

物理学常用数表

(第二版)

〔日〕 饭田修一 大野和郎 泽田正三 合编
神前 熙 熊谷宽夫

科学出版社

物理学常用数表

(第二版)

(日) 饭田修一 大野和郎 泽田正三 合编
神前 熙 熊谷宽夫

曲长芝 译

郭永江 校

科学出版社

1987

内 容 简 介

在科研、教学和生产工作中,经常要用到各种物理常数和各种材料的特性数据. 本书是根据新版《物理定数表》(日文)翻译的新版本(中文译本的第二版), 在1979年出版过该书的初版本(中文译本的第一版). 本书比较完整地收集了这方面的资料. 全书共分十六部分: 1. 物理学基本常数; 2. 单位换算; 3. 物质的力学性质; 4. 电学; 5. 磁学; 6. 热学及低温技术; 7. 光学; 8. 原子、分子和X射线; 9. 晶体结构; 10. 基本粒子、原子核及射线; 11. 市售的金属及非金属材料; 12. 试剂配制、真空技术及其他; 13. 物理公式; 14. 物理图表; 15. 数学公式; 16. 其他.

本书可供物理工作者、从事物理实验和物理测量的工程技术人员、大中学校师生参考.

飯田修一 大野和郎 沢田正三 共編
神前 熙 熊谷寛夫

物理定数表

朝倉書店, 1978

物理学常用数表

(第二版)

〔日〕 飯田修一 大野和郎 沢田正三 合編
神前 熙 熊谷寛夫
曲长芝 译
郭永江 校
责任编辑 荣毓敏

科学出版社 出版

北京朝阳门内大街137号

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

*

1987年5月第一版	开本: 850×1168 1/32
1987年5月第一次印刷	印张: 12 3/4
印数: 精1—5,600	插页: 精3 平2
平1—4,500	字数: 324,000

统一书号: 13031·3477

本社书号: 4983·13—3

定价: 布脊精装 4.80 元
平 装 3.70 元

(6106/20)

再 版 前 言

《物理学常用数表》初版发行以来,已近十年。在这期间,人们公认该书是一本独具特色的手册,国内外几乎没有可与之类比的。它不仅受到了物理学研究人员、教师和学生的欢迎,而且也受到了其他科学技术领域内从事物理实验和物理测量的人们的广泛赞誉和使用,这一点也是编者特别感到欣慰的。

初版发行以来,物理学的各个领域已经有了显著的发展和变化,因此初版所提供的数据和特性资料也有必要在很多地方进行相应的修改。此外,根据读者使用的经验对于初版的编写结构也提出了很多有益的建议。因此决定对初版进行彻底改编,我们经过了数年慎重反复的思考和讨论,在初版基础上编出了这本数表的再版本,我们期望根据新的构思和尽量采用新资料的再版本要比旧版在各领域中应用得更为广泛。

再版本编写过程中半导体的电学性质(4.3节)是由宫泽久雄教授执笔的,其他各章节也得到了许多专家的协助,在此表示衷心的感谢。

编 者

1978年6月

6106/16

初 版 前 言

近几年来物理学的进展确实是惊人的,这种进展的根本原因在于两方面,一方面是注重物理学的思考方法,另一方面是注重实验和测量结果的实证精神。物理学的这种进展,不仅促进了现代物理学本身的进展,而且自然科学、工程学、农学、药学、医学等其他科学技术部门也不同程度地采用了它的成果。目前,如果不运用物理学的研究方法,要进行高精度的测量,高效率的生产,可靠的产品质量管理等是有困难的,这样说也许不算过分吧。显然,今后还将大大地助长这种趋势的发展。

因此,不只是物理工作者,而且一般学习物理学的人以及其他领域内从事物理实验和物理测量的工作人员,在进行物理实验和物理测量时都迫切希望手头有一本关于原子和原子核常数,一般物理常数以及测量器材特性图表的手册。到目前为止,国内外虽然已经出版了几本关于原子和原子核以及一般物理常数的图表,但本手册重点地收集了对于学习物理学、从事物理实验和物理测量的学生、科研人员、技术人员特别需要和特别有用的各种常数和图表等资料。测量器材特性表这一章,在其他书中几乎是见不到的,在本书中却占了较多篇幅,希望它能和上述常数表一同发挥巨大作用,我们对此曾进行过慎重考虑。

