

国家工科化学教学基地 (大连理工大学)

系列教材

大学普通化学

(第三版)

大连理工大学普通化学教研室 编著

DAXUE
PUTONG
HUAXUE

大连理工大学出版社

国家工科化学教学基地(大连理工大学)系列教材

大学普通化学

(第三版)

大连理工大学普通化学教研室 编著

大连理工大学出版社

丛书策划:刘 杰

图书在版编目(CIP)数据

大学普通化学/大连理工大学普通化学教研室编著.

3 版. —大连:大连理工大学出版社,1999. 7

(国家工科化学教学基地(大连理工大学)系列教材)

ISBN 7-5611-0164-3

I. 大… II. 大… III. 普通化学-高等学校-教材 IV. O6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(99)第 24541 号

大连理工大学出版社出版发行

大连市凌水河 邮政编码 116024

电话:0411-4708842 传真:0411-4708898

E-mail:pdut@pub. dl. lnpta. net. cn

大连理工大学印刷厂印刷

开本:850×1168 毫米 1/32 字数:305 千字 印张:11.875

印数:7001—12000 册 插页:1

1989 年 7 月第 1 版 1997 年 2 月第 2 版

1999 年 7 月第 3 版 1999 年 7 月第 3 次印刷

责任编辑:杨永生

责任校对:佚 君

封面设计:孙宝福

定价:13.50 元

第三版前言

本书作为 1996 年“大连理工大学教学改革”立项和大连理工大学“国家工科化学教学基地”支持的项目之一——“面向 21 世纪普通化学课程教学内容体系改革研究与实践”成果而面世。作为改革目标,本书主要考虑如下几方面:

体系内容上推陈出新 本书的编写旨在为培养 21 世纪具有全面素质和创新能力的高级工程技术人才做出应有的贡献。我们力求全书既继承第一版主要内容,又推陈出新。经过研究构思,更新了体系,增添了新内容,优化了知识结构,使本书在体系和内容上尽可能体现先进性和强烈的时代感。

全书共七章。与第二版相比,第一章,突出了物理量和计量单位的全面更新;第二章增加了胶体;第三章删除了常用氧化剂、还原剂和氧化还原反应方程式的配平;原来的第四、五章合一,并增加了实际晶体等,揉合为第四章;第五章将原来的有机高分子化合物改写为化学与材料;第六章仍为化学与环境,重点论述了生态平衡与环境污染及防治;第七章为新增加的化学与生命。每章后附有新颖的阅读材料,分别为:能源,离子交换树脂处理水,化学电源,光谱分析,液体润滑剂——润滑油,城市垃圾的回收与利用,生物传感技术等。全书整体框架更为合理、有序。突出了当代与化学有关的公众所关心的社会热点问题。

注重科学方法的培养与训练 作为工科非化工专业的基础课程,本书除了传授必要的化学基础知识以外,还应该注重科学方法的培养和训练。为此,全书除了将一般的科学方法渗透到每章每节外,还特别注意用化学学科所特有的方法——宏观方法及微观方

法来处理教材内容,例如,热力学部分以宏观方法为主线;原子、分子和晶体结构部分,则以微观方法为主线。使学生学习本课之后能有意识地、自觉地以化学的方法与观点思考和解决工程实际中遇到的与化学相关的问题,而不是仅仅记住某些具体、零散的化学知识。总之,全书既重视知识的传授,更注重科学方法的培养与训练。既授人以鱼,又授人以渔。

强化本书内涵的科学性 在概念、名词术语以及语言叙述上力求准确、严密、科学,切实、准确地贯彻国家标准。全书在实现标准化、规范化的同时,遵循国际惯例处理一些问题,更有利于与国际接轨,并力求整体结构严密,前后呼应有机融合。

突出工科特色 书中内容紧密结合工科专业实际,尽我们所能更多地反映各专业发展的新技术和新成就,以及各学科之间的相互交叉渗透。同时注意了与后继课程之间的关联衔接。例如,书中分别设计了针对材料、土木、电子、机械等专业的侧重内容。各工科专业本科生均可以此为教材,使化学作为“中心科学”在工科教育、教学中的作用得到更为充分的显现。

