

JI CHU  
WU LI

# 基础物理

江苏科学技术出版社

# 基 础 物 理

〈基础物理〉编写组

江苏科学技术出版社

## 内 容 提 要

本书共有二十二章，内容有力学、分子物理热力学、电动力学、光学、原子和原子核物理等。在每章之后附有小结、思考题和习题。书末附有习题答案。

本书采用国际单位制(SI制)。

本书在不用微积分的基础上，力求阐述清楚基本物理概念和规律，可供与高等数学并行开设的职工业余大学物理课程使用，也可供初中以上文化程度的读者自学参考。

## 基 础 物 理

〈基础物理〉编写组

•

江苏科学技术出版社出版  
江苏省新华书店发行  
南通新华印刷厂印刷

1980年6月第1版

1980年6月第1次印刷

印数·1—10,500册

书号：13196·029 定价：2.60元

## 前 言

这本书的内容没有用到微积分。如作为教材，讲授时数约为110~130学时，可在一年内学完。

本书着重于系统地阐述经典物理基本概念和基本定律，重视理论分析，对近代物理作适当介绍。在编写时力求从实际问题出发，提出问题，引出概念，阐明应用基本规律解决实际问题的途径。

为提高学生的自学能力，掌握好基本物理概念和解题方法，书中选择了一定数量的例题、思考题和习题。

本书采用国际单位制，为便于读者参阅其他书籍，也介绍了一些其他单位制的物理量单位。

本书在力学部分，对速度的矢量性、瞬时性、相对性和独立性进行了讨论，阐述了力学的基本定律——牛顿运动定律、万有引力定律、动量守恒定律、动量矩守恒定律和能量转换与守恒定律等。在解题能力方面，对匀变速直线运动的问题，要求根据所选定的坐标列出方程；在用牛顿运动定律求解力学问题时，要求用隔离体法；应用动量守恒定律和能量转换与守恒定律讨论了二维碰撞问题等。在机械振动和机械波部分，着重阐明相位的物理意义，给出谐振动方程和波动方程，并讨论波的迭加原理和波的干涉。在分子物理学部分，从气体分子热运动的微观模型出发，阐述气体压力和温

度的微观本质以及气体分子速度分布规律，并讨论分子自由程和碰撞次数等概念。在热力学部分，强调能量转换与守恒定律，在阐述热力学第一定律和热机效率之后，简述了热力学第二定律。在电磁学部分，着重阐述静止电荷周围的静电场和恒稳电流周围的磁场的性质和规律。在讲述电场强度、电通量和电势等概念的基础上，讨论静电场中的高斯定理和场强与电势的关系，并介绍一些静电在生产实际中的应用。在讲述恒稳电流磁场的毕奥-萨伐尔定律和安培环路定律之后，介绍回旋加速器的工作原理和霍尔效应。在讨论法拉第电磁感应定律之后，叙述了自感、互感等电磁感应现象及其应用。在叙述变化电场和变化磁场之间相互转化的基础上，介绍了电磁波的产生和传播。在讲述电压和电动势等概念的基础上，讨论直流电路的基本定律——基尔霍夫定律。在波动光学中，讨论了光的干涉、绕射和偏振现象，通过对这些现象的研究，明确光具有波动性。在量子光学中，讨论了热辐射和光电效应现象，通过对这些现象的研究，明确光具有粒子性，从而对光的本质有较全面的认识。在原子物理中，从实验出发，讲述了氢原子光谱的规律，在此基础上，讨论了氢原子的玻尔理论，并简要地介绍原子结构的索末菲理论以及激光的特性和应用。在讨论原子核的衰变规律之后，介绍原子核的重核裂变和轻核聚变以及原子反应堆的原理，最后对基本粒子作一简要介绍。

在使用本书时，可根据具体情况作必要的增减或更动前后次序。例如，学生对共点力平衡和共面力平衡掌握得比较好，可将第二章删去；又如，学生对欧姆定律、电阻串并联掌握得比较好，可将第十四章14-1节到14-6节删去，而着重讲述电动势和基尔霍夫定律。如果学时不够，可将第八章流

体、第十八章几何光学删去。删去这些章节不会影响本书的系统性。

参加本书编写的人员有马文蔚、曹恕、周遥生等同志，张粉同志也参加了部分编写工作。王明馨同志和李仕澄、胡美文、祝瑞琪、马见慈、叶善专、颜兴滂、宋玉亭、谈淑梅、陆雨时等同志利用业余时间为本书的出版作了不少校核工作。

