

工科物理化学

主 编 聂 明 原金海

副主编 张举成 李 庆



科学出版社

工科物理化学

主 编 聂 明 原金海

副主编 张举成 李 庆

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书紧扣物理化学学科的基础性和交叉性两大特点,本着“由浅入深”和“深度适当”的原则,介绍物理化学在环境、材料、能源、生命科学等领域的应用和新成就,力求体现知识、能力、素质的统一。本书既注意全面系统地阐述物理化学的基本概念和基本规律,又注重结合高新技术的发展,介绍物理化学在环境、材料、能源、生命科学等领域的应用和新成就,力求整体简明扼要、通俗易懂。全书共9章,内容包含气体的 pVT 性质、热力学第一定律、热力学第二定律、化学动力学、多组分系统热力学、化学平衡、相平衡、电化学及胶体与界面现象。每章后有本章小结及习题。

本书可作为高等学校材料类、化学化工类、环境类、能源类、制药类及生物类专业物理化学课程的教学用书,也可供科研和工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

工科物理化学/聂明,原金海主编. —北京:科学出版社,2017.6

ISBN 978-7-03-053341-8

I. ①工… II. ①聂… ②原… III. ①物理化学 IV. ①G64

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第129705号

责任编辑:陈雅娴 高 微/责任校对:王 瑞

责任印制:吴兆东/封面设计:迷底书装

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京教图印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2017年6月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2017年6月第一次印刷 印张:19

字数:486 000

定价:49.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

全书重点阐述物理化学的基本概念和基本理论,为便于读者巩固所学到的知识,提高解题能力,同时为了便于自学,书中编入了较多的例题和习题。全书采用以国际单位制(SI)为基础的《中华人民共和国法定计量单位》和国家标准 GB 3100~3102—1993 所规定的符号。

本书的设计特色鲜明,每章末尾有“本章小结”,便于学习者把握每章的知识要点。大部分章节最后都有相关知识点的应用介绍,帮助学习者真正将理论和实际紧密结合起来,更加牢固地掌握相关内容。本书编者长期从事物理化学、普通化学、纳米科技导论、环境工程导论以及新能源材料与技术等课程的教学,为本书的编写及顺利出版奠定了坚实的基础。

本书编写分工为:西南大学聂明副教授编写第1章、第7~9章,负责本书编写过程中的协调和各项工作的具体落实,并对整个书稿进行修改润色;重庆科技学院原金海副教授编写第2章、第3章、第6章;红河学院张举成教授编写第4章、第5章;西南大学李庆教授编写绪论部分。

本书的出版得到了科学出版社和西南大学的大力支持,编者深表谢意。衷心感谢本书所引用的参考文献和相关资料的作者同仁,是他们的劳动和成果为本书增添了色彩。感谢研究生田显辉、刘晓卫、蒋春燕、雷丹帮助完成收集整理资料、文稿打印及部分图表绘制工作。

受编者学术水平和工作经验所限,书中难免有不妥之处,敬请专家同行和读者批评指正。

编 者

2017年4月

目 录

前言	
绪论	1
0.1 物理化学的建立与发展	1
0.2 物理化学的目的和内容	2
0.3 物理化学的研究方法	3
0.4 物理化学的学习方法	4
第1章 气体的 pVT 性质	6
1.1 理想气体状态方程	6
1.1.1 气体的经验定律及理想气体状态方程	6
1.1.2 理想气体模型	7
1.1.3 摩尔气体常量	8
1.2 理想气体混合物	8
1.2.1 混合物组成的表示法	8
1.2.2 理想气体混合物的状态方程	9
1.2.3 道尔顿分压定律	10
1.2.4 阿马加分体积定律	10
1.3 真实气体的液化及临界参数	11
1.4 真实气体状态方程	12
本章小结	14
习题	15
第2章 热力学第一定律	17
2.1 基本概念及术语	17
2.1.1 系统与环境	17
2.1.2 热力学平衡态	17
2.1.3 系统的性质	17
2.1.4 系统的状态和状态函数	18
2.1.5 状态方程和状态函数的全微分性质	18
2.1.6 过程与途径	19
2.1.7 热和功	21
2.2 热力学基本概念及热力学第一定律	23
2.2.1 热功当量	23
2.2.2 能量守恒定律	23
2.2.3 热力学能	23
2.2.4 热力学第一定律的概念	23
2.2.5 热力学第一定律的数学表达式	24

