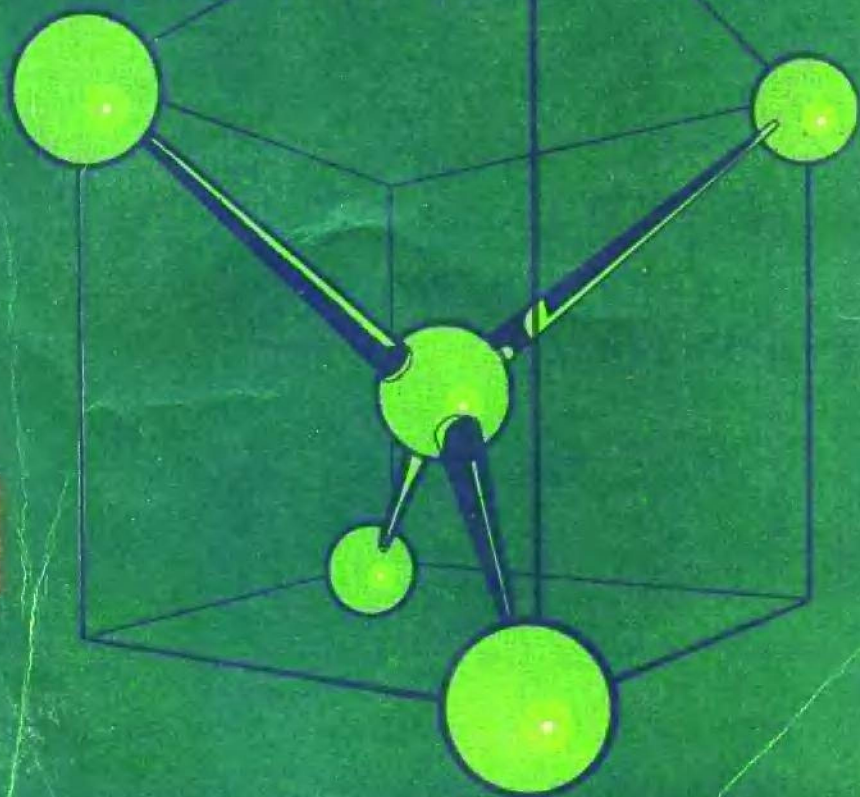


应用物理学

〔美〕 D. 埃尔韦尔 A. J. 波因顿 著

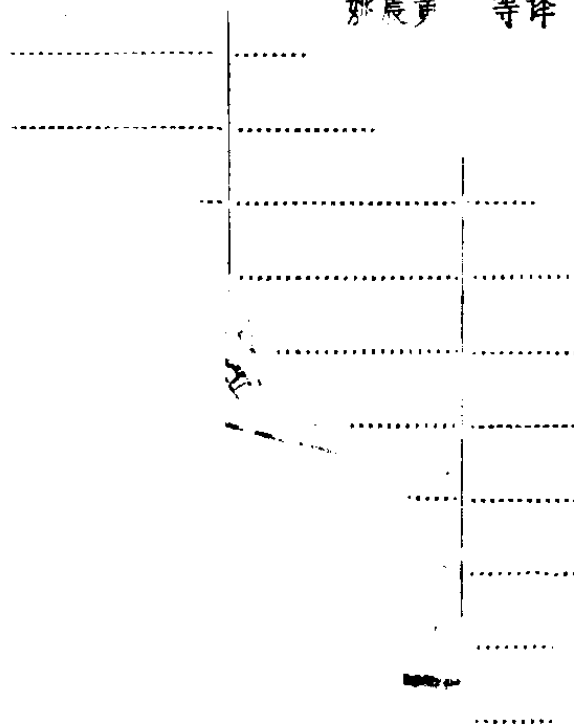
YINGYONG
WULIXUE



应 用 物 理 学

GF147/18
(美) D. 埃尔韦尔 A. J. 波因顿 著

姚震黄 等译



上海科学技术文献出版社

1980

应 用 物 理 学

〔美〕 D. 埃尔韦尔 A. J. 波因顿 著

姚 震 黄 等 译

*

上海科学技术文献出版社出版
(上海高安路六弄一号)

