

高等学校“十一五”规划教材

大学化学基础

第二版

邓建成 易清风 易 兵 主编



化学工业出版社

高等学校“十一五”规划教材

大学化学基础

第二版

邓建成 易清风 易兵 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书按照非化学、化工类专业化学教学改革的要求,在第一版基础上进行了较大幅度的修订。全书分三篇,第一篇为化学基础理论,共7章,主要介绍化学热力学、化学反应速率、溶液与化学平衡、原子结构与化学键、配位化学、电化学及高分子化学等基础理论知识。第二篇为化学知识应用拓展,共5章,主要介绍化学与材料、化学与日用品、化学与能源、化学与环境及化学与生命等方面的知识。第三篇为基础化学实验,共编写了化学物质制备、化学物质提纯与分离、化学物质的分析与测定及科研创新训练四个方面的13个实验。为了拓宽学生的知识面和了解当前科技发展的动态,在教材中还加入了阅读材料。

本书可作为高等学校非化学、化工类专业教材,也可作为相关工程技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

大学化学基础/邓建成,易清风,易兵主编. —2版. —北京:
化学工业出版社,2008.7
高等学校“十一五”规划教材
ISBN 978-7-122-03141-9

I. 大… II. ①邓…②易…③易… III. 化学-高等学校-教材
IV. 06

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第096700号

责任编辑:陈有华
责任校对:蒋宇

文字编辑:林媛
装帧设计:关飞

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印装:化学工业出版社印刷厂

787mm×1092mm 1/16 印张20½ 字数497千字 彩插1 2008年8月北京第2版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:33.00元

版权所有 违者必究

《大学化学基础》第二版编委会

主 编 邓建成 易清风 易 兵

编 委 (按姓氏汉语拼音排列)

曹 靖	邓建成	丁卫和	黄昊文
龙有前	齐红蕊	苏国钧	唐平安
许 律	易 兵	易清风	殷焕顺
周元清	朱启安		

第二版前言

在不同学科之间不断相互交叉渗透的今天,许多非化学、化工学科的最新成就往往都与化学相关联,化学已经成为许多非化学、化工学科发展的支撑点。从科学发展的整体趋势来看,非化学、化工类专业的学生如果不了解化学的基本理论及化学与本学科的相互关联作用,他们就不可能了解和掌握本学科的发展趋向,也不可能日后在自己的学科领域内有大的成就和建树。化学是现代人才知识结构和科学素养中不可缺少的部分。

本书从适应教学改革和新型人才培养的需要出发,针对非化学、化工类专业对化学课程的要求,在第一版的基础上经修订编写了这本《大学化学基础》教材。教材尽可能将艰深的化学基础理论编写得通俗易懂,以利于自学,同时特别注重跟踪学科前沿和近代化学的成果与发展趋势、化学与不同学科之间的交叉渗透及化学在这些专业领域中的最新成就和应用。为了拓宽学生的知识面和了解当前科技发展的动态,在教材中还加入了阅读材料。

教材分为三篇:第一篇为基础理论。主要介绍化学反应的基本原理、化学反应的规律、化学物质的组成和结构、化学热力学和动力学、溶液中的化学平衡、电化学及其应用、配位化学和高分子化学基础等。

第二篇为应用与拓展。重点介绍化学与人类的关系、化学在其他各领域中的作用和应用以及与化学相关的新成就和发展趋势。

第三篇为基础化学实验。从培养学生的创新和科研能力这一目的出发,在第一版的基础上,重新编写了“化学物质制备”、“化学物质的提纯与分离”、“化学物质分析测定”及“科研创新训练实验”四个部分较有特色的13个实验。对实验学时只有8~12左右的学校,建议改变过去开设多个简单化学实验且效果较差的做法,可以改为只开设1~2个既涵盖有传统化学实验操作,又突出了科学研究训练和创新素质培养的“科研训练型”实验。该类型实验设计含有资料查阅、实验研究方案制订、实验方案实施、实验结果分析讨论、得出结论和书写实验报告等内容,使学生能得到较为系统的科研创新训练。

