

| 世纪出版 | 精品教材 |

高 等 学 校 教 材

任素贞 王旭珍 施维
编

物理化学

机械及材料类专业用

第 4 版

上海科学技术出版社

高等学校教材

物 理 化 学

(机械及材料类专业用)

(第四版)

任素贞 王旭珍 施 维 编

上海科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

物理化学 / 任素贞, 王旭珍, 施维编. —4 版. —上海:
上海科学技术出版社, 2013. 8

机械及材料类专业用

ISBN 978 - 7 - 5478 - 1766 - 7

I. ①物… II. ①任… ②王… ③施… III. ①物理化
学 - 高等学校 - 教材 IV. ①O64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 099796 号

上海世纪出版股份有限公司 出版、发行
上海科学技术出版社

(上海钦州南路 71 号 邮政编码 200235)

新华书店上海发行所经销

常熟市兴达印刷有限公司印刷

开本 787 × 1092 1/16 印张 23.75

字数: 510 千字

1988 年 4 月第 1 版

2013 年 8 月第 4 版 2013 年 8 月第 24 次印刷

印数: 115 251 - 120 500

ISBN 978 - 7 - 5478 - 1766 - 7/O · 24

定价: 45.00 元

此书如有缺页、错装或坏损等严重质量问题,
请向承印厂联系调换

内 容 简 介

本书具有鲜明的机械及材料大类专业特色,但并不降低物理化学的教学基本要求,涵盖了物理化学的完整知识体系,并力求将物理化学的基本原理与实际应用相结合,同时紧密关注学科发展趋势,将相关的物理化学最新成果及其应用实例适时体现在教材中。

全书内容分为九章,包括热力学第一定律、热力学第二定律、化学平衡、混合物和溶液、相平衡、统计热力学初步、化学动力学基础、电化学、界面现象与分散系统。各章编排了丰富的例题、思考题和习题,并附有参考答案。书后附录还提供了适用于机械冶金领域的物质的相对焓和吉布斯能函数表。

本书可作为高等学校机械、材料、化学、化工、能源等大类专业本科生的教材,也可作为报考相关专业研究生的入学考试参考书,并可供相关专业科技人员参考。

第四版前言

本书第一版是根据 1984 年机械工程材料和物理化学教材编审小组审订的高等学校物理化学教学大纲,专为机械热加工及金属材料专业的教学需要而编写的,于 1988 年作为高等学校教材出版。1998 年,本书第二版修订出版,它在保持原版特点的基础上,贯彻了国家标准 GB 3100—1993~GB 3102—1993 及国际规范,并更加突出了物理化学在机械热加工及金属材料专业领域的特点。

随着我国高等教育不断深入发展,教学体系、教学内容的改革对物理化学课程提出了更高的要求。因此,根据“教育部高等学校教学指导委员会”的有关文件和要求,我们于 2007 年修订出版了第三版,至今被国内多所高等院校使用,已成为一本经典教材。这 5 年来,我国高等教育进一步迅速发展,教育改革进一步深化,加之在教学实践中,需要对课程结构和教学内容的改革成果和经验进行总结。因此,教材的适时修订具有积极的现实意义。

第四版教材在保持原书逻辑性强、内容精练、简明易懂等特点的基础上,尽可能突出反映物理化学基本原理在高新技术和前沿领域中的应用,赋予经典概念以新的生命和活力。在内容安排方面,基本内容和拓展内容有所区别和侧重,基本内容力求讲深讲透,拓展内容主要反映物理化学学科新的重要成果。努力推陈出新,突出基本理论与实际应用的结合,在保持特色的基础上,力图与国际接轨。因此,编写工作重点从以下几方面展开:

(1) 保持专业特色:第四版教材保留了鲜明的机械及材料类专业特色,对一些经典的教学内容进行了适当精简,新增加的内容以贴近机械、材料大类专业为原则,以突出物理化学基本原理和方法在该领域的应用性。