总 经 售 处 上 海 发 行 所 发 行
上 海 商 务 印 刷 厂 印 刷

*

开本 787×1092 1/32 印张 11.75 字数 282,000

1981 年 6 月第 1 版 1981 年 6 月第 1 次印刷

印数: 1—14,300

书号: 13192·28 定价: 1.45 元

《科技新书目》2-254

中译本前言

本书以摘要的形式概括了大学理工科学生和科技人员所需的基础物理知识。书中清晰地阐明了热力学、波动理论、原子和原子核物理、晶体结构、固体物理学和电介质等领域的基本原理及其主要应用,使读者对工程技术的各种过程和器件有所理解。题材新颖,内容适用,基本上反映了现代物理学的晚近进展对工程技术的影响,这些在其他物理学著作中是不易找到的。遗憾的是书中没有提到超导和等离子体方面的内容,而这些是当前新兴的分科,这也许是本书不足之处。

本书原名《工程师和科学家用物理学》,侧重于解释性的阐述方法,而不是严格的数学推导,故改名为《应用物理学》似乎较为确切。目前这类书不多,该书可作理工科大学物理教学参考用书,也可供科技人员日常工作参考用。

本书第四章由李园翻译,第六、八章由卢永强翻译,第九章由陆芝华翻译,其余各章由姚震黄翻译。由于译者水平有限,时间也较仓促,缺点和错误在所难免,希望读者提出宝贵的意见。

卢鹤绂

1980年9月

目 录

第一章 热力学原理

1.1	温度	1
	温标	2
1.2	理想气体	3
1.3	热力学第一定律	5
	主比热	5
	等温变化	8
	绝热变化	8
	全微分	10
1.4	热力学第二定律	10
	卡诺可逆热机	12
	卡诺热机的效率	14
	卡诺原理	15
	热力学温标	16
	熵和卡诺循环	18
	熵的变化	20
	温-熵图	23
1.5	热力学函数	24
	焓	24
	自由能	25
	麦克斯韦热力学方程	25
	例题	27
	习题	29

第二章 物质分子运动论

2.1 应用于理想气体30

 玻耳兹曼均分定律32

2.2 应用于真实气体33

2.3 输运现象35

 平均自由程35

 气体的热传导36

 气体的粘滞性38

 扩散39

2.4 麦克斯韦-玻耳兹曼分布.....42

2.5 辐射的经典理论44

2.6 辐射的量子理论48

 消失线式高温计50

2.7 固体的比热51

 例题.....51

 习题.....53

第三章 热力学的应用

3.1 热泵和致冷机54

 致冷机54

 热泵55

3.2 热离子发射55

3.3 伏打电池的电动势58

3.4 温差电59

3.5 磁热效应62

 例题.....64

 习题.....66

 参考书目.....67

第四章 波动理论

4.1 波动68

 一般波动方程69

 周期性波动69

 波的强度71

4.2 两个波动的迭加71

 相位差72

 驻波73

 拍74

 利萨如图形75

4.3 惠更斯原理77

 干涉78

 薄膜80

4.4 衍射82

 菲涅耳衍射82

 夫琅和费衍射85

 分辨率87

 天线88

4.5 偏振89

 反射时光的偏振90

 双折射90

 正交起偏振镜92

 偏振的应用93

4.6 阻尼振动94

4.7 受迫振动96

4.8 微分波动方程98

4.9 波动传播的速度99

 流体中的声波99

固体中的声波·····	101
沿金属线传播的波动·····	101
电磁波·····	102
4.10 群速度和相速度 ·····	102
4.11 多普勒效应 ·····	104
反射时频率的变化·····	105
多普勒效应的应用·····	106
4.12 波和粒子 ·····	107
薛定谔方程·····	108
例题 ·····	109
习题 ·····	111
参考书目 ·····	112

第五章 电子

5.1 电子的电量和质量·····	113
电子的电量·····	113
电子的荷质比·····	115
5.2 相对论性效应·····	121
5.3 电子的发射·····	123
热离子发射·····	123
光电发射·····	124
光电管·····	127
5.4 电子透镜·····	128
电子束的折射·····	129
电子枪·····	130
电子显微镜·····	130
简单孔径透镜的焦距·····	132
5.5 粒子加速器·····	134
静电加速器·····	136

共振加速器	136
电子感应加速器	141
例题	143
习题	144

第六章 原子

6.1 类氢原子的玻尔理论	146
6.2 气体的临界电势	151
6.3 量子数	152
电子自旋	155
磁量子数	156
6.4 元素周期表	157
6.5 原子磁矩	161
6.6 原子的键	162
离子键	163
共价键	164
金属键	164
范德瓦耳斯键	165
氢键	166
例题	166
习题	168

