

高等学校教材

工程化学基础

(第三版)

主编 陈林根

高等教育出版社

工程化学基础

(第三版)

主 编 陈林根
参 编 黄建国 王从敏
冯炎龙 张嘉磊

高等教育出版社·北京

内容提要

本书是在普通高等教育“十五”国家级规划教材《工程化学基础》(第二版)基础上修订而成的。全书从人们对物质认识的规律出发,紧密联系当前迅速发展的材料、生命、信息、能源、环境等科学和工程实例,深入浅出地讨论了原子和原子结合态单元的组成、结构、变化与光、电、磁、热等现象的关系。

全书共6章,在叙述化学原理的基础上联系工程实际,可作为普通高等学校非化学化工类各专业的“工程化学”课程教材。

图书在版编目(CIP)数据

工程化学基础/陈林根主编.--3版.--北京:
高等教育出版社,2018.8

ISBN 978-7-04-049951-3

I. ①工… II. ①陈… III. ①工程化学-高等学校-
教材 IV. ①TQ02

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 128167 号

GONGCHENG HUAXUE JICHU

策划编辑 郭新华
插图绘制 于博

责任编辑 郭新华
责任校对 李大鹏

封面设计 王鹏
责任印制 刘思涵

版式设计 马云

出版发行 高等教育出版社
社址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100120
印刷 河北鹏盛贤印刷有限公司
开本 787mm×960mm 1/16
印张 19
插页 1
字数 340千字
购书热线 010-58581118
咨询电话 400-810-0598

网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.hepmall.com.cn>
<http://www.hepmall.com>
<http://www.hepmall.cn>
版 次 1999年6月第1版
2018年8月第3版
印 次 2018年9月第2次印刷
定 价 38.00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

