

高
等
学
校
教
材



基础物理学教程 上卷

陆 果

高等教育出版社

01-43
7

高等学校教材

基础物理学教程

上 卷

陆 果

高等教育出版社

高等学校教材

基础物理学教程

下 卷

陆 果

高等教育出版社

期 限

(请 与)

图书在版编目(CIP)数据

基础物理学教程 上卷/陆果. —北京:高等教育出版社,
1998

高等学校教材
ISBN 7-04-006701-3

I. 基… II. 陆… III. 物理学-高等学校-教材 IV. 04

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 18466 号

*

高等教育出版社出版

北京沙滩后街 55 号

邮政编码:100009 传真:64014048 电话:64054588

新华书店总店北京发行所发行

中国青年出版社印刷厂印装

*

开本 850×1168 1/32 印张 16.875 字数 430 000

1998 年 9 月第 1 版 1998 年 9 月第 1 次印刷

印数 0 001—2 101

定价 16.00 元

凡购买高等教育出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页等

质量问题者,请与当地图书销售部门联系调换

版权所有,不得翻印

04-43

398213

7

(京) 112号

图书在版编目(CIP)数据

基础物理学教程 下卷/陆果. —北京:高等教育出版社,
1998

高等学校教材
ISBN 7-04-006702-1

I. 基… I. 陆… III. 物理学-高等学校-教材 IV. 04

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 18463 号

*

高等教育出版社出版

北京沙滩后街 55 号

邮政编码:100009 传真:64014048 电话:64054588

新华书店总店北京发行所发行

中国青年出版社印刷厂印装

*

开本 850×1168 1/32 印张 17.625 字数 440 000

1998 年 9 月第 1 版 1998 年 9 月第 1 次印刷

印数 0 001—2 101

定价 16.70 元

凡购买高等教育出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页等
质量问题者,请与当地图书销售部门联系调换

版权所有,不得翻印

04-43

398203

内 容 简 介

本书是《基础物理学教程》的上卷。该教程是在“面向 21 世纪课程教材”《基础物理学》的基础上，结合近年来的教学经验改写而成的。该教程从现代科学技术的发展及理科对人才培养的要求出发，对理科非物理类专业基础物理课程的框架作了较大的变动，在课程内容的现代化方面作了较大幅度的改革。该教程分力学和相对论、电磁学、光学、量子力学、热物理学等五部分，总计 30 章，分上、下卷出版。

本书可作为高等院校非物理类专业的教科书或参考书，亦可供有关师生及科技工作者参考。

2050/09

序

20 世纪初，物理学家揭开了原子内部结构的奥秘，建立了相对论和量子力学。1995 年，顶夸克的发现向人们宣告，六种夸克及其反粒子和胶子是构成质子和中子等强子的粒子。今天，人们已经建立起了粒子物理的标准模型和宇宙学的标准模型，并继续探求着浩瀚的未知世界。在研究领域不断取得丰硕成果的同时，科学与技术迅速地、创造性地融合在一起，形成了一系列高、新技术部门。

随着科学技术的飞速发展，学科发展的方向日趋综合，新型的交叉学科不断出现并迅速发展。同时，近代物理学的概念、研究方法和实验技术在生物学、化学和地学等学科中已得到了广泛的应用。特别是，近代化学和生物学的发展已经深入到了微观领域，近代数学的发展与近代物理学的发展更是密切相关和相互促进的。因此，物理学，特别是近代物理学，已经成为各类人才所必须具备的基础知识。

我们正在培养 21 世纪的人才，教学和教材内容的更新势在必行。特别是，对于大学理科非物理类专业(简称理科外系)，除了普通物理课程之外，一般没有物理方面的后继课程。然而，原来的理科外系普通物理课程，基本上是参照物理专业的普通物理课程设置的，近代物理学的内容很少，更缺少反映当代物理学及其前沿发展的内容。