2.3 恒容反应热、恒压反应热及焓	25
2.3.1 恒容反应热和恒压反应热	25
2.3.2 焓	26
2.4 摩尔热容	27
2.5 相变焓	28
2.5.1 相变及相变焓	28
2.5.2 相变焓与温度的关系	29
2.6 溶解焓、混合焓与稀释焓	30
2.6.1 溶解焓	30
2.6.2 混合焓	31
2.6.3 稀释焓	32
2.7 化学反应焓	32
2.7.1 反应进度和热化学方程式	33
2.7.2 赫斯定律	34
2.8 标准摩尔反应焓的计算	35
2.8.1 热力学标准态	35
2.8.2 由物质的标准摩尔生成焓计算化学反应的 $\Delta_r H_m^\ominus$	36
2.8.3 由物质的标准摩尔燃烧焓计算化学反应的 $\Delta_r H_m^\ominus$	38
2.8.4 由物质的标准摩尔溶解焓计算化学反应的 $\Delta_r H_m^\ominus$	40
2.8.5 由键焓估算反应焓	41
2.8.6 标准摩尔反应焓与温度的关系——基尔霍夫定律	42
2.9 离子的标准摩尔生成焓	47
2.10 可逆过程与不可逆过程	48
2.10.1 可逆过程	48
2.10.2 不可逆过程	53
本章小结	57
习题	59
第3章 热力学第二定律	62
3.1 热力学第二定律的概念	62
3.2 卡诺循环与卡诺定理	62
3.3 熵与克劳修斯不等式	64
3.3.1 熵的定义	64
3.3.2 熵变的意义	66
3.4 熵变的计算	67
3.4.1 绝热孤立系统内物体间的热传递过程的熵变	68
3.4.2 孤立的绝热物体自身的热传递过程的熵变	69
3.4.3 绝热系统内功热转化过程的熵变	70
3.4.4 不可逆过程和环境的熵变计算	70
3.4.5 理想气体简单状态变化的体系熵变的计算	73

3.5 热力学第三定律及化学变化过程熵变的计算	75
3.5.1 热力学第三定律	75
3.5.2 化学反应熵变的计算	75
3.6 亥姆霍兹函数和吉布斯函数	80
3.6.1 亥姆霍兹函数	80
3.6.2 吉布斯自由能及自发过程的判据	82
3.6.3 化学反应标准吉布斯自由能	83
3.6.4 标准吉布斯自由能的应用	84
3.6.5 化学反应的限度——化学平衡	85
3.6.6 化学反应等温方程式	87
3.6.7 化学平衡的移动	89
3.7 热力学基本方程及麦克斯韦关系式	90
3.7.1 热力学基本方程	91
3.7.2 麦克斯韦关系式	92
本章小结	97
习题	99
第4章 化学动力学	102
4.1 化学反应的反应速率及速率方程	102
4.1.1 反应速率的数学表达式	102
4.1.2 反应速率的实验测定	102
4.1.3 化学反应的速率方程	103
4.2 速率方程的积分形式	105
4.2.1 零级反应	106
4.2.2 一级反应	106
4.2.3 二级反应	107
4.2.4 n 级反应	109
4.3 速率方程的确定	109
4.4 温度对反应速率的影响	111
4.5 链反应	113
4.5.1 直链反应—— H_2 和 Cl_2 反应的历程	113
4.5.2 支链反应—— H_2 和 O_2 反应的历程	115
4.6 气体反应的碰撞理论	117
4.6.1 碰撞频率 Z 的求算	117
4.6.2 有效碰撞分数 q 的计算	118
4.6.3 速率常数 k 的计算	118
4.6.4 简单碰撞理论的成功与失败	119
4.7 势能面与过渡状态理论	120
4.8 溶液中反应	122
4.8.1 溶剂与反应组分无明显相互作用的情况	123

