

基础物理学手册

宋玉亭 薛 豪 蓝信悌 编

江苏科学技术出版社



基础物理学手册



宋玉亭

薛 豪 编

蓝信悌

江苏科学技术出版社

基础物理学手册

宋玉亭 薛 豪 蓝信梯编

出版、发行：江苏科学技术出版社

经 销：江苏省新华书店

印 刷：徐州新华印刷厂

开本787×1092毫米 1/32 印张23.5 插页2 字数514,000

1988年11月第1版 1988年11月第1次印刷

印数1—3,000册

ISBN 7—5345—0485—6

O·47 定价：8.15元

责任编辑 程增础

编 者 的 话

物理学是自然科学中的一门重要学科，物理学的知识和方法已成为许多自然科学和生产技术的基础，也是中学和理工科大学的一门重要基础课。为了适应当前教育事业的发展，我们在整理教学资料的基础上，编写成这本《基础物理学手册》，作为学习和使用物理学知识的工具书。

为适应广大读者的需要，本书编写内容略高于目前高等院校基础物理学教学大纲的要求，并包括部分初等物理学的内容。在《物理常数》中还编入相当数量的物理学基本常数、一般常数及重要数据。取材力求严谨、准确，以便读者查阅。

本书采用国际单位制，并对国际单位制作了比较系统的介绍。物理量和物理常数的单位、数值在单位制和物理常数部分作统一介绍。在采用国际单位制的同时，还采用了其它并用的单位制。其换算关系可在《单位换算》中查阅。

在本书的编写过程中，马文蔚教授给予了热情的鼓励和支持，并仔细审阅了原稿。李洪芳、苏一波、蒋澄华和陈龙岗等同志对本书的编写提出了不少宝贵意见和建议。周遥生同志为本书绘制了插图。在此，我们谨向这些同志表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，漏误在所难免，欢迎读者批评指正。

编 者 一九八七年十月于南京

FH16 27

内 容 提 要

本手册是一本学习物理学的参考书和工具书。它采用归纳、对比及图表等方式阐述了基础物理学的基本内容。全书共分九部分：物理量符号与国际单位制；单位换算；力学；热学；电磁学；光学；近代物理学基础；物理常数；附录（物理大事年表、诺贝尔物理学奖获得者及其研究成果、化学元素周期表、希腊字母表等）。

本手册适合于大专院校理工科学生和从事物理教学的大、中学教师使用，也可供科学研究、工程技术人员和自学者查阅参考。

目 录

第一篇 物理量符号与国际单位制

一、物理量符号	(1)
(一) 物理量符号的形式	(1)
(二) 物理量符号的识别标志	(1)
(三) 物理量符号	(2)
二、国际单位制	(2)
(一) 国际单位制的构成	(2)
(二) 国际制单位的组成	(3)
(三) 国际制基本单位	(3)
(四) 国际制辅助单位	(5)
(五) 国际制导出单位	(5)
1. 具有专门名称的导出单位 2. 空间和时间的国际制单位	
3. 周期现象的国际制单位 4. 力学的国际制单位 5. 热学的国际制单位	
6. 电学和磁学的国际制单位 7. 光及有关电磁辐射的国际制单位	
8. 声学的国际制单位 9. 物理学和分子物理学的国际制单位	
10. 原子物理学与核反应和电离辐射的国际制单位	
(六) 国际制词头	(14)
(七) 与国际单位制并用的单位和暂时并用的单位	(15)
1. 与国际单位制并用的单位 2. 暂时与国际单位制并用的单位	
(八) 我国法定计量单位	(17)
1. 我国法定计量单位的构成 2. 国家选定的非国际单位制单位	
(九) 单位符号的一般规则 和说明	(18)

第二篇 单 位 换 算

1. 平面角 2. 立体角 3. 公制计量单位进位和换算表 4. 市制计量单位进位和换算表 5. 英美制计量单位进位和换算表 6. 有关	
--	--

长度、面积等其它一些单位 7. 质量 8. 密度 9. 时间 10. 速率
 11. 力 12. 压强 13. 能量; 功; 热 14. 功率 15. 电荷 16. 电
 流 17. 电势、电动势 18. 电阻 19. 电阻率 20. 电容 21. 电感
 22. 磁通量 23. 磁感应强度 24. 磁通势 25. 磁场强度 26. 温度
 27. 光照度 28. 光亮度 29. 光出射度

第三篇 力 学

一、质点运动学 (34)

(一) 基本概念 (34)

1. 机械运动 2. 空间和时间 3. 质点 质点系 4. 参考系
 坐标系 5. 惯性参考系 非惯性参考系

(二) 位移 速度 加速度 (35)