为此，从现代科学技术的发展以及理科各个学科人才培养的要求出发，对物理课程的框架作了较大的变动，称之为基础物理学。在内容上，不论原来是普通物理的内容还是理论物理的内容，不论是经典物理的内容还是近代物理的内容，只要是当今理科大学生应该掌握的物理基础，就在精心选择、重新组织和整理之后编写在本

套书中。我希望，即使是大学低年级的学生，也能够有限的时间内将物理学的精华学到手，为他们未来的创造性工作打下较好的物理基础。鉴于上述考虑，本套书的内容分为以下五个部分：1) 力学和相对论，2) 电磁学，3) 光学，4) 量子力学，5) 热物理学。

《基础物理学教程》是在面向21世纪课程教材《基础物理学》(陆果. 北京: 高等教育出版社, 1997)的基础上, 根据近年来的教学实践及读者的意见改编而成的, 删减了部分涉及数学较深或理论性较强的内容, 减少了篇幅。该教程是国家教委“面向21世纪课程体系改革”立项项目的研究成果, 希望能够达到如下的目标: 不仅把握住《基础物理学》的基本要求, 保持并发扬《基础物理学》在课程现代化方面的成功之处, 而且更适合于各类高等理工院校学生使用。

自1997年3月《基础物理学》出版以来, 广大教师和学生提出了许多宝贵的意见和建议, 在此谨致以衷心的感谢。

由于本人的知识有限, 缺点和错误在所难免, 诚恳希望读者提出宝贵的意见。

陆 果

1999年1月于北京大学

目 录

绪论

§ 1 物理学的意义	1
§ 2 物质和相互作用	2
一 物质的微观结构和夸克的发现	2
二 宇宙学的标准模型	5
三 基本的相互作用	7
四 粒子物理的标准模型	9
§ 3 物理量的测量和单位制	11
§ 4 物理世界的层次和数量级	13

第一部分 力学和相对论

第一章 质点运动学	17
§ 1-1 质点运动的描述	17
一 质点 参考系和坐标系	17
二 质点运动的矢量描述	18
三 直角坐标系 抛体运动	20
四 平面极坐标系 横向速度和径向速度	22
五 自然坐标系 切向加速度和法向加速度	24
§ 1-2 相对运动	28
习题	30
第二章 动量守恒和质点动力学	33
§ 2-1 惯性定律和惯性系	33
§ 2-2 质量 动量和动量守恒定律	34
一 两质点间的相互作用	34

二	惯性质量.....	35
三	动量 动量守恒定律.....	36
§ 2-3	力 冲量和动量定理.....	38
一	力的定义.....	38
二	力的叠加原理 质点系动量守恒的条件.....	39
三	牛顿运动定律.....	41
四	冲量和动量定理.....	41
§ 2-4	牛顿运动定律及其应用.....	45
一	牛顿运动定律的表述.....	45
二	牛顿运动定律的应用.....	46
三	自然界中常见的力.....	48
§ 2-5	伽利略相对性原理和非惯性系.....	55
一	伽利略相对性原理.....	55
二	伽利略变换.....	56
三	非惯性系.....	58
四	平动加速参考系中的惯性力.....	59
五	惯性离心力.....	60
六	科里奥利力.....	60
	习题.....	66
第三章	机械能守恒	71
§ 3-1	机械能守恒定律.....	71
§ 3-2	功和功率.....	73
一	功和能.....	73
二	功率.....	75
§ 3-3	势能.....	76
一	保守力 保守系的机械能守恒.....	76
二	势能曲线.....	79
§ 3-4	质心参考系.....	87
一	动量中心系和质心.....	87

