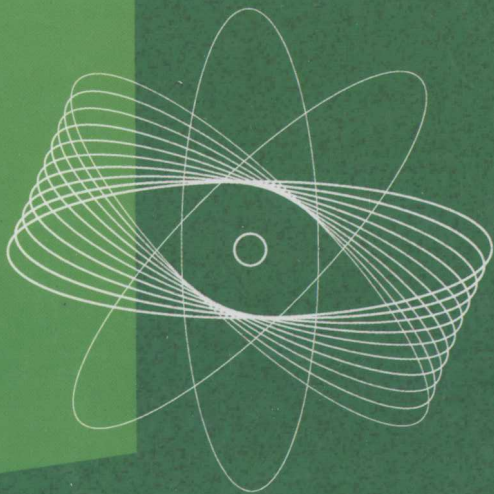


实用大学 物理手册

SHIYONG DAXUE
WULI SHOUCHE

● 周一平 唐英 蔡建国 罗益民 编著



湖南
科学技术
出版社

实用大学 物理手册

SHIYONG DAXUE
WULI SHOUCHE

• 周一平 唐英 蔡建国 罗益民 编著

湖南
科学技术
出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

实用大学物理手册/周一平等编著. —长沙: 湖南科学技术出版社, 2005. 9

ISBN 7-5357-4360-9

I. 实… II. 周… III. 物理学 - 高等学校 - 教学参考资料 IV. 04

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 114065 号

实用大学物理手册

编 著: 周一平 唐 英 蔡建国 罗益民

责任编辑: 徐 为

出版发行: 湖南科学技术出版社

社 址: 长沙市湘雅路 276 号

<http://www.hnstp.com>

邮购联系: 本社直销科 0731-4375808

印 刷: 长沙市银北盛印务有限公司

(印装质量问题请直接与本厂联系)

厂 址: 长沙市岳麓区观沙岭

邮 编: 410013

出版日期: 2005 年 9 月第 1 版第 1 次

开 本: 700mm × 960mm 1/32

印 张: 15.375

插 页: 4

字 数: 310000

书 号: ISBN 7-5357-4360-9/O·245

定 价: 29.00 元

(版权所有·翻印必)

前 言

随着科学技术的发展,物理学的概念、研究方法和实验技术在许多其他的自然学科和工程技术中得到越来越广泛的应用,物理学已经成为各类人才所必须具备的基础知识.为了满足人们在实际工作和学习的过程中,查阅某些物理学的基本概念、公式、定律以及一些常用物理量数据、物理常数等的需要,我们编写了这本《实用大学物理手册》,以求能为大家提供一些实在的帮助.

本手册以大学物理学的基本理论为主,分为力学、热学、电磁学、光学、近代物理共五篇,每篇分为两部分,第一部分将这一篇的所有公式列出来,为读者快捷地查阅某个公式提供方便.第二部分对于基本概念、基本原理、基本定律、基本公式作了较详细的介绍和解释,并介绍了一些现代物理学的知识,如现代光学、信息熵等,力求做到内容全面、文字简练、概念清楚、条理分明,便于读者查阅.

在篇末附录中我们编入了常用物理量数据、物理常数、物理学大事年表、诺贝尔物理学奖获得者名册等,考虑到读者对外交流的需要,我们还特别编写了物理学词汇汉英对照表,将一些常用的物理学概念、词汇列出对应的英文单词或词组.相信本手册会给读者的学习和工作带来方便.

本手册主要适用于理工科院校的大学生、研究生以及科技工作者,对于物理教师,也是一本内容翔实的教

学参考书。

本手册由周一平主编，编写了力学部分，唐英编写热学和光学部分，蔡建国编写电磁学部分以及物理学大事年表、诺贝尔物理学奖获得者名册，罗益民编写近代物理部分以及物理量和单位、物理常数、常用物理量数据表，周一平与唐英共同编写了物理学词汇汉英对照表。中南大学李晓蕾老师审阅了全书并提出不少宝贵意见，在此一并表示感谢。由于缺少参考书，以及编者水平有限，不当和错误之处，欢迎广大读者批评指正。

编者

2005年3月于中南大学

目 录

第一篇 力学

第一部分 力学公式总汇 (2)

第二部分 概念 公式 定律 (10)

第 1 章 质点运动学 (10)

