

常用物理常数手册

G



云南人民出版社

责任编辑：李明兴

封面设计：孟薛光

封面题字：张嘉俊

常用物理常数手册

里天 王秀琴 赵公前 编著

云南人民出版社出版

(昆明市书林街100号)

云南省新华书店发行

云南新华印刷二厂印刷

本开：787×1092 1/32

印张：8.625

字数：194,000

1983年10月第一版

1983年10月第一次印刷

印数：1—12,000

统一书号：13116·83

定价：1.00

目 录

一 基本物理常数.....	1
表 1—1 基本物理常数.....	9
二 力学.....	11
§ 2—1 密度	11
表 2—1 气体的密度.....	12
表 2—2 液体的密度.....	13
表 2—3 固态元素的密度.....	14
表 2—4 某些固态无机化合物的密度.....	17
表 2—5 常用材料的密度.....	19
表 2—6 不同温度下水和汞的密度.....	21
§ 2—2 摩擦系数	21
表 2—7 常用材料的摩擦系数.....	22
§ 2—3 弹性模量	26
表 2—8 一些材料的弹性模量.....	26
§ 2—4 硬度	27
表 2—9 硬度的测试与计算.....	28
表 2—10 一些金属材料的硬度.....	30
§ 2—5 流体的粘度	31
表 2—11 几种物质的动力粘度.....	32
表 2—12 压强为 1 kgf/cm^2 时, 不同温度下空 气的粘度.....	33

表 2—13 不同温度下水的粘度	34
§ 2—6 液体的表面张力	35
表 2—14 几种液体的表面张力系数	36
§ 2—7 雷诺数	37
表 2—15 几种流动情况的下临界雷诺数	37
§ 2—8 声速	38
表 2—16 普通气体常温下声速	40
表 2—17 液体的声速	42
三 热学	44
§ 3—1 物体的热膨胀	44
表 3—1 一些固体的线胀系数和体胀系数	46
表 3—2 液体的体胀系数	47
§ 3—2 燃料的燃烧值	47
表 3—3 几种燃料的燃烧值	48
§ 3—3 比热	48
表 3—4 物质的比热 c	49
§ 3—4 熔点和凝固点	52
表 3—5 几种物质的熔点 (在标准大气压下)	52
表 3—6 几种焊锡的溶解温度	53
§ 3—5 溶解热	54
表 3—7 一些物质的溶解热 (在标准大气压下)	54
§ 3—6 液体的沸点	54
表 3—8 几种液体的沸点 (在标准大气压下)	55
§ 3—7 饱和汽压	55
表 3—9 几种液体的饱和汽压	56
表 3—10 不同温度时的饱和水汽压	56
表 3—11 水的沸点跟压强的关系	58

§ 3—8	汽化热	58
表 3—12	几种液体在标准大气压下沸点时的汽化热	59
表 3—13	水在不同温度下的汽化热	60
§ 3—9	临界温度和三相点	60
表 3—14	气体的临界常数	61
表 3—15	一些物质的三相点	62
§ 3—10	空气的相对湿度和露点	62
表 3—16	空气的相对湿度和露点	63
§ 3—11	热导率	63
表 3—17	一些物质的热导率	64
§ 3—12	放热系数	65
表 3—18	几种流体的对流放热系数	65
§ 3—13	黑度	66
表 3—19	常用材料的表面黑度	66
四	电磁学	68
§ 4—1	摩擦起电	68
表 4—1	摩擦起电序列	68
§ 4—2	电介质	69
表 4—2	几种电介质的相对介电常数与绝缘强度	70
表 4—3	几种气体的相对介电常数与绝缘强度	71
§ 4—3	电阻率和电阻温度系数	71
表 4—4	金属的电阻率和电阻温度系数	72
表 4—5	几种导体、半导体材料的电阻率和电阻温度系数	73
表 4—6	几种绝缘体的电阻率	74
§ 4—4	超导体	74