新编实验突出了对学生创新能力的培养,不仅能适应化学实验教学改革的需要,而且也能满足传统开设多个基础化学实验的需求,同时还可省却本课程要为学生另找实验教材的麻烦。教材内容涉及面较广,各个学校可根据本校课程学时设定的情况和专业的特点来选择教材的内容。

本教材修订工作主要由邓建成、周元清、曹靖、易清风、易兵、齐红蕊、许律等人完成,所有编委会成员对书稿提出了许多建设性的建议和意见,全书最后由邓建成修改统稿。

由于编者的水平有限,难免有不足之处,敬请各位同仁和读者批评指正。

编 者

2008年4月

第一版前言

“大学化学基础”课程是面向文、理、工各专业的一门公共基础课。为了适应大学化学教育改革的需要，我们从加强基础，注重科学素养与创新素质培养，跟踪学科发展出发，集近年来教学改革与实践的经验，编写了这本《大学化学基础》，作为非化学化工类专业化学课程的教材。

化学是在原子和分子水平上研究物质的组成、结构和性质以及相互转化的科学，在众多学科中，它是惟一能创造新物质的一门学科，而新物质材料的产生往往能使人类文明发生根本性的变化。在 21 世纪的今天，随着科学技术的迅猛发展，人们已经越来越认识到，人类的生命、生活和生产都要受到以化学为核心的科学成果的影响。化学对人类的饮用水、空气、食物、能源、资源、环境和新材料的合成等问题都至关重要，化学已经成为促进人类文明、推动社会向前发展的一门关键学科。

当代科学技术的发展表明，各门学科的发展一般都是与不同学科之间存在着交叉渗透，而化学早就渗透到了许多学科专业领域，在这些专业领域的最新成就中，往往就含有化学的基础或新成就，这些专业的学生如果对必要的化学基础理论及相关的化学新成就缺乏了解，就难以了解他们本专业的发展与最新成就，因此，化学是现代人才知识结构和科学素养中不可缺少的部分。

在编写本教材时，既尽可能考虑与中学化学课程的内容相衔接，又力求做到简明扼要，深入浅出。为了扎实基础，我们适度地加强了理论基础，并使之更系统化而利于学生学习，同时还注重跟踪学科前沿和近代化学的成果与发展趋势，化学与不同学科之间的交叉渗透及化学在这些专业领域中的最新成就和应用。

教材内容分为两部分：第一篇为化学基础理论及应用拓展，前七章以基础理论为主，后五章以应用拓展为主。化学基础理论主要介绍化学反应的基本原理、化学反应的规律、化学物质的组成和结构、化学热力学和动力学、溶液中的化学平衡、电化学及其应用等；应用拓展部分重点介绍化学与人类的关系、化学在其他各领域中的作用和应用以及与化学相关的新成就和发展趋势。

第二篇为基础化学实验。目前，国内还没有很合适的普通化学类实验教材，许多学校为了对付这 8 学时左右的实验，不得不使用化学化工类专业用的厚厚的实验教材，其内容不仅不太适合这些非化学化工类专业，而且也增加了学生的教材费用而使学生反感。为了在十分有限的实验学时内，为这一类专业的学生开好化学实验，达到培养高素质合格人才的目的，我们改革了化学实验，精心编写了化学物质制备、化学物质分离与提纯、化学物质分析测定基础及科学研究训练四个方面较有特色的 12 个实验，并将其编入了教材，不仅能适应现代普通化学实验教学改革的需要（例如可以只开设 1 个既涵盖有传统的化学实验操作，又突出了科学研究训练和创新素质培训的“科研训练型”实验），而且也能满足传统开设 3~4 个普通化学实验的需求，同时还省却了普通化学课要为学生另找实验教材的麻烦。

考虑到理论课的学时也十分有限,同时还要兼顾不同专业对化学知识在应用方面的要求各不相同等情况,我们将教学内容和教学方法进行了改革:化学基础理论部分的内容由教师适当精讲,应用拓展部分在自愿报名的基础上,安排6~8个学生在自学和查阅资料的基础上,整理成讲义或讲座,然后在教师的指导下上讲台演讲,其他同学参与讨论。时间安排6~8学时。这一教学方法方式的改革,极大地调动了学生学习的积极主动性,收到了较好的效果,颇受学生的欢迎。