1. 位置矢量 2. 位移 路程 3. 运动方程 轨道 4. 速度
 5. 加速度

(三) 直线运动 (43)

1. 匀速直线运动 2. 匀变速直线运动

(四) 抛体运动 (44)

1. 抛体运动 2. 平抛运动 3. 斜抛运动

(五) 圆周运动 (46)

1. 质点在圆周运动中的速度和加速度 2. 质点在圆周运动中的
 角速度和角加速度 3. 线量和角量的关系 4. 匀速圆周运动和
 匀变速圆周运动

(六) 相对运动 (49)

1. “静止”坐标系和运动坐标系 2. “绝对”运动 相对运动
 牵连运动

二、质点动力学 (50)

(一) 力 (50)

1. 力的基本概念 2. 合力 分力 平衡力 3. 力的合成
 4. 力的分解 5. 自然界中四种基本相互作用 6. 重力 7. 弹
 性力 8. 摩擦力 9. 切向力 法向力 10. 保守力 非保守力
 耗散力

(二) 牛顿运动定律.....	(56)
1. 牛顿第一定律 2. 牛顿第二定律 3. 牛顿第三定律 4. 惯性	
5. 质量 6. 密度	
(三) 伽利略相对性原理 伽利略坐标变换.....	(57)
(四) 非惯性系中的惯性力	(59)
(五) 开普勒定律 万有引力定律	(59)
1. 开普勒定律 2. 万有引力定律 3. 地球对物体的引力随高度的变化	
(六) 功、能及其基本规律.....	(60)
1. 功 2. 功率 3. 机械能 4. 功与能的基本规律	
(七) 动量 动量定理.....	(64)
1. 动量 2. 冲量 3. 质点的动量定理 4. 质点系的动量定理	
5. 动量守恒定律	
(八) 碰撞	(65)
1. 碰撞 2. 恢复系数 3. 正碰 4. 斜碰	
三、刚体力学基础	(68)
(一) 刚体 刚体的运动.....	(68)
1. 刚体 2. 刚体的运动 3. 自由度	
(二) 角速度矢量 角加速度矢量	(69)
1. 角位移矢量 2. 角速度矢量 3. 角加速度矢量	
(三) 质心 质心运动定理	(70)
1. 刚体的质心 2. 质心坐标 3. 质心运动定理	
(四) 力矩 力偶	(71)
1. 力矩 2. 力偶	
(五) 转动惯量	(73)
1. 刚体的转动惯量 2. 平行轴定理 3. 正交轴定理 4. 回转半径	
(六) 刚体定轴转动的基本规律	(74)
1. 转动定律 2. 转动动能 3. 角动量定理 4. 角动量守恒定律	
5. 刚体定轴转动与质点直线运动公式对照	
(七) 刚体的平衡	(76)

1. 平衡条件	2. 平衡的种类	
(八)	简单机械	(78)
1.	简单机械	
2.	机械功的原理	
3.	机械效率	
4.	机械利益	
3.	杠杆类简单机械	
4.	斜面类简单机械	
四、固体的弹性		(83)
(一)	基本概念	(83)
1.	弹性	
2.	应力	
3.	应变	
4.	比例极限	
5.	弹性极限	
6.	胡克定律	
(二)	弹性模量	(84)
1.	杨氏弹性模量	
2.	切变弹性模量	
3.	容变弹性模量	
五、流体力学		(85)
(一)	静止流体的性质	(86)
1.	静止流体内部各点的压强	
2.	帕斯卡定律	
3.	阿基米德原理	
(二)	理想流体的定常流动	(87)
1.	基本概念	
2.	连续性原理	
3.	流量守恒定律	
4.	伯努利方程	
(三)	粘滞流体的性质和流动规律	(88)
1.	粘滞力	
2.	粘滞系数	
3.	层流	
4.	湍流	
5.	雷诺数	
6.	泊肃叶公式	
7.	斯托克斯公式	
六、机械振动		(91)
(一)	简谐振动	(91)
1.	简谐振动的运动规律	
2.	几种谐振子的运动特性	
3.	简谐振动的矢量表示法	
4.	固有振动	
(二)	阻尼振动	(97)
1.	阻尼振动	
2.	运动方程	
3.	不同阻尼情况下的振动	
(三)	受迫振动	(99)
1.	受迫振动	
2.	周期性外力(简谐强迫力)作用下的受迫振动	
(四)	振动的合成	(101)
1.	同方向同频率简谐振动的合成	
2.	同方向不同频率简谐振动的合成	
3.	互相垂直同频率简谐振动的合成	
4.	互相垂直不同频率简谐振动的合成	
(五)	振动的分解	(106)