表 4—7	一些超导体元素的临界温度	75
表 4—8	一些超导材料的特性	76
§ 4—5	金属的脱出功	77
表 4—9	一些金属的脱出功	77
§ 4—6	温差电动势 温差电偶	77
表 4—10	温差电动势	78
表 4—11	几种标准温差电偶	79
§ 4—7	磁场 介质的磁化	79
表 4—12	顺磁质和抗磁质的磁化率	81
表 4—13	铁磁质的相对磁导率	82
§ 4—8	铁磁质的磁性能	82
表 4—14	典型软磁材料的性能	83
表 4—15	几种铁磁质的居里点	84
表 4—16	几种硬磁材料的性能	85
五 光学		86
§ 5—1	光是一种电磁波	86
表 5—1	电磁波谱	86
§ 5—2	光的颜色只决定于频率	87
表 5—2	各种色光的波长及范围	88
§ 5—3	明视觉、暗视觉光谱光效率函数	88
表 5—3	明视觉、暗视觉光谱光效率函数	89
§ 5—4	光的反射	90
表 5—4	几种物质对白光的反射率和吸收率	91
表 5—5	铝、银、金、铜、铱和铂新蒸镀层从紫外 区到红外区垂直入射时的反射率(%)	92
§ 5—5	光的折射	94
表 5—6	气体和液体的折射率	95

表 5—7 固体的折射率 (室温下)	96
§ 5—6 色散	96
表 5—8 光学玻璃的折射率	97
表 5—9 不同波长下几种物质的折射率	98
§ 5—7 光的吸收	99
表 5—10 几种物质的吸收系数	99
§ 5—8 物质的旋光率	100
表 5—11 物质的旋光率	101
表 5—12 石英晶体的旋光率	102
表 5—13 溶液的旋光率	103
§ 5—9 双折射	104
表 5—14 几种双折射晶体的折射率	104
§ 5—10 电光效应	105
表 5—15 几种晶体材料的电光常数	106
表 5—16 几种液体的克尔常数	107
§ 5—11 法拉第效应	107
表 5—17 一些物质的费尔德常数	108
§ 5—12 光谱	110
表 5—18 一些元素的光谱线	111
表 5—19 某些强夫琅和费谱线	113
§ 5—13 光在空气中的波长和真空中波长的关系	114
表 5—20 由空气中的波长求真空中波长时的修 正值	115
§ 5—14 光源	116
表 5—21 部分单色光源的型号、参数	117
表 5—22 常用单色光源中原子光谱线波长表	118
§ 5—15 光的干涉	119

表 5—23 常用气体放电灯的相干光程	119
§ 5—16 激光	120
表 5—24 普通激光器的种类及激励方法	121
表 5—25 一些激光器的特性	122
§ 5—17 光电效应	125
表 5—26 某些金属的逸出功和极限频率	126
表 5—27 光电阴极材料的光谱特性	128
表 5—28 几种光电倍增管的性能	129
表 5—29 几种光敏电阻的性能	129
表 5—30 硅光电二极管主要特性	130
表 5—31 两种常用光电池的主要参数	131
六 原子物理及核物理	132
§ 6—1 原子的壳层结构	132
表 6—1 原子的电子壳层表	134
§ 6—2 电离能	139
表 6—2 电离能	140
§ 6—3 原子、离子的半径	143
表 6—3 金属原子的半径	143
表 6—4 一些离子的半径	144
§ 6—4 同位素	144
表 6—5 天然同位素	145
表 6—6 天然放射性同位素	157
表 6—7 一些人工放射性同位素	162
§ 6—5 结合能	164
表 6—8 原子核的结合能	165
§ 6—6 基本粒子	166
表 6—9 基本粒子的一些主要特性	167

七 天文学和地球物理学	170
§ 7—1 恒星	170
表 7—1 星座	171
表 7—2 二十五颗最亮星	177
表 7—3 恒星光谱分类	180
§ 7—2 太阳	180
表 7—4 太阳的一些基本数据	181
§ 7—3 太阳系中的九大行星	183
表 7—5 太阳系各大行星的物理数据	184
表 7—6 太阳系各大行星的自转和公转参数	186
§ 7—4 地球	187
表 7—7 地球的一些基本数据	187
§ 7—5 月球	189
表 7—8 月球的一些基本数据	189
§ 7—6 地球上的四季	190
表 7—9 二十四节气	191
§ 7—7 日出没方位和日中天高度	192
表 7—10 不同纬度地区日出没方位和日中天高度	192
§ 7—8 时区	193
表 7—11 世界各时区的标准时间与北京时间对照表	194
§ 7—9 重力加速度值的变化	195
表 7—12 不同高度、不同纬度的重力加速度	195
表 7—13 一些城市的重力加速度	196
§ 7—10 地磁场	196
表 7—14 我国一些城市的地磁要素	197