由于编写时间仓促，参加编写人员水平有限，书中缺点和错误在所难免，衷心期望读者批评指正。

编 者

1979.5

# 目 录

第一章 物理量和单位	1
第二章 力与力矩	6
2-1 力的概念 力的图示	6
2-2 几种常见的力	9
2-3 力的合成与分解	14
2-4 牛顿第三定律	23
2-5 共点力系的平衡	27
2-6 力矩 共面力的力矩的平衡	31
2-7 平行力系的合力	34
2-8 重心 稳度	36
本章小结	41
思考题	42
习题	44
第三章 质点的运动	49
3-1 参照系 质点	49
3-2 位移	51
3-3 匀速直线运动	53
3-4 变速直线运动 瞬时速度 瞬时加速度	54
3-5 匀变速直线运动	61
3-6 自由落体运动	66
3-7 抛体运动	70
本章小结	78
思考题	81

习题 .....	82
<b>第四章 运动定律</b> .....	<b>87</b>
4-1 牛顿第一定律 .....	87
4-2 牛顿第二定律 .....	89
4-3 力学单位制 质量和重量 .....	93
4-4 牛顿定律应用举例 .....	96
4-5 动量 冲量 动量原理 .....	103
4-6 动量守恒定律 .....	107
本章小结 .....	112
思考题 .....	114
习题 .....	116
<b>第五章 功与能</b> .....	<b>121</b>
5-1 功 功率 .....	121
5-2 动能 动能原理 .....	128
5-3 势能 .....	132
5-4 功能原理 机械能守恒定律 .....	138
5-5 能量转换与守恒定律 .....	145
5-6 完全弹性碰撞和完全非弹性碰撞 .....	147
本章小结 .....	152
思考题 .....	154
习题 .....	155
<b>第六章 圆周运动</b> .....	<b>161</b>
6-1 匀速圆周运动 向心力 .....	161
6-2 向心加速度 .....	163
6-3 线速度和角速度的关系 .....	165
6-4 变速圆周运动 .....	171
6-5 离心现象 离心机械 .....	173
6-6 万有引力定律 .....	175
本章小结 .....	185



思考题 .....	186
习题 .....	187
<b>第七章 刚体的转动</b>	<b>191</b>
7-1 刚体的定轴转动 角加速度 .....	191
7-2 刚体的转动动能和转动惯量 .....	195
7-3 力矩的功和功率 转动定律 .....	203
7-4 动量矩 动量矩守恒定律 .....	209
本章小结 .....	214
思考题 .....	215
习题 .....	217
<b>第八章 流体基本知识</b>	<b>222</b>
8-1 液体的压力 .....	222
8-2 大气压力 .....	225
8-3 浮力原理 .....	230
8-4 流体流动时的连续性原理 .....	233
8-5 伯努利方程 .....	235
本章小结 .....	339
思考题 .....	240
习题 .....	241
<b>第九章 机械振动</b>	<b>244</b>
9-1 谐振动 .....	244
9-2 谐振动的振幅 周期 频率 .....	250
9-3 谐振动的运动方程 相位 .....	252
9-4 谐振动的能量 .....	259
9-5 同方向同频率谐振动的合成 .....	261
9-6 阻尼振动 强迫振动 共振 .....	263
本章小结 .....	267
思考题 .....	268
习题 .....	269

<b>第十章 机械波</b>	<b>273</b>
10-1 机械波的产生和传播	273
10-2 波长 波的周期和频率 波速	278
10-3 波动方程	280
10-4 惠更斯原理 波的反射和折射	283
10-5 波的干涉和绕射现象	287
10-6 驻波	294
10-7 声波 超声波	297
本章小结	301
思考题	304
习题	305
<b>第十一章 气体分子运动论基础</b>	<b>308</b>
11-1 分子运动论的基本概念	308
11-2 气体实验定律	312
11-3 理想气体状态方程	318
11-4 真实气体 范德瓦尔斯方程	321
11-5 气体分子运动的统计规律	324
11-6 用分子运动论说明气体的压力和温度	326
11-7 气体分子的平均碰撞次数和平均自由程	330
11-8 真空的获得	334
本章小结	337
思考题	338
习题	340
<b>第十二章 热力学简介</b>	<b>343</b>
12-1 内能	343
12-2 热力学第一定律	345
12-3 热力学第一定律在理想过程中的应用	351
12-4 循环过程和热机效率	359
12-5 热力学第二定律的概念	363

