



普通物理学

刘克哲 编



高等教育出版社



★ GAODENG JIAOYU CHUBANSHE

高等学校教材

普通物理学

刘克哲 编

高等教育出版社

(京)112号

本书是按中学教师进修高等师范专科化学教育专业教学大纲和数学教育专业教学大纲的要求编写的。内容包括质点力学、刚体力学、振动和波、热学和气体动理论、电磁学、物理光学、原子的量子理论以及原子核和粒子等。

本书篇幅简短,概念准确,语言简洁,可读性强,在内容选择和深浅度等方面特别注意适合师专的需要。

本书总学时数在80~100学时范围以内,可供卫星电视教育高师化学专业和数学专业使用,同时兼顾师专相应专业用作普通物理教材,也可供教育学院、函授教育、高等自学考试以及各类理科大专班的相应专业使用。

高等学校教材

普通物理学

刘克哲 编

高等教育出版社出版

新华书店总店科技发行所发行

中国农村出版社印刷厂印装

开本 850×1168 1/32 印张 15 字数 361 000

1994年6月第1版 1994年6月第1次印刷

印数 0001—30 935

ISBN 7-04-004596-6/O·1203

定价 7.45元

前 言

本书是按照中学教师进修高等师范专科化学教育专业和数学教育专业普通物理教学大纲的要求，所编写的卫星电视教育化学专业和数学专业的普通物理教材。

为做好此教材的编写工作，国家教委高等学校物理学教学指导委员会于1993年3月在济南召开了卫星电视教育教材《物理学》修订研讨会。与会专家在征得各方面意见经反复研究后认为，重新编写一套适合卫星电视教育的《普通物理学》教材是十分必要的，并商定了如下的编写指导思想：

1. 《普通物理学》应是一套以卫星电视教育化学专业和数学专业为主要对象同时兼顾师专相应专业的高等学校教材。它既要满足卫星电视教育的需要，也可供师专、教育学院、函授教育、高等自学考试以及各类理科大专班的相应专业使用；

2. 该教材的总学时数应在80—100学时范围内，总篇幅应在40万字上下，必须与编者的《物理学》一书拉开距离和档次，以解决目前卫星电视教材偏多、偏深的问题；

3. 该教材应保持编者的《物理学》一书的原有体系以及概念准确、内容简明和可读性强等特点，使熟悉《物理学》一书的教师对新教材不感到陌生。

要使本书同时满足化学和数学两个专业教学大纲的要求是存在一定困难的，我想难免会有顾此失彼之处。全书的总体内容基本上按照化学专业教学大纲的要求编成，其中以*号标出的内容，数学专业可以不必讲授，化学专业也可根据专业要求和学时数

作适当选择。由于本书一开始就使用微积分，所以使用本书的读者应具有一定的高等数学基础。

承蒙北京师范大学梁绍荣教授、高等教育出版社李松岩编审、奚静平副编审、内蒙古大学张纪生副教授、山东教育学院郭守元副教授、山东大学李大才副教授、张承琚副教授和济南大学刘鑫讲师等对本书的编写指导思想 and 一系列具体问题进行了反复研究，并提出了详尽而具体的建议；唐山师专姚文英先生也提出了许多宝贵意见。在编写过程中，上海闸北教育学院图书资料中心主任刘克韬先生不仅提供了可贵的资料，而且还在资料、文字和插图的整理方面协助进行了大量工作。在此谨向他们致以诚挚的感谢。

由于编者水平所限，书中难免存在错误和不当之处，希望使用本书的教师、同学和其他读者予以批评指正。

刘克哲

一九九三年八月于山东大学

目 录

绪论	1
第一章 质点的运动	4
§ 1-1 质点与参考系	4
一、质点	4
二、参考系	5
§ 1-2 描述质点运动的物理量	6
一、时间	6
二、位置矢量	6
三、位移和路程	8
四、速度和速率	9
五、加速度	14
§ 1-3 质点运动的几种典型形式	18
一、匀速直线运动	18
二、匀变速直线运动	19
三、抛体运动	23
四、匀速圆周运动	25
五、变速圆周运动	28
习题	32
第二章 牛顿运动定律	35
§ 2-1 牛顿第一定律	35
§ 2-2 牛顿第二定律	37
一、质量	37
二、牛顿第二定律	39