(2) 整合知识框架:本次修订对全书知识框架作了较大调整,新增“统计热力学基础”一章,以突出状态函数(宏观)与微观状态的关系,使得物理化学知识体系更为完整。将原“化学动力学基础”和“复合反应动力学及反应速率理论”整合为一章“化学反应动力学”,将“电解质溶液”和“电池电动势及极化现象”整合为一章“电化学”,使得教材内容有所简化,知识脉络和系统性更强。所含章节调整为如下顺序:热力学第一定律、热力学第二定律、化学平衡、混合物和溶液、相平衡、统计热力学初步、化学动力学基础、电化学、界面现象与分散系统,共九章。

(3) 增补与更新教学内容:在热力学部分,补充“热力学第零定律”,补充有关“实际气体”的相关内容,如节流过程、实际气体的逸度及化学势;补充“卡诺定理”、“能斯特热定理”,调整热力学第二定律、第三定律的叙述,突出学科发展的历程;补充“吉布斯函数的性质及其应用”,进一步凸显 G 函数的重要性;增加有关“量热法”和“同时平衡”的介绍,以促进学理论联系实际;补充“三组分系统的固液平衡相图”,拓展基础知识。在“化学电源简介”中引入“锂离子电池”有关内容,在“界面现象与分散系统”一章中,补充胶体分散系统的有关性质等内容,以反映学科的新进展;附录中增加“基本物理常数表”。

负责本书编写和修订工作的是大连理工大学“物理化学及实验”国家级精品课程教学团队的教师,具体分工如下:王旭珍(第一、二、三章),任素贞(绪言、第四、五、六、八章),施维(第七、九章)。大连理工大学靳长德教授审阅了全书,提出诸多宝贵建议,特此致谢。本书原主编之一、大连理工大学程兰征教授不幸于2008年因病去世,她老人家献身于教育和科学事业的崇高精神,一直鼓励和鞭策我们勤奋工作。在此,谨以《物理化学(机械及材料类专业用)》(第四版)献给尊敬的程教授。本书另一位原主编、上海交通大学的章燕豪教授在本次修订过程中给予了我们极大的理解、支持和鼓励,在此表示最诚挚的感谢。大连理工大学王新平教授也对本书给予了许多关心和支持,在此表示衷心的感谢。同时,也对一直以来关心本书修订以及对本书提出建议和意见的老师及学生表示感谢。本书在编写和修订过程中,参考了国内外出版的一些相关教材和著作,并从中得到许多启发和教益。深深感谢各位物理化学前辈和同行的支持,我们将不断进取,使这本教材永葆活力。

限于编者的水平,书中错误、疏漏在所难免,恳请读者和专家不吝指正。

编者

2013年5月

第三版前言

物理化学是化工、材料、轻工、制药、纺织等专业学生的基础课,历来受到广大师生的重视。第二版自1998年出版以来,作为材料科学等专业的教材在本科教学中起到了积极的作用。近年来,我国高等教育取得了较大的发展,教学体系、教学内容的改革对物理化学课程提出了更高的要求。因此,根据“教育部高等学校教学指导委员会”的有关文件和要求,参阅近年来广大兄弟院校教师提出的建议和教学研究成果,同时考虑到选用本书的老师和学生的殷切期望,我们进行了本次修订工作。

这次修订仍以材料科学本科有关专业,特别是机械热加工及金属材料专业的学生为主要对象。在保持原书逻辑性强、内容精练、简明易懂等特点的基础上,针对学生初学物理化学可能遇到的难点及容易产生的问题加以深入介绍,力图做到概念、原理清晰准确;强调前后知识的衔接与呼应,以增强教材的条理性和系统性;注意理论联系实际,将科学原理及早渗入应用;并结合专业特点,适当反映物理化学学科发展的新成果、新手段,以利于培养学生的科学思维 and 创新能力。

