

怎样解物理习题

刘宝瑜·蔡茂略

中学生读物

广东科技出版社

中学生读物

怎样解物理习题

刘宝瑜 蔡茂略

广东科技出版社

内 容 简 介

本书是按照物理学内容的分类系统，采用物理内容与典型题解相结合的形式编写的。基本内容符合新编中学物理教学大纲要求，分为十五章，包括有例题276道、习题286道（附答案）。书中对物理概念、物理定律的含义和应用，叙述简明严谨，典型例题的类型比较广泛，解答时着重于揭示解题的思路和要领。书中还介绍解题一般步骤、矢量运算和单位制、常用物理常数等，便于读者学用。

本书可供高中学生阅读，也可供中学物理教师教学时参考，尤其适合准备高考的学生、知识青年系统复习中学物理时阅读。

怎样解物理习题

刘宝瑜 蔡茂略

广东科技出版社出版

广东省新华书店发行

广东新华印刷厂印刷

787×1092毫米32开本 14.125印张 300,000字

1982年4月第1版 1982年4月第1次印刷

印数 1—77,000册

统一书号7182·25 定价1.20元

序 言

对物理学的学习，主要是掌握物理学的基本概念、基本定律和基本研究方法。大量地演算物理习题，有助于加深认识物理学的基本概念、熟练地运用物理定律，是提高分析问题和解决问题能力的重要途径之一。本书采用物理内容与典型题解相结合的方式，揭示求解物理习题的思路和要领，以帮助读者正确地掌握解物理习题的基本方法。

解物理习题不能简单地理解为一个数学运算过程，应该说是一个“物理—数学—物理”的过程。主要是根据题目本身给予的性质和条件，理解问题的物理内容和物理意义，正确地运用物理概念和物理定律，提出解决问题的方法。在解物理习题的整个过程中，包含着对有关物理内容的理解和思维的过程，数学方法仅仅是解题的一种手段。因此，本书分别对有关的物理概念和物理定律予以简要介绍，以帮助读者正确地理解和掌握物理概念和物理定律的主要内容和含义，同时，指出有关物理定律的适应范围和使用条件，以帮助读者正确地运用物理定律，避免超越一定的允许条件随便套用物理定律，以致造成错误。

本书在介绍系统分类的物理内容之后，分别列举一些有关习题的解答，这种习题解答，占据本书大部分篇幅。由于物理内容十分广泛，而且求解物理习题没有固定的模式，这些解例不可能包括中学物理的全部习题类型，但力求具有一定的典型性，以便读者举一反三，触类旁通，起到示范的作

用。对一个题目存在的多种不同求解方法，或者由于对有关物理概念的误解而容易出现的错误解法，也给予一定介绍，以便读者进行分析、比较，从而归纳出一套对自己行之有效的办法，提高解题的技巧，以达解题正确、快捷之望。由于篇幅关系，例题解答主要是说明解题的思路，比较简略，并不是完整的解题示范。这一点必须提请读者注意。

书中涉及的物理量，基本上采用国际单位制单位。对各物理量的国际单位制与其它单位制的换算关系以及常用的物理常数也作了介绍，以方便读者解题时使用。

书中比较详细地介绍物理学常用的数学方法——矢量运算，有利于读者学会这种比较快捷的解题方法。本书是按照物理学的内容分类编写的，并对内容分类作了新的尝试。我们希望这样的分类方式，能有助于对物理学内容理解的深化和便于记忆。

本书分为十五章，基本内容符合新编中学物理教学大纲的要求。为了保持内容的完整性系统性，个别小节(注有·)内容超纲，读者可根据自己的需要选读或不读。全书包括例题276道、习题286道，习题后面大多附有答案，难度较大的习题附有解法提示，便于读者练习。个别解例采用微积分方法，有助于读者开阔视野，探索新的知识领域。