教学手段的更新 信息时代知识的传播方式日新月异,现代化的教学方法和手段是高效率、高质量进行教学的有利措施和保证,同时也是实现以学生为主体、教师为主导的现代教育教学观念的途径。缺少教学手段的创新,很难实现真正意义上的课程教学体系和内容上的更新。我们即将出版的、与本书配套的助教型多媒体CAI课件是本项改革的另一成果形式。CAI课件将文字与图表、动画相结合,生动、形象,形式生动、活泼。利用它教师可有更多的发挥自己讲课风格的余地,也便于学生理解领会,提高教学效率和增强教学效果。也更有利于启发学生的创造性思维。

几点编写说明:

编写依据 编写依据国家教育委员会1995年颁布的“全国高等工业学校普通化学课程教学基本要求”,并参考了目前全国工科普通化学课程教学指导小组正在研讨的“工科《普通化学》教学基

本内容框架”。

物理量和单位 本书全面贯彻执行《中华人民共和国法定计量单位》——国家技术监督局颁布的《中华人民共和国国家标准》GB3100~3102-86 及 93《量和单位》。

习题 书中每一章后设有若干习题,题型包括:是非题、选择题、填空题、计算题、简答题等。习题解答包括在另外编写的配套参考书《大学普通化学概念、思考与解题》(大连理工大学出版社出版)中。

本书编写者:宋志民(第一章),郭丽娟(第二章),王金惠(第三、六章),苏显云(第四、七章),冯俊婷(第五章)。全书由苏显云、郭丽娟、宋志民统稿。靳长德教授审阅了第一章、第二章及第四章的部分内容,王国荣副教授审阅了第七章,他们提出了不少宝贵意见。全书由原全国高等工科学学校化学课程教学指导委员会委员傅玉普教授审定。

本书的出版得到大连理工大学教务处、化工学院以及化学系有关领导的支持和鼓励。

第一版主编、主审袁万钟教授自始至终给予热情关心和指导。教研室全体为本书的编写付出了多年心血和艰辛。也吸取了全国普通化学教学同行们的许多宝贵经验。在本书即将出版之际,一并深表谢意。

能为普通化学教学和教学改革付出绵薄之力,是所有编写、审稿者的共同的心愿。

书中不妥之处,诚请各位专家及读者不吝赐教。

编者

于大连理工大学校庆 50 周年

1999. 5. 22

再 版 前 言

化学是研究物质的组成、结构和性质及其变化规律的科学。普通化学面临的任务是简明地阐述化学的基本原理和知识,密切联系工业和现代科学发展的实际,发挥化学与工程技术的桥梁作用。普通化学是高等工科院校各专业大类必修的一门基础课,是培养现代工程技术人才全面素质、知识结构和能力的重要组成部分。

通过普通化学的学习,使学生了解近代化学的基本理论,具有必要的基本知识和一定的基本技能,为以后的学习和工作提供必要的化学基础;使学生掌握正确的学习、研究和思维方法,对一些涉及与化学有关的问题具有初步分析和解决的能力。

《大学普通化学》于1989年7月第一版问世后,在多年大学本科生教学实践基础上做了部分文字修改、勘误纠正和内容增补,为适应教学需要再版。

本书的出版获得1996年大连理工大学教材基金资助。

参加本书修改编写工作的有:宋志民(第一章),郭丽娟(第二章),李竹芬(第三章),苏显云(第四章),周秀璠(第五章),冯俊婷(第六章),王金惠(第七章),全书由周秀璠统稿。

由于修改者水平有限,书中错误及不妥尚希读者批评指正。

编 者

1996年4月

前 言

本书是根据 1986 年国家教委审定的高等工业院校 80 学时“普通化学课程教学基本要求”(以下简称“基本要求”)编写的。本书可作为高等工科院校非化工专业的普通化学教材,也可作为自学参考书。

全书共分七章。第一章,介绍了化学反应的基本原理。其中包括化学反应中的能量关系,化学反应的方向、程度及化学反应速率等内容。第二、三章,讨论了溶液与氧化还原反应及电化学方面的理论和知识。第四、五章,讨论原子、分子、晶体等物质结构理论的近代知识。第六、七章,介绍了高分子化合物和环境化学等知识。

本书在编写时,侧重考虑了以下几点:

1. 编写起点与现行全日制高中化学和高中物理乙种本相衔接,避免不必要的重复。

2. 在内容的选取上,以“基本要求”为依据,但在某些章节的深度和广度方面做了必要的扩展,这部分是以小字排印的。

3. 为贯彻“少而精、理论联系实际”的原则,在保持化学理论体系完整性的基础上,将元素化学的知识穿插在基本原理之中,以加强相互联系。本书力求反映现代科学水平和技术,突出工科化学的特点,并密切联系能源、材料、环境和安全等方面的实际。

4. 为了便于自学,在叙述上尽可能做到循序渐进、深入浅出。每章后面有复习思考题和习题,习题后附有答案。

5. 为了扩大学生知识面,将与各章有联系的内容编成阅读材料,分别安排在各章内容的最后,供学生参考。

6. 由于各专业普通化学的学时有较大出入,使用本教材可酌

情增删部分内容。

本书是我们在总结近年来教学改革经验的基础上,参照了我校历年编写的大学化学、普通化学教材而编写的。在本书编写和修改过程中,教研室全体同志详细阅读书稿,多次反复讨论,提出修改意见,因此本书是我们教研室全体同志集体劳动的成果。

参加本书编写工作的有:林桂荣(第一章),郭丽娟(第二、六章),陈秀洁(第三、七章),周秀璠(第四、五章),郑杏绯(第七章阅读教材)。全书由袁万钟教授、隋亮教授审阅定稿。

由于我们水平所限,书中不妥之处,尚希读者指正。

编 者

1988年12月

本书所用符号

一、物理量符号

拉丁文字母

A_r 相对原子质量

a 活度

$c(B)$ B 的浓度

E 能量, 电动势

E_a 活化能

E (氧化态 / 还原态) 电极电势

e 电子电荷

F 法拉第常量

f 活度因子

G 吉布斯函数

H 焓

h 普朗克常量

I 电流强度

J_p 分压商

i 电流密度

$K^\ominus$ 标准平衡常数

K_{fp} 凝固点下降系数

K_{bp} 沸点上升系数

k 反应速率系数

L 阿佛加德罗常量

l 距离, 角量子数

M 摩尔质量

M_r 相对分子质量

m 质量, 磁量子数

m_s 自旋量子数

N 粒子数

n 物质的量, 反应级数, 主量子数

P 压力

Q 热量, 电量

R 摩尔气体常量

r 半径, 距离

S 熵

T 热力学温度

t 摄氏温度, 时间

U 热力学能

V 体积

v 速率

W 功

w 质量分数

x 物质的量分数

Z 电荷数

y 物质的量分数(气相)

希文字母

α 反应级数, 解离度

β 反应级数

λ 波长

μ 磁矩、电偶极矩

ν 化学计量数, 频率

ξ 反应进度

π 渗透压

ψ 波函数

二、符号的上标

* 纯物质

$\ominus$ 标准状态,标准态

三、符号的下标

A 物质 A

aq 水溶液

B 物质 B

ex (外) 环境

eq 平衡

f 生成

g 气态

L 液态

m 质量

m 摩尔

P 恒压

S 固态

V 恒容

V_{ap} 蒸发

Y 物质 Y

Z 物质 Z

四、符号的侧标

(A) 物质 A

(B) 物质 B

(g) 气体

(l) 液体

(s) 固体

(cr) 晶体

(gm) 气体混合物

(T) 热力学温度

(Y) Y 物质

(Z) Z 物质

五、数字符号

∂ 偏微分

$\propto$ 正比于

Δx x 的增量,变化量

ln 自然对数

lg 以 10 为底对数

$\exp(x) = e^x$

max 最大

min 最小

目 录

第一章 化学反应的基本原理	1
第一节 化学反应中的能量关系	1
1.1 几个基本概念	1
1.2 焓变与反应热	5
第二节 化学反应的方向	14
2.1 自发过程的方向性	14
2.2 熵	14
2.3 吉布斯函数	16
2.4 非标准状态下的吉布斯函数变 ΔG	26
第三节 化学反应的程度——化学平衡	29
3.1 标准平衡常数	29
3.2 温度对标准平衡常数的影响	32
3.3 标准平衡常数表示反应进行的程度	33
第四节 化学反应速率	35
4.1 化学反应速率	35
4.2 反应速率与浓度的关系	36
4.3 反应速率与温度的关系——阿仑尼乌斯公式	39
4.4 催化剂对反应速率的影响	41
4.5 化学反应的活化能	43
4.6 影响多相反应速率的因素	45
复习思考题·习题	46