本手册还编入了物理测量计算数表及图表一章,其中收录了许多单独的数表和图表,希望能够提高实验和测量的效率。书中当然也包括了物理学单位、物理学基本常数、物理学公式、数学公式、数表等资料。本手册收集的数据资料,除特殊情况外,一般是够用的。

我们认为,无论在日本还是在外国,本书都是一本独具特色的物理常数手册。因此,本书如能成为科研人员、技术人员、教学人员以及学生的良好伴侣,我们将无比高兴。

本书和日本朝仓书店前几年出版的《物理测量技术》(共七卷)有姐妹篇的关系,有很多图表就是取自该书,这里谨向该书各卷作者致以深切的谢意。

编 者

1969年9月

目 录

1. 基本常数

1.1 物理学基本常数表	2
1.2 物理学基本单位定义	2
1.2.1 长度、质量、时间的单位	2
1.2.2 电流单位	2
1.2.3 电压单位	2
1.2.4 温度单位	2
1.2.5 发光强度单位	2
1.2.6 原子量及摩尔	3
1.2.7 气压	3
1.2.8 热量单位	3
1.2.9 重力加速度	3

2. 单位换算

2.1 SI 基本单位及具有专有名称的 SI 导出单位制	6
2.2 IUPAP 推荐的物理学单位及符号	6
2.3 电磁单位换算表	8
2.4 时间换算	10
2.5 长度换算	10
2.5.1 密耳,英寸,英尺,码,英里,日寸,日尺,间,町,日里,市寸,市尺,市丈,华里 $\rightarrow \mu\text{m}, \text{mm}, \text{cm}, \text{m}, \text{km}$	10
2.5.2 $\text{mm}, \text{cm}, \text{m}, \text{km} \rightarrow$ 密耳,英寸,英尺,码,英里,日寸,日尺,间,町,日里,市寸,市尺,丈,华里	10
2.6 速度换算	10
2.7 面积换算	11
2.8 容积换算	11
2.9 角度换算	11
2.10 质量换算	11
2.11 力的换算	11

2.12 压力换算	12
2.12.1 Pa = N/m ² , Torr, μ Hg, mbar, 大气压(atm), kg 重/cm ² , psi	12
2.12.2 psi $\longrightarrow$ atm, kg/cm ²	12
2.12.3 mbar $\longrightarrow$ Torr, atm	13
2.12.4 Torr $\longrightarrow$ atm, dym/cm ²	13
2.13 能量换算	12
2.13.1 K, cm ⁻¹ , eV, Hz, Gauss, J $\cdot$ mol ⁻¹ , kcal $\cdot$ mol ⁻¹ , erg	12
2.13.2 eV $\longrightarrow$ K, cm ⁻¹ , cm	14
2.13.3 cm ⁻¹ $\longrightarrow$ eV, K	15
2.13.4 $\lambda \longrightarrow$ eV, cm ⁻¹	15
2.13.5 $\nu \longrightarrow T$, eV	15
2.13.6 $\nu \longrightarrow H$, cm	15
2.14 温度换算	16
2.14.1 摄氏温度($^{\circ}$ C)换算成华氏温度 ($^{\circ}$ F)	16
2.14.2 绝对温度换算成摄氏温度及绝对温度的倒数	16
2.14.3 摄氏温度换算成绝对温度及其倒数	17