第三版重点修订和补充了以下内容:1. 在“热力学第一定律”一章中,调整“功的计算/可逆过程”与“第一定律”章节顺序,简化“热化学”内容;2. 在“热力学第二定律”一章中,将“熵变计算”一节提前,并简化“熵的统计意义”,且把“第三定律与规定熵”和“热力学函数关系式”分别列为一节;补充“固体热力学理论简介”内容;3. 在“相平衡”一章中,增加“铁-碳系统的相图”;4. 在“电池电动势及极化现象”一章中,引进“化学电源”简介,其中包含“燃料电池”;5. 在“界面现象”一章中,介绍“纳米材料的制备和应用”相关内容;6. 在附录中添加“元素的相对原子质量表”;7. 进一步贯彻 GB 3100~3102—93《量和单位》;8. 文字叙述更严谨,更改了一些例题、习题及其解答等。

本书全部授课时间约需要60~70学时。由于不同学校的教学时数不同,不同专业对物理化学教学内容的要求也不可能完全一致,所以,在教学过程中可选择性地讲解有关章节。标注※号的章节属于加深加宽的内容,可根据情况有所选择。

第三版由大连理工大学程兰征教授和上海交通大学章燕豪教授主编。参加修订的有:王旭珍(第一、二、三章),任素贞(绪言,第四、五、六、七章),施维(第八、九、十章)。本书承蒙哈尔滨工业大学韦永德教授和大连理工大学靳长德教授审阅文稿,并提出了宝贵意见,特此致谢。同时对关心本书修订、提出修订建议和意见的老师和学生们表示谢意。

为了配合本书的使用,与之配套的学习参考书《物理化学学习指导与习题解析》将由上海科学技术出版社同时出版,供广大教师和学生选用。

由于编者水平所限,书中错误和不当之处在所难免,希望并欢迎读者提出宝贵意见。

编者
2006年10月

第二版前言

本书第一版出版已经十年了,在这期间得到许多兄弟院校的大力支持与关心,广大读者也给予了热情鼓励,在此我们表示衷心的感谢。

十年来,由于科学技术的迅猛发展和改革开放的不断深化,出现了许多新的变化,本书第一版已不能满足目前形势需要。例如,1993年颁布了新的国家标准,对某些名词术语及某些量的名称、符号等作了修订,教材有必要及时作出相应修改;随着科学技术的发展,新技术、新材料不断涌现,也需要在教材中有适当反映;此外,十年来广大读者所提建议和我们在教学实践中积累的经验,也应加以总结并体现到教材中。为此,我们对第一版进行了修订。修订版除保持原版特点外,主要贯彻了如下意图:(1)名词、术语及量的单位、名称和符号采用国家标准 GB 3100—93~GB 3102—93 的新规定,如吉布斯能改称吉布斯函数,活度系数等都作了相应修改;(2)注意了物理化学学科新动向,以新的认识与规定阐述基本概念与理论,如按国际规定区分了混合物和溶液,将原版“溶液”一章改为“液态混合物和溶液”;(3)更加突出了热加工与冶金专业特点,在阐述基础理论的同时,适当介绍与之密切相关的新技术和应用实例,以利于理论联系实际,扩大知识面。修订版将部分应用实例用小字排版,有*号的内容各校可根据具体情况有所选择;(4)将电解质溶液和复合反应动力学分别单独成章,主要是考虑到电解质溶液的知识对电解冶金、金属腐蚀与防护、表面处理等过程很重要;多相系统的复合反应对冶金及热加工领域中许多过程如熔炼、铸造、热处理及表面处理等有着重要和现实的意义。

第二版全书共分十章。负责修订的有主编程兰征、章燕豪,还有大连理工大学林青松、董泉玉。分工如下:程兰征(绪言及一、二章),林青松(三、四、九、十章),章燕豪(五、八章)和董泉玉(六、七章及习题解答)。哈尔滨工业大学韦永德教授主审,大连理工大学傅玉普、靳长德二位教授阅读了部分章节并提出宝贵意见,特此致谢。

