

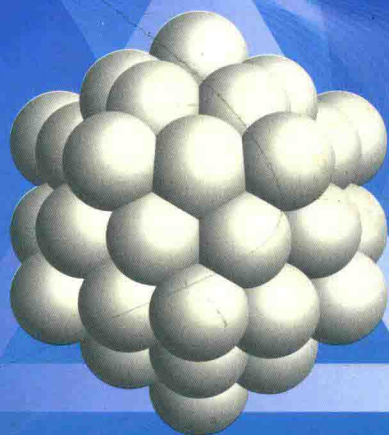
“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材



物理化学

(第六版)上册

天津大学物理化学教研室 编
刘俊吉 周亚平 李松林 冯 霞 修订



高等教育出版社

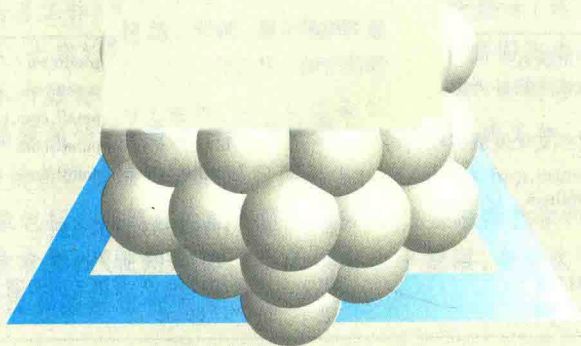
“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

物理化学

(第六版)上册

天津大学物理化学教研室 编

刘俊吉 周亚平 李松林 冯 霞 修订



高等教育出版社·北京

内容提要

本书是“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材,也是面向 21 世纪课程教材。

本书是在天津大学物理化学教研室编写的《物理化学》前五版的基础上进行补充修订而成。修订时保持了前几版教材的框架结构,全书共十二章,分上、下两册出版,上册包括气体的 pVT 关系、热力学第一定律、热力学第二定律、多组分系统热力学、化学平衡和相平衡六章;下册包括电化学、量子力学基础、统计热力学初步、表面现象、化学动力学和胶体化学六章。

本书可作为高等院校化工类、制药类、环境类、材料类、化学类等有关专业的教学用书,也可供其他相关专业使用,并可作为科研和工程技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

物理化学.上册/天津大学物理化学教研室编.--
6 版.--北京:高等教育出版社,2017.8

ISBN 978-7-04-047961-4

I. ①物… II. ①天… 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(2017)第 152781 号

策划编辑	翟 怡	责任编辑	刘 佳	封面设计	张 志	版式设计	杜微言
插图绘制	尹文军	责任校对	刘 莉	责任印制	刘思涵		

出版发行	高等教育出版社	网 址	http://www.hep.edu.cn
社 址	北京市西城区德外大街 4 号		http://www.hep.com.cn
邮政编码	100120	网上订购	http://www.hepmall.com.cn
印 刷	山东鸿君杰文化发展有限公司		http://www.hepmall.com
			http://www.hepmall.cn
开 本	787mm×960mm 1/16		
印 张	20.5	版 次	1979 年 11 月第 1 版
字 数	370 千字		2017 年 8 月第 6 版
购书热线	010-58581118	印 次	2017 年 9 月第 3 次印刷
咨询电话	400-810-0598	定 价	37.80 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换

版权所有 侵权必究

物 料 号 47961-00

第六版序

天津大学物理化学教研室编写的《物理化学》第五版自 2009 年出版已有七年多时间。广大兄弟院校师生对其给予了大力支持,并提出了许多中肯的意见和建议。七年来我国高等教育及物理化学学科领域都有很大发展,物理化学教材自应与时俱进,不断更新也势在必行。因此我们在第五版教材的基础上进行了修订,编写了《物理化学》第六版。

本次修订的指导思想是做好传承与发展工作,突出教材特色。

由于本书第五版及以前各版教材的体系和结构已为广大读者所熟知和认可,故本次编写保持了前几版教材的框架结构。全书仍然包含十二章,以上、下两册形式呈现,内容涵盖化学热力学、化学动力学、量子力学、统计热力学。其中第八章“量子力学基础”和第九章“统计热力学初步”相对独立,不同学校可根据学时长短进行取舍。

本次编写采纳吸收了广大读者的意见和建议,对第五版中不完善之处进行了更改,对部分内容进行了更新;增加、替换了部分插图,使有关内容更加形象、更好理解;章后设置了思考题,其目的是引导学生抓住物理化学的主线与脉络,并围绕其进行深入的思考;重新核实、更新了部分数据,部分相图根据新的数据进行了重新绘制。