第七章 离子

7.1 气体中的离子	169
离子的复合	169
离子迁移率	170
碰撞电离	171
7.2 气体中的放电	172
电流随外加电压的变化	172
火花放电	174

低气压下的放电形式·····	175
7.3 致电离辐射的探测·····	177
电离室·····	178
盖革计数器·····	178
半导体探测器·····	181
闪烁计数器·····	181
7.4 电解质·····	182
电解质电流·····	183
7.5 临界电势和离子迁移率的测定·····	184
激发电势·····	184
电离电势·····	185
离子迁移率·····	186
例题·····	188
习题·····	190
第八章 原子核	
8.1 原子核·····	191
同位素·····	191
质量亏损和结合能·····	192
核素的稳定性·····	194
质子-中子比·····	196
8.2 原子质量和原子核质量的测定·····	198
汤姆孙质谱仪·····	198
班布里奇质谱仪·····	199
8.3 放射性衰变·····	202
中微子·····	204
放射性衰变定律·····	204
半衰期的测定·····	206
8.4 核反应·····	208

能量平衡·····	210
核反应和质量的测定·····	211
8.5 放射性核素的应用·····	212
8.6 中子和核能 ·····	215
中子感生裂变反应·····	216
中子俘获截面·····	218
裂变截面和链式反应·····	220
8.7 核反应堆物理学·····	222
中肯质量·····	223
减速剂的使用·····	224
倍增因数·····	226
反应堆控制·····	228
辐射和辐射损伤·····	230
8.8 反应堆结构·····	232
反应堆附件·····	232
反应堆布局·····	234
例题 ·····	234
习题 ·····	236
参考书目 ·····	237
第九章 X-射线和晶体结构	
9.1 X-射线的特性 ·····	238
X-射线的产生 ·····	239
X-射线滤光器 ·····	241
9.2 晶体结构的研究·····	243
X-射线衍射 ·····	244
晶面·····	247
9.3 晶体类型·····	249
例题 ·····	254

习题	252
----------	-----

第十章 固体电子学

10.1 金属的自由电子理论	253
费密能量.....	255
费密能量的量值.....	256
金属的比热.....	257
导电性.....	258
热导率.....	260
10.2 功函数	260
热离子发射理论.....	261
真空管阴极.....	264
10.3 金属-金属结.....	265
金属-金属结的整流作用	265
10.4 固体的能带理论	269
绝缘体.....	272
导体.....	273
10.5 本征半导体	275
空穴.....	275
费密能级.....	277
电导率随温度的变化.....	279
10.6 杂质半导体	280
10.7 载流子的特性	285
霍耳效应.....	285
电导率.....	288
多数和少数载流子.....	288
载流子的寿命和扩散.....	289
有效质量.....	291
10.8 半导体二极管	292

金属-半导体整流器	292
$p-n$ 结	295
雪崩效应	298
齐纳二极管	299
隧道二极管	300
太阳能电池	301
10.9 晶体管	302
结型晶体管	302
场效应晶体管	305
例题	306
习题	308
第十一章 磁性	
11.1 抗磁性	310
11.2 顺磁性	311
11.3 铁磁性	314
磁滞现象	315
磁畴	317
磁性材料	318
11.4 反铁磁性	319
11.5 亚铁磁性	320
11.6 磁共振	321
电子自旋共振	323
铁磁共振	325
核磁共振	325
11.7 微波激射器(及激光器)	326
二能级系统	327
三能级系统	329
激光器	329

例题	331
习题	333
参考书目	333

第十二章 电介质

12.1 极化强度	334
12.2 电通量: 电位移	336
相对电容率	338
12.3 能量存储和能量损耗	339
12.4 电介质的应用	341
击穿和能量存储	341
高频和射频应用	341
12.5 极化的起源和电介质损耗	342
12.6 去极化场	347
12.7 局部场	349
12.8 铁电体	350
12.9 驻极体	352
参考书目	352

附录

1. 单位和量纲	353
2. 国际实用温标	354
3. 极坐标中的体积元	355
4a. 麦克斯韦分布中常数的计算	357
4b. 粒子的平均速度	358
5. 在 λ 到 $\lambda + d\lambda$ 的波长范围内的容许的振动方式数 ..	359
6. 符号	361

第一章 热力学原理

热力学是一门研究热和功及其对物质的各种性质的影响的学科。它包括对物质行为所遵循的规律作宏观的考察，因而一般地说，热力学是讨论物质系统整体性质的学科。这种考察的方法与第二章分子运动论中所用的方法有显著的不同，在那里物质的性质是用构成物质的分子或原子的术语从微观的观点来加以讨论的。