尽管我们在修订过程中作了最大努力,但限于水平,加上时间仓促,疏漏、不当之处在所难免,欢迎批评、指正。

编者

第一版前言

本书是根据 1984 年机械工程材料和物理化学教材编审小组审订的高等学校物理化学教学大纲,专为机械热加工及金属材料专业的教学需要而编写的。初稿完成后,经编审小组于 1987 年 4 月召开编委扩大会议评审,作为高等学校教材出版。

本书结合编者多年的教学经验,编写中注意保持物理化学的学科系统性,着重阐明基本理论和基本概念,适当涉及物理化学的近代发展;叙述由浅入深、循序渐进,并考虑到专业的特点、学生的实际水平和教学时数的限制,力求深广度适当,并择要举例,以帮助读者对基本内容的理解和掌握。每章附有小结、思考题和习题,便于读者自学及复习。有 * 号的个别章节是加深加宽的内容,以利扩大学生的视野,但不属于基本要求,各校使用本书时可依据各自情况有所选择。各章节的安排顺序和讲法,也不强求一律。

本书采用我国法定计量单位,采用国家标准局颁布的 GB 3100~3102 等文件规定的名称、符号及国际单位制(SI)。

全书共分八章,由大连理工大学程兰征编写绪言、热力学第一定律、热力学第二定律、化学平衡和表面现象;上海交通大学章燕豪编写相平衡、电化学和化学动力学,其中应以南参加了部分编写工作;大连理工大学靳长德编写溶液。董泉玉协助整理 SI 单位及书写符号,并对全书习题作答案。全书由程兰征统稿,由哈尔滨工业大学韦永德主审。

本书编写过程中,得到机械工程材料和物理化学编审小组的指导和支持;主审韦永德教授在百忙中抽暇审阅,提出很多宝贵意见;一些兄弟院校的物理化学老师也给予热情的帮助和鼓励,在此致以深切的谢意。

由于编者水平有限,时间仓促,难免考虑不周,欢迎批评指正。

编者

本书常用符号说明

A	亥姆赫兹函数;指前参量;面积(界面现象一章用 A_s)	u	离子电迁移率
a	活度	V	体积;吸附量(吸附气体体积)
b	质量摩尔浓度;等温吸附系数	v	离子迁移速率
C	独立组分数;热容	W	功
c	物质的量浓度	w	质量分数
D	扩散系数	x	摩尔分数
def	定义	y	摩尔分数;活度因子
E	电池电动势;电极电势;能量	Z	泛指状态函数;碰撞数
e	单元电荷;指数函数,exp 同 e	z	离子电荷数;电极反应涉及电子数
F	法拉第常量	$\Delta_f H_m^\ominus(B, T)$	物质 B 在 T 时的标准摩尔生成焓
f	自由度;活度因子	$\Delta_c H_m^\ominus(B, T)$	物质 B 在 T 时的标准摩尔燃烧焓
G	吉布斯函数;电导	$\Delta_r H_m^\ominus(T)$	标准摩尔反应焓
g	气体;简并度	$\Delta_f G_m^\ominus(B, T)$	物质 B 在 T 时的标准摩尔生成吉布斯函数
H	焓	$\Delta_r G_m^\ominus(T)$	标准摩尔反应吉布斯函数
h	普朗克常量	$S_m^\ominus(B, T)$	物质 B 的标准摩尔熵
I	离子强度;电流强度	$C_{p, m}(B)$	物质 B 的等压摩尔热容
J	扩散通量;分压商		
j	电流密度		
k	速率系数;亨利系数;玻尔兹曼常量		
L	阿伏伽德罗常数		
l	液体;长度		
M	摩尔质量		
m	质量;质量摩尔浓度		
N	分子数或粒子数		
n	物质的量;反应级数		
p	压力;分压力		
Q	热量;电荷量		
q	吸附量;配分函数		
R	电阻;摩尔气体常数		
r	摩尔比;曲率半径		
S	熵;铺展系数		
T	热力学温度		
t	摄氏温度;时间;离子迁移数		
U	热力学能		