阅读材料 能源	58
第二章 溶液与胶体	67
第一节 溶液的通性	67
1.1 溶液的蒸气压下降	67
1.2 溶液的沸点上升与凝固点下降	69
1.3 溶液的渗透压	72
第二节 单相离子反应	74
2.1 弱电解质的解离	74
2.2 同离子效应与缓冲溶液	77
2.3 配离子(络离子)的反应	83
第三节 多相离子反应	90
3.1 溶度积	91
3.2 溶度积规则及其应用	93
第四节 胶体	97
4.1 分散系统	98
4.2 胶体的特性	98
4.3 胶团的结构	100
4.4 溶胶的稳定性与聚沉	101
4.5 粗分散系统	102
复习思考题·习题	104
阅读材料 离子交换法净化水	110
第三章 电化学原理及应用	113
第一节 原电池与电极电势	113
1.1 原电池	113
1.2 电极电势	116
1.3 原电池的电动势与吉布斯函数变的关系	120

1.4	浓度对电极电势的影响	
	——能斯特(W. Nernst)方程式	121
第二节	电极电势的应用	124
2.1	判断氧化剂、还原剂氧化还原能力的相对强弱	124
2.2	判断氧化还原反应进行的方向	126
2.3	估算氧化还原反应进行的程度	128
第三节	电解及其应用	131
3.1	电解的基本原理	131
3.2	分解电压	132
3.3	超电压	134
3.4	电解产物的判断	136
3.5	电解原理在工程实际中的应用	138
第四节	金属的电化学腐蚀及其防护	144
4.1	金属的电化学腐蚀	145
4.2	影响金属电化学腐蚀的因素	148
4.3	金属腐蚀的防护	150
	复习思考题·习题	155
	阅读材料 化学电源	164
第四章	物质结构基础	169
第一节	原子结构	169
1.1	微观粒子的波、粒二象性和测不准关系	170
1.2	微观粒子运动状态的描述——薛定谔(Schröd- inger)方程	171
1.3	多电子原子结构和周期表	177
1.4	元素性质的周期性变化	182
第二节	化学键、分子结构和晶体结构	188

2.1 化学键和共价型分子结构	188
2.2 分子间力与氢键	207
2.3 晶体结构和晶体缺陷	213
复习思考题·习题	223
阅读材料 光谱分析	231
第五章 化学与材料	234
第一节 化学与金属材料	234
1.1 金属材料概论	234
1.2 合金材料的基本结构类型	235
1.3 重要的金属和合金材料	236
1.4 新型金属材料	240
第二节 化学与无机非金属材料	242
2.1 无机非金属材料概论	242
2.2 硅酸盐材料	242
2.3 半导体材料	245
2.4 新型无机非金属材料	246
第三节 化学与有机高分子材料	251
3.1 有机高分子化合物概论	251
3.2 高分子化合物的结构和性能	254
3.3 重要的高分子材料	259
第四节 化学与复合材料	266
4.1 复合材料概论	266
4.2 复合材料的技术性能	267
4.3 重要的复合材料	268
第五节 纳米材料	270
习题	272

阅读材料	液体润滑剂——润滑油	275
第六章	化学与环境保护	281
第一节	环境与环境保护	281
1.1	环境与环境污染	281
1.2	环境保护	282
第二节	大气的污染与防治	284
2.1	大气的组成和污染	284
2.2	大气的主要污染物及危害	286
2.3	大气污染的防治	293
第三节	水体的污染与防治	297
3.1	水资源及水体污染	297
3.2	水体的主要污染物及危害	298
3.3	水体污染的防治	304
	习题	307
阅读材料	城市垃圾的回收利用	309
第七章	化学与生命	313
第一节	生命元素	313
1.1	生命元素的种类与功能	313
1.2	最适营养浓度定律与疾病	315
第二节	生物大分子及其功能	316
2.1	氨基酸和蛋白质	317
2.2	酶	326
2.3	核酸	327
第三节	DNA 重组与基因工程	331
3.1	有关的基本概念	331
3.2	基因工程的现状和未来	332

3.3 化学与仿生学	336
习题	339
阅读材料 生物传感技术	342
附录	
附表一 酸、碱的解离常数	345
附表二 溶度积常数	346
附表三 配离子的稳定常数	348
附表四 标准电极电势	349
附表五 一些物质的热力学性质	352
附表六 元素周期表	
参考文献	361