§ 7—11 大气圈	198
表 7—15 干洁空气的成分及体积百分比	199
§ 7—12 海水的化学成分	199
表 7—16 海水的化学成分	200
§ 7—13 地壳中各种元素的比例	200
表 7—17 地壳中各种元素的比例	201
附 1976年国际天文学联合会天文常数系统常数表	202
表 7—18 1976年国际天文学联合会天文常数系 统常数表(1984年起使用)	202
附录一 数学常数	206
附录二 数学公式简集	207
附录三 物理量符号	218
附录四 计量单位的名称和符号	241
主要参考文献	265

一、基本物理常数

这个部分所列出的常数，是表示物质性能和经常使用的某些常数。在此我们尽量采用国际单位制单位表示，但有的常数有其习惯单位，则在表 1—1 中，我们除给出了这个常数的习惯单位外，又附上了国际单位。

表 1—1 中的物理量及有关公式

万有引力常数 G 万有引力定律的公式为

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

表示任何两个物体之间引力的大小跟两个物体的质量的乘积成正比，跟它们的距离的平方成反比。式中 m_1 , m_2 是两个物体的质量， r 表示它们间的距离。 G 被称做万有引力常数，它在数值上等于两个质量都是一千克的物体相距一米时的相互引力。

由于一般物体间的相互引力非常小，万有引力常数很难精确地测定。牛顿发表万有引力定律一百多年时，英国的卡文迪许 (1731—1810) 在 1798 年才设计了一个扭秤，巧妙地解决了这个难题。卡文迪许通过实验测出了万有引力常数。实验的结果也证明了牛顿的万有引力定律是正确的。

标准重力加速度 g_n 物体只受重力的作用产生的加速度叫重力加速度。由实验知道重力加速度与物体的质量无关，但

随地球上的位置稍有差异，其值约在 $9.8\text{米}/\text{秒}^2$ 左右。物体的重量 G 、质量 m 和重力加速度之间的关系可用公式表示为

$$G = mg$$

式中 G 是物体的重量， m 是物体的质量， g 是重力加速度。

因重力加速度随地点不同而变化，为了计算方便常采用国际标准重力加速度。1901年第三届国际计量大会规定，标准重力加速度等于 $9.80655\text{米}/\text{秒}^2$ 或 $32.1740\text{英尺}/\text{秒}^2$ 。这个值相当于纬度 45° 海平面上重力加速度的平均值。1968年国际计量大会同意，对于气象研究，重力加速度可取民主德国的波茨坦一地的重力加速度值，即 $9.81260\text{米}/\text{秒}^2$ 。这个值也是国际重力单位制的基准。

密度 ρ 和重度(比重) γ 密度 ρ 在数值上等于单位体积的质量数，用公式可表示为

$$\rho = \frac{m}{V}$$

式中 m 表示物质的质量， V 是体积。因为水是反常膨胀，它不符合一般的热胀冷缩的规律。水在 4°C 时的体积最小，同一质量的水不论是液态、汽态还是固态，都比在 4°C 时的体积大，所以水在 4°C 时的密度为最大。一般给出的密度值一定要标明测试温度。

重度(比重) γ 在数值上等于单位体积的重量值，用公式可表示为

$$\gamma = \frac{G}{V}$$

式中 G 是物体的重量。对于同一物体，在同一地方，如果重量以克力为单位，质量采用克为单位，则其比重的数值可近似的看作等于质量数。所以同一物质的比重也可近似的等于密度。

例如 4°C 的水密度是 $1\text{克}/\text{厘米}^3$ ，则 4°C 水的比重可写作 $1\text{克力}/\text{厘米}^3$ 。

物质不同，密度和比重也不相同，密度常用的单位是： $\text{克}/\text{厘米}^3$ 、 $\text{千克}/\text{分米}^3$ 和 $\text{吨}/\text{米}^3$ 。比重常用的单位是： $\text{克力}/\text{厘米}^3$ 、 $\text{千克力}/\text{分米}^3$ 和 $\text{吨力}/\text{米}^3$ 。