下 标

A	物质 A: p_A
a	附着: W_a ; 阳极的: η_a ; 活化: E_a ; 吸附: Q_a
ad	绝热: W_{ad} ; 吸附: H_{ad}
aq	水溶液
B	物质 B: c_B, b_B
b	沸腾: T_b ; 质量摩尔浓度的: b_B
c	燃烧: $\Delta_c H_m$; 临界的: p_c ; 阴极的: η_c
d	扩散的: E_d
ex	外部的, 环境的: p_{ex}
eq	平衡的: p_{eq}
f	形成: $\Delta_f H_m^\ominus$
fus	融化

g	气体
i, j, k	自然序数符号
ir	不可逆
l	液体
m	摩尔的: V_m
max	最大的
min	最小的
mix	混合的
pra	实际的
r	反应;可逆;相对的: M_r ;转动
s	固体
T	温度一定
t	总的: p_t ;平动
trs	晶型转变
vap	蒸发
sub	升华
x	连续数;组成一定
∞	饱和的: V_∞

侧 标

g	气体
l	液体
s	固体
STP	标准温度压力: $V(\text{STP})$
sln	溶液 $\mu_B(\text{sln})$
slv	溶剂 $\mu_B(\text{slv})$
slu	溶质 $\mu_B(\text{slu})$

上 标

\ominus	标准的: p^\ominus
*	纯物质的: p^*

\neq	过渡状态
∞	无限稀薄: V^∞, Δ^∞
s	表面的: G^s ;固态的
b	体相的: G^b

希 文

α	体胀系数;解离度;相
β	等温压缩系数;相
γ	热容比;活度因子: γ_B
Γ	表面超量
Δ	差值: ΔS
δ	扩散层厚度;微量差值
ϵ	介电系数;能级
η	超电势;黏度;热机效率
θ	接触角;覆盖率
κ	电导率(比电导)
Λ	摩尔电导率
μ	化学势
ν	化学计量系数: ν_B
ξ	化学反应进度
Π	连乘;渗透压
ρ	密度;质量浓度: ρ_B ;电阻率
Σ	求和
σ	表面张力;比表面
τ	时间
ν	反应速率
ϕ	相数;溶剂渗透因子: ϕ_A ;量子效率
φ	体积分数: φ_B
ω	热力学概率;微观状态数

目 录

第四版前言

第三版前言

第二版前言

第一版前言

本书常用符号说明

绪 言	1
第一章 热力学第一定律	3
本章教学基本要求	3
§ 1-1 热力学概论	4
一、热力学的基本内容	4
二、热力学研究的对象、方法及局限性	4
三、热力学第零定律——温度的概念	5
§ 1-2 热力学基本概念	5
一、系统和环境	6
二、系统的性质	6
三、状态和状态函数	6
四、过程和途径	7
五、热力学平衡态	8
六、热与功	8
§ 1-3 体积功、可逆过程	9
一、体积功	9
二、功与过程	10
三、可逆过程	13
§ 1-4 热力学第一定律和热力学能	14
一、热力学第一定律	14
二、热力学能	14
三、第一定律的数学表达式	15
§ 1-5 等容热、等压热与焓	15
一、等容热	15
二、等压热	16
三、焓	16