3. 力学性质

3.1 固体的力学性质	20
3.1.1 固体的密度	20
3.1.2 固体的弹性模量、屈服应力、硬度	23
3.1.2.1 各种晶体的弹性模量	24
3.1.2.2 各种固体的各向同性弹性模量	25
3.1.2.3 合金的弹性模量、屈服应力、硬度	25
3.1.3 固体的蠕变速度	28
3.1.4 固体的摩擦系数	28
3.2 液体的力学性质	29
3.2.1 液体的密度、压缩系数	29
3.2.1.1 液体的密度	29
3.2.1.2 液体的压缩系数	29
3.2.2 液体的表面张力	29
3.2.3 液体的粘性	30
3.3 气体的力学性质	30

3.3.1 气体的密度, 压缩系数.....	30
3.3.1.1 气体的密度.....	30
3.3.1.2 气体的压缩系数.....	30
3.3.2 气体的粘性.....	30
3.4 声波的速度和吸收	31
3.4.1 声波的速度.....	31
3.4.1.1 气体中的声速.....	31
3.4.1.2 液体中的声速.....	31
3.4.1.3 固体中的声速.....	31
3.4.2 金属、合金对超声波的吸收.....	32

4. 电 学

4.1 各种物质的电导率随温度的变化举例	36
4.2 金属的电学性质	36
4.2.1 金属的电阻率.....	36
4.2.1.1 单质金属在常温下的电阻率.....	36
4.2.1.2 单质金属在常温下电阻率的各向异性举例.....	36
4.2.1.3 纯金属在低温下的电阻率.....	36
4.2.1.4 金属、合金的电阻率随温度变化举例.....	36
4.2.1.5 熔融状态下的金属及半金属的电阻率.....	36
4.2.1.6 金属及半金属的电阻率(包括熔点的在内)与温度的关系.....	37
4.2.1.7 剩余电阻举例.....	37
4.2.1.8 单质金属在常温下的电阻率.....	38
4.2.1.9 纯金属在低温下的电阻率.....	40
4.2.2 超导体的临界温度、临界磁场.....	42
4.2.3 霍耳系数.....	43
4.2.3.1 非铁磁性金属的霍耳系数.....	43
4.2.3.2 铁磁性金属的霍耳系数.....	43
4.2.4 功函数和接触势垒.....	44
4.2.5 热电能.....	44
4.2.5.1 典型金属的绝对热电能与温度的关系.....	44
4.2.5.2 金属的绝对热电能.....	44
4.3 半导体的电学性质	45

4.3.1	半导体的禁带宽度及晶格散射载流子迁移率	45
4.3.2	半导体导带底部的电子有效质量比	46
4.3.3	半导体价带顶部的空穴有效质量比	46
4.3.3.1	立方晶系半导体的价带有效质量系数	46
4.3.3.2	半导体价带顶部的空穴有效质量比	47
4.3.4	半导体的形变势	47
4.3.5	主要半导体的能带结构图	48
4.4	绝缘体的电学性质	53
4.4.1	绝缘体的电阻率	53
4.4.1.1	体积电阻率	53
4.4.1.2	表面电阻率	53
4.4.2	介电常数	54
4.4.3	热电率	58
4.4.4	铁电体、反铁电体的各种特性	58
4.4.5	压电常数	62
4.4.6	电致伸缩常数	64
4.4.7	摩擦起电序列	64
4.4.8	击穿(火花)电压	65
4.4.8.1	固体和液体	65
4.4.8.2	气体	66
4.4.8.3	真空火花放电	66
4.5	电工技术	67
4.5.1	晶体管、电子管及其电路	67
4.5.1.1	晶体管及其电路	67
4.5.1.2	数字集成电路	69
4.5.1.3	微波检测器	70
4.5.1.4	电子管参数和放大器的特性	72
4.5.1.5	微波发射用电子管	73
4.5.1.6	微波用半导体元件	73
4.5.1.7	稳压放电管	74
4.5.2	高频器件	75
4.5.2.1	高频同轴电缆及其接头的特性	75
4.5.2.2	波导管的尺寸规格	76
4.5.2.3	波导管凸缘的尺寸规格	76