热功当量 J 做功和热传递在改变物体内能上是等效的，它们都可以表示物体内能的变化。因此，功、热量和能量用同样的单位很自然，也极方便。但在历史上人们的认识并不是一步完成的，当初给热量规定了“卡”这个单位。1卡就是使1克纯水的温度升高 1°C 所需的热量。实验表明：1克纯水在不同的温度下升高 1°C 时所需要的热量略有不同，但都接近于1卡。

英国物理学家焦耳首先用实验确定了1卡的热量相当于多少功的问题。由于热量和功之间在改变物体内能上是等效的，它们之间的数量关系又是个定值，我们就称这个定值叫**热功当量**，用 J 来表示。在国际单位制中规定1卡等于4.1868焦耳，计量法规定1卡等于4.18605焦耳，1热力学卡等于4.184焦耳。所以在热力学中 $J = 4.184\text{焦耳}/\text{卡}$ ，表1—1中我们给出的就是这个量。

若热量(Q)的单位用卡，功(W)的单位是焦耳，则它们之间的关系可用公式表示为

$$J = \frac{W}{Q}$$

比热 c 、溶解热 λ 和汽化热 L 单位质量物质温度升高 1°C 所吸收的热量叫这种物质的比热。各种物质的比热不同，对同一物质（特别是气体），比热的大小又与加热时的条件（温度的高低、压强和体积的变化）有关。例如，气体在体积恒定时的比热叫定容比热；在压强恒定时的比热叫定压比热。对于气

体定容比热和定压比热其值是不同的，但对固体和液体，则二者差别很小，不再加以区别。此外，同一物体在不同物态下，比热也不同。例如水的比热是 $1 \text{ 卡}/(\text{克} \cdot \text{度})$ ，而冰则为 $0.5 \text{ 卡}/(\text{克} \cdot \text{度})$ 。比热的单位用 $\text{千卡}/(\text{千克} \cdot \text{度})$ 时，其数值不变。热量 Q 与比热 c 的关系式为

$$Q = cm\Delta t$$

单位质量的晶体物质在熔点时从固态全部变成液态所需要的热量叫**熔解热**。各种晶体的熔解热不同。熔解和凝固时热量的计算公式为

$$Q = \lambda m$$

单位质量的液体在温度保持不变的情况下转化为汽体时所吸收的热量叫这种物质的**汽化热**。汽化热随液体的种类和汽化时温度的不同而异。当温度不变，仅液态和汽态转化时热量的计算公式为

$$Q = Lm$$

标准状况 气体的体积与其温度和压强密切相关。规定温度为 $T_0 = 0^\circ\text{C}$ (273K) 和压强为 $p_0 = 1 \text{ 标准大气压}$ ($1.013 \times 10^5 \text{ 帕}$) 为气体的**标准状况**。1 摩尔的理想气体在标准状况下的体积是一个常数，这个常数称为**理想气体在标准状况下的摩尔体积**，用 V_m 表示。 $V_m \approx 22.4 \text{ 升/摩尔}$ 。

阿伏伽德罗常数 N_A 物理学和化学的重要常数之一。即 1 克分子任何物质所含分子数。现在国际上采用摩尔这个物质的量单位后，阿伏伽德罗常数有了更普遍的意义。如 1 摩尔氢原子含有 6.022045×10^{23} 个氢原子；1 摩尔氢分子含有 6.022045×10^{23} 个氢分子等等。国际上公认 1 摩尔的任何粒子数都为 6.022045×10^{23} ，这个数叫**阿伏伽德罗常数**。阿伏伽德罗常数是通过实验测定的，随着科学的向前发展，这个数值会越来越

精确。

气体常数 R 一定质量的理想气体, 压强 p 和体积 V 的乘积与热力学温度 T 的比值是不变的, 即

$$\frac{pV}{T} = \text{恒量}$$

在标准情况下, 1 摩尔的任何理想气体 V_m 都为 22.4 升。所以

$\frac{p_0 V_m}{T_0}$ 是一个普遍适用任何气体的恒量, 叫做普适气体常数,

简称气体常数, 用 R 来表示, 即

$$\begin{aligned} R &= \frac{p_0 V_m}{T_0} \\ &= 0.08205 \text{ 大气压} \cdot \text{升} / (\text{摩尔} \cdot \text{开}) \\ &= 8.31441 \text{ 焦耳} / (\text{摩尔} \cdot \text{开}) \end{aligned}$$

