

现代物理学手册

[苏] B. M. 亚沃尔斯基 编著
A. A. 杰特拉夫

科学出版社

13.0000
108

1 No 2

现代物理学手册

[苏] B. M. 亚沃尔斯基 编著
A. A. 杰特拉夫

阎寒梅 赵惠芝 陈菊华 译
李义发 鄢德平

科学出版社

1997

内 容 简 介

这是一本工具书,它包括几乎所有物理概念的较严格的定义,以及有关公式,反映了最新的物理成果。单位均采用国际单位制(SI)。

本书适用于工学院以及其他大专院校物理系师生,也适用于工程师、研究生和中等学校教师。

B. M. Yavorsky A. A. Detlaf
A MODERN HANDBOOK OF PHYSICS
Mir Publishers Moscow, 1982

现代物理学手册

[苏] B. M. 亚沃尔斯基 编著
A. A. 杰特拉夫

阎寒梅 赵惠芝 陈菊华 译
李义发 鄢德平

责任编辑 张邦固

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号
邮政编码·100707

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

*

1992年2月第一版 开本:787×1092 1/32

1992年2月第一次印刷 印张:21

印数:1—3 200 字数:478 000

ISBN 7-03-002151-7/O·402

定价:15.70元

前 言

在为国民经济各个部门培养工程技术人员的过程中，基础科学，特别是物理学，是至关重要的。这使工学院最近几年的物理教学发生了根本变化，并影响到其他一些不以物理学为主攻方向的学生，物理学教程的范围及科学水平已有重大变化，涉及到了现代物理学发展的主要趋势。因此，为工学院学生编写的物理学教科书不可避免地成了三大卷，近 1500 页。随之而来，迫切需要一本简单扼要的书，为此，我们编写了本手册。

本手册具有一定的深度和广度，它包括了工学院或大学的内容最广泛而又最新的物理学教程中涉及的所有定义、公式和知识。它用简明的公式表达物理定律，并加以必要的解释，其中一些，还给出推导过程。虽然实验在物理教学中起着重要作用，但由于篇幅所限，本手册未涉及该方面的内容。本手册采用的单位及符号均与物理量的国际制单位(SI 单位)一致，另外，书后有一简短附录，列出各种单位制，并加以适当解释。

本手册的主要对象是工学院的学生以及其他大学、大专院校非物理系的学生，也会成为工程师、研究生以及中等学校教师们的良师益友。

本手册所需要的数学知识不超出工科学院普通高等数学教程范围。根据所提供的有关章节号码经常相互参照及查找索引，有助于读者找到所需知识。作者衷心感谢翻译 N. 维恩斯泰及科学编辑 T. 巴拉诺夫斯卡娅在本手册英文版出版

过程中所做的大量专业工作，以及他们为读者着想的有价值的建议。

本手册第一、四、五部分以及附录由 A. A. 杰特拉夫教授编写，第二、三、六、七、八部分由 B. M. 亚沃尔斯基教授编写。

B. M. 亚沃尔斯基

A. A. 杰特拉夫

目 录

前言	xiii
----	------

第一部分 力 学

第一章 运动学	1
1.1 机械运动 力学的主题	1
1.2 参考系 轨道 路程和质点的位移矢量	2
1.3 速度	5
1.4 加速度	8
1.5 刚体的平动及转动	10
第二章 牛顿定律	15
2.1 牛顿第一定律 惯性参考系	15
2.2 力	16
2.3 质量 动量	18
2.4 牛顿第二定律	20
2.5 牛顿第三定律 质心的运动	22
2.6 变质量物体的运动	24
2.7 动量守恒定律	25
2.8 伽利略变换 力学相对性原理	27
第三章 功和机械能	31
3.1 能量 功和功率	31
3.2 动能	35
3.3 势能	37
3.4 机械能守恒定律	41