1. 谐振分析 2. 傅里叶定理 3. 基频振动和高次谐波振动
4. 频谱

七、机械波 (107)

(一) 基本概念 (107)

1. 波的分类 2. 描述波动的物理量

(二) 简谐波 (109)

1. 简谐波 2. 平面简谐波 3. 球面波

(三) 惠更斯原理 波的衍射 (111)

1. 惠更斯原理 2. 波的衍射

(四) 波的反射和折射 (112)

1. 波的反射 2. 波的折射

(五) 波的干涉 (113)

1. 波的叠加原理 2. 波的干涉 相干波 3. 相干波干涉时合振动的振幅最大、最小条件

(六) 驻波 (114)

1. 驻波 2. 驻波方程 3. 驻波的特点 4. 简正模式
5. 全波反射 半波反射

(七) 多普勒效应 (117)

(八) 波的颜色现象 群速 (118)

1. 波的颜色现象 2. 群速 3. 群速与相速的关系

(九) 声波 (118)

1. 声波 2. 声速 3. 声压 4. 声强 5. 声阻 6. 声压级
7. 声强级 8. 响度级 等响曲线 9. 可听阈 痛觉阈 10. 基音和泛音 11. 音色 音调 12. 乐音 噪音 12. 交混回响

第四篇 热 学

一、温度的测量 (123)

(一) 温度 温标 (123)

1. 温度 2. 温标

(二) 温度计 (124)

1. 对温度计性能的要求	2. 各类温度计	
二、热、热膨胀和热传递		(128)
(一) 热量和热功当量		(128)
(二) 热容 比热容和摩尔热容		(128)
1. 热容、比热容和摩尔热容	2. 气体的定压摩尔热容和定容摩尔热容	3. 杜隆-珀替定律
4. 液体的热容		
(三) 热量计算和热平衡方程		(130)
1. 热量计算	2. 燃料燃烧值	3. 热平衡方程
(四) 热膨胀		(130)
1. 线膨胀、面膨胀和体膨胀	2. 水的反常膨胀	
(五) 传热		(133)
1. 传热	2. 传热的三种方式	3. 热辐射的基本规律
三、液体		(136)
(一) 液体的性质		(136)
1. 表面张力	2. 浸润和不浸润	3. 毛细现象
4. 任意弯曲液面下的附加压强	5. 扩散	6. 粘滞性
(二) 液体的微观机构		(140)
1. 液体分子的排列	2. 液体分子的热运动	3. 分子作用球
4. 表面层内分子力的作用——表面张力的微观机构	5. 液体的表面能	
(三) 液晶		(142)
1. 液晶	2. 微观机构	3. 液晶存在的温度范围
4. 液晶分类	5. 液晶的性质	
四、固体		(144)
(一) 晶体和非晶体的宏观特征		(144)
(二) 晶体和非晶体的微观结构		(146)
1. 非晶体	2. 晶体	3. 晶体的分系
五、相变		(150)
(一) 相变		(150)
1. 相和相变	2. 相变潜热	3. 固液相变——熔解和凝固
4. 气液相变和固气相变——汽化、凝结、液化、升华和凝华		

5. 相变图 三相点 临界点	
(二) 饱和蒸汽 未饱和蒸汽 过饱和蒸汽	(158)
1. 饱和蒸汽 2. 未饱和蒸汽 3. 饱和蒸汽与未饱和蒸汽的转变 4. 临界状态 5. 过饱和蒸汽	
(三) 空气的湿度	(159)
1. 湿度和露点 2. 几种常用的湿度计	
六、气体分子运动论	(161)
(一) 分子热运动	(161)
1. 分子的热运动 2. 布朗运动 3. 分子运动论的基本假设 4. 气体、液体和固体中分子热运动的特点	
(二) 气体的状态参量	(164)
(三) 气体实验定律	(165)
(四) 理想气体状态方程和真实气体的范德瓦耳斯方程	(166)
1. 理想气体 2. 状态方程和范德瓦耳斯方程 3. 当 P 、 V 取不同单位时, R 和 k 的数值	
(五) 理想气体内能	(168)
1. 气体内能 2. 理想气体内能	
(六) 气体分子的麦克斯韦速度和速率分布律	(169)
1. 麦克斯韦分布律 2. 气体分子的三种速率	
(七) 玻耳兹曼分布律 重力场中微粒按高度的分布	(170)
1. 玻耳兹曼分布律 2. 重力场中微粒按高度的分布和气体压强随高度的变化	
(八) 气体内的输运过程	(171)
1. 分子的平均自由程和碰撞频率 2. 粘滞现象、热传导和扩散	
七、热力学	(174)
(一) 热力学过程和热力学平衡	(174)
(二) 态函数——内能、焓和熵	(174)
1. 内能 2. 焓 3. 熵	
(三) 热力学第零定律	(176)
(四) 热力学第一定律	(176)