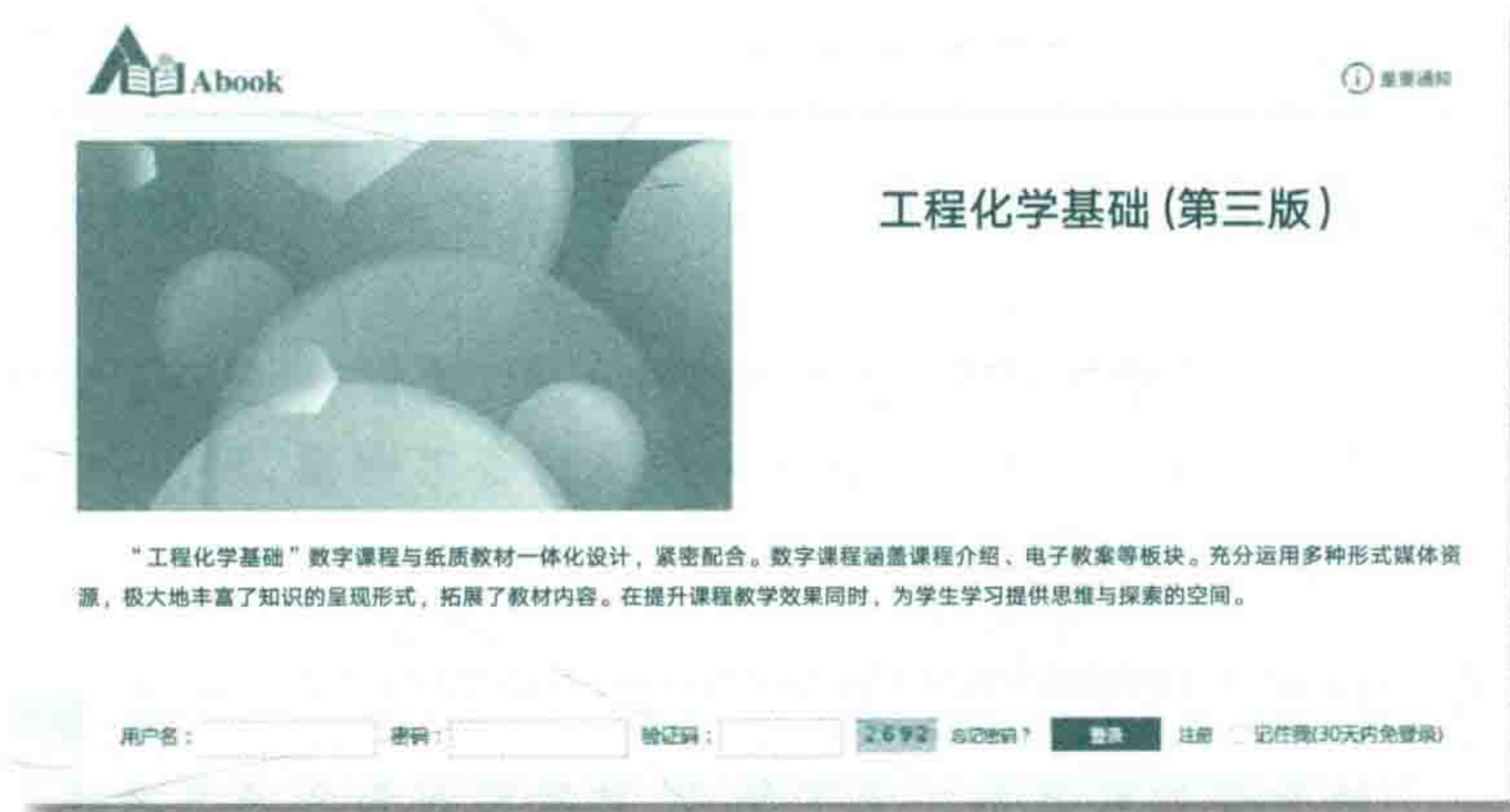
物料号 49951-00

工程化学基础

(第三版)

陈林根

- 1 计算机访问 <http://abook.hep.com.cn/1228646>, 或手机扫描二维码、下载并安装 Abook 应用。
- 2 注册并登录, 进入“我的课程”。
- 3 输入封底数字课程账号 (20 位密码, 刮开涂层可见), 或通过 Abook 应用扫描封底数字课程账号二维码, 完成课程绑定。
- 4 单击“进入课程”按钮, 开始本数字课程的学习。



课程绑定后一年为数字课程使用有效期。受硬件限制, 部分内容无法在手机端显示, 请按提示通过计算机访问学习。

如有使用问题, 请发邮件至 abook@hep.com.cn。



扫描二维码
下载 Abook 应用

<http://abook.hep.com.cn/1228646>

第三版编者的话

本书是在普通高等教育“十五”国家级规划教材《工程化学基础》(第二版)基础上修订而成的。全书力争保持前两版的风格,通过文字结构调整和内容删补,使其无论是在知识单元体系的完整性方面,还是在科学表述文字的严谨性方面均有一定的提升。

修订后的第三版,增加了石墨烯、青蒿素(并由此扩充为“药物化学”一节)、充电桩等应用和对暗物质的认识,删除了蛋白质分类阐述等,全书有以下四个特点。

第一,强调和明确了工程化学基础对化学的定义:化学是探究原子和原子结合态单元的组成、结构和性质变化及其应用的自然科学。众所周知,自然科学包括物理学、化学、生物学、天文学和地质地理学等,化学不仅与这些学科紧密相关,而且处于中心学科位置。

第二,修订时编者更注意在内容安排上坚持理论联系实际的原则。

第三,本书的修订还特别注意原子及其结合态的组成结构对物质性质和应用“变化”的影响。物质可在虚构、无始无终又无边无际的时空(宇宙)中存在;也可以进一步分解成原子核和电子,原子核带正电荷,电子带负电荷;原子核还可分为中子、质子和更小的夸克等基本粒子;夸克和光子一起称为量子。量子的动能、势能不确定,是时至今日才发现有暗物质大量存在于宇宙中的根本原因。

第四,全书“以人为本”,遵循人的认识规律。过去在跨行业、跨学科调研的基础上,站在认识自然、认识社会和认识自己三个方面的思维高度,形成了工程化学基础;今天则在修订中强调“学无止境、人生有限”这一真理的前提下,鼓励学子和读者奋发图强。

参加本次修订工作的有陈林根教授(浙江大学,第一、四章);黄建国教授(浙江大学,第二章);王从敏教授(浙江大学,第三章);冯炎龙副教授(浙江农林大学,第五章);张嘉磊博士(浙江大学,第六章);王彦广教授(浙江大学)审阅了全书。杭州“神马搜索”公司的吴俊峰先生、浙江工业大学的张丰盛同学等人在采集资料、书稿录入等方面对编者提供了许多帮助;参加历届工程化学研讨会的

诸多高校领导和教师、高等教育出版社的编辑、第二版的全体作者、进行“工程化学”课程教学的浙江大学姚加副教授和李宁副教授(同时为第二版编者)等,以及时任浙江大学化学系党委书记马晓微和副主任的胡吉明教授都对本书做出了一定贡献,在此一并致谢。