一、参考系 质点 (10)

二、位置矢量 运动方程 位移 (11)

三、速度 (12)

四、加速度 (13)

五、曲线运动 (15)

六、圆周运动 (17)

七、相对运动 (19)

第 2 章 质点动力学 (20)

一、牛顿定律 (20)

二、常见的几种力 (22)

三、基本的自然力 (24)

四、惯性系和非惯性系 (26)

五、动量与角动量 (28)

六、功和能 (33)

第 3 章 刚体的定轴转动 (41)

一、刚体的运动 (41)

二、刚体的定轴转动 (42)

三、转动中的功和能 (46)

四、刚体绕定轴转动的角动量定理 (47)

五、刚体的平面平行运动	(50)
六、刚体的进动	(50)
第4章 万有引力场	(52)
一、开普勒定律	(52)
二、万有引力定律	(53)
三、引力场 引力势能	(54)
四、宇宙速度	(55)
第5章 连续体力学	(57)
一、固体的弹性	(57)
二、流体静力学	(59)
三、理想流体的流动	(60)
四、粘滞流体的流动	(62)
第6章 振动	(64)
一、简谐振动	(64)
二、阻尼振动	(71)
三、受迫振动 共振	(72)
四、振动的分解	(74)
第7章 波动	(77)
一、机械波的几个概念	(77)
二、简谐波的波函数	(79)
三、波动方程	(81)
四、波的能量	(82)
五、波的衍射、反射和折射	(83)
六、波的干涉	(84)
七、声波	(88)
八、多普勒效应	(90)
九、波包、色散和孤子	(93)
.....	

第二篇 热学

第一部分 热学公式总汇 (96)

第二部分 概念 公式 定律 (100)

第1章 统计物理基础 (100)

一、统计物理的基本概念 (100)

二、状态方程 (101)

三、理想气体的压强和温度 (102)

四、能量按自由度均分定理 (104)

五、经典统计分布 (105)

六、量子气体中粒子按能级的分布 (109)

七、气体分子的平均自由程 (111)

八、输运过程 (112)

九、液体的表面性质 (115)

十、相变 (117)

第2章 热力学 (121)

一、热力学的基本概念 (121)

二、热力学定律 (122)

三、热力学第一定律对理想气体准静态过程的应用

..... (123)

四、循环过程 (127)

五、熵 (130)

第三篇 电磁学

第一部分 电磁学公式总汇 (134)

第二部分 概念 公式 定律 (144)

第1章 静电场 (144)

一、库仑力 (144)

二、电场强度 (146)

三、电场线与电通量 (152)

四、电势	(154)
五、静电场中的导体	(158)
六、电介质	(159)
七、静电场的基本规律	(164)
八、电容和电容器	(166)
九、静电能	(168)
十、静电场的边界条件	(170)
第2章 稳恒磁场	(172)
一、磁场、磁感应强度	(172)
二、磁场对电流的作用	(181)
三、带电粒子在电磁场中的运动	(185)
四、磁介质	(190)
第3章 电磁感应	(198)
一、电磁感应定律	(198)
二、动生电动势和感生电动势	(199)
三、自感和互感	(201)
四、磁场能量	(203)
五、电磁感应的应用	(205)
第4章 电磁场和电磁波	(209)
一、位移电流	(209)
二、麦克斯韦方程组	(210)
三、电磁波	(211)
四、相对论电磁学基础	(215)
第5章 电路与电流	(218)
一、电流强度 电流密度	(218)
二、欧姆定律及其微分形式	(219)
三、电动势	(221)
四、欧姆定律的其他形式	(221)

五、基尔霍夫定律	(222)
六、等效电源定理	(224)
七、暂态过程	(226)
八、交流电	(227)
九、电功率	(232)
十、接触电势差与温差电现象	(234)
第四篇 光学	
第一部分 光学公式总汇	(237)
第二部分 概念 公式 定律	(240)
第1章 几何光学	(240)
一、几何光学的基本定律	(240)
二、费马原理	(241)
三、光学系统的近轴成像	(242)
四、光度学基础	(248)
第2章 波动光学	(253)
一、相干光	(253)
二、分波前干涉	(254)
三、分振幅干涉	(257)
四、迈克尔逊干涉仪	(262)
五、光的衍射	(263)
六、单缝和圆孔的夫琅和费衍射	(265)
七、光栅衍射	(267)
八、光学仪器的分辨本领	(270)
九、光的偏振	(272)
十、偏振光的干涉 人为双折射	(280)
第3章 现代光学	(284)
一、非线性光学	(284)
二、全息照相	(286)