考虑到本书的主要使用对象为工科各专业学生,故在教材编写的取材上更注重实用性,注重深度与广度的结合,注重语言上的简洁精练,同时突出教学适用性,便于学生学习。

参加本次编写工作的有刘俊吉(第二、三、九章)、李松林(第六、八、十一章)、周亚平(第四、五、七章)、冯霞(第一、十、十二章)。全书插图均由李松林绘制。

感谢关心本书修订并提出宝贵修订意见和建议的广大读者。感谢高等教育出版社的策划编辑翟怡,她为本书的出版做了大量细致的工作。

与本书配套的教学资源可登录课程网站 <http://abook.hep.com.cn/1253881> 进行查阅,并同时出版包括全部题解的配套解题指南,以方便教师教学和学生自学。

欢迎广大读者关注、使用本书。由于编者水平所限,书中欠妥甚至错误之处在所难免,期望读者提出宝贵意见。

编者

二〇一七年二月于天津大学

第五版序

物理化学是化学的最重要的基础学科之一,物理化学课程是化学、化工、材料、生化、制药、食品,环境等诸多专业学生必修的重要基础课,历来受到广大师生的高度重视。由天津大学物理化学教研室编写的《物理化学》自1979年1月出版发行以来,几经修订,得到了广大兄弟院校的长期大力支持。本次第五版《物理化学》的修订,注重继承与发展,并力争做到:一、与时俱进,使本书与物理化学学科的前沿相衔接,使学生在学物理化学基本理论的同时能够感受到物理化学的不断发展,了解它在许多学科领域所起的重要作用;二、力图在前几版的基础上,对物理化学的基本原理和概念进行更加准确明了的诠释,在注重理论阐述的系统性和严谨性的同时,力求语言叙述及公式推导的简单易懂性,使之更利于教师教学和学生学习。

本次修订参考了教育部高等学校化学与化工学科教学指导委员会2007年提出的化工类、材料类及化学类专业“化学教学基本内容(征求意见稿)”,在内容的广度及深度上按多学时的教学要求编写;中等学时或少学时的教学可酌情减少“量子力学基础”及“统计热力学初步”两章。本书不仅可作为化工类、制药类、环境类、材料类、化学类等本科生的教学用书,也可作为相关专业研究生及科研和工程技术人员的参考用书。

本书严格贯彻执行我国国家标准及ISO国际标准关于物理量的表示及运算规则的规定,采用国际单位制及我国规定的法定计量单位。同时书中许多名词和术语的解释及定义参考了IUPAC的相关规定。书中部分数据根据《CRC物理化学手册第87版》(2007年)进行了更新。

本书也编有少量“化学教学基本内容”要求以外的选学内容,用小字或加“*”标出。

第五版仍为上、下两册,共十二章。参加修订工作的有周亚平(第一、五、七、十章),刘俊吉(第二、三、六、十二章),李松林(第四、八、九、十一章)。全书插图全部由李松林绘制。冯霞、高正虹、陈丽参加了习题的选编工作。

本书承蒙大连理工大学傅玉普教授审阅,提出许多宝贵的修改意见,在此深表感谢。同时对关心本书修订、提出修订建议和意见的老师及学生表示感谢。

本书配有多媒体教学光盘,并同时出版包括该书全部习题解答的配套解题指南,以方便教师的教学和学生自学。

欢迎广大读者使用、关注本书,并提出宝贵意见。

编者

2008年12月8日

第四版序

21 世纪将是科学技术更加高速发展的新世纪。我国在经济上也将高速发展。因此,需要培养大量高素质,具有坚实理论基础、广博的学识及发明创新能力的人才。

物理化学是化工、材料、轻工、纺织、制药等专业学生必修的基础课,历来受到广大师生的重视。由天津大学物理化学教研室编写的《物理化学》第三版自 1992 年出版至今,作为工科化工类等专业的教材在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。因此在第三版的基础上,根据教育部 1995 年审订的高等工科院校“物理化学课程教学基本要求”,参照近年来广大兄弟院校教师提出的建议及教学研究成果,考虑广大学生的接受能力,进行了修订工作。

