

谢洪伟 李玉林 吕其光 译

普通物理学 习题集

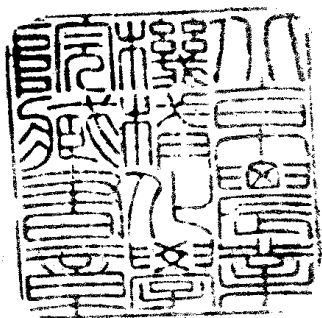
黑龙江科学技术出版社

普通物理学习题集

Putongwulixue xitiji

〔苏〕 В. С. Волькенштейн 著

谢鸿伟 李玉林 吕其光 译



黑龙江科学技术出版社

一九八三年·哈尔滨

内 容 简 介

本书是根据苏联出版的《普通物理学习题集》英译本译出的。

全书共收1572个习题，基本上包括了普通物理学的各部分内容。每章之前都先介绍相应的国际单位制及有详细解法的例题。每节先扼要地阐述本节涉及的基本概念、基本定律和公式，然后列出了大量的有关习题。书的最后附有全部习题的答案或解法。附录中列出了基本物理常数和有关的数据、图表等。

本书可以作为理工院校、电视大学及职工大学普通物理学的教学参考书，也可以作为中学物理教师、基础较好的中学生以及自学读者的参考资料。

普 通 物 理 学 习 题 集

[苏]В·С·Волькенштейн 著

谢鸿伟 李玉林 吕其光 译

黑龙江科学技术出版社出版

(哈尔滨市南岗区分部街28号)

长春新华印刷厂附属厂印刷·黑龙江省新华书店发行

开本787×1092 毫米1/32 15 10/16 字数320千

1983年12月第一版·1983年12月第一次印刷

印数：1—25,000

书号：13217·082

定价：1.60元

译 者 的 话

本书是根据苏联《ИЗДАТЕЛЬСТВО ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ》出版的《普通物理学习题集》英译本翻译的。原书发行以后很受欢迎，几经再版。

全书由绪论、例题、习题、答案以及附录等部分组成，共分为六章23节。每章前面都先介绍相应的国际单位制及有详细解法的例题。每节先扼要地阐述该节课题的基本定律和公式，然后列出大量的有关习题。书的最后全部习题都附有答案或解法。全书共收1572个习题。习题类型广泛、难度适宜，包括了普通物理学各部分的内容。书中强调了对基础知识的掌握和运用，以及对解题方法和技能的训练。这样有助于对基本原理的理解。

英译本中有些印刷错误、笔误和个别的不妥之处，凡已发现的，我们都查阅俄文原著做了删改和订正。原书共有23个附表，解题时涉及到的有关数据都可以从这些附表中查到。考虑到节省篇幅和实际应用的情况，我们删去了“常用对数”、“正弦和余弦”及“正切和余切”这三个附表。

我们的水平有限，译文中难免存在缺点和错误，诚恳地希望读者批评指正。

俄 文 版 前 言

现在将受欢迎的《普通物理学习题集》作了有益的修改和增补予以再版。这次根据新的高等工业学院物理教学大纲的要求，补充了和重写了新的绪论，并且采用了苏联国家标准9861—61，即国际单位制。

苏联国家标准9861—61在科学、技术和国民经济的各个方面，同时在教学上都认为是比较好的。厘米·克·秒制与苏联国家标准9861—61可同时应用。要掌握和正确应用国际单位制，主要是通过解答习题应用单位制来进行练习。为便于其它单位制和国际单位制的换算，提供了适当的表格。

与第一版相比，在每一节的前面都有简短的前言，阐述了本节的基本定律和公式，以及解题时需要的有关原理。这些应当作为读者在解答本节习题时的依据。所有习题都有答案，但是最好自己动手，严格地有条理地应用已掌握的定律、公式和原理来作题。为了解题的需要，书后安排了相应的资料表格。

目 录

绪论	(1)
§ 1. 国际单位制	(1)
§ 2. 解题的方法	(4)

习 题

第一章 力学的物理基础	(5)
力学单位	(5)
有解例题	(9)
§ 1. 运动学	(12)
§ 2. 动力学	(21)
§ 3. 刚体的转动	(43)
§ 4. 流体力学	(51)
第二章 分子物理学和热力学	(57)
热量单位	(57)
有解例题	(58)
§ 5. 分子运动论和热力学基础	(60)
§ 6. 真实气体	(93)