4.5.3 电源、配线.....	78
4.5.3.1 电源特性.....	78
4.5.3.2 电池.....	79
4.5.3.3 色标(电容和电阻).....	80
4.5.3.4 各种电线的容许电流.....	81
4.5.3.5 典型电压波形的傅里叶展开式.....	81
4.5.3.6 时间常数 RC 及阻抗 $\omega L, \frac{1}{C\omega}$ 表.....	82
4.5.3.7 有关电磁铁及电源的资料.....	82
4.5.3.8 超导磁铁举例.....	82
4.5.4 其他.....	82
4.5.4.1 应变计的 g 因数.....	82

5. 磁 学

5.1 静磁特性.....	84
5.1.1 各种元素的磁化率.....	84
5.1.2 抗磁性磁化率.....	84
5.1.2.1 离子磁化率.....	84
5.1.2.2 有机化合物的抗磁性磁化率.....	86
5.1.3 $3d$ 及 $4f$ 过渡金属的有效磁子数.....	86
5.1.4 铁磁体、铁氧体的特性.....	88
5.1.5 典型的寄生铁磁性晶体的奈耳温度 T_N	90
5.1.6 典型的反铁磁性晶体的奈耳温度 T_N 和 θ	90
5.1.7 磁各向异性常数、磁致伸缩系数及饱和磁化.....	91
5.1.8 磁性材料的特性.....	92
5.2 磁场.....	93
5.2.1 $^1H, ^7Li$ 的核磁共振频率与磁场的关系.....	93
5.2.2 线圈的磁场公式.....	93
5.2.2.1 圆形电流产生的磁场.....	93
5.2.2.2 圆筒形螺线管产生的磁场.....	94
5.2.2.3 环状线圈产生的磁场.....	95
5.2.2.4 直线电流产生的磁场.....	95
5.2.3 去磁系数.....	96
5.2.4 关于电磁铁和电源的资料.....	96

5.2.5 超导磁铁举例	97
5.3 精细结构及超精细结构	98
5.3.1 精细结构及超精细结构	98
5.3.1.1 铁族离子在晶体场中的性质及自旋哈密顿函数	98
5.3.1.2 稀土元素离子的自旋哈密顿函数	100
5.3.1.3 化合物的内部磁场	100
5.3.1.4 铁磁性金属的内部磁场	101
5.3.1.5 拿依特位移	102
5.3.1.6 化学位移	103
5.3.2 单质金属的核自旋一点阵弛豫和科临加 (Korringa) 关系	104
5.3.3 观测到穆斯堡尔效应的原子核特性	104
5.4 磁性材料的表皮层深度和电阻率、导磁率、频率的关系	105

6. 热学及高低温技术

6.1 转变温度、转变热	108
6.2 蒸气压	113
6.2.1 单质	113
6.2.1.1 单质的蒸气压	113
6.2.1.2 致冷剂的蒸气压和温度	114
6.2.2 化合物	114
6.3 水的沸点与压力的关系	115
6.4 气体的性质	115
6.4.1 平均自由程	115
6.4.2 离子的迁移率	115
6.4.3 与器壁碰撞的分子数	115
6.4.4 临界温度、临界压力及临界密度	116
6.5 扩散系数	117
6.5.1 气体	117
6.5.2 固体	117
6.6 凝聚能	118
6.7 比热和德拜温度	118
6.7.1 定压比热	118
6.7.2 定压比热与定容比热之差	121

6.7.3	金属的电子比热	121
6.7.4	德拜温度	121
6.8	热导率	122
6.8.1	气体	122
6.8.2	液体	122
6.8.3	固体	122
6.9	热膨胀系数	124
6.9.1	液体	124
6.9.2	固体	124
6.10	温度定点及温度测量	127
6.10.1	国际实用温标的定义定点和一次定点	127
6.10.2	二次定点	127
6.10.3	IPTS-68 与 IPTS-48 之差	128
6.10.4	热电偶的温差电动势-温度特性	128
6.10.5	JIS 规定的标准热电偶的分级及使用限度	131
6.10.6	热电偶的温度-温差电动势特性	132
6.10.7	热电偶的温差电动势计算公式中的系数	136
6.10.8	各种热电偶的温差电动势-温度曲线	138
6.10.9	测温电阻的电阻值	139
6.11	耐热材料	141
6.12	致冷剂的蒸气压和温度	149
6.13	致冷剂用气体的性质	151
6.14	低温材料的特性	151
6.15	干冰致冷剂和冰冻剂举例	153