二	质心运动定理.....	88
三	克尼希定理 资用能.....	89
§ 3-5	两体碰撞.....	92
	习题.....	97
第四章	角动量守恒	103
§ 4-1	角动量和角动量守恒定律.....	103
§ 4-2	力矩和角动量定理.....	105
一	力矩和质点的角动量定理.....	105
二	质点系的角动量定理.....	105
三	质心系的角动量定理.....	108
§ 4-3	质点在有心力场中的运动.....	112
§ 4-4	对称性与守恒定律.....	119
一	对称性.....	119
二	对称性与守恒定律.....	121
	习题.....	126
第五章	连续体力学	130
§ 5-1	刚体运动学.....	131
一	刚体的平移和定轴转动.....	131
二	刚体的平面平行运动.....	132
§ 5-2	刚体动力学.....	134
一	定轴转动刚体的角动量和转动惯量.....	134
二	刚体定轴转动的角动量定理和转动定理.....	137
三	刚体定轴转动的动能定理.....	137
四	刚体的进动和陀螺仪.....	138
§ 5-3	固体的弹性.....	146
一	弹性体中的应力和应变.....	146
二	弹性体的拉伸和压缩.....	147
三	弹性体的剪切形变.....	149
§ 5-4	流体力学.....	151

一	流体的连续性方程.....	151
二	理想流体的定常流动.....	154
三	粘性流体的流动.....	157
	习题.....	162
第六章	振动和波	167
§ 6-1	简谐振动.....	167
一	描述简谐振动的特征量.....	167
二	简谐振动的合成.....	169
三	振动的分解 <u>傅里叶变换</u>	174
§ 6-2	弹性系统的振动.....	178
一	谐振子的自由振动.....	178
二	谐振子的阻尼振动.....	181
三	谐振子的受迫振动和共振.....	183
§ 6-3	耦合振子.....	187
一	简正模.....	187
二	简正模的叠加.....	190
§ 6-4	机械波的产生和传播.....	191
一	波动图像.....	191
二	波动方程.....	194
三	波的能量.....	196
四	声波.....	197
§ 6-5	驻波.....	199
一	驻波的形成和特点.....	199
二	两端固定的弦中的驻波 多自由度系统的简正模.....	201
三	半波损失.....	202
§ 6-6	多普勒效应.....	204
§ 6-7	波包和非线性波.....	208
一	波包和群速.....	208
二	非线性效应对波动的影响.....	210

三 孤波和孤子.....	211
习题.....	212
第七章 相对论	217
§ 7-1 狭义相对论的基本假设.....	217
一 相对论的意义.....	217
二 狭义相对论的基本假设.....	219
三 迈克耳孙-莫雷实验.....	220
§ 7-2 相对论运动学.....	222
一 相对论变换和时空观.....	222
二 闵科夫斯基空间 洛伦兹变换下的不变量.....	225
三 狭义相对论的时空观.....	228
§ 7-3 相对论动力学.....	236
一 动量和质量.....	236
二 力 功和动能.....	239
三 能量 质能关系.....	240
四 能量和动量的关系.....	244
五 动量、能量和力的相对论变换.....	245
§ 7-4 广义相对论.....	254
一 等效原理.....	255
二 爱因斯坦的引力场方程.....	260
三 广义相对论的检验.....	262
习题.....	266

第二部分 电磁学

第八章 电相互作用和真空中的静电场	270
§ 8-1 电相互作用.....	270
一 电荷 电荷守恒定律.....	270
二 库仑定律 静电力的叠加原理.....	273
三 电场和电场强度.....	274

四	场强的叠加原理.....	275
§ 8-2	静电场的高斯定理.....	281
一	电场线.....	281
二	电场通量.....	281
三	静电场的高斯定理.....	283
四	静电场的高斯定理的微分形式.....	285
§ 8-3	静电场的环路定理和电势.....	289
一	静电场的环路定理.....	289
二	电势差与电势.....	292
三	电势叠加原理.....	294
四	等势面 电势的梯度.....	295
	习题.....	301
第九章	静电场中的导体和电介质	305
§ 9-1	静电场中的导体.....	305
一	导体的静电平衡条件.....	305
二	导体壳和静电屏蔽.....	308
三	电容和电容器.....	310
§ 9-2	静电场中的电介质.....	313
一	电介质的极化.....	313
二	极化强度和极化电荷.....	315
三	各向同性线性电介质的极化规律.....	317
四	电位移 有电介质时的高斯定理.....	318
五	电介质的击穿和压电效应.....	320
§ 9-3	静电场的能量.....	324
一	带电体系的静电能.....	324
二	电场的能量和能量密度.....	328
	习题.....	332
第十章	电磁相互作用	336
§ 10-1	磁相互作用.....	336