§ 2-3 牛顿第三定律	41
§ 2-4 力学中常见的几种力	44
一、万有引力	44
二、弹性力	47
三、摩擦力	49
§ 2-5 惯性系和非惯性系	52
习题	54
第三章 功和能	57
§ 3-1 功	57
一、功	57
二、功率	60
§ 3-2 动能	62
§ 3-3 势能	65
一、引力势能和重力势能	65
二、弹力势能	68
三、保守力	69
§ 3-4 机械能守恒定律	70
一、功能原理	71
二、机械能守恒定律	73
习题	77
第四章 动量守恒定律	79
§ 4-1 动量和动量定理	79
§ 4-2 动量守恒定律	82
§ 4-3 碰撞	85
一、碰撞现象	85
二、完全弹性碰撞	86
三、完全非弹性碰撞	88
习题	89

第五章 刚体力学	88
§ 5-1 刚体的运动	88
一、平动和转动	92
二、刚体的定轴转动	93
§ 5-2 转动动能和转动惯量	95
一、刚体的转动动能	95
二、刚体的转动惯量	96
§ 5-3 力矩及其对刚体的作用	98
一、在定轴转动中刚体所受的力矩	98
二、力矩作的功	101
三、转动定律	102
*§ 5-4 角动量守恒定律	106
一、角动量的概念	106
二、角动量定理	108
三、角动量守恒定律	109
习题	111
第六章 振动和波	114
§ 6-1 简谐振动	114
一、简谐振动的定义	115
二、简谐振动的矢量图示法	117
三、描述简谐振动的物理量	119
*§ 6-2 简谐振动的能量	121
§ 6-3 简谐振动的合成	124
§ 6-4 关于波动的基本概念	127
一、波的产生和传播	127
二、横波和纵波	130
三、波线、波面和波阵面	131
四、波速、波长以及波的频率和周期	132
§ 6-5 简谐波	134

§ 6-6	波动遵从的基本原理	136
一、	波的叠加原理	136
二、	惠更斯原理	137
§ 6-7	波的干涉	138
一、	波的干涉	138
二、	驻波	141
习题	143
第七章	气体动理论	146
§ 7-1	气体的微观模型	146
§ 7-2	理想气体及其状态描述	149
一、	理想气体	149
二、	理想气体状态的描述	150
三、	混合理想气体的状态方程	153
§ 7-3	理想气体的压强公式	154
§ 7-4	温度	156
一、	温度的宏观意义	156
二、	温度的微观解释	158
§ 7-5	理想气体的内能	160
一、	分子运动自由度	161
二、	能量按自由度均分定理	162
三、	理想气体的内能	164
*§ 7-6	范德瓦耳斯方程	165
一、	范德瓦耳斯方程的导出	166
二、	范德瓦耳斯等温线和临界点	169
习题	172
第八章	热力学概述	174
§ 8-1	热力学第一定律	174
一、	热力学中的基本概念	174

二、热力学第一定律	178
§ 8-2 热力学第一定律对理想气体的应用	180
一、等体过程	180
二、等压过程	181
三、等温过程	182
四、绝热过程	184
*§ 8-3 卡诺循环	187
一、循环过程	187
二、卡诺循环	189
*§ 8-4 热力学第二定律	192
一、可逆过程和不可逆过程	192
二、热力学第二定律的两种表述	194
三、热力学第二定律的实质	196
四、热力学第二定律的统计意义	197
*§ 8-5 卡诺定理和熵的概念	200
一、卡诺定理	200
二、熵和熵增加原理	202
*§ 8-6 其他热力学函数	205
习题	207
第九章 静电场	210
§ 9-1 电荷和库仑定律	210
一、电荷	210
二、库仑定律	212
§ 9-2 电场和电场强度	215
一、电场	215
二、电场强度	215
三、电场强度的计算	216
§ 9-3 高斯定理	222
一、电场线	223