7. 光 学

7.1	物质的光学性质	156
7.1.1	非金属的光学常数	156
7.1.1.1	吸收	156
7.1.1.2	折射	161
7.1.1.3	反射	164
7.1.1.4	发光	165
7.1.1.5	旋光	167

7.1.1.6	电光学常数和磁光学常数	168
7.1.1.7	非线性光学常数	170
7.1.2	金属的光学常数	171
7.1.2.1	金属的折射率、衰减系数、反射率	171
7.1.2.2	合金的反射率	172
7.1.2.3	金属薄膜的反射率	172
7.2	激光能级	173
7.2.1	拉曼激光及拉曼线	173
7.2.2	激光能级	174
7.2.3	激光波长一览表	178
7.3	光学技术	181
7.3.1	光源的光谱强度	181
7.3.2	滤光器	186
7.3.3	偏振器	188
7.3.4	探测器	189
7.3.5	萤光、磷光光谱	193
7.3.6	光的透射率、吸收系数换算表	194

8. 原子、分子、X 射线

8.1	元素和原子	196
8.1.1	周期表和原子量	196
8.1.2	原子的壳层电子组态表	196
8.1.3	原子的波函数	198
8.1.4	元素的负电性图表	207
8.1.5	单质元素的密度、第一电离能、电子亲和能、熔点、沸点	208
8.1.6	单质元素的晶体结构、原子半径、离子半径	210
8.1.7	原子、离子的电子极化率	212
8.1.7.1	离子的电子极化率	212
8.1.7.2	原子的电子极化率	212
8.2	原子能级	213
8.2.1	从 H 到 Rn 的原子能级	213
8.2.2	He、C、O、Na 的原子能级	216
8.2.3	镧族 M^{3+} 离子的能级	218

8.3 分子219

8.3.1 偶极矩..... 219

8.3.2 原子间距离..... 220

8.3.3 简单分子的固有振动..... 221

8.4 X 射线224

8.4.1 元素的特征 X 射线谱..... 224

8.4.1.1 K 系列 224

8.4.1.2 L 系列 225

8.4.2 元素的 X 射线吸收限..... 226

8.4.3 元素的 γ 射线或 X 射线的吸收系数..... 228

9. 晶 体 结 构

9.1 晶体的对称性..... 232

9.1.1 晶格和晶系..... 232

9.1.2 晶体宏观性质的对称性和晶族..... 233

9.1.3 晶体空间群..... 238

9.2 固体的晶体学性质241

9.2.1 固体的晶体学数据..... 241

9.2.2 主要的晶体结构模型..... 242

9.2.3 典型的元素、化合物的晶体结构数据..... 243

9.3 晶体的解理面和滑移244

10. 基本粒子、原子核及射线

10.1 基本粒子、原子核、射线的性质 246

10.1.1 基本粒子的性质 246

10.1.2 稳定核的性质 247

10.1.3 不稳定核的性质 252

10.1.3.1 长寿命放射性同位素 252

10.1.3.2 观测到穆斯堡尔效应的原子核特性 253

10.1.4 射线与物质的相互作用 254

10.1.4.1 质子在各种物质中的射程 254

10.1.4.2 在辐射探测器中射线的射程 254

10.1.4.3 辐射长度 255

10.1.4.4	切伦柯夫辐射	255
10.1.4.5	元素的X射线吸收限	256
10.1.4.6	元素对 γ 射线及X射线的吸收系数	256
10.1.5	有关射线的各种单位	256
10.1.6	质子、中子、电子的动能、速度、动量、 $B \times r$ 、波长	256
10.1.6.1	质子和中子	256
10.1.6.2	电子	258
10.2	辐射技术	259
10.2.1	放射源强度及辐射剂量	259
10.2.2	容许剂量	260
10.2.3	能量校准用 γ 射线	260
10.2.4	辐射探测器	260
10.2.4.1	特性	260
10.2.4.2	射线在探测器中的射程	260
10.2.5	铅对 γ 射线的屏蔽效应	263