§ 7. 饱和汽和液体·····	(97)
§ 8. 固体·····	(109)
 第三章 电学和磁学·····	 (116)
电磁学单位·····	(116)
有解例题·····	(120)
§ 9. 静电学·····	(124)
§ 10. 电流·····	(148)
§ 11. 电磁学·····	(174)
 第四章 振动和波·····	 (201)
声学单位·····	(201)
有解例题·····	(202)
§ 12. 简谐振动和波·····	(204)
§ 13. 声学·····	(217)
§ 14. 电磁振荡和电磁波·····	(223)
 第五章 光 学·····	 (229)
光学单位·····	(229)
有解例题·····	(230)
§ 15. 几何光学和光度学·····	(232)
§ 16. 波动光学·····	(244)
§ 17. 相对论基础·····	(255)
§ 18. 热辐射·····	(258)

第六章 原子和原子核物理·····	(262)
放射和电磁辐射单位·····	(262)
有解例题·····	(263)
§ 19. 光的粒子性和粒子的波动性·····	(265)
§ 20. 玻尔原子 X射线·····	(272)
§ 21. 放射性·····	(279)
§ 22. 核反应·····	(284)
§ 23. 基本粒子 粒子加速器·····	(290)

题 解 和 答 案

第一章 力学的物理基础·····	(295)
第二章 分子物理学和热力学·····	(332)
第三章 电学和磁学·····	(379)
第四章 振动和波·····	(427)
第五章 光 学·····	(445)
第六章 原子和原子核物理·····	(460)

附 录·····	(481)
----------	---------

铁磁质磁场中的磁感应强度与磁场强度的关 系·····	(481)
电磁场有理化方程式和无理化方程式之间的 关系·····	(481)

附表

I. 基本物理量.....	(485)
II. 天体物理量.....	(485)
III. 太阳系的行星数据.....	(486)
IV. 分子和原子的直径.....	(486)
V. 温度和压强的临界值.....	(486)
VI. 不同温度下空间的水的饱和蒸汽压.....	(487)
VII. 不同温度下水的汽化热.....	(487)
VIII. 某些液体的性质.....	(487)
IX. 某些固体的性质.....	(488)
X. 某些固体的弹性.....	(488)
X I. 某些固体的热传导率.....	(489)
X II. 介质的介电系数 (相对介电系数)	(489)
X III. 导体的电阻率.....	(489)
X IV. 电解液中离子的迁移率.....	(490)
X V. 金属中电子的逸出功.....	(490)
X VI. 折射率.....	(490)
X VII. 不同物质的阴极 x 射线的 k 系范围.....	(490)
X VIII. 汞弧的光谱线.....	(491)
X IX. 某些同位素的质量.....	(491)
X X. 某些放射性元素的半衰期.....	(491)

绪 论

§ 1. 国际单位制 (SI)

各种物理量由表达它们之间关系的等式相互联系着。例如，给一质量为 m 的物体以加速度 a ，则通过下式涉及到了作用于该物体上的力 F

$$F = k m a \quad (1)$$

其中 k 是一个随着 F 、 m 和 a 的单位被确定而确定的系数。如果质量和加速度的单位是已知的，那么可以适当地选取力的单位，使等式 (1) 中的系数 k 等于纯数 1。于是

$$F = m a$$

按照这个关系，一个单位的力应该是这样的力，此力给一个单位的质量以一个单位的加速度。

用同样的方式来处理任何重新引进的量，它应有的单位可以从确定这一量的公式中求出。这样就能够得到一个导出的单位制。

各种单位制互相间的差别在于采用的基本单位。

本书以1960年第十一届国际计量代表大会通过采用的国际单位制为基础。苏联国家标准 (GOST) 9867—61规定，在科学、技术和经济各个领域均采用国际单位制，苏联的大、中院校也同样采用国际单位制。

由于各种各样的量度范畴，国际单位制又分为几个独立

的系统，如下：

1. 力学单位制 (GOST 7664—61)
2. 热学单位制 (GOST 8550—61)
3. 电磁学单位制 (GOST 8033—56)
4. 声学单位制 (GOST 8849—58)
5. 光学单位制 (GOST 7932—56)
6. 放射和电磁辐射单位制 (GOST 8848—63)

国际单位制中，力学的基本单位是米 (m)、千克质量 (kg) 和秒 (s)。除此而外，各种量度范围还有如下的基本单位：热学量度的开氏温度、电学量度的安培和量度发光强度的坎德拉。

国际单位制还包括两个辅助单位——平面角和立体角。

国际单位制的基本单位和辅助单位列在表 1 中。

表 1

量	单 位	符 号
基 本 单 位		
长度	米	m
质量	千克	kg
时间	秒	s
电流	安培	A
热力学温度	开氏温度	K
发光强度	坎德拉	cd
辅 助 单 位		
平面角	弧度	rad
立体角	球面度	sr