12-6 致冷机	364
本章小结	366
思考题	368
习题	369
<b>第十三章 静电场</b>	<b>373</b>
13-1 电荷 导体和绝缘体	373
13-2 库仑定律	376
13-3 电场 电场强度	380
13-4 高斯定理	394
13-5 电势 电势差	400
13-6 场强与电势的关系	412
13-7 静电场中的导体	415
13-8 电容器 电容	423
13-9 静电在生产上的应用	435
13-10 电介质	449
本章小结	440
思考题	453
习题	455
<b>第十四章 直流电</b>	<b>462</b>
14-1 简单电路 电流	462
14-2 电阻 一段电路的欧姆定律	466
14-3 电阻率 电阻温度系数	468
14-4 电阻的串联和并联	471
14-5 直流电桥及其应用	478
14-6 电流的热效应	483
14-7 电动势 闭合电路的欧姆定律	489
14-8 基尔霍夫定律	496
14-9 温差电现象及其应用	499
本章小结	506

思考题	510
习题	512
<b>第十五章 磁场</b>	<b>518</b>
15-1 基本磁现象	518
15-2 磁场 磁感强度	522
15-3 磁力线 磁通量	525
15-4 毕奥-萨伐尔定律 几种典型电流的磁场	530
15-5 安培环路定律	536
15-6 磁场对运动电荷的作用力—洛仑兹力	541
15-7 磁场对载流导线的作用力—安培力	551
15-8 磁场对载流线圈的作用 磁电式电流计的工作原理	554
15-9 磁介质 磁导率 磁场强度	558
15-10 铁磁性物质	561
15-11 磁路和磁路定律	566
本章小结	573
思考题	575
习题	579
<b>第十六章 电磁感应</b>	<b>585</b>
16-1 电磁感应现象	585
16-2 电磁感应的基本定律	587
16-3 交流电的产生 涡电流	592
16-4 自感	599
16-5 互感	605
16-6 磁场的能量	618
本章小结	621
思考题	622
习题	628
<b>第十七章 电磁振荡和电磁波</b>	<b>632</b>
17-1 电磁振荡	632

17-2 电磁波	636
本章小结	645
思考题	646
习题	646
<b>第十八章 几何光学</b>	<b>647</b>
18-1 光的直线传播	647
18-2 光的反射	648
18-3 光的折射 全反射	653
18-4 棱镜 色散	660
18-5 透镜	663
18-6 眼睛和几种常见的光学仪器	673
18-7 象差的概念	679
本章小结	682
思考题	683
习题	685
<b>第十九章 波动光学</b>	<b>689</b>
19-1 光的干涉	689
19-2 薄膜的干涉	694
19-3 劈尖的干涉	701
19-4 光的绕射	708
19-5 光的偏振	718
本章小结	724
思考题	725
习题	726
<b>第二十章 量子光学</b>	<b>729</b>
20-1 热辐射	729
20-2 绝对黑体的热辐射 普朗克的量子假设	734
20-3 热辐射的实际应用 光测高温	738
20-4 光电效应及其规律	743

20-5 爱因斯坦的光电效应方程 光子	748
本章小结	752
思考题	754
习题	755
<b>第二十一章 原子结构</b>	<b>757</b>
21-1 原子的核模型结构及其实验基础	757
21-2 原子结构的半经典理论	760
21-3 原子的电子壳层结构 门捷列夫周期表	773
21-4 激光的产生	786
21-5 激光的特性和应用	791
本章小结	793
思考题	795
习题	796
<b>第二十二章 原子核和基本粒子</b>	<b>798</b>
22-1 原子核的结构	798
22-2 放射性	803
22-3 核反应	809
22-4 核能及其应用	812
22-5 基本粒子	822
本章小结	827
思考题	828
习题	829
习题答案	831
附录一 一些常用的物理恒量和常数	843
附录二 一些常用的数据	843
附录三 国际制(SI)基本单位	844
附录四 一些常用物理量的国际制(SI)单位	845
附录五 暂时与国际单位制(SI)并用的单位	847
附录六 国际制(SI)词冠	850

# 第一章 物理量和单位

物理学与其他自然科学一样是在生产和科学实验等实践的基础上发展起来的。物理学是一门实验科学。在对物理现象进行反复观察和实验时，要对一切物理量进行尽可能精密的测量，从而找出物理量之间的数量关系。只有通过大量的观察和实验，才能总结出反映物理现象本质的规律，即物理理论或定律。