二、电通量	222
三、高斯定理	226
§ 9-4 电势与场强的关系	229
一、静电场属于保守力场	229
二、电势能、电势差和电势	231
三、电势的计算	233
四、等势面	235
五、电势与场强的关系	237
§ 9-5 处于静电平衡状态的金属导体	240
一、金属导体的静电平衡状态	240
二、导体表面上的电荷分布和尖端放电现象	243
三、静电屏蔽	244
§ 9-6 电容和电容器	245
一、孤立导体的电容	245
二、电容器	246
三、电容的计算	248
四、电容器的联接	249
§ 9-7 静电场中的电介质	250
一、电介质的极化现象	250
二、极化强度矢量	251
三、极化电荷对电场的影响	253
§ 9-8 电介质存在时的高斯定理	255
*§ 9-9 静电场的能量	259
习题	262
第十章 恒定电流	267
§ 10-1 电流强度和电流密度矢量	267
§ 10-2 导体的电阻和电阻率	270
一、导体的电阻	270
二、导体的电阻率	271

三、电阻的串联和并联	273
§ 10-3 欧姆定律	274
一、欧姆定律的表示形式	274
二、金属导电的经典电子论	275
§ 10-4 电动势	278
一、电源在电路中的作用	278
二、电源的电动势	279
§ 10-5 电功和电功率	280
§ 10-6 电源的充电和放电	282
§ 10-7 基尔霍夫定律	285
习题	287
第十一章 稳恒磁场	290
§ 11-1 磁场	290
一、磁现象	290
二、磁感应强度	292
三、磁感应线和磁通量	294
§ 11-2 毕奥-萨伐尔定律	296
§ 11-3 安培环路定理	300
§ 11-4 磁场对电流的作用	304
一、安培定律	304
二、两平行长直电流之间的相互作用	305
三、磁场对载流线圈的作用	307
*§ 11-5 带电粒子在磁场中的运动	309
一、带电粒子在磁场中的圆周运动	309
二、带电粒子在磁场中的螺旋运动	312
三、带电粒子比荷的测定	314
四、霍尔效应	315
§ 11-6 磁介质及其磁化	318
一、物质磁性的概述	318

二、磁化的磁介质中的磁感应强度	319
三、有磁介质存在时的安培环路定理	321
习题	324
第十二章 电磁感应和电磁波	327
§ 12-1 电磁感应现象及其基本规律	327
一、电磁感应现象	327
二、电磁感应定律	329
三、感应电动势	331
§ 12-2 互感现象和自感现象	333
一、互感现象	333
二、自感现象	336
*§ 12-3 磁场的能量	338
§ 12-4 电磁场理论的基本概念	341
一、静电场和稳恒磁场的基本规律	341
二、位移电流的概念	342
三、涡旋电场的概念	345
四、麦克斯韦方程组	346
§ 12-5 电磁波	346
一、电磁波的产生和传播	347
二、电磁波的性质	348
三、电磁波的波谱	349
习题	351
第十三章 光的波动性	354
§ 13-1 光波及其相干条件	354
一、光波	354
二、光波的相干条件	355
§ 13-2 杨氏实验	357
§ 13-3 薄膜干涉	359