4.8.2 溶剂与反应组分有明显相互作用的情况	123
4.8.3 溶液中快速反应的处理方法——弛豫法	125
本章小结	126
习题	127
第5章 多组分系统热力学	129
5.1 偏摩尔量	129
5.1.1 偏摩尔量的定义	130
5.1.2 偏摩尔量的加和公式	131
5.1.3 吉布斯-杜亥姆公式	131
5.1.4 求解偏摩尔量	132
5.2 化学势	133
5.2.1 化学势的定义	133
5.2.2 化学势在多相平衡中的应用	134
5.2.3 化学势在化学反应中的应用	134
5.2.4 化学势与压力、温度的关系	135
5.3 气体组分的化学势	135
5.3.1 纯理想气体的化学势	135
5.3.2 混合理想气体的化学势	136
5.4 逸度及逸度因子	137
5.4.1 逸度	137
5.4.2 逸度因子	137
5.5 拉乌尔定律和亨利定律	138
5.5.1 拉乌尔定律	138
5.5.2 亨利定律	138
5.6 理想液态混合物	139
5.6.1 理想液态混合物中任意组分的化学势	140
5.6.2 理想液态混合物的特性	140
5.7 理想稀溶液	141
5.7.1 理想稀溶液的定义	141
5.7.2 理想稀溶液的气-液平衡	141
5.7.3 理想稀溶液中各组分的化学势	141
5.7.4 分配定律	142
5.8 稀溶液的依数性及其应用	142
5.8.1 凝固点的降低	142
5.8.2 沸点的升高	143
5.8.3 渗透压	144
本章小结	145
习题	148

第 6 章 化学平衡	151
6.1 化学反应的方向及平衡条件	151
6.1.1 反应进度与吉布斯自由能	151
6.1.2 化学反应方向和限度的判据	152
6.2 理想气体反应的等温方程及标准平衡常数	152
6.3 平衡常数及平衡组成的计算	154
6.3.1 各种平衡常数	154
6.3.2 多相反应的标准平衡常数	155
6.3.3 平衡组成的计算	156
6.4 温度对标准平衡常数的影响	157
6.4.1 吉布斯自由能与温度的关系	157
6.4.2 温度对化学反应平衡的影响	158
6.4.3 标准摩尔生成吉布斯自由能	160
6.4.4 $\Delta_f G_m^\ominus - T$ 图	160
6.5 其他因素对理想气体反应平衡移动的影响	162
6.5.1 压力对化学平衡的影响	162
6.5.2 惰性气体对化学平衡的影响	164
6.6 同时反应平衡组成的计算	165
本章小结	167
习题	168
第 7 章 相平衡	171
7.1 相律	171
7.1.1 多相系统平衡的一般条件	172
7.1.2 相律的概念	173
7.1.3 杠杆规则	175
7.2 单组分系统相图	177
7.3 二组分系统理想液态混合物的气-液平衡相图	178
7.3.1 相律分析	178
7.3.2 恒温相图	178
7.3.3 恒压相图	179
7.3.4 过程在相图中的表达	180
7.4 二组分真实液态混合物的气-液平衡相图	181
7.4.1 蒸气压-液相组成图	181
7.4.2 压力-组成图	182
7.4.3 温度-组成图	183
7.5 二组分液态部分互溶系统的气-液平衡相图	184
7.5.1 部分互溶液体的相互溶解度	184
7.5.2 共轭溶液的饱和蒸气压	185
7.5.3 部分互溶系统的温度-组成图	186

7.6 二组分固态不互溶系统液-固平衡相图	187
7.6.1 相图分析	187
7.6.2 熔体的冷却析晶过程	188
7.6.3 冷却析晶过程中各相含量的计算	189
7.6.4 相图相图与“热分析”原理	189
7.7 相分离技术及其应用	192
7.7.1 相分离的概念	192
7.7.2 常用相分离技术及其应用	193
本章小结	198
习题	199
第8章 电化学	203
8.1 电极过程、电解质溶液及法拉第定律	203
8.1.1 电极过程	203
8.1.2 法拉第定律	204
8.2 离子的迁移数	206
8.2.1 离子的电迁移现象	206
8.2.2 离子的迁移数和电迁移率	207
8.3 电导、电导率和摩尔电导	208
8.3.1 电导和电导率	208
8.3.2 摩尔电导	208
8.3.3 电导的测定、电导率的计算及摩尔电导率与浓度的关系	209
8.3.4 离子独立运动定律	211
8.3.5 电导测定的应用	213
8.4 电解质溶液的活度、活度因子及德拜-休克尔极限公式	215
8.4.1 电解质溶液的活度和活度因子	215
8.4.2 离子强度	218
8.4.3 强电解质溶液理论	218
8.5 可逆电池及其电动势的测定	220
8.5.1 可逆电池和电池表达式	220
8.5.2 电动势的测定	222
8.6 原电池热力学	223
8.6.1 计算摩尔吉布斯函数、电池反应的摩尔熵变、摩尔焓变、反应热	223
8.6.2 电动势与各反应组分活度的关系	225
8.7 电极电势和液体接界电势	226
8.7.1 电极电势和标准电极电势	226
8.7.2 原电池电动势的计算	230
8.8 电极的种类	231
8.8.1 第一类电极	231
8.8.2 第二类电极	232