编者水平有限,错误与不足之处难免,敬请批评指正。

编者
2018. 1

第二版编者的话

《工程化学基础》定位于非化类工科本科生的基础化学教学。第一版由陈林根编写,为面向 21 世纪课程教材和普通高等教育“九五”国家级重点教材。它在教学实践中被广大化学教师和工科学生所接受,2002 年被评为全国普通高等学校优秀教材二等奖。2002 年,本书的第二版被列入全国普通高等学校“十五”国家级规划教材。本次修订保持了第一版的定位,发展了第一版的特色:

在化学原理(经线)的表述上,明确提出化学讨论研究的对象是原子和分子等原子结合态单元,各种宏观物体,均由原子和原子结合态单元组成。原子和原子结合态单元是介观粒子而不是微观粒子,它们在空间范围和时间进程中相互作用,千变万化。它们的组成、结构和性质的变化与高速运动的电子和充满整个宇宙的光子紧密相关,高速运动的电子和光子均属微观粒子。电子自旋可从相对论和量子论来理解,电子在化学变化中起着重要作用。这样的表述目的是有利于非化类化学教学在一级学科上综合并接受其他学科的渗透,有利于提高非化类工科学生学习化学的兴趣。还明确指出:教学中对化学原理不求深入展开,只求通俗易懂,这有利于工程技术学科接受化学学科的渗透,感到化学教学有用。

在化学应用(纬线)的几个方面,增加和更新了不少在材料、能源、信息、环境、生命等科学技术领域中的应用实例,比如金属材料的腐蚀与防护,高分子材料的老化与防老化,大气、水体的污染与控制,固体废弃物的再生利用,超临界流体及应用,可燃冰的存在与目前应用的困难,DNA 和基因的关系,SARS 等病毒的存在和杀灭,纳米材料及其应用……应用实例不求多,只求精,重点阐述原子及其分子等结合态单元组成、结构和性质变化的条件与电子、光子关系的内涵。

文字组织力求表达确切,例如把“电子绕核运动”改成“电子在核周围出现”;力求定性描述多于定量计算;增加了插图,减少了计算例题,力求深入浅出,拓展广度。这一切都是为了增加人们对化学的亲合力和启发学生的创新思维。

全书共六章。参加修订工作的有陈林根(主编,第一章)、方文军(副主编,

第二章)、谢玉群(第三章)、张培敏(第四章)、边平凤(第五章)、李宁(第六章)。

在本书修订过程中得到了闵恩泽、徐如人、金松寿、朱自强、李明馨等前辈指点;吸取了全国使用《工程化学基础》的老师在教学实践中的经验和教训;得到高等教育出版社,浙江大学教务部、理学院、化学系有关领导的有力支持;教育部前普通化学教学指导小组组长何培之、浙江大学化学系主任王彦广、高等教育出版社郭新华先生审阅了全稿,还有沈富良、刘子阳、瞿晶先生对本书质量的提高提出了许多建设性意见;浙江大学城市学院侯圣梅为本书附录,计算机学院的王涛同学为本书稿打印、校正、绘图等做了很多工作。在此,我们谨致深切的谢意。

由于编者水平所限,定有许多不足和错误之处,敬请各位老师和同学批评指正。

编者

2004.9 于求是园

第一版编者的话

工程化学是普通化学教学改革的一个成果。它是高等学校非化工类各专业培养现代工程技术和管理人员的必修基础课。本课程的目的主要是帮助学生建立物质变化的观点和能量变化的观点,提高学生的基本素质和创新能力。

工程化学从物质的化学组成、化学结构和化学反应出发,密切联系现代工程技术中遇到的如材料的选择和寿命、环境的污染和保护、能源的开发和利用、信息传递、生命科学发展等有关化学问题,深入浅出地介绍有现实应用价值和有潜在应用价值的基础理论和基本知识,使学生在今后的实际工作中能有意识地运用化学观点去思考、认识和解决问题。

在长达 15 年的工程化学教学研究和实践中,得到了我国化学界的老前辈和普通化学课程指导小组委员们的大力支持和热情指导,特别是兄弟院校众多教师的积极配合并共同研究,使工程化学不断完善和提高。浙江大学出版社出版发行的《工程化学》教材对支持教学改革的尝试、开展普通化学课程教学改革起到了积极作用。

国家教委在制定“九五”教材规划时,计划出版一本《工程化学基础》教材,经过高等教育出版社组织有关专家论证,确认由笔者承担此项任务。但明确指出:要在普通化学课程教学指导小组的指导下,在众多兄弟院校的工程化学教学研究和实践基础上,拟定新的大纲,按照重点教材的要求进行编写。

新编《工程化学基础》教材力求体现以下特点:

① 以化学原理为经,从物质的化学组成、化学结构和化学反应三条主线展开,突出能量变化;以化学在工程实际中的应用为纬,从材料、能源、环境、信息、生命五个领域入手,突出化学原理、化学知识的应用;加强化学与工程学的相互渗透、相互联系、相互糅合。

② 在教材体系和教材内容的取舍上突破化学学科体系;根据学生未来工作的实际需要和提高教学效益的可能来组织体系和取舍内容,适应时代发展的变化;注重基础、突出重点,利于创新能力的培养。

③ 有利于教学方法和教学手段的改革,给教师留有更大空间,特别在联系

实际方面,为教师把教学搞活提供方便。

④ 尽力使学习要求、正文、习题、思考题和索引有机配合。学习要求是明确学生对课程内容应该掌握的程度;习题是检查学生是否达到课程的基本要求;思考题是引导学生举一反三,扩大学习效果,培养创新思维;索引便于重要概念查考。

在世纪之交,普通化学课程教学改革和教材建设的任务艰巨而繁重。浙江大学校、系领导和为工程化学教材奋斗的校内外广大教师、工矿企业、浙江大学图书馆、有关资料室、浙江大学出版社的同志对书稿形成作出了积极贡献;西安交通大学何培之教授、清华大学丁延桢教授、天津大学杨宏秀教授和高等教育出版社蒋栋成教授、朱仁编审,给予了热情指导并对书稿提出许多宝贵意见,使我受益匪浅;侯圣梅、刘静、陈万喜、路映虹、张延志等同志在试教过程中给予了热情帮助和合作。对此,我本人深表诚挚的谢意。

由于编者的水平限制,加之时间匆促,定有许多不足之处,错误在所难免,敬请各位使用本教材的老师和同学批评指正。

编者

1998年7月1日

目 录

第一章 绪论	1
§ 1.1 化学与科学技术	1
一、科学与技术	1
二、化学与现代科技	2
§ 1.2 “工程化学基础”的教学对象和教育目的	4
§ 1.3 教学中怎样使用“工程化学基础”教材	5
§ 1.4 一些基本概念	8
一、物质的层次	8
二、系统和环境	10
三、聚集体和相	12
四、质量守恒和能量变化	13
五、物质的量	13
六、反应进度	14
练习题	15
思考题	16
第二章 物质的化学组成与聚集状态	18
§ 2.1 物质的化学组成	18
一、自由基和波谱技术	19
二、生物大分子	21
三、高分子化合物	28
四、团簇	31
五、非整比化合物	33

六、金属有机化合物	34
七、配位化合物	35
练习题	37
思考题	38
§ 2.2 固体	39
一、晶体	39
二、非晶体	44
三、固体吸附剂	47
四、固体废弃物	48
练习题	48
思考题	49
§ 2.3 液体和液晶	50
一、水的性质和应用	50
二、溶液的蒸气压、凝固点、沸点和渗透压	53
三、液体燃料	56
四、表面活性物质	59
五、液晶	63
练习题	65
思考题	66
§ 2.4 气体和等离子体	67
一、理想气体和实际气体	67
二、大气相对湿度	69
三、全球性大气变化	70
四、气溶胶	72
五、等离子体	74
练习题	75
思考题	76
第三章 物质的结构和材料的性质	77
§ 3.1 原子核外电子运动状态	77
一、波粒二象性是核外电子运动的基本特征	78
二、电子运动状态描述的三种方法	80
三、关于电子的自旋	82

四、能级跃迁和原子光谱分析	83
练习题	85
思考题	86
§ 3.2 元素周期律 金属材料	86
一、多电子原子的电子排布	87
二、元素周期律	89
三、金属键和金属材料	93
四、人体中各种元素的分布情况	98
五、药物化学	100
练习题	101
思考题	101
§ 3.3 化学键 分子间力 高分子材料	102
一、化学键	102
二、范德华力、次价力和氢键	109
三、高分子材料	112
四、分子能级跃迁和分子吸收光谱	122
练习题	124
思考题	125
§ 3.4 晶体缺陷 陶瓷和复合材料	126
一、固体能带理论	126
二、晶体的缺陷和晶体材料	128
三、陶瓷材料	130
四、复合材料	133
五、X 射线衍射与电子显微分析	135
练习题	138
思考题	138
第四章 化学反应与能源	139
§ 4.1 化学热力学与能量转化	139
一、认识和探究过程	140
二、热力学能 U 及其变化 ΔU	141
三、等容过程中的热量 Q_v 测定	142
四、化学反应中的热力学能变化 ΔU 和焓变 ΔH	143