本书可供高中学生、高中水平的知识青年阅读，也可供中学物理教师教学时参考，尤其适合准备高考的学生、知识青年系统复习中学物理时阅读。

由于编者水平所限，书中难免存在错漏，请读者给予指正。

目 录

序 言

第一章 单位制和矢量运算..... 1

1-1 物理学中的单位制..... 1

1-2 矢量及其运算.....13

习 题25

第二章 运动学.....26

2-1 质点、参考系和坐标系.....26

2-2 运动学的几个基本物理量29

2-3 直线运动.....31

2-4 抛射体运动.....39

2-5 圆周运动.....49

习 题54

第三章 动力学.....60

3-1 力.....60

3-2 牛顿运动定律.....67

3-3 向心力和离心力.....81

3-4 力矩.....87

3-5 动量和冲量.....90

习 题94

第四章 功和能104

4-1 功和功率104

4-2 机械能111

4-3 功和能的关系	117
习 题	122
第五章 静力学	126
5-1 力的平衡	123
5-2 固体的形变	131
5-3 流体的压强	132
5-4 浮力	135
*5-5 稳流	140
习 题	143
第六章 分子运动论和气体状态方程	147
6-1 分子运动论	147
6-2 气体状态方程	150
*6-3 热传导现象和扩散现象	157
*6-4 热力学第一定律	162
6-5 热机	168
习 题	170
第七章 静热学	174
7-1 物质的状态变化	174
7-2 热平衡方程	176
7-3 热功转换	185
7-4 物体的热膨胀	190
习 题	198
第八章 静电学	203
8-1 物质的电结构	203
8-2 电荷的相互作用——库仑定律	204
8-3 电场强度	213
8-4 电势和电势差	222

8-5 静电场中的导体	228
习 题	238
第九章 直流电路	243
9-1 电路	243
9-2 欧姆定律	244
9-3 电阻的串联和并联	247
*9-4 基尔霍夫定律	263
9-5 电流的功率	272
习 题	280
第十章 电磁现象	285
10-1 磁性	285
10-2 电流的磁现象	286
10-3 磁场对电流的作用	292
10-4 电磁感应	302
10-5 交流电路	308
习 题	315
第十一章 电子技术基础	320
11-1 p-n 结	320
11-2 晶体二极管整流电路	323
11-3 滤波器	331
11-4 晶体管小信号放大器	332
第十二章 振动与波	335
12-1 振动	335
12-2 电磁振荡	342
12-3 振动的合成	345
12-4 波	349
12-5 声波、超声波和电磁波	351

习 题.....	854
第十三章 光 学	856
13-1 几何光学的基本实验 规律	856
13-2 镜面 成 像	865
13-3 薄透镜 成 像	871
13-4 光学 仪 器	877
13-5 光的波动 现 象	883
13-6 光的色散	887
13-7 光的微粒 现 象	888
习 题	890
第十四章 原子结构和原子核	894
14-1 原子结构和能级	894
14-2 原子能级的跃迁	895
14-3 原子核的 组 成	898
14-4 核 反 应	400
习 题.....	404
第十五章 解题一般步骤和综合题解例	406

第一章 单位制和矢量运算

1—1 物理学中的单位制

在物理学中要讨论许多物理量，例如长度（路程）、速度、力、动量、电压、电流等等。这些物理量的计量，就是将该物理量与作为计量单位的同类量相比较，来确定被量度的物理量的大小。例如长度计量单位定为米，计量时则将其

长度量与米相比较，如 $1 \text{ 厘米} = \frac{1}{100} \text{ 米}$ 。物理量都有它们

自己专有的量度单位。一般来说，量度单位是可以任意选取的，如长度可以选择公里、米、厘米、微米等作为计量单位。选取计量单位的准则是：使用方便，尽可能符合近代物理概念，并且有制成物质的基准及复制的可能性。

考虑到物理量之间存在着相互联系的客观规律，因此不必对每个物理量的计量单位独立地进行选择，而可以通过一些物理量的单位来量度另一些物理量。在通常情况下，只要选取三个基本物理量（例如长度、时间和质量；或长度、时间和力）的量度单位作为力学的基本量度单位，其他物理量的量度单位则根据这些物理量与基本物理量相联系的物理规律而引入。在某些情况下，用三个基本物理量是不够的，必须引入别的物理量；而这些物理量的单位也是任意选取的，例如温度，可以选取摄氏（ $^{\circ}\text{C}$ ）或开氏（ K ）作为计量单

位。在电磁学中，选四个物理量（例如长度、时间、质量和电流）的量度单位就够了。

在物理学中已广泛地采用国际单位制（SI）单位。国际单位制是1960年第十一届国际计量大会通过的。它包括：
（1）国际单位制单位；（2）国际单位制词冠及国际单位制的十进倍数和分数单位。