8.8.3 第三类电极	233
8.9 原电池的设计	234
8.10 金属的电化学腐蚀及电化学保护	239
8.10.1 金属的电化学腐蚀	240
8.10.2 电化学保护	240
本章小结	241
习题	243
第9章 胶体与界面现象	247
9.1 胶体及结构	247
9.1.1 分散系统的分类	247
9.1.2 胶团的结构	248
9.2 胶体的制备及性质	249
9.2.1 胶体的制备	249
9.2.2 胶体的基本性质	250
9.2.3 双电层理论	252
9.3 胶体的稳定性和聚沉	253
9.4 界面张力	254
9.4.1 表面张力和比表面吉布斯函数	254
9.4.2 考虑相界面情况下的热力学公式	255
9.4.3 表面张力及其影响因素	256
9.5 弯曲液面的附加压力及蒸气压	256
9.5.1 附加压力	256
9.5.2 弯曲液面的蒸气压	258
9.6 固体表面	258
9.6.1 气-固界面上的吸附	259
9.6.2 等温吸附	259
9.6.3 吸附经验式——弗罗因德利希公式	260
9.6.4 朗缪尔单分子层吸附理论及等温吸附式	261
9.6.5 多分子层吸附理论	262
9.6.6 吸附热力学	263
9.7 固-液界面	264
9.7.1 润湿和铺展	264
9.7.2 接触角	265
9.7.3 毛细现象	266
9.7.4 液-液界面现象	266
9.8 溶液表面	268
9.8.1 溶液表面的吸附现象	268
9.8.2 表面过剩与吉布斯吸附等温式	269
9.8.3 表面活性物质在吸附层的定向排列	271

9.9 表面活性剂及应用	271
9.9.1 表面活性剂的分类	271
9.9.2 表面活性物质的基本性质	272
9.9.3 表面活性剂的一些重要作用及应用	273
本章小结	274
习题	276
参考文献	279
附录	280

绪 论

物理化学是在物理和化学两大学科基础上发展起来的。它以丰富的化学现象和体系为对象,大量采纳物理学的理论成就与实验技术,探索、归纳和研究化学的基本规律和理论,构成化学科学的理论基础。物理化学是以物理的原理和实验技术为基础,研究化学体系的性质和行为,发现并建立化学体系中特殊规律的学科。物理化学的水平在相当大程度上反映了化学发展的深度。

随着科学的迅速发展和各门学科之间的相互渗透,物理化学与物理学、无机化学、有机化学之间存在着越来越多的互相重叠的新领域,从而不断地派生出许多新的分支学科,物理化学还与许多非化学的学科有着密切的联系。

0.1 物理化学的建立与发展

物理化学形成于 19 世纪中叶,当时随着生产的发展,化学已经积累了不少事实亟需归纳、总结和提高,要求它由经验科学上升为具有理论体系的科学。那时,蒸汽机的广泛使用,促使人们对热功转换问题进行了深刻的研究,建立了经典热力学第一定律和第二定律,并开始把物理学的规律用于化学,如 1840 年赫斯的热化学定律、1869 年的门捷列夫元素周期律以及 19 世纪前期的道尔顿原子论和阿伏伽德罗分子论等。这些理论的建立都为物理化学的形成和发展奠定了基础。