三、傅立叶光学与光信息处理	(287)
第五篇 近代物理	
第一部分 近代物理公式总汇	(290)
第二部分 概念 公式 定律	(295)
第1章 相对论	(295)
一、狭义相对论的基本原理	(295)
二、洛伦兹变换	(295)
三、狭义相对论时空观	(297)
四、狭义相对论动力学	(299)
五、广义相对论	(301)
第2章 早期量子论	(303)
一、热辐射	(303)
二、黑体辐射	(304)
三、光电效应	(306)
四、康普顿效应	(307)
五、玻尔的氢原子理论	(308)
第3章 量子力学	(310)
一、德布罗意波	(310)
二、波函数	(310)
三、不确定关系	(312)
四、薛定谔方程	(312)
五、一维定态问题	(313)
六、算符与平均值	(315)
七、算符对易和不确定关系	(317)
八、氢原子的量子理论	(317)
九、电子自旋	(319)
十、多电子原子	(321)
十一、激光基础	(322)

第 4 章 固体的导电理论	(326)
一、晶体结构	(326)
二、晶格振动 热容量	(327)
三、固体的导电理论	(330)
第 5 章 原子核物理和粒子物理	(340)
一、原子核的基本性质	(340)
二、原子核的结合能、裂变和聚变	(342)
三、原子核的放射性衰变	(344)
四、粒子物理	(346)
附录 1 物理量和单位	(357)
一、单位制和量纲	(357)
二、国际单位制	(357)
附录 2 物理常数	(371)
一、基本物理常数	(371)
二、常用物理常数	(374)
附录 3 常用物理量数据表	(378)
一、力学	(378)
二、热学	(391)
三、电磁学	(405)
四、光学	(410)
附录 4 物理学大事年表	(415)
附录 5 1901~2004 年诺贝尔物理学奖获得者名册	(444)
附录 6 物理学词汇汉英对照表	(453)
参考文献	(479)

力学实验

第一篇 力学

第一部分 力学公式总汇

平均速度 $\bar{v} = \frac{r_2 - r_1}{\Delta t} = \frac{\Delta r}{\Delta t}$

瞬时速度 $v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta r}{\Delta t} = \frac{dr}{dt}$

速率 $v = \frac{ds}{dt}$

径向速度 $v_r = \frac{dr}{dt} e_r$

横向速度 $v_\theta = r \frac{d\theta}{dt} e_\theta$

平均加速度 $\bar{a} = \frac{v_2 - v_1}{\Delta t} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$

瞬时加速度 $a = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{dv}{dt}$

切向加速度 $a_\tau = \frac{dv}{dt} \tau$

法向加速度 $a_n = \frac{v^2}{\rho} n$

角速度 $\omega = \frac{d\theta}{dt}$

角加速度 $\alpha = \frac{d\omega}{dt}$

角量与线量的关系 $v = R\omega$

$$a_\tau = R \frac{d\omega}{dt}$$

$$a_n = R\omega^2$$

一般曲线运动 $\mathbf{r} = \mathbf{r}_0 + \int_{t_0}^t \mathbf{v} dt$

$$\mathbf{v}_t = \mathbf{v}_0 + \int_{t_0}^t \mathbf{a} dt$$

匀速圆周运动 $\theta = \theta_0 + \omega t$

匀变速率圆周运动 $\omega = \omega_0 + \alpha t$

$$\theta = \theta_0 + \omega_0 t + \frac{1}{2} \alpha t^2$$

$$\omega^2 = \omega_0^2 + 2\alpha (\theta - \theta_0)$$

相对运动 $\mathbf{v} = \mathbf{v}' + \mathbf{u}$

式中: $\mathbf{u}$ 为 s' 系相对 s 系的速度, $\mathbf{v}'$ 为质点相对 s' 系的速度, $\mathbf{v}$ 为质点相对 s 系的速度.