这次修订仍以工科本科有关专业,特别是化工类专业的学生为主要对象。本书重点是教学基本要求所规定的内容,力图保持原书逻辑性强、内容精练、简明易懂、便于自学等特点。特别是针对学生初学物理化学可能遇到的难点及易于产生的问题加以深入介绍,以便学生尽快了解和掌握,使本书成为教师便于教、学生便于学的教材。

本书全部十二章的内容适合多学时教学之用,对于中等学时可以不学量子力学基础一章,而对于少学时还可以不学统计热力学初步一章。这两章的内容均有相对的独立性,便于不同学校选择。

本书也编有少量“物理化学课程教学基本要求”外的选学内容,用小字或加“*”标出。

这次修订工作主要有:

1. 重写了“热力学第一定律”、“热力学第二定律”两章。将化学反应的标准摩尔反应吉布斯函数移至“热力学第二定律”一章中,使 pVT 变化、相变化和化学变化的吉布斯函数变集中在一起讨论,突出了热力学基本方程。

2. 国家标准规定可以溶质 B 的质量摩尔浓度 b_B 作为溶液的组成标度,故将稀溶液中溶剂 A 在常压下化学势的表达式由原来的 $\mu_A = \mu_A^\ominus + RT \ln x_A$ 改为 $\mu_A = \mu_A^\ominus - RT M_A \sum_B b_B$, 即溶液的组成变量对溶质、溶剂均为溶质的质量摩尔浓度。

目 录

绪论	1
§ 0.1 物理化学——一门无处不在的学科	1
§ 0.2 学习物理化学的要求及方法	3
§ 0.3 物理量的表示及运算	4
1. 物理量的表示	4
2. 对数中的物理量	5
3. 量值计算	5
第一章 气体的 pVT 关系	7
§ 1.1 理想气体状态方程	7
1. 理想气体状态方程	7
2. 理想气体模型	8
3. 摩尔气体常数	10
* 4. 气体分子运动论与理想气体的压力和温度	11
§ 1.2 理想气体混合物	13
1. 混合物的组成	13
2. 理想气体状态方程对理想气体混合物的应用	14
3. 道尔顿定律	15
4. 阿马加定律	16
§ 1.3 真实气体的液化及临界参数	17
1. 液体的饱和蒸气压	17
2. 临界参数	18
3. 真实气体的 $p-V_m$ 图及气体的液化	19
§ 1.4 真实气体状态方程	21
1. 真实气体的 pV_m-p 图及波义尔温度	21
2. 范德华方程	22
3. 维里方程	25
4. 其他重要方程举例	25
§ 1.5 对应状态原理及普遍化压缩因子图	26

1. 压缩因子	26
2. 对应状态原理	28
3. 普遍化压缩因子图	29
本章小结	31
思考题	31
习题	31
第二章 热力学第一定律	35
§ 2.1 基本概念及术语	35
1. 系统与环境	35
2. 状态与状态函数	36
3. 过程与途径	37
4. 功和热	38
5. 热力学能	40
§ 2.2 热力学第一定律	40
1. 热力学第一定律	40
2. 封闭系统热力学第一定律的数学形式	41
3. 焦耳实验	41
§ 2.3 恒容热、恒压热及焓	42
1. 恒容热 (Q_V)	42
2. 恒压热 (Q_p) 及焓	42
3. $Q_V = \Delta U$ 与 $Q_p = \Delta H$ 关系式的意义	43
§ 2.4 摩尔热容	45
1. 摩尔定容热容 ($C_{V,m}$)	45
2. 摩尔定压热容 ($C_{p,m}$)	46
3. $C_{p,m}$ 与 $C_{V,m}$ 的关系	48
4. $C_{p,m}$ ($C_{V,m}$) 随 T 的变化	50
5. 平均摩尔热容	52
§ 2.5 相变焓	53
1. 摩尔相变焓	54
2. 摩尔相变焓随温度的变化	55
§ 2.6 溶解焓、稀释焓与混合焓	58
1. 摩尔溶解焓	58
2. 摩尔稀释焓	60
3. 摩尔混合焓	61