此后,在此基础上,1876 年吉布斯提出了用于多相平衡体系的相律关系,奠定了多相体系的热力学理论基础,丰富了热力学理论在冶金、地质和化工方面的应用。1884 年,范特霍夫创立了稀溶液理论并在研究化学平衡方面作出了贡献。1886 年,阿伦尼乌斯提出了电离学说,揭示了电解质水溶液的本质,并在化学动力学方面也作出了重要贡献。1906 年,能斯特发现了热定理,进而建立了热力学第三定律,同时还奠定了电化学理论基础。所有这些理论都促使物理化学学科不断地发展和完善。若要确定物理化学的创建年代,以 1887 年最为合适。因为在这一年出版了经典的标准教科书并创办了专业期刊《物理化学杂志》。所谓经典的标准教科书是指奥斯特瓦尔德撰写的《化学总论教科书》(*Lehrbuch der allgemeinen Chemie*),上卷是关于化学量的理论,下卷是关于亲和力的理论。这是一部系统地概括过去的有关成果,指出物理化学的研究方法和范围,以及将来的发展方向的标准著作。

进入 20 世纪以来,在工业生产和化学的科学研究中,物理化学的基本原理得到了广泛的应用,特别是新兴的石油炼制和石油化工工业,更是充分地利用了化学热力学、化学动力学、催化和表面化学等的成果。而工业技术的发展和与其他学科的发展,特别是物理学的进展和各种测试手段的大量涌现,极大地影响着物理化学的发展。这期间物理化学的分支学科中的热化学、化学热力学、电化学、溶液理论、胶体理论、化学动力学、催化作用及其理论等都得到了迅速的发展。

近几十年来,各类自然科学发展十分迅速而深入。化学与相邻学科间的关系发生了根本性变化。物理学为人们提供了一些基本原理、方法和强有力的测试手段,大大扩展了化学的实验领域。化学理论在计算机科学的帮助下迅速发展。分子生物学的进展向化学提出了许多

挑战性的问题,要求化学从分子水平上加以解释。诸如此类的新问题使得近代物理化学表现为下列发展趋势和特点:①从宏观到微观。量子力学的发展使化学反应能够真正深入分子、原子的微观层次。合成化学、结构化学和量子化学结合得更加密切。②从体相到表相。测试手段的进步使人们有可能了解 5~10 个分子或原子的表面层的状态,促进表面化学和催化化学的发展。③从静态到动态。激光技术和分子束技术的出现可以定量地研究具有指定量子态的反应粒子到指定量子态的产物粒子所发生的能量传递和跃迁等基元过程速率的动态信息。④从定性到定量。计算机的出现使人们能用更精确的定量关系来描述物质的运动规律。⑤从单一学科到边缘学科。学科的相互渗透和交叉使物理化学学科的研究领域不断扩大。⑥从平衡态的研究到非平衡态的研究。由于在生物学、气象学、天体物理学等事物的发生和发展都是不可逆过程,将热力学方法推广到不可逆过程将有广阔的发展前景。目前非平衡态热力学已成为当前理论化学发展的前沿之一。

我国物理化学的发展历史以 1949 年为界,大致可以分为两个阶段。20 世纪 30~40 年代,尽管当时物质条件薄弱,但老一辈物理化学家不仅在化学热力学、电化学、胶体和表面化学、分子光谱学、X 射线结晶学、量子化学等方面做出了相当的成绩,而且培养了许多物理化学方面的人才。1949 年以后,开始在各个高等学校设置物理化学教研室进行人才培养,还在中国科学院各有关研究所建立了物理化学研究室,经过几年的努力,在结构化学、量子化学、催化化学、电化学、分子反应动力学等方面取得了可喜的成绩。

物理化学是由化学热力学、化学动力学、量子力学、统计力学等理论体系缔结而成的化学分支学科,是化学学科的理论基础,它是连接基础学科和应用学科的桥梁。在很多学校,物理化学是化学、化工专业学生的必修课,也是材料、环境、生物、食品、制药等相关专业学生的理论基础课。由此可见,在学科交叉、综合已成为科技发展主流的今天,在地方高校建设好物理化学课程具有重要的意义。它综合了基础化学、高等数学、普通物理等课程的基础知识,又为化工原理、化学反应工程等后续课程打下基础,对理工科大学生综合素质能力的提高具有很强的促进作用。在振兴经济、增强国力、科技腾飞及人才培养等方面,物理化学课程占有极为重要的地位。