11. 市售金属、非金属材料

11.1	金属材料	266
11.1.1	不锈钢线材	266
11.1.2	镀铜线材	266
11.1.3	不锈钢的化学成分、机械性质、特征及用途	267
11.1.4	合金工具钢钢材	267
11.1.5	碳素工具钢钢材	270
11.1.6	确定高压用管壁厚的参数表	270
11.1.7	铝及铝合金的成分、机械性质	270
11.1.8	高压管材规格	270
11.1.9	铝及铝合金材料的新旧名称对照表	271
11.1.10	铜、铝线的标号和直径	271
11.1.11	普通金属材料规格表	272
11.2	玻璃材料	275
11.2.1	玻璃材料的种类和热膨胀系数、软化点、电学性质	275
11.2.2	应力消除温度和最高使用温度	275
11.2.3	玻璃和金属的焊接	275
11.2.4	玻璃管的耐压表	275

11.2.5	石英玻璃、硬质玻璃、某些瓷器的各种性质的比较	275
11.3	焊锡、粘接剂	276
11.3.1	焊锡	276
11.3.2	银焊料,黄铜焊料.....	276
11.3.3	铝焊料	276
11.3.4	粘接剂	277
11.3.5	超低温粘接剂及树脂	280

12. 试剂配制、真空技术及其他

12.1	试剂配制	282
12.1.1	高纯度原料的标准数值表	282
12.1.2	干燥剂	282
12.1.3	化学研磨液	283
12.1.4	电子显微镜透视观察用薄片试料的电解条件	284
12.1.5	观察晶格缺陷用的腐蚀液	286
12.1.6	氧化物的溶剂	290
12.1.7	混合气体的氧分压	292
12.1.8	筛号和筛孔	293
12.2	真空技术	294
12.2.1	油扩散泵用油的性质	294
12.2.2	真空材料的气体放出量	294
12.2.3	真空凸缘沟的尺寸及适合于它的衬垫	294
12.2.4	真空导管的气导	295
12.2.5	用盖斯勒管测量真空度	296
12.2.6	电离真空计的相对灵敏度	296

13. 物理公式

13.1	力学	298
13.1.1	质点力学	298
13.1.2	质点系及刚体力学	299
13.1.3	弹性力学	300
13.1.4	流体力学	303
13.1.5	简单情况的作用原理和拉格朗日函数、哈密顿函数.....	304

13.1.5.1	作用原理和拉格朗日函数	304
13.1.5.2	哈密顿函数	305
13.1.5.3	动量守恒定律	305
13.1.5.4	角动量守恒定律	305
13.2	电磁学	307
13.2.1	稳恒情况下的电磁学公式	307
13.2.2	一般情况下的电磁学公式	311
13.3	热学及高低温	314
13.3.1	热传导	314
13.3.2	热力学	314
13.3.3	分子运动论及统计力学	315
13.4	光学	317
13.4.1	几何光学	317
13.4.2	波动光学	318
13.5	量子论	321
13.6	晶体结构	323
13.6.1	X 射线、电子射线的波长	323
13.6.2	X 射线、电子射线在晶体上的衍射	323
13.6.3	X 射线、电子射线的原子散射因子	324
13.6.4	晶体衍射 X 射线的强度	324
13.7	基本粒子、原子核及射线	324
13.7.1	基本粒子	324
13.7.2	原子核	325
13.7.3	射线	326

14. 物理图表

14.1	黑体辐射的能量分布	328
14.2	固体比热的爱因斯坦近似及德拜近似	331
14.3	弛豫曲线	332
14.3.1	德拜色散曲线	332
14.3.2	共振弛豫曲线	333
14.3.3	磁共振弛豫曲线	335
14.4	高斯曲线和洛伦兹曲线	338