§ 2.7 化学反应焓	62
1. 反应进度	62
2. 摩尔反应焓	63
3. 标准摩尔反应焓	64
4. $Q_{p,m}$ 与 $Q_{v,m}$ 的关系	65
§ 2.8 标准摩尔反应焓的计算	66
1. 标准摩尔生成焓	66
2. 标准摩尔燃烧焓	68
3. $\Delta_r H_m^\ominus$ 随 T 的变化——基希霍夫公式	70
4. 非恒温反应过程热的计算举例	73
* § 2.9 离子的标准摩尔生成焓	75
§ 2.10 可逆过程与可逆体积功	77
1. 可逆过程	77
2. 可逆体积功的计算	81
§ 2.11 节流膨胀与焦耳-汤姆逊实验	84
1. 焦耳-汤姆逊实验	84
2. 节流膨胀的热力学特征	84
3. μ_{J-T} 正负号的热力学分析	85
* § 2.12 稳流过程热力学第一定律及其应用	87
1. 稳流过程	88
2. 稳流过程热力学第一定律的数学式	88
3. 热力学第一定律对稳流过程应用举例	89
本章小结	91
思考题	91
习题	92
第三章 热力学第二定律	98
§ 3.1 热力学第二定律	98
1. 自发过程	98
2. 热、功转换	99
3. 热力学第二定律	101
§ 3.2 卡诺循环与卡诺定理	101
1. 卡诺循环	101
2. 卡诺定理	103
§ 3.3 熵与克劳修斯不等式	105

1. 熵的导出	105
2. 克劳修斯不等式	107
3. 熵增原理	108
§ 3.4 熵变的计算	109
1. 单纯 pVT 变化过程熵变计算	109
2. 相变过程熵变计算	114
3. 环境熵变计算	116
§ 3.5 热力学第三定律及化学变化过程熵变的计算	118
1. 热力学第三定律	118
2. 规定熵与标准熵	119
3. 标准摩尔反应熵	121
§ 3.6 亥姆霍兹函数和吉布斯函数	123
1. 亥姆霍兹函数	124
2. 吉布斯函数	125
3. ΔA 及 ΔG 的计算	126
§ 3.7 热力学基本方程及麦克斯韦关系式	128
1. 热力学基本方程	129
2. U 、 H 、 A 、 G 的一阶偏导数关系式	130
3. 麦克斯韦关系式	132
4. 其他重要的热力学关系式	132
§ 3.8 克拉佩龙方程	138
1. 克拉佩龙方程	138
2. 克劳修斯-克拉佩龙方程	141
3. 外压对液体饱和蒸气压的影响	142
本章小结	144
思考题	145
习题	146
第四章 多组分系统热力学	154
§ 4.1 偏摩尔量	155
1. 问题的提出	155
2. 偏摩尔量	156
3. 偏摩尔量的测定法举例	157
4. 偏摩尔量与摩尔量的差别	158
5. 吉布斯-杜亥姆方程	159

6. 偏摩尔量之间的函数关系	159
§ 4.2 化学势	160
1. 化学势的定义	160
2. 多组分系统热力学基本方程	160
3. 化学势判据及应用举例	162
§ 4.3 气体组分的化学势	164
1. 纯理想气体的化学势	164
2. 理想气体混合物中任一组分的化学势	165
3. 纯真实气体的化学势	165
4. 真实气体混合物中任一组分的化学势	166
§ 4.4 逸度及逸度因子	167
1. 逸度及逸度因子	167
2. 逸度因子的计算及普遍化逸度因子图	169
§ 4.5 拉乌尔定律和亨利定律	171
1. 拉乌尔定律	171
2. 亨利定律	171
* 3. 拉乌尔定律和亨利定律的微观解释	173
4. 拉乌尔定律与亨利定律的对比	174
§ 4.6 理想液态混合物	175
1. 理想液态混合物	175
2. 理想液态混合物中任一组分的化学势	176
3. 理想液态混合物的混合性质	177
§ 4.7 理想稀溶液	178
1. 溶剂的化学势	179
2. 溶质的化学势	180
3. 其他组成标度表示的溶质的化学势	181
4. 溶质化学势表示式的应用举例——分配定律	182
§ 4.8 活度及活度因子	183
1. 真实液态混合物	183
2. 真实溶液	185
3. 化学势表达式小结	187
* 4. 绝对活度	188
§ 4.9 稀溶液的依数性	189
1. 溶剂蒸气压下降	189