0.2 物理化学的目的和内容

物理化学也称理论化学,是化学的重要分支之一。它是从物理现象和化学现象的联系入手,应用物理学的原理和方法,研究化学变化的普遍规律的一门学科。物理化学课程起着承前启后的重要作用,相对于其他化学课程而言,其涉及的知识比较抽象,公式繁多,理论性强,要求学生具有一定的数理基础,并且物理化学在处理具体问题时通常需要将诸多公式在具体条件下灵活运用。

物理化学的研究内容大致可以概括为以下三个方面。

(1) 化学体系的宏观平衡性质:以热力学的三个基本定律为理论基础,研究宏观化学体系在气态、液态、固态、溶解态以及高分散状态的平衡物理化学性质及其规律性。在这一情况下,时间不是一个变量。属于这方面的物理化学分支学科有化学热力学、溶液、胶体和表面化学。这部分主要研究的是化学反应的方向、限度和能量转换。例如,合成氨反应



为了获得 NH_3 , 首先要知道上述反应在什么条件下正向进行, 这就是化学反应的方向问题。若在一定条件下上述反应向合成氨的方向进行, 那么最终能得到多少 NH_3 , 如何才能最大限度地提高原料的转化率, 这是化学反应的限度问题。化学反应过程中的能量转换是化学反应的重要研究课题, 多数化学反应要放出或吸收热量。电池中的化学反应将化学能转变成电能。化学热力学除了研究化学反应以外也研究与反应相伴发生的许多物理过程(如混合、蒸发、冷凝等)。此外, 热力学还研究物质各种宏观性质的相互关系, 如热容与温度的关系等。

(2) 化学体系的微观结构和性质: 以量子力学为理论基础, 研究原子和分子的结构, 物体的体相中原子和分子的空间结构、表面相的结构, 以及结构与物性的规律性。物质的宏观性质是由微观结构决定的, 物质结构就是由内部结构来讨论物质性质和化学反应, 因此是在更高层次上研究化学反应的规律和本质。属于这方面的物理化学分支学科有结构化学和量子化学。这部分主要研究的是物质性质与微观结构的关系。

(3) 化学体系的动态性质研究: 由于化学或物理因素的扰动而引起体系中发生的化学变化过程的速率和变化机理。研究各种因素对反应速率的影响, 从而人为地控制化学反应使其按照人们所需要的速率进行。此外, 还研究宏观化学反应具体经历哪些微观步骤才完成由反应物到产物的转变, 这称为反应的机理。在这一情况下, 时间是重要的变量。属于这方面的物理化学分支学科有化学动力学、催化化学、光化学和电化学。这部分主要研究的是化学反应的速率和机理。

上述三方面的问题往往是相互联系的, 物理化学主要研究这三方面的问题。另外, 有些问题虽然并不属于上述三个方面, 但由于与化学反应有关, 所以也属于物理化学的研究范畴。例如, 流体的黏度、扩散、电导等传递性质也是物理化学中物理动力学的内容。

0.3 物理化学的研究方法

物理化学的理论基础是热力学、动力学、统计力学和量子力学, 这些都是物理学的分支, 因此物理化学的研究方法可分为热力学方法、统计力学方法和量子力学方法。热力学方法也称宏观方法, 就是对以众多质点构成的研究对象进行宏观描述, 从而发现各种宏观性质(如温度、压力、密度、热容等)的联系; 统计力学方法是研究微观运动对于宏观性质的决定作用; 量子力学方法则是以微观粒子(分子、原子、电子等)为对象, 以能量量子化和波粒二象性为基础来研究各种光谱和分子结构。

物理化学的实验方法主要是物理方法, 通过测量化学反应过程中某些物理量(温度、体积、电导、热量、时间、透光率等)的变化来研究化学反应的规律。实验的重要性在于通过实验可以人为地控制一些因素和条件, 把自然过程有意识地予以简化, 从复杂的现象中找出规律性的东西。根据实验可以归纳出若干经验定律, 然后再对这些定律进一步做出解释或说明。当实验中发现的事实(包括现象和结果)用以往的理论不能解释时, 就需要根据新的事实, 提出新的理论。而新的理论又必须经过新的实验的考验, 整个过程就是一个创新的过程, 任何理论在形成之后, 都必须继续经过实践的考验和求证, 才能不断地充实发展。