伽利略坐标变换 $x' = x - ut$

$$y' = y$$

$$z' = z$$

$$t' = t$$

动量 $\mathbf{p} = m\mathbf{v}$

牛顿第二定律 $\sum \mathbf{F} = \frac{d\mathbf{p}}{dt} = \frac{d(m\mathbf{v})}{dt}$

$$\sum \mathbf{F} = m\mathbf{a} \quad (v \ll c)$$

冲量 $\mathbf{I} = \int \mathbf{F} dt$

动量定理 $\int_{t_1}^{t_2} \mathbf{F}(t) dt = \mathbf{p}_2 - \mathbf{p}_1 = m\mathbf{v}_2 - m\mathbf{v}_1$

动量守恒定律 $\mathbf{p} = \sum m_i \mathbf{v}_i = \text{恒矢量} \quad (\sum \mathbf{F}_i = 0)$

质心的位矢 $\mathbf{r}_c = \frac{\sum m_i \mathbf{r}_i}{m}$ 或 $\mathbf{r}_c = \frac{\int \mathbf{r} dm}{m}$

质心运动定理 $\sum \mathbf{F} = m\mathbf{a}_c$

质点的角动量 $\mathbf{L} = \mathbf{r} \times \mathbf{p} = \mathbf{r} \times m\mathbf{v}$

质点的角动量定理 $M = \frac{dL}{dt}$

功 $A = \int \mathbf{F} \cdot d\mathbf{r}$

功率 $P = \frac{dA}{dt} = \mathbf{F} \cdot \mathbf{v}$

动能 $E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{p^2}{2m}$

动能定理 $A_{\text{外}} = E_{k_2} - E_{k_1}$

重力势能 $E_p = mgh$

引力势能 $E_p = -G \frac{m_1 m_2}{r}$

弹性势能 $E_p = \frac{1}{2}kx^2$

功能原理 $A_{\text{外}} + A_{\text{非保内}} = (E_{k_2} + E_{p_2}) - (E_{k_1} + E_{p_1}) = E_2 - E_1$

机械能守恒定律 $E_2 = E_1$ 或 $E_k + E_p = \text{常量}$
($A_{\text{外}} = 0$, $A_{\text{非保内}} = 0$)

力矩 $M = \mathbf{r} \times \mathbf{F}$

力矩的功 $A = \int M d\theta$

刚体的转动惯量 $J = \int r^2 dm$

平行轴定理 $J = J_c + md^2$

垂直轴定理 $J_z = J_x + J_y$

刚体定轴转动定律 $M = J\alpha$

刚体定轴转动的角动量 $L = J\omega$

刚体定轴转动的角动量定理 $\int_{t_1}^{t_2} M dt = L_2 - L_1 =$

$$J\omega_2 - J\omega_1$$

刚体定轴转动的
角动量守恒定律 $L_2 = L_1$ 或

$$J\omega = \text{恒量 (当 } M=0 \text{ 时)}$$

刚体定轴转动的动能 $E_k = \frac{1}{2} J\omega^2$

刚体定轴转动
的动能定理 $A = \frac{1}{2} J\omega_2^2 - \frac{1}{2} J\omega_1^2$

刚体的重力势能 $E_p = mgh_c$

陀螺进动角速度 $\Omega = \frac{mgr_c}{J\omega}$

应力 $\tau = \lim_{\Delta s \rightarrow 0} \frac{\Delta f}{\Delta s} = \frac{df}{ds}$

胡克定律 $\tau = \frac{F}{s} = Y \frac{\Delta l}{l}$

$$F = k\Delta l$$

流体的连续性原理 $\rho v ds = \text{常量}$

伯努利方程 $p + \frac{1}{2} \rho v^2 + \rho gh = \text{常量}$

两层流体之间的粘滞力 $f = \eta \frac{dv}{dl} \Delta s$

泊肃叶公式 $Q_v = \frac{\pi}{8} \frac{p_1 - p_2}{\eta l} R^4$

斯托克斯公式 $f = 6\pi\eta rv$

开普勒定律 $\frac{a^3}{T^2} = \text{开普勒常量 } k$

$$k = \frac{GM}{4\pi^2} \quad M \text{ 为主星的质量}$$

万有引力定律 $F = -G \frac{m_1 m_2}{r_{12}^2}$

$$G = 6.67259 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{kg}^2$$

引力场强 $g = -\frac{Gm}{r^3} r$