气体常数是表征理想气体性质的常数。并且可由此推导出适用任意质量数的理想气体状态方程——克拉珀龙方程, 即

$$pV = \frac{M}{\mu} RT$$

式中 M 为气体质量, 单位用克; μ 是气体的摩尔质量, 单位是克/摩尔。克拉珀龙方程实际上包含了玻-马定律、盖吕萨克定律和查理定律这三个气体实验定律。

玻耳兹曼常数 k 物理学中的一个普适常数。是气体常数与阿伏伽德罗常数的比值, 即

$$\begin{aligned} k &= \frac{R}{N_A} \\ &= 1.380662 \times 10^{-23} \text{ 焦耳} / \text{开} \end{aligned}$$

玻耳兹曼常数也可由黑体辐射强度的光谱分布来直接测定, 所得结果与上式得出的值非常一致。另外玻耳兹曼常数又可从布朗运动中粒子的平均位移测定。

在统计物理学中常用到玻耳兹曼常数，而且在不少情况下是以 kT 这种乘积形式出现。例如在温度不太低时，任何物质分子的平均能量就具有这乘积的数量级。这常数由玻耳兹曼首先在统计物理中引进。

斯蒂芬—玻耳兹曼常数 σ 黑体的总辐射（包括全部频率）能量与绝对温度的四次方成正比，此定律首先由奥国科学家斯蒂芬在1879年从实验得知，而在1884年由玻耳兹曼根据热力学定律导出。依据此定律，从黑体单位面积上，在单位时间内辐射总能量 E 可表示为

$$E = \sigma T^4$$

式中比例常数 σ 称为**斯蒂芬—玻耳兹曼常数**。若以普朗克辐射定律为基础而求 σ 值，则得

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{2\pi^5 k^4}{15h^3 c^2} \\ &= 5.6697 \times 10^{-8} \text{瓦}/(\text{米}^2 \cdot \text{开}^4)\end{aligned}$$

式中 k 为玻耳兹曼常数， h 为普朗克常数， c 为真空中的光速。上面给出的 σ 值为最新国际标准值。

基本电荷 e 电荷的单位，等于一个电子或质子所带的电量。其值为 $1.6021892 \times 10^{-19}$ 库仑。任何实物所带的电荷，只能是基本电荷的整数倍。

真空介电常数 ϵ_0 是表征真空特性的一个恒量。真空中的库仑定律 $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$ ，式中的比例常数 k 的数值和单位决定式中各量的单位。由于在实际问题中，直接用到库仑定律的机会很少，常用的都是从它推导出来的其他公式。为了简化由它导出和与其有联系的公式，把比例常数 k 表示为

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

$$\begin{aligned}\varepsilon_0 &= \frac{1}{4\pi k} \\ &= 8.85418782 \times 10^{-12} \text{法/米} \\ &= 8.85418782 \times 10^{-12} \text{库仑}^2 / (\text{牛顿} \cdot \text{米}^2)\end{aligned}$$

式中 ε_0 叫做**真空介电常数**，是电学中常用的一个恒量。由此引进了 4π 这个因子，使真空中的库仑定律的表达式变为

$$F = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2},$$

虽然库仑定律形式上变得复杂了，但由

它推导出来的公式中却没有 4π 这个因子了。所以引入 ε_0 的这种规定在物理学中是有着积极作用的。

真空介电常数又可表示为

$$\varepsilon_0 = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_r}$$

式中 ε 称为电介质的介电常数， ε_r 称为电介质的相对介电常数。真空的 ε_r 规定为1、其他介质 ε_r 都大于1。在静电单位制中所说的某物质的介电常数是指相对介电常数 ε_r 。

真空磁导率 μ_0 。是表征真空特性的一个物理量。用公式可表示为

$$\begin{aligned}\mu_0 &= \frac{\mu}{\mu_r} \\ &= 4\pi \times 10^{-7} \text{亨/米} \\ &= 12.5663706144 \times 10^{-7} \text{亨/米}\end{aligned}$$

式中 μ 为只决定于磁介质性质的常数，称为磁介质的磁导率。在真空中令 $\mu = \mu_0$ ， μ_0 称为**真空磁导率**。 μ_r 为一纯数，称为磁介质的相对磁导率。

法拉第常数 F 电解中析出1摩尔1价物质所需的电量，用公式可表示为

$$F = eN_A$$