归纳法和演绎法是数学的两大推理方法, 归纳是从个别到一般, 由事实到概括, 而演绎则是指从一般推到个别的思维过程。其中演绎法在物理化学中具有重要作用, 物理化学

中许多具有普遍意义的结论都是通过演绎法而得到的。一般来说,对自然科学的研究方法有:实验方法、归纳法和演绎法、模型化方法、理想化方法、假设的方法、数学的统计处理方法等。虽然化学研究的对象与其他科学不尽相同,但这些方法在物理化学领域中依然是通用的。

综上所述,物理化学是以物理学和数学为基础来研究化学反应的,所以它是一门集物理学、数学和化学于一身,用物理学和数学的方法研究化学问题的学科。

0.4 物理化学的学习方法

物理化学是一门逻辑性强、概念多、公式多的学科,而且其中有些概念较为抽象,许多公式具有苛刻的适用条件和灵活多样的表示形式,再加上处理具体问题时常需要一些特殊的方法,从而常使得初学者感到困难。为此,我们对学习方法提出如下建议:

(1) 扩大知识面,打好专业基础。了解化学变化过程中的一些基本规律,加深对无机化学(普通化学)、有机化学、分析化学的理解,做到知识面宽、基础好。在基础的物理化学课程中,重点在于掌握热力学处理问题的方法和化学动力学的基本知识,了解动力学的一些新进展。

(2) 学习过程中要抓住每章的重点。在学习时要明确了解这一章的主要内容是什么,要解决什么问题,采用什么方法解决,根据什么实验、定律和理论,得出什么结果,有什么用处,公式的使用条件是什么等。这些问题在开始学习时,可能还不能窥其全貌,但在各章学完之后,则应对上述问题有明确的了解。

(3) 物理化学中的公式相对于其他基础课来说较多。不要只注意繁杂的推证过程,要注意结论的使用条件(因为这些条件往往是推导过程中所引入的)及其物理意义。除了重要的公式外,对一般公式及其推导过程理解即可,不要求强记。对于每个基本概念和定义要反复思考,抓住实质,只有这样才能为准确、灵活地运用概念和定义奠定基础。对于基本公式,要掌握其来龙去脉,它们是在什么前提下如何处理之后才得到的,一定要在理解的基础上记忆。所谓理解即不仅要知道公式中的每个符号代表什么物理量,而且要牢记公式的适用条件。对于任意一个公式,如果不分场合使用,一般将得出错误的结果,因此,掌握公式的适用条件和记住公式本身是同等重要的。

(4) 课前自学。听课要记笔记,对重要内容要用自己的语言简明扼要记录下来。经验证明,记笔记可以使注意力更加集中,手脑并用,使思维处于活跃状态。

(5) 注意章节之间的联系,把新学到的概念、公式与已经掌握的知识联系起来。在每次听课之前,应复习前次课程的内容。只有通过前后联系、反复思考,才能逐步达到较为熟悉或融会贯通的境界,掌握和运用物理化学处理具体问题的基本方法。要学好物理化学,只理解和掌握概念及公式是不够的。看到题目就想直接套用公式,这种方法只适用于较简单的情况,在稍复杂的问题面前就会束手无策。只有自如地运用分析和处理问题的正确方法,才能真正提高解决问题的能力。这里所说的方法是指分析问题的方法、解题方法和推理方法等。

(6) 重视习题。习题是培养独立思考问题和解决问题能力必不可少的环节之一。通过解题可以检查对课程内容的理解程度或加深对课程内容的理解。高质量地解答一定数量的习题是学好物理化学的重要环节。在理解基本概念的基础上解答习题,反过来会进一步深化对概

念的理解,分析和处理问题的能力是在解题过程中得到训练和提高了。解习题一定要精,特别对于一些较为灵活和一题多解的题,不仅要分析所得结果的合理性,还要比较各种解法的利弊,从而提高自己的能力。盲目追求解题数量,对于学习物理化学是无益的。

在物理化学中任何有价值的理论,其提出和建立都具有生产实践和科学实验的基础,并能对实践起指导作用。科学的发展总是反复不断地经历“知识的积累”和“飞跃”两个阶段,量变引起质变。同样,对于一个人的成长来说,有了积累才能为今后的飞跃创造条件。