§ 1-6	热容及其应用	18
	一、热容的定义和分类	18
	二、热容与温度的关系	18
	三、等压热容与等容热容的关系	19
	四、理想气体的热容	19
	五、等容变温过程	20
	六、等压变温过程	20
	七、焓与温度的关系	21
§ 1-7	热力学第一定律对理想气体的应用	22
	一、理想气体的热力学能与焓——焦耳实验	22
	二、理想气体的简单状态变化过程	23
	三、理想气体的绝热过程	24
§ 1-8	热力学第一定律对实际气体的应用	27
	一、焦耳-汤姆逊实验	27
	二、节流膨胀的热力学特征及焦耳-汤姆逊系数	28
§ 1-9	热力学第一定律对相变化过程的应用	28
	一、相变焓	28
	二、平衡相变	29
	三、非平衡相变	29
§ 1-10	热力学第一定律对化学变化过程的应用	30
	一、化学反应进度	30
	二、化学反应的摩尔热力学能和摩尔焓	30
	三、盖斯定律	32
	四、化学反应的标准摩尔焓	33
	五、由物质的标准摩尔生成焓和燃烧焓计算标准摩尔反应焓	34
	六、从键焓估算反应焓*	38
	七、反应焓与温度的关系——基尔霍夫公式	39
	八、绝热反应(最高反应温度的计算)	43
	九、差示扫描量热法简介*	44
	科学家小传	45
	思考题	46
	习题	47
第二章	热力学第二定律	51
	本章教学基本要求	51
§ 2-1	宏观过程的方向与限度	52
	一、自发过程举例	52
	二、自发过程的共同特征——不可逆性	52
	三、过程进行的限度——平衡状态	53

§ 2-2 热力学第二定律概述	53
一、热机效率	54
二、热力学第二定律的经典表述	54
§ 2-3 卡诺定理	55
一、卡诺定理	55
二、循环过程的规律	56
§ 2-4 熵与热力学第二定律的数学表达式	57
一、熵的定义——可逆过程的热温商	57
二、克劳修斯不等式——不可逆过程的热温商与熵变	58
三、熵增加原理与熵判据	59
§ 2-5 熵变的计算	60
一、简单状态变化过程的熵变	60
二、相变化过程的熵变	63
§ 2-6 热力学第三定律与规定熵	65
一、能斯特热定理	65
二、热力学第三定律	65
三、规定熵与标准熵	66
四、化学反应的熵变计算	69
§ 2-7 亥姆赫兹函数和吉布斯函数	69
一、亥姆赫兹函数(A)	70
二、吉布斯函数(G)	71
§ 2-8 ΔA 和 ΔG 的计算	72
一、理想气体等温过程的 ΔA 和 ΔG	73
二、相变化过程的 ΔA 和 ΔG	74
三、化学反应的 ΔG	76
§ 2-9 热力学函数基本关系式	76
一、热力学基本方程	76
二、麦克斯韦关系式	77
三、吉布斯函数的性质及其应用	78
§ 2-10 化学势	80
一、化学势的定义及表示式	80
二、化学势判据——判断过程的方向与限度	82
三、理想气体、液体及固体的化学势	83
§ 2-11 固体热力学理论简介*	84
科学家小传	87
思考题	89
习题	91
第三章 化学平衡	94
本章教学基本要求	94

§ 3-1	化学反应的方向判据及平衡条件	95
§ 3-2	化学反应的标准平衡常数	96
	一、理想气体反应的化学平衡	96
	二、复相化学平衡	99
	三、液态混合物中的化学平衡*	101
	四、液态溶液中的化学平衡*	102
§ 3-3	化学反应等温方程	103
§ 3-4	标准平衡常数的热力学计算	105
	一、由物质的标准摩尔生成吉布斯函数计算	105
	二、由物质的 $\Delta_f H_m^\ominus$ (或 $\Delta_c H_m^\ominus$) 和 S_m^\ominus 数据计算	105
	三、利用已知反应的 $\Delta_r G_m^\ominus$ 计算	106
	四、吉布斯能函数法	106
§ 3-5	标准平衡常数与温度的关系——范特荷夫等压方程	108
	一、范特荷夫等压方程的推导	108
	二、范特荷夫等压方程的积分式与应用	108
§ 3-6	各种因素对化学平衡的影响	112
	一、温度的影响	113
	二、浓度的影响	113
	三、压力的影响	113
	四、惰性气体的影响	114
§ 3-7	平衡组成的计算	114
	一、最低(或最高)含量的计算	114
	二、平衡组成-温度图的应用	116
§ 3-8	$\Delta G_m^\ominus(T)$ - T 图	117
	一、氧化物的 $\Delta G_m^\ominus(T)$ - T 图	117
	二、 $\Delta G_m^\ominus(T)$ - T 图的应用	119
	三、 $\Delta G_m^\ominus(T)$ - T 图的局限性	120
§ 3-9	同时平衡与反应的耦合*	121
§ 3-10	生产中的化学平衡计算举例*	122
	科学家小传	124
	思考题	124
	习题	125
第四章	混合物和溶液	129
	本章教学基本要求	129
§ 4-1	混合物及溶液组成表示法	130
§ 4-2	偏摩尔量	132
	一、偏摩尔量	132
	二、吉布斯-杜亥姆方程	133