一、光程	359
二、等倾干涉	361
三、等厚干涉	362
*§ 13-4 迈克耳孙干涉仪	367
§ 13-5 单缝衍射	368
一、光的衍射现象	368
二、惠更斯-菲涅耳原理	370
三、单缝衍射分析	370
*§ 13-6 光的偏振	374
一、线偏振光和部分偏振光	375
二、自然光	375
三、椭圆偏振光和圆偏振光	376
*§ 13-7 偏振光的获得和检测	377
一、偏振光的获得	377
二、偏振光的检测	381
*§ 13-8 旋光现象	383
习题	384
第十四章 光的粒子性	387
§ 14-1 光电效应	387
一、光电效应的实验规律	387
二、经典理论所遇到的困难	390
三、光子假说及其对光电效应的解释	390
§ 14-2 康普顿效应	393
*一、康普顿效应及其观测	393
*二、光子假说对康普顿效应的解释	394
三、光的波粒二象性	396
习题	397
第十五章 原子的量子理论	399

§ 15-1 原子的核型结构	399
一、 α 粒子散射实验	400
二、原子的核型结构模型	401
三、原子的核型结构模型与经典理论的矛盾	403
§ 15-2 氢原子光谱	403
一、氢原子光谱的规律性	404
二、光谱项意义的初步探讨	406
§ 15-3 氢原子的玻尔理论	407
§ 15-4 电子绕核运动状态的描述	412
一、能量量子化和主量子数	412
二、轨道角动量量子化和角量子数	412
三、空间量子化和磁量子数	413
四、电子绕核运动的状态描述	417
§ 15-5 电子的自旋和原子的壳层结构	418
一、施特恩-格拉赫实验	418
二、自旋量子数和自旋磁量子数	421
三、原子的壳层结构	422
§ 15-6 微观粒子的波动性	425
一、德布罗意假说及其实验验证	425
*二、不确定关系	428
*§ 15-7 波函数和薛定谔方程	431
一、波函数及其统计解释	431
二、薛定谔方程	433
习题	435
第十六章 原子核和粒子	437
§ 16-1 原子核的基本性质	437
* 一、原子核的电荷和质量	437
二、原子核的大小和形状	438
三、原子核的组成	439

四、原子核的结构	439
五、核力	440
§ 16-2 原子核的结合能	441
一、原子核的质量亏损	441
二、原子核的结合能	442
*三、结合能的利用	444
*§ 16-3 放射性衰变的规律	446
一、放射性	446
二、放射性衰变的规律	447
三、放射性同位素的应用	450
*§ 16-4 粒子的发现	453
*§ 16-5 粒子的相互作用和粒子的分类	456
一、粒子的相互作用	456
二、粒子的分类	457
习题	460
附录 物理学常用常数	461

绪 论

物理学是研究包括机械运动、热运动、电磁运动、原子、原子核和粒子运动在内的物质运动最基本形态，以及它们之间相互转化的一门基础学科。物理学研究的目的在于认识这些运动的客观规律，揭示物质的不同层次的内部结构。尽管从事不同专业工作的读者学习这门科学的目的有所不同，但就总体而言，可在以下几个方面取得共识。

首先，物理学所研究的物质运动，普遍地存在于物质的复杂运动形态之中，所以，了解物质运动最基本形态的规律，是深刻认识复杂运动的起点或途径。物理学也因此而成为自然科学和技术科学中多个学科的理论基础或支柱。同时，由于物理学与自然科学其他领域和技术越来越广泛地结合，从而促成了一个又一个新兴学科的出现。学习物理学，对于从事自然科学各个学科、技术科学的各个部门和这些新兴学科的工作是十分必要的。

其次，物理学总是以其特有的方式推动着人类社会生产的发展。在 18 世纪，由于力学与生产的结合，使机械和蒸汽机得到改进和推广，引起了第一次产业革命；在 19 世纪，电磁学的研究成果成为人类进入电气时代的基石；20 世纪以来，原子和原子核物理以及量子力学的创立，是人类的认识从宏观世界深入微观世界的一个重大突破，它们不仅成功地解释了原子结构、元素周期性和化学键等重大课题，并且已经用来描述固体和液体内部微观粒子的运动规律，成为材料科学的理论依据，促使新材料、新器件、新能源、新的通讯和控制手段如雨后春笋般地涌现，为人类社会又一次