42116

3.5	完全弹性碰撞和完全非弹性碰撞	44
第四章	转动运动的动力学	48
4.1	力矩和角动量	48
4.2	转动惯量	52
4.3	转动动力学的基本定律	54
4.4	角动量守恒定律	57
第五章	狭义相对论基础	61
5.1	狭义相对论的基本原理	61
5.2	事件同时性 时钟的同步	63
5.3	洛伦兹变换	65
5.4	长度和时间间隔的相对性 两个事件之间的 时间间隔	66
5.5	在相对论运动中速度和加速度的变换	72
5.6	相对论动力学的基本定律	74
5.7	质量能量关系	77
第六章	引力	81
6.1	万有引力定律	81
6.2	引力场	83
6.3	开普勒定律 宇宙速度	88
第七章	在非惯性参考系中的运动	91
7.1	相对运动的运动学	91
7.2	惯性力	93
7.3	在与地球固定的参考系中的相对运动 重力 和物体的重量	95
7.4	等效原理	98

第二部分 热力学与分子物理学基础

第八章	理想气体	101
------------	-------------------	------------

8.1	分子物理学的课题 热运动	101
8.2	统计和热力学研究方法	102
8.3	热力学变量 态方程 热力学的过程	104
8.4	理想气体的状态方程	107
第九章	热力学第一定律	110
9.1	系统的总能和内能	110
9.2	热与功	112
9.3	热力学第一定律	115
9.4	热力学过程和功的图示	116
9.5	物质的热容量 热力学第一定律应用于理想 气体的等参量过程	118
第十章	气体动理论	126
10.1	关于经典统计物理学的一些知识	126
10.2	气体动理论的基本方程	127
10.3	麦克斯韦分子速度和能量分布定律(麦克斯 韦分布律)	129
10.4	在有势场中的粒子分布(玻耳兹曼分布) ..	133
10.5	分子的平均自由程	135
10.6	能量均分原理 理想气体的内能	136
10.7	单原子 双原子和多原子气体的热容量	139
10.8	气体的输运现象	144
10.9	稀薄气体的性质	148
第十一章	热力学第二定律	151
11.1	循环过程 卡诺循环	151
11.2	可逆过程和不可逆过程	154
11.3	热力学第二定律	156
11.4	熵和自由能	159
11.5	热力学第二定律的统计诠释	162

11.6	涨落	163
11.7	布朗运动	165
11.8	热力学第三定律	167
第十二章	真实气体和蒸气	169
12.1	分子间的相互作用力	169
12.2	范德瓦耳斯状态方程	174
12.3	真实气体等温线 相变	176
12.4	氦的超流动性	179
第十三章	液体	181
13.1	液体的一些性质	181
13.2	夫伦克耳的液态空穴理论	182
13.3	液体中的扩散与粘滞现象	184
13.4	液体的表面张力	185
13.5	浸润与毛细现象	187
13.6	液体的汽化和沸腾	191
第三部分 电 动 力 学		
第十四章	电荷 库仑定律	195
14.1	引论	195
14.2	库仑定律	196
第十五章	电场强度和电位移	200
15.1	电场 场强	200
15.2	电场的叠加原理	202
15.3	电位移 奥斯特洛格拉斯基-高斯 定理	205
第十六章	电场的电势	209
16.1	在静电场中移动电荷时所做的功	209
16.2	静电场的电势	211

16.3	静电场的电势和电场强度之间的关系	214
16.4	静电场中的导体	216
第十七章	电容	218
17.1	孤立导体的电容	218
17.2	互电容 电容器	219
第十八章	电场中的电介质	223
18.1	电介质分子的偶极矩	223
18.2	电介质的极化	225
18.3	电位移 电场强度和极化矢量之间的关系	228
18.4	铁电材料	231
第十九章	电场的能量	234
19.1	带电导体的能量和电场的能量	234
19.2	极化电介质的能量	236
第二十章	直流电	238
20.1	电流的概念	238
20.2	电流和电流密度	239
20.3	金属导电性的经典电子论基础	240
第二十一章	直流电定律	245
21.1	外力	245
21.2	欧姆定律和焦耳-楞次定律	246
21.3	基尔霍夫定律	249
第二十二章	液体和气体中的电流	252
22.1	电解的法拉第定律 电离解	252
22.2	电荷的原子性	254
22.3	液体的电解导电性	254
22.4	气体的导电性	256
22.5	各种类型的气体放电	257
22.6	关于等离子体的某些信息	259

