等)之中。因此,物理学所研究的物质运动规律是最基本的,具有最大的普遍性。例如,宇宙间的所有物体,不论它们的化学性质如何,有无生命,都遵从物理学的万有引力定律;一切变化过程,都遵从能量守恒和转换定律等。

由于物理学所研究的物质运动及其规律的普遍性,物理学便成为其它自然科学和工程技术科学的基础。只有真正掌握和正确运用物理学知识,才能在其它自然科学和工程技术科学方面取得成功,否则是不可能的。

二、物理学的研究方法

人类对物理学的研究大体采用三种方法,即观察、实验和理性思维方法。观察和实验是研究物理学的基础。

观察是就现象发生在自然界中的情况进行实地观测和研究。例如丹麦的第谷在长达二十多年的时间里对天文现象进行了大量而精确地观测,测量了行星的位置,积累了丰富的资料。法国天文学家开普勒作为第谷的助手继续观察天体运动,并根据第谷对行星运动观测的大量资料进行研究,发现了行星运动三定律。

实验的方法是人们把发生在自然界中错综复杂相互联系相互制约着的自然现象,用人为的方法,减少次要因素,突出主要矛盾,使现象在简化条件下重复发生,并反复研究。例如,气体的容积、压强和温度三者的变化关系就是在一定的人工控制条件下,通过多次实验归纳得出的。伽利略在研究落体运动时,抓住地球对物体的引力作用这一主要矛盾,排除空气阻力的影响,通过实验发现了自由落体的运动规律等,并成为物理实验的奠基者。自然科学是一门实验科学,实验是理论的基础,理论靠实验检验。

理性思维方法是通过比较分类;分析、综合;归纳、演绎;类比;抽象;假说等来实现。

认识事物首先从区分开始,区分的手段是比较,有比较才能鉴别。通过比较确定事物之间的共性和差别,从而达到区分和分类的目的。

分析是把研究的问题分成几个方面分别进行研究而达到认识事物本质的方法。例如在研究理想气体压强时,通过分析可选择一个立方容器,并且从任一分子对某一器壁的碰撞入手,也可粗略地把容器中的分子分为三群等等。综合是与分析相反的思维过程,例如质点组动量或动能定理,就是由质点的动量或动能定理通过综

合得出的。综合是在分析的基础上进行的，即综合与分析是相辅相成的。

归纳和演绎是一切科学研究常用的两种相反的思维过程。归纳法是从个别到一般，由特殊到普遍的逻辑思维方法。一切物理概念和定律都是在大量观察和实验资料的基础上通过归纳和推理得出的。演绎与归纳相反，是由一般到个别，由普遍到特殊的推理方法。大量事例说明，归纳以演绎为指导，演绎以归纳为基础。

类比是一种探索性的逻辑思维方法。在已有知识的基础上，把已经熟知的对象与未知的对象进行对比。例如法国物理学家德布罗意将物质粒子与光子类比，大胆提出了一切物质粒子也具有波粒二象性的假设，为量子力学的创立奠定了基础。

抽象方法是根据问题的性质和内容，抓住主要因素，忽略次要的、局部的和偶然的因素，建立一个与实际相近的理想模型来进行研究。例如，“质点”、“刚体”、“理想气体”和“点电荷”等都是理想模型。把物体看作“质点”时，“质量”和“点”是主要因素，物体的形状、大小就是可以忽略的次要因素。把物体抽象为刚体时，物体的形状、大小和质量分布是主要因素，物体的形变就是可以忽略的次要因素。在物理学研究中，这种理想模型是十分重要的。研究物体机械运动的规律时，就是从质点运动的规律入手，再研究刚体运动的规律而逐步深入的。

假说是在一定的观察、实验的基础上，为了寻找事物的规律，对于现象的本质所提出的一些说明方案或基本论点等。进一步的实验论据便会清洗这些假说，即去掉一些或改进一些。在一定范围内经过不断的检验，证明为正确的假说，最后上升为定律或理论。例如，在一定的实验基础上提出来的物质结构的分子原子假说以及它的推论，能够解释气、液、固各态的许多现象，而发展成为物质的分子运动理论。在科学认识的发展过程中，假说是很重要的甚至是必不可少的一种手段。

从观察、实验到假说、理论,物理学的研究并没有结束。认识从实践始,经过实践得到了理论的认识,还须回到实践中去。理论是从许多现象中概括和抽象出来的最本质的东西,所以一个能够正确反映客观实在的理论,不仅能够解释已知现象,而且还能够预言未知的现象,指导新的实践,推断出尚未发现的新的自然规律。如果理论推导的结果,得到了新的实践的验证,就更加丰富了理论的内容。例如麦克斯韦的电磁场理论,不仅能够解释各种电现象和磁现象之间的关系,而且能够预言电磁波的存在及其传播速度。在这种理论指导下,通过实验完全证明了它的预言。另一方面,如果某一理论或它推导出的结果和新的实验事实有矛盾,就必须对这理论或对它所依据的某些基本假说加以修正,或全部放弃,而在新的实验基础上建立能正确反映客观实在的新的理论。

三、物理学的发展与生产技术的关系

科学导源于人们的生产活动。现代科学技术的发展,使科学与生产的关系更加密切,科学技术作为第一生产力,对推动经济发展和社会进步将显示出更大的作用。

物理学的发展已经经历了三次大的革命,在十七、十八世纪,牛顿力学的建立和热力学的发展过程中,由于蒸汽机的发明和机械工业的迅速发展,引起了第一次工业革命,促进了工业生产的迅速发展。在十九世纪,人们应用法拉第—麦克斯韦电磁理论发明制造了电机和各种电器设备,使工业走向电气化道路,人类进入利用电能的时代,实现了第二次工业革命。二十世纪以来,相对论力学和量子力学的建立与发展,人们逐步认识了原子、原子核结构,原子能的利用和人工放射性同位素成为现实,并促进其它新技术的发明、边缘学科的发展、新兴工业的兴起,现代科学技术正进入第三次工业革命。人类正进入了原子能、半导体、激光、电子计算机、