

无线电工程 简明手册

陕西科学技术出版社

无线电工程简明手册

姜立民 编

陕西科学技术出版社

无线电工程简明手册

姜立民 编

陕西科学技术出版社出版

(西安北大街 131 号)

陕西省新华书店发行 国营五二三厂印刷

开本 787×1092 1/64 印张 4.625 字数 110,000

1982 年10月第 1 版 1982 年10月第 1 次印刷

印数 1—32,000

统一书号: 15202·52 定价: 0.86 元

前 言

这本手册编辑了物理学中电学部分、基础电工学、无线电技术基础理论、脉冲技术与数字电路，直至微波技术和电波天线以及自动控制、电子仪器、电子设备可靠性、电子对抗、雷达等实用电子工程技术方面的四百余条公式和定理，提供了常用的物理常量和 17 个表格。为便于读者正确使用，作了必要的文字说明，对某些公式作了实例计算。本书重点是通用、常用的电子学公式和定理，过专、过僻的公式未编入。

本“手册”可供从事电子技术的工程技术人员和相应专业的师生使用。

在本书编写过程中，得到陕西省电子学会常务理事唐致中教授的热心指导和杨志杰、范世贵同志的校阅，在此，对他们一并表示感谢。

编 者

1981 年 9 月

目 录

第一章 物理学中的电学部分 和基本电子现象

- 一、基本单位和一些基本物理常数…………… (1)
- 二、力和加速度、重力、位能、向心力…………… (3)
- 三、质量和能量、温度和能量、运动和
能量…………… (4)
- 四、光的波长和频率、光能…………… (6)
- 五、速度和质量…………… (7)
- 六、功和功率…………… (7)
- 七、电子伏特…………… (8)
- 八、电场中电子的运动…………… (8)
- 九、磁场中电子运动的半径…………… (9)
- 十、热电子辐射和热电子输出效率…………… (10)
- 十一、功函数…………… (11)
- 十二、量子效率…………… (12)
- 十三、二次电子放射比 (增益) …………… (12)
- 十四、加速电子的速度…………… (13)

十五、半导体的导电特性.....	(13)
------------------	--------

第二章 基础电工学

一、直流电路.....	(19)
二、交流电路.....	(49)
三、过渡过程.....	(71)
四、电机和变压器.....	(87)

第三章 无线电技术基础

一、网络理论.....	(98)
二、整流电路.....	(107)
三、滤波电路和衰减电路.....	(115)
四、放大电路.....	(128)
五、振荡电路.....	(152)
六、调制和解调.....	(158)
七、具有分布参数的电路.....	(167)

第四章 微波技术、电波传

播与天线

一、微波技术(电路及器件).....	(182)
二、群速与相速.....	(190)
三、电磁现象的基本方程.....	(192)
四、电波与天线.....	(192)

第五章 脉冲电路和基本的 逻辑电路运算

- 一、脉冲电路..... (206)
- 二、基本逻辑电路运算..... (218)

第六章 自动控制

- 一、拉普拉斯变换和电路的传递函数..... (222)
- 二、电路的频率响应..... (225)
- 三、伺服系统的稳定条件..... (232)

第七章 实用工程电子技术

- 一、电子仪器的测量..... (234)
- 二、电子设备的可靠性..... (246)
- 三、电子对抗..... (254)
- 四、雷达和通信..... (260)

第八章 附 表

- 一、导体的电阻率..... (269)
- 二、绝缘物质的电阻率..... (271)
- 三、电阻温度系数..... (272)
- 四、相对介电常数..... (273)
- 五、绝缘物质的损失角..... (274)
- 六、物质的二次电子放射比..... (275)

七、物质的热电子放射系数.....	(276)
八、物质的功函数.....	(276)
九、长岗系数.....	(277)
十、电压、功率比——分贝换算法.....	(278)
十一、常用波段划分.....	(281)
十二、我国广播、电视频段的划分.....	(284)
十三、1975 年 6 月巴黎 15 届度量衡会议关于 $10^{-18} \sim 10^{18}$ 幂的缩写表.....	(288)
十四、三种进位制.....	(289)
十五、一些老式阻容件的识别.....	(292)

第一章 物理学中的电学部分 和基本电子现象

一、基本单位和一些基本物理常数

物理学中采用的基本单位是：长度：米（m）；质量：千克（kg）；时间：秒（s）；常称之为：MKS制。

由这三个基本单位，可导出下面一些常用的单位：

力：牛顿（N）；速度：米/秒（m/s）；加速度：米/秒²（m/s²）；能量：焦耳（J）；电压：伏特（V）；电流：安培（A）等等。

实际工程中，力的单位多用“kg”作单位，（1N=0.98kg）。这是因为，在地球表面上，在实际工程计算中，质量为1kg的物体，其重量也正是1kg，这样，设计计算起来，就方便多了。

基本物理常数如下:

(1) 电子的质量: $m = 9.107 \times 10^{-31} \text{kg}$ (千克)。

(2) 电子的电荷量: $e = 1.602 \times 10^{-19} \text{C}$ (库伦)。

(3) 光速: $c = 2.998 \times 10^8 \approx 3 \times 10^8 \text{m/s}$ (米/秒)。

(4) 波尔兹曼常数: $k = 1.38 \times 10^{-23} \text{J/deg}$ (焦耳/度),
 $k = 1.38 \times 10^{-23} \text{W/Hz} \cdot \text{deg}$ (瓦/赫·度)。

(5) 普朗克常数: $h = 6.62 \times 10^{-34} \text{J} \cdot \text{S}$ (焦耳·秒)。

(6) 地球半径: $R = 6.4 \times 10^6 \text{m}$ (米)。

(7) 阿基米得数: 6.25×10^{23} 。

(8) 光学波长: 1 埃 ($\text{\AA}$) $= 10^{-10} \text{m}$ (米)。

(9) 热—能转换: $1 \text{J} (\text{焦耳}) = \frac{1}{4.186} \text{cal} (\text{卡})$
 $= 0.24 \text{cal} (\text{卡})$ 。