五、标准摩尔生成焓和标准摩尔焓变	146
练习题	150
思考题	152
§ 4.2 化学反应的方向和限度	152
一、自发反应的能量变化	153
二、熵变 ΔS	154
三、吉布斯函数变 ΔG	156
练习题	161
思考题	162
§ 4.3 化学平衡和反应速率	163
一、化学平衡和标准平衡常数	163
二、标准平衡常数与标准摩尔吉布斯函数变的关系	165
三、影响化学平衡移动和平衡常数的因素	166
四、化学反应速率和催化剂	170
练习题	177
思考题	178
§ 4.4 氧化还原反应和能源的开发与利用	178
一、氧化还原反应和原电池的能量变化	179
二、原电池的组成和电极反应	181
三、电极电势的产生、计算和应用	182
四、化学电源	188
五、能源的开发与利用	193
练习题	194
思考题	195
第五章 水溶液中的化学反应和水体保护	196
§ 5.1 弱酸弱碱溶液	196
一、酸碱理论	196
二、弱酸、弱碱的解离平衡及解离常数	198
三、同离子效应和缓冲溶液	201
四、pH 的测定	204
练习题	205
思考题	206

§ 5.2 水溶液中的沉淀溶解反应和配位反应	206
一、沉淀溶解平衡	207
二、沉淀溶解反应应用举例	210
三、配位解离平衡	211
四、配位反应应用实例	215
练习题	216
思考题	217
§ 5.3 相平衡和非水溶液中的化学反应	218
一、水溶液的气-液平衡	219
二、溶液中的气-液和液-液平衡	220
三、胶体	224
四、非水溶液中的反应	226
练习题	227
思考题	228
§ 5.4 水质与水体保护	228
一、水资源概况	229
二、水体质量	229
三、水体污染及自净	230
四、水体污染的控制和治理	234
练习题	235
思考题	236
第六章 化学反应与材料保护	237
§ 6.1 金属腐蚀的发生	237
一、化学腐蚀	238
二、电化学腐蚀	239
三、生物腐蚀	242
四、金属的腐蚀速率	243
练习题	247
思考题	248
§ 6.2 金属腐蚀的防护与利用	249
一、耐腐蚀金属材料的选择	249
二、涂层保护法	251

三、电化学保护法	256
四、金属腐蚀的利用	256
练习题	261
思考题	261
§ 6.3 生命体及高分子材料的老化	262
一、光合作用和氧源	262
二、氧自由基	263
三、高分子材料的老化	264
练习题	266
思考题	267
§ 6.4 高分子材料的保护	267
一、光稳定剂和抗氧剂	268
二、氧指数和阻燃剂	269
三、填充剂和偶联剂	270
四、化学镀和塑料电镀	271
练习题	273
思考题	274
附录	275
表 1 一些物质的标准摩尔生成焓、标准摩尔生成吉布斯函数变和标准摩尔熵	275
表 2 水溶液中某些水合物质的标准摩尔生成焓、标准摩尔生成吉布斯函数变和标准摩尔熵	277
表 3 一些常见弱电解质在水溶液中的解离常数(298.15 K)	278
表 4 一些物质的溶度积	279
表 5 一些配离子在标准状况下的稳定常数	280
表 6 一些氧化还原电对的标准电极电势(298.15 K)	281
表 7 地表水环境质量标准 GB3838—2002(mg/L)	282
主要参考书	284
元素周期表	

第一章 绪论



学习要求

1. 了解化学学科的地位和作用,明确学习“工程化学基础”的要求。
2. 了解物质层次及其运动理论;明确原子和分子等原子结合态单元是介观粒子的概念。
3. 理解系统和环境,聚集体和相等概念,明确敞开系统、封闭系统、孤立系统及相的划分。
4. 明确化学反应中的质量守恒和能量变化,掌握化学计量数的概念。
5. 明确反应进度的概念,掌握物质的量的符号、单位及有关计算。

化学是什么?为什么要学习“工程化学基础”?怎样学习“工程化学基础”?哪些基本概念和知识是学习“工程化学基础”所必须首先掌握的?这是每位初学者必然提出的问题,也是本书开篇前需要说明的问题。

§ 1.1 化学与科学技术

一、科学与技术

科学是人类探索自然、社会和自己思维三个方面的知识系统;技术泛指根据自然科学原理和生产实践经验而发展的各种工艺操作方法与技能,还包括相应的工具和设备。

自然,也称“天地”或“宇宙”,它由物质组成,分有机物和无机物两大类。

人类自己,由父母的精子和卵子中的 DNA,在母亲子宫中相会,并经化学