国际单位制单位由基本单位（见表1—1）、辅助单位（见表1—2）及导出单位组成。

国际单位制词冠见表1—3。

在国际单位制中，力学量分别采用米、千克和秒作为长度、质量和时间的单位，称为MKS制。

表1—4列出力学国际单位制的单位。

表1—5列出力学常用公式及有关物理量的MKS制与CGS制（厘米·克·秒制，参阅第6页）对照。

表1—1 国际单位制(SI)基本单位

量的名称	单 位 名 称	单位代号		定 义
		中文	国际	
长 度	米	米	m	米的长度等于氪-86原子的 $2p_{10}$ 和 $5d_5$ 能级之间跃迁的辐 射在真空中波长的1650763.73 倍
质 量	千 克	千克	kg	千克是质量单位, 等于国际 千克原器的质量
时 间	秒	秒	s	秒是铯-133原子的基态二超 精细能级之间跃迁辐射的 周期的9192631770倍的持续 时间
电 流	安 培	安	A	安培是一恒定电流强度, 若 保持处于真空中相距1米的二 无限长而圆截面极小的平行直 导线内, 则此二导线之间每米 长度上产生的力等于 2×10^{-7} 牛顿
热力学温度	开尔文	开	K	水三相点热力学温度的 $1/273.16$
物质的量	摩 尔	摩	mol	(1)摩尔是一物系的物质的 量, 该物系中所包含的结构粒 子数与0.012千克碳-12的原子 数相等; (2)在使用摩尔时, 结构粒子应予指明, 它可以是 原子、分子、离子、电子及其 他粒子, 或是这些粒子的特定 组合体
(发)光强度	坎德拉	坎	cd	坎德拉是在101325帕斯卡压 力下, 处于铂凝固温度的黑体 的 $1/600000$ 平方米表面垂直方 向上的发光强度

表1—2

国际单位制 (SI) 辅助单位

量的名称	单位名称	单位代号	定 义
平面角	弧 度	rad	一圆内两条半径之间的平面角, 这两条半径在圆周上截取的弧长与半径相等
立体角	球面度	sr	顶点在球心上的一个立体角, 在球面上截取的面积等于以球半径为边长的正方形面积

表 1—3

国际单位制 (SI) 词冠

倍数与分数	词冠名称	暂用名称	中文代号	国际代号	法文名称
10^{18}	艾克萨		艾	E	exa
10^{15}	拍 它		拍	P	peta
10^{12}	太 拉		太	T	téra
10^9	吉 咖	千 兆	吉 (千兆)	G	giga
10^6	兆		兆	M	méga
10^3	千		千	k	kilo
10^2	百		百	h	hecto
10^1	十		十	da	déca
10^{-1}	分		分	d	déci
10^{-2}	厘		厘	c	centi
10^{-3}	毫		毫	m	milli
10^{-6}	微		微	μ	micro
10^{-9}	纳 诺	毫 微	纳 (毫微)	n	nano
10^{-12}	皮 可	微 微	皮 (微微)	p	pico
10^{-15}	飞母托		飞	f	femto
10^{-18}	阿 托		阿	a	attā

表 1—4

力学国际单位制SI (MKS) 单位

量的名称	定义公式	单位名称	中文代号	国际代号	互换关系
速 度	$\vec{v} = \Delta \vec{s} / \Delta t$		米·秒 ⁻¹	ms ⁻¹	
加速度	$\vec{a} = \Delta \vec{v} / \Delta t$		米·秒 ⁻²	ms ⁻²	
角速度	$\vec{\omega} = \Delta \vec{v} / R$		秒 ⁻¹	s ⁻¹	
角加速度	$\vec{\rho} = \Delta \vec{\omega} / \Delta t$		秒 ⁻²	s ⁻²	
力	$\vec{F} = m\vec{a}$	牛 顿	千克·米·秒 ⁻²	kgms ⁻²	1 牛顿 = 1 千克·米/秒 ²
力 矩	$\vec{M} = \vec{r} \times \vec{F}$	牛 顿·米	千克·米 ² ·秒 ⁻²	kgm ² s ⁻²	1 牛 顿·米 = 1 焦耳
重 力	$\vec{P} = m\vec{g}$	牛 顿	千克·米·秒 ⁻²	kgms ⁻²	
动 量	$\vec{p} = m\vec{v}$		千克·米·秒 ⁻¹	kgms ⁻¹	
冲 量	$\vec{I} = \vec{F} \Delta t$		千克·米·秒 ⁻¹	kgms ⁻¹	
功	$W = \vec{F} \cdot \vec{s}$	焦 耳	千克·米 ² ·秒 ⁻²	kgm ² s ⁻²	
功 率	$P = \Delta W / \Delta t$	瓦 特	千克·米 ² ·秒 ⁻³	kgm ² s ⁻³	1 瓦特 = 1 焦耳/秒
动 能	$E_k = \frac{1}{2}mv^2$	焦 耳	千克·米 ² ·秒 ⁻²	kgm ² s ⁻²	
位 能	$E_p = mgh$	焦 耳	千克·米 ² ·秒 ⁻²	kgm ² s ⁻²	

表 1—5

力学常用公式在国际单位制 (MKS)