1. 第一类永动机 2. 热力学第一定律 3. 热力学第一定律的数学表示式 4. 理想气体热力学过程的主要公式	
(五) 热力学第二定律	(180)
1. 第二类永动机 2. 热力学第二定律 3. 热力学第二定律的数学表示式——熵增加原理 4. 热力学第二定律的统计意义和熵增加原理的微观实质	
(六) 热力学第三定律	(181)
(七) 卡诺循环和卡诺定理	(181)
1. 循环过程、可逆与不可逆过程 2. 卡诺循环 3. 卡诺定理	
(八) 焦耳-汤姆逊效应	(184)
1. 节流过程 2. 焦耳-汤姆逊效应 3. 反转温度	
(九) 技术上的循环	(186)
(十) 热机	(186)
1. 几种热机的比较 2. 热机的效率	
八、真空	(188)
(一) 真空区域的划分	(188)
(二) 真空泵简介	(189)
(三) 真空的测量	(190)

第五篇 电 磁 学

一、静电场	(193)
(一) 基本概念	(193)
1. 电荷 2. 起电 3. 自由电荷 4. 束缚电荷 5. 点电荷	
6. 电荷的量子化 7. 电荷守恒定律 8. 电荷密度 9. 导体绝缘体 半导体	
(二) 静电场的描述	(195)
1. 电场强度矢量 2. 电位 3. 电力线 等位面 4. 场强与电位的微分关系 5. 库仑定律 6. 高斯定理 7. 环路定理	
8. 带电体系的静电能 9. 静电场的能量 10. 静电场的边界条件 11. 静电场中的点电荷	

(三) 静电场中的导体	(208)
1. 静电平衡状态 2. 导体的静电平衡条件 3. 静电平衡状态下导体的性质 4. 尖端放电现象 5. 静电屏蔽	
(四) 电介质的极化	(209)
1. 电介质的极化 2. 无极分子和有极分子电介质的极化	
3. 电极化强度矢量 4. 介电常数 5. 电介质中的电场	
6. 铁电体 7. 压电效应 电致伸缩效应 8. 驻极体	
(五) 电容 电容器	(213)
1. 孤立导体的电容 2. 电容器的电容 3. 电容器的串联和并联	
4. 电容器储存的电能	
(六) 静电学常用仪器简介	(215)
1. 验电器 2. 静电计 3. 绝对静电计 4. 象限静电计 5. 弦线静电计 6. 起电盘 7. 感应起电机 8. 范德格拉夫起电机	
二、稳恒电流	(219)
(一) 电流	(219)
1. 电流形成的条件 2. 电流 3. 电流密度矢量 4. 电流的连续性方程 稳恒条件 5. 稳恒电场	
(二) 电阻 电导 电阻的串联和并联	(221)
1. 电阻 电阻率 电导 电导率 2. 电阻的串联和并联	
3. 超导现象	
(三) 电源和电源电动势	(224)
1. 电源 2. 电动势	
(四) 电路	(225)
1. 电路 2. 直流电路的基本规律	
(五) 电功率	(228)
1. 电功 2. 电功率 3. 焦耳定律 4. 焦耳定律的微分形式	
5. 闭合电路中的能量转换 6. 负载与电源匹配的条件	
(六) 温差电现象	(229)
1. 塞贝克效应 2. 珀耳帖效应 3. 汤姆逊效应	
(七) 直流电路常用仪器简介	(230)
1. 滑线变阻器 2. 旋盘式电阻箱 3. 插栓式电阻箱	

4. 电流计 5. 墙式电流计 6. 冲击电流计 7. 正切电流计
8. 安培计 9. 伏特计 10. 惠斯登电桥 11. 电位差计

三、交流电..... (238)

(一) 交流电的描述 (239)

(二) 交流电路的基本规律 (239)

1. 交流电路的阻抗 2. 交流欧姆定律 3. 交流基尔霍夫定律

(三) 交流电功率 (240)

1. 瞬时功率 2. 平均功率 3. 无功功率 4. 视在功率

(四) 交流电路中的电阻、电容和电感元件..... (241)

(五) 谐振电路 (242)