2. 凝固点降低(析出固态纯溶剂)	190
3. 沸点升高(溶质不挥发)	193
4. 渗透压	194
本章小结	196
思考题	197
习题	197
第五章 化学平衡	202
§ 5.1 化学反应的方向及平衡条件	202
§ 5.2 理想气体反应的等温方程及标准平衡常数	204
1. 理想气体反应的等温方程	204
2. 理想气体反应的标准平衡常数	205
3. 相关化学反应标准平衡常数之间的关系	206
4. 有纯凝聚态物质参加的理想气体化学反应	207
5. 理想气体反应平衡常数的不同表示法	208
§ 5.3 平衡常数及平衡组成的计算	209
1. $\Delta_r C_m^\ominus$ 及 $K^\ominus$ 的计算	209
2. $K^\ominus$ 的实验测定及平衡组成的计算	210
§ 5.4 温度对标准平衡常数的影响	214
1. 范特霍夫方程	214
2. $\Delta_r H_m^\ominus$ 不随温度变化时 $K^\ominus$ 的计算	215
3. $\Delta_r H_m^\ominus$ 随温度变化时 $K^\ominus$ 的计算	216
§ 5.5 其他因素对理想气体反应平衡移动的影响	218
1. 压力对理想气体反应平衡移动的影响	219
2. 惰性组分对平衡移动的影响	219
3. 增加反应物的量对平衡移动的影响	221
* § 5.6 同时反应平衡组成的计算	222
§ 5.7 真实气体反应的化学平衡	224
§ 5.8 混合物和溶液中的化学平衡	227
1. 常压下液态混合物中的化学平衡	227
2. 常压下液态溶液中的化学平衡	228
* 3. 高压下液态混合物中的化学平衡	229
* 4. 高压下液态溶液中的化学平衡	229
本章小结	230
思考题	231

习题	231
第六章 相平衡	237
§ 6.1 相律	237
1. 基本概念	237
2. 相律	238
3. 几点说明	240
§ 6.2 单组分系统相图	241
1. H_2O 的相图	242
* 2. S(硫)的相图	245
§ 6.3 二组分系统理想液态混合物的气-液平衡相图	246
1. 压力-组成图	247
2. 杠杆规则	249
3. 温度-组成图	250
§ 6.4 二组分真实液态混合物的气-液平衡相图	252
1. 压力-组成图	252
2. 温度-组成图	256
3. 小结	257
* § 6.5 精馏原理	258
§ 6.6 二组分液态部分互溶及完全不互溶系统的气-液平衡相图	259
1. 部分互溶液体的相互溶解度	259
2. 共轭溶液的饱和蒸气压	262
3. 部分互溶系统的温度-组成图	262
4. 完全不互溶系统的温度-组成图	265
§ 6.7 二组分固态不互溶系统液-固平衡相图	266
1. 相图的分析	266
2. 热分析法	268
3. 溶解度法	270
§ 6.8 生成化合物的二组分凝聚系统相图	271
1. 生成稳定化合物系统	272
2. 生成不稳定化合物系统	273
§ 6.9 二组分固态互溶系统液-固平衡相图	274
1. 固态完全互溶系统	275
2. 固态部分互溶系统	277
§ 6.10 三组分系统液-液平衡相图	279

1. 三组分系统的图解表示法	279
2. 三组分系统一对液体部分互溶的恒温液-液相图	280
3. 温度对相平衡影响的表示法	281
* § 6.11 二级相变简介	282
1. 二级相变的热力学特征	283
2. 二级相变相平衡关系	284
本章小结	284
思考题	285
习题	285
附录一 国际单位制	293
附录二 希腊字母表	296
附录三 基本常数	297
附录四 换算因子	298
附录五 元素的相对原子质量表(2005)	299
附录六 某些物质的临界参数	301
附录七 某些气体的范德华常数	302
附录八 某些气体的摩尔定压热容与温度的关系	303
附录九 某些物质的标准摩尔生成焓、标准摩尔生成吉布斯函数、 标准摩尔熵及摩尔定压热容	304
附录十 某些有机化合物的标准摩尔燃烧焓	308

绪 论

§ 0.1 物理化学——一门无处不在的学科

化学是自然科学中的一门重要学科,是研究物质的组成、性质与变化的科学。化学与人们的衣食住行、工业生产、军事技术、能源开发、太空探索等都密切相关,其范围和内容近几十年来一直在不断地发展和扩大,已从传统的化工、冶金、纺织、印染、石油、煤炭等领域深入生物科学、医药科学、材料科学、环境科学、食品科学、计算科学、纳米技术和过程系统控制等许多学科领域之中。由于化学研究的内容几乎涉及物质科学和分子科学的所有方面,因而近年来开始被人们称之为“中心科学”。物理化学是化学的理论基础,概括地说是用物理的原理和方法来研究化学中最基本的规律和理论,它所研究的是普遍适用于各个化学分支的理论问题,所以物理化学曾被称为理论化学。