(10)真空导磁率： $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ 。

(11)真空介电常数： $\epsilon_0 = 8.86 \times 10^{-12}$ 。

(12)热电子放射系数的理论值：

$$1.2 \times 10^6 \text{ A/m}^2/\text{deg}^2 (\text{安/米}^2/\text{度}^2)。$$

(13)重力加速度： $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ (米/秒²)。

(14)20°C时，标准电池的电势：

$$v_0 = 1.01864 \text{ v (伏)}。$$

(15)绝对温度： -273°K 。

(16)1Ws(瓦特秒) = 1J (焦耳)。

二、力和加速度、重力、位能、向心力

1. 力和加速度

$$f = ma(\text{N})$$

其中 m ：质量(kg)，

a ：加速度(m/s^2)。

2. 地球重力

$$f = m \cdot g(\text{N})$$

其中 m ：质量(kg)。

g ：重力加速度(9.8 m/s^2)。

3. 重力的位能

$$w = m \cdot g \cdot h (\text{J})$$

其中 m : 质量(kg)。

g : 重力加速度 9.8m/s^2 。

h : 由基准面算起的高度, 通常取海平面为基准面。单位为 m 。

4. 向心力

$$f = \frac{mv^2}{r} (\text{N})$$

其中 m : 质量(kg)。

v : 沿圆周运动的速度 (m/s)。

r : 圆周半径(m)。

注意: 此力方向指向圆心, 故名向心力。
其大小由公式(4)决定。例如磁场中的电子即受向心力的作用而作圆运动。

三、质量和能量、温度和能量、运动和能量

5. 质量和能量

$$w = mc^2 (\text{J})$$

其中 m : 质量(kg)。

c : 光速($3 \times 10^8 \text{m/s}$)。

上式是当质量全部转换为能量时的表示式。例如, 1克物质全部转换为能量时, 则有:

$1\text{g} = 10^{-3}\text{kg}$ 。按上式计算时得:

$$w = mc^2 = 10^{-3}(3 \times 10^8)^2 = 9 \times 10^{13}(\text{J})$$

在超高速的微粒子运动中, 由于动能很大, 将引起质量的增加。

6. 温度和能量

$$w = KT(\text{J})$$

其中 K : 波尔兹曼常数。

T : 绝对温度。

例: 在常温下(25°C)的能量可用上述公式计算为:

$$W = KT = 1.38 \times 10^{-23} \times (273 + 25)$$

$$\doteq 4.11 \times 10^{-21}(\text{J})$$

7. 运动和能量

$$W = \frac{1}{2}mv^2(\text{J})$$

其中 m : 质量(kg)。

v : 速度(m/s)。

例: 二次电子的放出是由于一次电子(入射电子)的动能所致; 真空管的板耗则是由于到达板极的电子动能转换为热能之故。

四、光的波长和频率、光能

8、光的波长和频率

$$\lambda v = C \text{ (m/s)}$$

其中 λ : 光的波长 (m) 。

v : 光的频率, 赫兹 (Hz) 。

C : 光速 (m/s) 。

9、光(电磁波)能

$$W = hv \text{ (J)}$$

其中

h : 普朗克常数。

v : 光的频率 (Hz) 。

上式不仅适用于光, 也同样适用于紫外线、 x 射线, 以及 γ 射线, 电磁波等。

五、速度和质量

10. 速度和质量的关系(爱因斯坦公式)

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \beta^2}}$$

其中 $\beta = \frac{v}{c}$

m : 速度为 v 时的质量 (kg) 。

m_0 : 静止质量 (kg) 。

v : 物体的速度 (m/s) 。

c : 光速 (3×10^8 m/s) 。

六、功 和 功 率

11. 功

$$W = fl \text{ (J)}$$

其中 f : 加在物体上的力 (N) 。

1: 在力的方向上物体移动的距离 (m) 。

12. 功率

电功率: 1 瓦特(W) = 1 焦耳/秒(J/s)

机械功率:1 马力(hp) = 746 瓦特(W)

七、电子伏特

13. 电子伏特 = $e v$ (J)

其中 e : 电子的电荷量 (c)。

v : 电子的加速电压 (v)。

应该注意: 电子伏特不仅可以表示电子能量, 同时, 也常常用来表示光能、热能等能量。

八、电场中电子的运动

14. 电场对电子的作用力

$$f = E e \text{ (N)}$$

其中

E : 电场强度, 伏/米(v/m)。

e : 电子的电荷量(c)。

例如: 静电偏转的电子运动, 真空中电子的运动, 均可以用这个公式计算。但要注意, 电子运动的方向和电场方向恰恰相反。

15. 入射至等位面的电子的运动

$$\frac{\sqrt{v_1}}{\sqrt{v_2}} = \frac{\sin\theta_2}{\sin\theta_1}$$

其中 v_1 : 初始电位。

v_2 : 终止电位。

θ_1 : 到达等位面的入射角。

θ_2 : 由等位面出来的角度。

上式是当电子非垂直入射时, 具有任意角度射入的计算公式。当:

$V_1 > V_2$ 时, 即由高电位向低电位入射时,
 $\theta_1 < \theta_2$ 。

$V_1 < V_2$ 时, 即由低电位向高电位入射时,
 $\theta_1 > \theta_2$ 。

九、磁场中电子运动的半径

16. 磁场中电子运动的半径

$$r = \frac{mV}{eB} \text{ (m)}$$

其中 r : 电子作圆运动时的半径(m)。