1. 串联谐振电路 2. 并联谐振电路

四、稳恒磁场 (244)

(一) 基本概念 (244)

1. 磁性 2. 磁极 3. 磁体的南极和北极 4. 安培分子电流假说

(二) 磁场的描述 (245)

1. 磁感应强度矢量 2. 磁感应线 磁通量 3. 毕奥-萨伐尔定律
4. 运动电荷的磁场 5. 磁场的高斯定理 6. 安培环路定理
7. 磁场的能量 8. 磁场的边界条件

(三) 磁场对载流导体的作用 (250)

1. 安培定律 2. 平面载流线圈在均匀磁场中的磁力矩
3. 直流电动机的基本原理

(四) 磁场对运动电荷的作用 (252)

1. 洛伦兹力 2. 带电粒子在均匀磁场中的运动 3. 霍耳效应
4. 回旋加速器 5. 速度选择器 6. 带电粒子荷质比的测定

(五) 磁介质 (258)

1. 基本概念 2. 磁介质中的磁场 3. 磁介质磁化的基本规律
4. 顺磁质、抗磁质、铁磁质及其性质 5. 铁磁质的磁化
6. 磁介质磁化与电介质极化的对比

(六) 磁路..... (262)

1. 磁路 2. 磁路与电路的对比

五、电磁感应和暂态过程 (263)

(一) 电磁感应的基本定律.....	(263)
1. 电磁感应 2. 电磁感应的基本定律 3. 动生电动势和感生电动势 4. 感生电场	
(二) 自感 互感	(265)
1. 自感现象 2. 互感现象 3. 自感磁能和互感磁能	
(三) 涡电流 趋肤效应.....	(267)
1. 涡电流 2. 趋肤效应	
(四) 电磁感应的应用实例.....	(268)
1. 交流发电机原理 2. 电子感应加速器 3. 感应图	
(五) RL 电路和 RC 电路的暂态过程	(271)
六、电磁场和电磁波	(272)
(一) 位移电流	(272)
1. 位移电流密度 2. 位移电流 3. 全电流 4. 电磁场	
(二) 麦克斯韦方程组.....	(273)
1. 麦克斯韦方程组 2. 描述介质性质的方程	
(三) 电磁振荡	(274)
1. 电磁振荡 2. 无阻尼自由振荡 阻尼振荡 3. 受迫振荡	
(四) 电磁波	(276)
1. 电磁波 2. 真空中电磁波波方程 3. 电磁波的性质	
4. 电磁波的能流密度 5. 电磁波的动量密度 6. 电磁波谱	

第六篇 光 学

一、几何光学	(279)
(一) 基本定律	(279)
1. 光的直线传播定律 2. 光的独立传播定律 3. 光的反射定律	
4. 光的折射定律 5. 光的可逆性定律 6. 费尔马原理	
(二) 镜的分类及符号法则	(283)
1. 分类 2. 符号法则	
(三) 基本概念	(283)
1. 曲率中心 2. 曲率半径 3. 顶点 4. 主轴 5. 副轴	

6. 物空间和象空间 7. 实象和虚象 8. 光心 9. 透镜 10. 焦点和焦平面 11. 焦距 12. 焦度 13. 节点和节平面 14. 主平面和主点 15. 单球面和薄透镜的焦距、主平面和节点 16. 棱镜的主截面 17. 偏向角

(四) 反射成象 折射成象 (290)

1. 成象公式 2. 各种成象情况的比较 3. 面镜、透镜成象的规律

(五) 成象的几何作图 (294)

1. 利用经过二焦点和光心的三条特征近轴光线中任两条, 作图求象点 2. 利用焦平面作图求象点 3. 已知理想光具组的基点位置, 作图求象点

(六) 简单光学仪器 (298)

1. 基本概念 2. 眼睛、照相机和幻灯机的比较 3. 放大镜、显微镜、望远镜的比较

(七) 象差 (303)

1. 近轴成象的成象条件 2. 象差 3. 象差分类 4. 几种象差的讨论

(八) 色和色散 (307)

1. 色 2. 物体的颜色 3. 色散

二、光度学 (309)

(一) 辐射能通量 (310)

(二) 光见度函数 (310)

(三) 光通量 (310)

(四) 发光强度和光度计 (311)

(五) 光出射度 (312)

(六) 光照度 (312)

1. 定义 2. 光照度的平方反比定律 3. 光出射度与光照度的关系 4. 白体、灰体和黑体

(七) 光亮度 (314)

1. 定义 2. 余弦辐射体 3. 余弦辐射体的光亮度 4. 光亮度与光出射度的关系