表 2 给出了国际单位制的单位倍乘词冠

表 2

词 冠 名 称	倍乘数	符号	词 冠 名 称	倍乘数	符 号
阿 托 (Atto)	10^{-18}	a	分 (Deci)	10^{-1}	d
飞姆托 (Femto)	10^{-15}	f	十 (Deca)	10	da
皮 可 (Pico)	10^{-12}	p	百 (Hecto)	10^2	h
纳 诺 (Nano)	10^{-9}	n	千 (Kilo)	10^3	k
微 (Micro)	10^{-6}	μ	兆 (Mega)	10^6	M
毫 (Milli)	10^{-3}	m	吉咖 (Giga)	10^9	G
厘 (Centi)	10^{-2}	c	太拉 (Tera)	10^{12}	T

如上所述, 由基本单位形成了国际单位制的导出单位。导出单位和基本单位之间的关系能够从量纲公式中得到。

如果基本单位选作长度为 l 、质量为 m 、时间为 t 、电流为 I 、温度为 θ 和发光强度为 J , 则在国际单位制中某一量 x 的单位量纲公式可以写作如下。

$$[x] = l^{\alpha} m^{\beta} t^{\gamma} I^{\delta} \theta^{\rho} J^{\mu}$$

要得到 x 的量纲, 我们必须求出指数 α 、 β 、 γ 、 δ 、 ρ 和 μ 。这些指数可正可负, 可以是整数也可以是分数。

例 1. 求出功的量纲。

由 $W = Fl$ 关系式, 我们得到 $[W] = l^2 m t^{-2}$ 。

例 2. 求出比热的量纲。

由 $C = \frac{Q}{m \cdot \Delta\theta}$ 和 $[Q] = [W]$, 我们有 $[C] = l^2 t^{-2} \theta^{-1}$ 。

如果在国际单位制中一个物理量的量纲是已知的, 那么易得出它在此单位制中的单位。这样, 功的单位显然是 $\text{米}^2 \cdot \text{千克} \cdot \text{秒}^{-2}$ 和比热的单位是 $\text{米}^2 \cdot \text{秒}^{-2} \cdot \text{度}^{-1}$, 等等。

书中各个部分分别给出了国际单位制中导出单位的表:

力学单位在第一章，热学单位在第二章，电磁学单位在第三章，等等。同一章中还有确定国际单位和其他单位之间关系的表，以及非系统的单位。

§ 2. 解 题 的 方 法

当解一道习题时，首先确定它所依据的物理定律。然后用以符号表达这些定律的公式来解题，最后把统一单位制的数据替换公式中的符号。除国际单位制之外，其他单位制和非系统的单位在实践中和文献中被广泛地应用着。基于这种原因数据给出的单位并不都是国际单位制的。在每一章前面的表中给出了国际单位制的单位、其他单位制的单位和非系统的单位之间的关系。用国际单位制来解答一个习题，所有的原始数据和给出的数据都应该换算成国际单位制。自然，所得答案的单位也属国际单位制。

有时把所有的数据都表达成同一单位制是不必要的。例如，某一量既是分子的倍数，又是分母的倍数，则此量显然可以在任意单位中表达，其结果是相同的。（见第一章例2）

当得出答案数据时，要注意最后结果的精确度，它不会超过原始数据的精确度。大多数习题以计算尺的精确度就可以得到解决，有一些情况应该使用四位对数表。

数据一代替了符号，就写出答案的量纲。

如果解题需要图或图表，就选择适当的比例刻度和坐标原点，并且在图上标出比例尺刻度。答案中对一些习题所给出的图解，没有按正规的比例，也就是说，仅给出了它们的定性关系。

习 题

第一章 力学的物理基础

力 学 单 位

国际单位制是用MKS（米、千克、秒）制来测定力学量。MKS制的基本单位是m（米）、kg（千克）和s（秒）。由这些基本单位可导出其他相关的物理量的单位。如速度的单位由 $v = \frac{\Delta l}{\Delta t}$ 而求出。当长度单位是m，时间单位是S时速度的单位是m/s，而加速度的单位是m/s²。