一	磁性现象.....	336
二	磁场和磁感应强度.....	337
三	洛伦兹力.....	338
四	带电粒子在磁场中的运动.....	338
五	霍耳效应.....	340
§ 10-2	运动电荷的电磁场.....	345
一	运动电荷的电场和磁场(非相对论的).....	345
二	电磁场的相对论变换.....	347
三	运动电荷的电磁场(相对论的).....	349
四	两个运动电荷之间的相互作用.....	352
§ 10-3	磁场和电流.....	356
一	恒定电流.....	356
二	毕奥-萨伐尔定律.....	364
三	安培定律.....	365
	习题.....	375
第十一章	恒定磁场和磁介质	382
§ 11-1	磁场的高斯定理和安培环路定理.....	382
一	磁场的高斯定理和矢势.....	382
二	安培环路定理.....	385
§ 11-2	有磁介质时的高斯定理和安培环路定理.....	390
一	介质的磁化.....	390
二	有磁介质时的高斯定理.....	395
三	有磁介质时的安培环路定理.....	395
§ 11-3	介质的磁化规律.....	399
一	顺磁质和抗磁质.....	399
二	铁磁质.....	400
	习题.....	407
第十二章	电磁感应	409
§ 12-1	电磁感应定律.....	409

一	电磁感应现象的发现.....	409
二	法拉第电磁感应定律.....	410
三	楞次定律.....	412
§ 12-2	动生电动势和感生电动势.....	414
一	动生电动势.....	414
二	感生电动势.....	417
三	电磁感应定律的普遍形式.....	417
四	电磁感应与相对性原理.....	419
§ 12-3	互感和自感.....	424
一	互感.....	424
二	自感.....	426
§ 12-4	磁场的能量.....	430
一	自感磁能.....	430
二	互感磁能.....	431
三	磁场的能量.....	432
§ 12-5	暂态过程.....	435
一	LR 电路的暂态过程.....	435
二	RC 电路的暂态过程.....	436
三	LCR 电路的暂态过程.....	438
§ 12-6	超导电性和超导磁体.....	439
一	零电阻现象.....	439
二	迈斯纳效应和磁通量子化.....	441
三	超导磁体的特点.....	445
四	工作在持续电流状态的超导磁体.....	446
	习题.....	449
第十三章	电路	453
§ 13-1	直流电路.....	453
一	电路中任意两点之间的电势差.....	453
二	基尔霍夫方程组.....	455

§ 13-2	交流电及其简单电路.....	460
一	交流电概述.....	460
二	交流电路中的基本元件.....	462
三	简单交流电路的矢量图解法.....	465
§ 13-3	交流电路的复数解法.....	470
一	交流电的复数表示法.....	470
二	交流电路的基尔霍夫方程组及其复数形式.....	472
§ 13-4	交流电的功率.....	474
一	瞬时功率和平均功率.....	474
二	功率因数.....	475
§ 13-5	共振电路.....	477
一	串联共振电路.....	477
二	共振电路的品质因数.....	479
三	并联共振电路.....	481
	习题.....	483
第十四章	电磁场和电磁波	488
§ 14-1	位移电流.....	488
一	电磁场的基本规律.....	488
二	位移电流.....	489
三	安培环路定理的普遍形式.....	491
§ 14-2	麦克斯韦方程组和边界条件.....	493
一	麦克斯韦方程组.....	493
二	电磁场的边界条件.....	495
§ 14-3	电磁波.....	498
一	自由空间中的电磁波和平面电磁波.....	498
二	电磁波的辐射.....	504
三	电磁波谱.....	510
§ 14-4	电磁场的能量和动量.....	511
一	电磁场的能量密度和能流密度.....	511