在热力学研究中，温度的概念是基本而重要的，特别是在物理学领域中，这个参数常被选作为实验的变数。因此，从这个量开始讨论是适宜的。

1.1 温 度

虽然温度的概念在热力学中是基本的，但却是比较难下定义的物理量之一。象质量、长度和时间一样，温度可以看成是一个基本的量纲，用以量度物体的所谓“冷热程度”。一个较为满意的定义是以如下的方式将温度与热平衡的概念联系起来。

考虑两个互相隔离的系统 A 和 B ，它们的物理性质全部已知。若将这两系统置于热接触，热可从一个系统传递到另一个系统，则一般地说，两个系统的性质将会发生变化，直到达到某个稳定值为止。当达到稳定状态后，可以说，系统 A 和 B 互相处于热平衡，这时也可以说，它们的温度相同。

假如在热接触时系统 A 和 B 的性质没有改变，那末可以假

定它们早已处于热平衡状态并且具有相同的温度。另外，如果平衡条件的建立是由于净热从系统 A 传到系统 B ，则习惯上可以说系统 A 最初是处于较高的温度，反之也一样。

温标 为了要对物体的温度选定一个数值，就必须建立某种测量温度的标度。一种理想的*温标是与某种特殊材料的性质无关。然而，实际上，使用真实的温度计并不具有这种独立性，而需要测定某种物质的特性。

原则上物体随含热量而变化的任何特性都可以用来定义一种温标。最常用的特性是：恒压下气体的体积；恒定体积时气体的压强；汞柱或酒精柱的长度；铂丝的电阻及两种不同金属在电接触时产生的温差电动势。

如果某一选定的特性在某一给定温度及一组特定条件下的数值用 X 表示，那末最简单的方法是定义温度 $\theta(X)$ 为

$$\theta(X) = \alpha X \tag{1.1}$$

其中 α 为某一常数。然而，定义一个温标较为常用的方法是指定一个基本的温度间隔。

这个基本间隔选取为在一个大气压下纯冰熔点及纯水沸点之间的差。在摄氏温标上这个间隔定为温度 100 度或 100°C^{**} 。冰点定为 0°C ，沸点定为 100°C ，于是任何摄氏温度 θ 可由下式用特性 X 来定义

$$\frac{\theta}{100} = \frac{X_{\theta} - X_0}{X_{100} - X_0} \tag{1.2}$$

其中 X_0 、 X_{θ} 及 X_{100} 分别为 0°C 、 $\theta^{\circ}\text{C}$ 及 100°C 时特性 X 的数值。

虽然普遍地使用摄氏温标，但 1954 年正式用开氏温标来代

* 有时称为热力学温标。
** 在华氏温标上这个间隔定为温度 180 度或 180°F 。

替,开氏温标作为基本的国际温标,它采用绝对零度作为一个固定点,采用水的三相点,即水蒸汽、水和冰平衡共存时的温度作为另一个固定点。若将后者的温度选定为 273.16K,则开氏温度与摄氏温度相同。给定的开氏温度用符号 T 表示,于是可定义为

$$\boxed{\frac{T}{273.16} = \frac{X_T}{X_t}} \quad (1.3)$$

其中 X_T 及 X_t 分别为特性 X 在温度 T 及三相点时的数值。当 X 为理想的测温特性时,两种温标才完全重合。

1968 年国际委员会根据一些纯元素的性质规定了某些标准温度(固定点),从而定义了国际实用温标。也规定了在确定的温度范围内所用的仪器,以及所测特性与温度的关系式。用这种方法规定了一种实用的可复制的将温度测量到小数点第二位的步骤。测量方法及某些固定点列举在附录 2 中。

1.2 理想气体

能量平衡和能量传递在热力学研究中都是基本的问题,最初的处理中较方便的是考虑一种理想气体,然后将理论推广应用到其它较普遍的情形中去。这种虚构的理想气体是这样定义的:一摩尔分子气体的压强 p 、温度 T 及体积 v 是由下式联系起来

$$pv = RT \quad (1.4)$$

其中普适气体常数 R 是与气体的成分无关。真实气体与这个规律偏离的数量取决于特殊的气体以及 p 和 T 的数值。

这里,一摩尔分子的气体是质量等于用克表示气体分子量的气体数量。分子量取原子质量单位(u),其定义为碳原子