及CGS制中的单位对照

力学关系式		有 关 物 理 量			
名称	公 式	名 称	符号	MKS制	CGS制
等加速运动	$v = v_0 + at$	速 度	v	米/秒	厘米/秒
	$s = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$	加 速 度	a	米/秒 ²	厘米/秒 ²
	$v^2 = v_0^2 + 2as$	位 移	s	米	厘米
抛射体运动	$v_x = v_0 \cos \theta$	抛射初速	v_0	米/秒	厘米/秒
	$v_y = v_0 \sin \theta - gt$	抛 射 角	θ	1	1
	$T = 2v_0 \sin \theta / g$	水平分速	v_x	米/秒	厘米/秒
	$R = v_0^2 \sin 2\theta / g$	竖直分速	v_y	米/秒	厘米/秒
	$R_{max} = v_0^2 / g \left(\theta = \frac{\pi}{4} \right)$	抛射水平距离	R	米	厘 米
	$H = v_0^2 \sin^2 \theta / 2g$	抛射竖直高度	H	米	厘 米
	$H_{max} = v_0^2 / 2g \left(\theta = \frac{\pi}{2} \right)$	抛射总时间	T	秒	秒
匀速圆周运动	$\omega = \varphi / t = 2\pi n = 2\pi / T$	切 向 速 度	v	米/秒	厘米/秒
	$a_n = v^2 / R = \omega^2 R = 4\pi^2 n^2 R$	向心加速度	a_n	米/秒 ²	厘米/秒 ²
	$= \frac{4\pi^2}{T^2} R = v\omega$	转 速	n	秒 ⁻¹	秒 ⁻¹
		周 期	T	秒	秒

(续上表)

力学关系式		有 关 物 理 量			
名称	公 式	名 称	符 号	MKS制	CGS制
匀变速圆周运动	$a_t = \beta R$ $\omega = \omega_0 + \beta t$ $\varphi = \omega_0 t + \frac{1}{2} \beta t^2$ $\omega^2 = \omega_0^2 + 2\beta\varphi$	转动角度	φ	1	1
万有引力定律	$f = Gm_1m_2/r^2$	万有引力常数	G	牛·顿·米 ² /千克 ²	达因·厘米 ² /克 ²
弹性力	$f = -kx$	刚性常数	k	牛·顿/米	达因/厘米
滑动摩擦	$f = \mu N$	法向压力	N	牛·顿	达 因
牛顿第二定律	$\vec{F} = m\vec{a}$	滑动摩擦系数	μ	1	1
转动定律	$\vec{M} = I\vec{\beta}$	转动惯量	I	千 克·米 ²	克·厘米 ²
动量守恒	$\Delta\vec{P}_1 + \Delta\vec{P}_2 = \text{常数}$				
功率	$P = \vec{F} \cdot \vec{v}$				
机械能守恒	$E_k + E_p = \text{常数}$				
功能定理	$W = \Delta E_k + \Delta E_p$				
胡克定律	$(f/s) = E\Delta l/l$	杨氏模量	E	(千克/毫米 ²)	

注：公式的叙述及意义请查阅正文有关章节。在 MKS 制中， $G = 6.67 \times 10^{-11}$ 牛·顿·米²/千克²；在 CGS 制中， $G = 6.67 \times 10^{-8}$ 达因·厘米²/克²。

MKSA 有 理 制 是国际单位制中关于电磁学单位的一部分,基本量是长度、质量、时间和电流,所有的导出单位都是根据有理化电磁学公式导出的。因此真空中的磁导率为

$$\begin{aligned}\mu_0 &= 4\pi \times 10^{-7} \text{亨/米(H/m)} \\ &= 12.5663706144 \times 10^{-7} \text{亨/米(H/m)}\end{aligned}$$

真空中的介电常数

$$\epsilon_0 = (1/4\pi c^2) \times 10^7 \text{法/米(F/m)}$$

式中 c 是真空中的光速,即

$$c = 2.997924580 \times 10^8 \text{米/秒(m/s)}$$

而相对介电常数 ϵ_r 、相对磁导率 μ_r 均为纯数。

电磁学国际单位制(SI)单位,即 MKSA 有理制见表 1—6。

在力学中,过去也沿用厘米·克·秒制(CGS制)及工程单位制。在电磁学中,过去也用绝对静电单位制(CGSE)、绝对电磁单位制(CGSM)及高斯单位制。

(1)CGS制 这种单位选取长度、质量和时间作为三个基本物理量,它们的单位分别是厘米(cm)、克(g)和秒(s)。

(2)工程单位制 这种单位制选取长度、力和时间作为三个基本物理量,长度的单位是米、力的单位是公斤力(简称公斤),公斤力是在纬度 45° 的海平面上地球对标准千克的吸引力。由于这个力的大小不易准确测量,而且也有随时变化的可能,所以国际度量衡委员会规定:

$$1 \text{公斤力} = 9.80665 \text{牛顿} = 9.80665 \times 10^5 \text{达因}$$

应用时通常取三位有效数字就足够了,即

$$1 \text{公斤力} = 9.81 \text{牛顿} = 9.81 \times 10^5 \text{达因}$$

在工程单位制中,质量没有专用名称,一个质量工程单