三、同一组分不同偏摩尔量之间的关系	134
§ 4-3 拉乌尔定律和亨利定律	135
一、拉乌尔定律	135
二、亨利定律	136
三、拉乌尔定律与亨利定律的应用	136
四、拉乌尔定律与亨利定律的比较	137
§ 4-4 理想液态混合物与理想稀溶液组分的化学势	137
一、理想液态混合物中任一组分的化学势	138
二、理想稀溶液中组分的化学势	140
§ 4-5 液态混合物和溶液的相平衡	142
一、理想液态混合物的相平衡	143
二、理想稀溶液的相平衡	144
§ 4-6 真实液态混合物和真实溶液	147
一、真实液态混合物中组分 B 的化学势	147
二、真实溶液中溶剂和溶质的化学势	148
§ 4-7 物质在两相间的分配平衡	151
§ 4-8 气体在金属中的溶解平衡	152
科学家小传	154
思考题	154
习题	155
第五章 相平衡	158
本章教学基本要求	158
§ 5-1 相律	159
一、基本概念及定义	159
二、相律及其推导	160
三、相律的应用	161
§ 5-2 单组分系统	163
一、单组分系统的两相平衡	163
二、单组分系统相图	165
§ 5-3 双组分系统液液平衡	166
一、部分互溶双液系	166
二、杠杆规则	167
§ 5-4 双组分系统固液平衡	168
一、热分析法制作相图	168
二、有简单共晶的系统	169
三、形成化合物的系统	170
四、有固溶体的系统	173
§ 5-5 双组分系统液气平衡	175

一、理想溶液的液气平衡	176
二、实际溶液的液气平衡	177
三、精馏分离原理	177
§ 5-6 双组分系统复杂相图的分析和应用	178
一、复杂相图的分析	178
二、相图的应用	179
§ 5-7 铁-碳系统的相图*	180
§ 5-8 简单共晶的三组分液固相图	181
一、三组分相图的组成表示法	181
二、简单共晶的三组分液固相图	182
科学家小传	183
思考题	183
习题	184
第六章 统计热力学初步	189
本章教学基本要求	189
§ 6-1 分子的运动形式和能级公式	191
一、分子的运动形式	191
二、平动能级	191
三、双原子分子的转动能级	192
四、振动能级	192
五、电子运动能级和核运动能级	193
§ 6-2 粒子的能量分布和系统微观状态数	193
一、能量分布	193
二、定域子系的微观状态数	194
三、离域子系的微观状态数	195
四、统计力学的两个基本假定	195
§ 6-3 熵的统计意义	196
§ 6-4 玻尔兹曼分布和粒子的配分函数	197
一、玻尔兹曼分布	197
二、粒子的配分函数	197
三、配分函数的析因子性质	198
四、能量零点选择对配分函数的影响	199
§ 6-5 粒子配分函数的计算	200
一、平动配分函数	200
二、转动配分函数	201
三、振动配分函数	202
四、电子运动配分函数	203
五、能级的能差及配分函数的比较	204