第二十三章 直流电流的磁场	264
23.1 磁场 安培定律	264
23.2 毕奥-萨伐尔-拉普拉斯定律	266
23.3 最简单的直流电流磁场的情况	269
23.4 导线的相互作用 磁场对载流导线的作用 ..	275
23.5 全电流定律 磁路	277
23.6 载流导体在磁场内移动时所做的功	281
第二十四章 带电粒子在电场和磁场中的运动	283
24.1 洛伦兹力	283
24.2 霍耳效应	287
24.3 粒子的荷质比 质谱学	289
24.4 带电粒子加速器	290
第二十五章 电磁感应	296
25.1 电磁感应的基本定律	296
25.2 自感现象	299
25.3 互感	302
25.4 电流产生磁场的能量	304
第二十六章 磁场中的磁性材料	307
26.1 电子和原子的磁矩	307
26.2 磁场中的原子	309
26.3 均匀磁场中的抗磁材料和顺磁材料	312
26.4 磁性材料中的磁场	315
26.5 铁磁材料	318
第二十七章 麦克斯韦理论基础	321
27.1 麦克斯韦理论的一般特征	321
27.2 麦克斯韦第一方程	322
27.3 位移电流 麦克斯韦第二方程	324
27.4 电磁场的完整麦克斯韦方程组	327

第四部分 振动和波

第二十八章 自由简谐振荡	333
28.1 简谐振荡	333
28.2 机械简谐振动	336
28.3 振荡电路中的自由简谐振荡	341
28.4 简谐振动的合成	343
第二十九章 阻尼振荡和受迫振荡	352
29.1 阻尼振荡	352
29.2 受迫机械振动	356
29.3 受迫电振荡	360
第三十章 弹性波	366
30.1 弹性介质中的纵波和横波	366
30.2 行波方程	369
30.3 弹性波的相速度和能量	373
30.4 波的叠加原理 群速度	377
30.5 波的干涉 驻波	379
30.6 声学多普勒效应	385
第三十一章 电磁波	388
31.1 电磁波的性质	388
31.2 电磁波的能量	392
31.3 电磁辐射	395
31.4 电磁波谱	397
31.5 电磁波在两种电介质界面的反射与折射	399
31.6 多普勒效应	404

第五部分 光 学

第三十二章 光的干涉	407
-------------------------	-----

32.1	光的单色性和时间相干性	407
32.2	光的干涉 光的空间相干性	409
32.3	光在薄膜中的干涉	415
32.4	多光束干涉	419
第三十三章	光的衍射	423
33.1	惠更斯-菲涅耳原理	423
33.2	菲涅耳衍射	426
33.3	夫琅禾费衍射	428
33.4	空间点阵的衍射	434
33.5	光学仪器的分辨本领	437
33.6	全息术	438
第三十四章	光的吸收 散射和色散 瓦维洛夫-切连 科夫辐射	442
34.1	光与物质的相互作用	442
34.2	光的吸收	443
34.3	光的散射	445
34.4	光的正常色散和反常色散	447
34.5	光色散的经典电子理论	449
34.6	瓦维洛夫-切连科夫辐射	452
第三十五章	光的偏振	455
35.1	光在两种电介质界面处反射和折射时的 偏振	455
35.2	双折射	457
35.3	偏振光的干涉	463
35.4	人造光学各向异性	467
35.5	偏振平面的旋转	468
第三十六章	热辐射	470
36.1	热辐射 基尔霍夫定律	470