物理化学形成于 19 世纪下半叶。那时的资本主义在蒸汽机的带动下驶入了快速行进的轨道,科学与技术都在这一时期得到了高度发展,自然科学的许多学科,包括物理化学,都是在这时期发展建立起来的。当时的人们已对许多化学反应和过程积累了大量的实验经验,原子-分子学说、气体分子运动论、元素周期律也已经确立,而蒸汽机的出现和广泛应用,使人们对热功转化有了更深入的认识,这些都为物理化学的形成和发展铺平了道路。1887 年德国科学家奥斯特瓦尔德(Ostwald W)和荷兰科学家范特霍夫(van't Hoff J H)联合创办了德文的《物理化学杂志》,标志着物理化学这一名词和这一学科的诞生和开始。

化学从一开始就不仅仅是化学家实验室中的象牙塔,而是和工业生产、国民经济紧密相连。钢铁等金属的冶炼、煤炭燃烧产生能量带动蒸汽机的运转,这些推动人类历史发展的重要动力都是通过化学反应来实现的。因此人们从一开始最关心的化学问题就是怎样通过化学反应来经济合理地生产产品和获取能量。而这正是物理化学所研究的基本问题。经典物理化学的核心是化学热力学和化学动力学。热力学第一定律是关于能量转化的定律,通过它可以计算出一个化学反应在特定条件下进行时能够放出或需要吸收多少能量;热力学第二定律是关于过程进行方向和限度的判据,将它用于化学过程可以得知一个化学反应是

否能够按照所希望的方向进行,进行到什么程度停止,反应的最终转化率可达到多少;而动力学则是研究化学反应速率的科学,它揭示出一个化学反应进行的快慢,使人们可以决定是否可利用这个反应来经济合理地生产产品或获取能量。物理化学从它被建立起就被广泛地用于工业生产和科学研究,发挥了巨大的理论指导作用。特别是第二次世界大战以后石油工业的兴起,更加促进了物理化学在催化、表面化学和电化学等领域的发展和应用。而工业技术和其他学科的发展,特别是电子技术及各种物理测试手段的出现,反过来都极大地促进了物理化学的发展。

人类对自然界的好奇与探索是永无止境的,人们从未满足过在宏观上对化学反应规律的认识,一直在努力探索和揭示化学变化在微观上的内在原因,探知分子、原子的结构及运动与化学反应的关系,这促成了物理化学的又一个分支——结构化学与量子力学的发展。有人说 20 世纪最为深刻地影响了人类社会的事件,既不是两次世界大战,也不是联合国的成立,或者人类探索太空……而是量子力学及其相关理论的创立和发展。量子力学的发展不仅使人们对微观世界的认识更加深入,而且它彻底改变了世界的面貌,它比历史上任何一种理论都引发了更多的技术革命。核能、计算机技术、新材料、新能源技术、信息技术……这些都在根本上和量子论密切相关。特别要提到的是,在化学、物理、材料、生物、医药等几乎所有学科领域中被广泛使用的现代光谱、能谱等尖端分析技术,其理论基础都是建立在量子力学之上的。人们在赞美仪器的精密和技术的先进时,往往忘记了它来源于物理化学的巨大贡献。难怪有人惊呼物理化学已经成为“消失于无处不在的学科”。

量子力学研究的是单个原子、分子的结构与性质,而热力学关注的是大量子(约 10^{23} 数量级)组成的宏观系统的宏观性质。原子、分子无时无刻不处于无尽的运动之中,宏观系统的性质并不是微观粒子性质的简单加和,如何将宏观与微观世界联系起来是人们面临的又一挑战,而统计力学在它们之间架起了一座桥梁。统计力学从量子力学的结果出发,通过对大量子进行统计平均,最后得到宏观系统的热力学性质。统计热力学从微观层次阐明了热力学、动力学的基本定律和热力学函数的本质,以及化学系统的性质和行为,不仅使人们对物质本质及化学过程的认识大大深化,而且使计算化学有了飞跃的发展,为人们实现通过计算代替实验来研究化学的梦想打下了基础、打开了大门。

化学热力学、化学动力学、量子力学、统计力学是构成物理化学的四大基础。在本书中将着重介绍热力学的基本原理及其在化学反应、相变、电化学,以及表面胶体化学中的应用;介绍动力学的基本原理及其在一般化学反应和特殊化学反应中的应用;简单介绍量子力学的基本思想;介绍统计力学处理化学问题的思