下面我们来确定力的单位。由牛顿第二定律

$$F = ma$$

知质量为1Kg，加速度为1m/s²时，这个力的单位称为一牛顿。

即

$$1N = 1kg \cdot 1m/s^2$$

我们再看物体的重量和质量间的关系。物体的重量G是地球对物体的引力即使物体产生的加速度为 $g = 9.81m/s^2$ 的力，故

$$G = mg$$

与MKS制中其他的力一样，物体的重量也必须用牛顿来表示。有时也用千克，但必须记住千克不是MKS制单位。

为了区别质量和重量，我们用 kg表示质量而用kgf表示重量（力）。质量为1Kg的物体的重量为1Kgf，即

$$1\text{Kgf} = 1\text{kg} \cdot 9.81\text{m/s}^2$$

由于

$$1\text{N} = 1\text{kg} \cdot 1\text{m/s}^2$$

故

$$1\text{kgf} = 9.81\text{N}$$

物体的重量用 kgf表示时，在数值上第于其质量数。如物体的质量为2kg，那么其重量为 2kgf。重量单位在 MKS制中必须换算为牛顿。

例 一物体的质量为 4kg，试用 kgf和N表示 物体的 重量。

解 $G = 4\text{kgf}$ （不是MKS制）

在MKS制中 $G = 4 \times 9.81\text{N}$

功的单位由公式

$$W = Fl$$

确定。显然，1N的力使物体沿力的方向移动了1m所做的 功即为功的单位称为焦耳。

$$1\text{J} = 1\text{N} \cdot 1\text{m}$$

由

$$P = \frac{W}{t}$$

可导出功率的单位。在MKS制中,定义在1秒内完成1焦耳的功为功率的单位称为瓦特(W)。用同样的方法我们可导出MKS制中其他物理量的单位。

表3给出了MKS制中力学量的基本单位和重要的导出单位。

表4给出了国际单位制和其他单位的换算关系。

表 3

物 理 量 和 符 号	公 式	单 位	单 位 符 号	量 纲
基 本 单 位				
长度 l	—	米	m	l
质量 m	—	千克	kg	m
时间 t	—	秒	s	t
导 出 单 位				
面积 A	$A=l^2$	米 ²	m ²	l^2
体积 v	$v=l^3$	米 ³	m ³	l^3
频率 ν	$\nu = \frac{1}{T}$	赫兹	Hz	t^{-1}
角速度 ω	$\omega = \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$	弧度/秒	rad/s	t^{-1}
角加速度 α	$\alpha = \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$	弧度/秒 ²	rad/s ²	t^{-2}
线速度 v	$v = \frac{\Delta l}{\Delta t}$	米/秒	m/s	lt^{-1}
线加速度 a	$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$	米/秒 ²	m/s ²	lt^{-2}
密度 ρ	$\rho = \frac{m}{v}$	千克/米 ³	kg/m ³	$l^{-3}m$
力 F , 重量 G	$F=ma$	牛顿	N	lmt^{-2}

物 理 量 和 符 号	公 式	单 位	单 位 符 号	量 纲
比重 γ	$\gamma = \frac{G}{V}$	牛顿/米 ³	N/m ³	$l^{-2}mt^{-2}$
压强 P	$P = \frac{F}{A}$	牛顿/米 ²	N/m ²	$l^{-1}mt^{-2}$
动量 $\overline{P}$	$\overline{P} = m\Delta V = F\Delta t$	千克·米/秒	kg·m/s	lmt^{-1}
转动惯量 I	$I = ml^2$	千克·米 ²	kg·m ²	l^2m
功 W 、能量 E	$W = Fl$	焦耳	J	l^2mt^{-2}
功率 p	$p = \frac{\Delta W}{\Delta t}$	瓦	W	l^2mt^{-3}
动态粘滞度 η	$\eta = \frac{F}{A} \frac{\Delta l}{\Delta v}$	牛顿·秒/米 ²	N·S/m ²	$l^{-1}mt^{-1}$
粘滞率 ν	$\nu = \frac{\eta}{\rho}$	米 ² /秒	m ² /S	l^2t^{-1}

表 4

物理量	单位及转换成国际单位的转换系数
长度	1 厘米 = 10^{-2} 米 1 微米 = 10^{-6} 米
质量	1 埃 = 10^{-10} 米 1 克 = 10^{-3} 千克 1 吨 = 10^3 千克 1 原子质量单位 = 1.66×10^{-27} 千克
平面角	$1^\circ = \frac{\pi}{180}$ 弧度 $1' = \frac{\pi}{108} \times 10^{-2}$ 弧度 $1'' = \frac{\pi}{648} \times 10^{-3}$ 弧度 1 转 (rev) = 2π 弧度
面积	1 公亩 = 100 米 ² 1 公顷 = 10^4 米 ²
体积	1 升 = 1.000028×10^{-3} 米 ³