在物理学中，物理量是很多的，为了书写方便，更为了清晰地反映物理规律，物理量都用一些符号表示。按照规定<sup>①</sup>：物理量符号采用拉丁或希腊字的单个斜体字母。例如时间用符号  $t$  表示，长度用  $l$  表示，质量用  $m$  表示，速度用  $v$  表示，力用  $F$  表示，等等。对于一些是矢量的物理量采用粗斜体字母，或在字母上方附加矢号“ $\rightarrow$ ”。例如，速度矢量用符号  $\vec{v}$  或  $\vec{v}$  表示，力矢量用符号  $\vec{F}$  或  $\vec{F}$  表示，等等。本书中矢量的表示在文中采用带矢号的字母，图中采用粗斜体字母。

每一个物理量不仅要有一定的数值，而且还要有单位，例如一个人在 20 秒内走过的路程是 45 米，那么他在这段时间内的平均速度就等于  $(45 \text{ 米}/20 \text{ 秒}) = 2.25 \text{ 米/秒}$ 。如果略去米/秒，只剩下一个数值 2.25，就没有确切的意义了。

在测量同一个物理量时，如选取不同的单位，得到的数

<sup>①</sup> 1977 年国家标准计量局发布中华人民共和国国家标准物理量符号（讨论稿）。

值是不同的。例如一根米尺，如用米为单位，此尺的长度为1米，如用厘米为单位，此尺的长度为 $10^2$ 厘米。又如某一物体的质量，如用千克为单位时，它为2.5千克，如用克为单位，它为 $2.5 \times 10^3$ 克，等等。每一物理量的单位都属于一定的单位制，在过去，单位制很多，因此相对某一种单位制，每一物理量就有一种单位。这对于工农业生产、科学研究、文化教育、国际交流和国内外贸易等方面容易造成混乱和不方便。为了消除这些缺点，国际计量委员会于1971年第十四届国际计量大会决议，以长度、质量、时间、电流强度、热力学温度、物质的量和发光强度的单位为基本单位，把以这七个基本单位所构成的单位制叫做国际单位制（代号SI）。表1-1给出七个基本量的单位名称和代号。

表 1-1 国际单位制的基本量和它们的单位

基 本 量	单 位 名 称	国 际 代 号
长 度	米	m
质 量	千 克	kg
时 间	秒	s
电 流 强 度	安 培	A
热 力 学 温 度	开 尔 文	K
物 质 的 量	摩 尔	mol
发 光 强 度	坎 德 拉	cd

国际单位制是一种比较先进的单位制，目前很多国家都已采用或准备采用这种单位制。我国自1959年推行米制以来，已取得了很大成绩，为过渡到国际单位制打下了良好的基础。本书采用国际单位制。

由于在力学中常遇到的是长度、质量和时间这三个基本量，所以我们分别介绍它们的单位和制定标准，另外四个量将在本书以后章节中介绍或请查阅其他有关书籍。



## 一、长度的单位和标准

在日常生活和科学实验中，常常要量度物体的长度或两点之间的距离。在国际单位制中，长度的单位是米。米的标准是怎样规定的呢？

从1889年直到1960年，长度的国际标准米是这样规定的，即用10%的铯和90%的铂制成一根如图1-1所示的米尺，它的两端各有三条刻线，当它处于0℃时，两端中间刻线之间的距离就定义为1国际米，或简称1米。这根米尺叫做国际米原器，它存放在巴黎国际计量局里。各国可以根据这根标准国际米原器，复制成各国的标准米原器，作为国家的标准米，并按此标准米，制造各种米尺和量具。

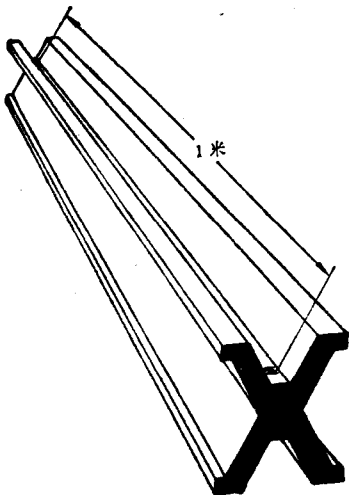


图 1-1 国际米原器

由于科学技术的发展，对长度测量精确度的要求越来越高，原来的国际米原器不能满足需要，同时，需要采取一种不易被毁坏的标准，因此1960年第十一届国际计量大会决定，米的标准长度等于氪-86原子的 $2p_{1/2}$ 和 $5d_5$ 能级之间跃迁的辐射在真空中波长的 $1650763.73$ 倍。采用了这个标准，各国可以较方便地定出标准米，而且不会因为国际米原器的毁坏而丧失统一的国际标准。

在自然科学和工程技术中，米不仅是长度的标准，而且也是国际单位制中长度的单位，其代号为 $m$ 。以米为单位，