36.2	斯特藩-玻耳兹曼定律 维恩定律	474
36.3	普朗克公式	476
36.4	光测高温学	479
第三十七章	量子光学基础	482
37.1	外光电效应(光电发射效应)	482
37.2	光子的质量和动量 光压	485
37.3	康普顿效应	487
37.4	光的波粒二象性	489
 第六部分 原子和分子物理学 		
第三十八章	量子力学基础	493
38.1	物质粒子的波粒两象性	493
38.2	薛定谔波动方程	495
38.3	自由粒子的运动	498
38.4	在一维无限深势阱中的粒子	498
38.5	线性谐振子	500
38.6	海森伯不确定原理	504
38.7	隧道效应	506
第三十九章	原子和分子的结构及其光学性质	510
39.1	氢原子和类氢离子	510
39.2	空间量子化	514
39.3	泡利不相容原理 门捷列夫周期表	516
39.4	化学键和分子结构	518
39.5	分子的光学性质 分子光谱	520
39.6	光的拉曼散射	523
39.7	发光 X 射线	524
39.8	辐射的受激发射 激光	527

第七部分 固体物理学基础

第四十章 固体的结构与某些性质	533
40.1 固体结构	533
40.2 固体的热膨胀	534
40.3 固体弹性的基本知识	536
40.4 固体中相变的基本概念	539
第四十一章 固体量子物理学概要	542
41.1 量子统计的基本概念	542
41.2 玻色-爱因斯坦分布函数与费米-狄拉克分布 函数	543
41.3 量子统计所描述粒子系统的简并	545
41.4 金属中简并的电子费米气体	547
41.5 金属电导的量子理论	550
41.6 超导	552
41.7 固体的热容量	556
41.8 固体能带理论	560
41.9 能带理论中的金属与电介质	563
41.10 半导体的电导	564
41.11 金属和半导体中接触电现象	567

第八部分 核物理和基本粒子

第四十二章 原子核的结构和基本性质	573
42.1 核的主要性质和结构	573
42.2 核的结合能 质量亏损	575
42.3 核力	578
42.4 放射性	580
42.5 α 衰变	584

42.6	β 衰变	585
42.7	γ 射线	588
42.8	穆斯堡尔效应	590
42.9	核反应	593
第四十三章	基本粒子	602
43.1	基本粒子的一般性质	602
43.2	基本粒子分类及其相互作用	603
43.3	各种基本粒子的一些性质	607
43.4	基本粒子物理学中的一些守恒定律	610
43.5	反粒子	612
43.6	核子的结构	614
第九部分 附 录		
I	物理量的单位制	617
II	基本物理常数	625
索引	628

第一部分 力 学

第一章 运 动 学

1.1 机械运动 力学的主题

1.1.1 **机械运动**是自然界中最简单的运动形式，是各物体或物体的各部分之间的相对位置随时间的变化。研究机械运动规律的物理学分支称为**力学**。狭义地说，通常把它理解为经典力学。**经典力学**是研究速度远小于真空中光速的宏观物体的运动。经典力学的基础是牛顿定律，因此，常常把经典力学称为**牛顿力学**。速度接近真空中光速的物体的运动规律属于**相对论力学** (5.1.1)，而微观粒子（例如，原子中的电子、分子、晶体等）的运动规律是量子力学 (38.1.1) 的研究课题。

1.1.2 经典力学有三个基本组成部分：**静力学**、**运动学**和**动力学**。**静力学**研究力的合成规律以及物体平衡的条件。**运动学**为各种可能的机械运动提供数学描述而不涉及运动的原因。**动力学**研究物体间相互作用对它们的机械运动的影响。

1.1.3 物体的机械性能由物体的化学性质、内部结构及状态确定。这些问题超出力学的范畴，是物理学其他一些分支中的研究对象。因而，按照每一特定问题的具体条件，使用各种简化模型描述真实的运动物体。这些简化模型有质点、理想刚体、理想弹性体、理想非弹性体等。

当物体的形状和大小在所研究的问题的条件下不起作用时，这种物体便可看成**质点**或**粒子**。例如，在一级近似下，轮船从一点到另一点的运动可以看成是一个质点的运动。但是，