本教材的第1、2、7、9章及第二篇的实验部分由邓建成编写,第3、11章由龙有前编写,第6、10章由易清风和唐安平编写,第4、8章由周元清编写,第5、12章由苏国钧编写。全书最后由邓建成审阅修改统稿。

本教材由湘潭大学、湖南科技大学和湖南工程学院共同编写,是三所院校对非化学化工类专业化学教学改革的尝试,也体现了我们三所院校相关教师进行教学改革的心血。但由于编者的水平有限,时间匆促,必定有许多不足之处,敬请各位同仁和读者批评指正。

本教材得到世界银行贷款的资助,得到教育部《世行贷款21世纪初高等理工科教育教学改革项目》工作指导小组和湖南省教委教学改革指导小组专家的指导,在此表示感谢。

编者

2002年9月

目 录

第一篇 基础理论

第 1 章 化学热力学基础	1
1.1 基本概念	1
1.1.1 基本概念	1
1.1.2 热力学第一定律	2
1.1.3 化学反应的热效应	3
1.1.4 反应进度	4
1.1.5 热化学方程式	5
1.2 化学反应热效应的求算	5
1.2.1 利用盖斯定律求算反应热效应	5
1.2.2 用标准摩尔生成热求算反应热效应	6
1.2.3 用燃烧热求反应热效应	7
1.2.4 从键能估算反应热效应	7
阅读材料 光子筛与空间望远镜	7
1.3 化学反应进行的方向	8
1.3.1 自发过程与方向性	8
1.3.2 混乱度与熵	9
1.3.3 吉布斯自由能与化学反应自发性的判据	10
阅读材料 物质的六种状态	12
1.4 化学平衡	13
1.4.1 平衡常数	13
1.4.2 标准平衡常数 $K^\ominus$ 与自由能 $\Delta_r G_m^\ominus$ 的关系	15
1.4.3 化学平衡移动	16
阅读材料 化学家盖斯	18
热寂论与经典热力学的局限性	18
思考题	19
习题	19
第 2 章 化学反应速率	22
2.1 化学反应速率表达式及基本理论	22
2.1.1 化学反应速率的定义及其表示方法	22
2.1.2 化学反应速率基本理论	23
阅读材料 微蒸发器研究晶体结晶	24
2.2 影响化学反应速率的因素	25
2.2.1 浓度的影响	25

阅读材料 一级反应的特征	28
二级反应的特征	28
宇宙大爆炸理论	29
2.2.2 温度对化学反应的影响	30
2.2.3 催化剂对化学反应的影响	30
网络查阅资料 (1) 通过网络查找标准数据	31
2.3 链反应	32
2.3.1 链反应	32
2.3.2 爆炸反应	33
阅读材料 化学动力学和催化理论奠基人之一: 奥斯特瓦尔德	33
快速反应动力学和分子反应动力学	34
思考题	35
习题	36
第3章 溶液与水溶液中的离子平衡	38
3.1 溶液及其浓度的表示方法	38
3.1.1 溶液	38
3.1.2 溶液浓度的表示方法	38
3.2 分配定律与萃取分离	39
3.2.1 分配定律	39
3.2.2 萃取率	39
3.3 非电解质稀溶液的依数性	40
3.3.1 蒸气压下降——拉乌尔定律	41
3.3.2 溶液的沸点升高	42
3.3.3 溶液凝固点下降	42
3.3.4 渗透压	43
3.3.5 依数性的应用	43
3.4 水溶液中离子平衡	45
3.4.1 水的离子积和水溶液的 pH	45
3.4.2 弱酸弱碱的电离平衡	45
阅读材料 超硬干冰	47
3.4.3 缓冲溶液	49
3.4.4 盐的水解	51
阅读材料 分子电子学的重大进展	54
酸碱理论简介	55
3.4.5 难溶电解质的沉淀溶解平衡	57
阅读材料 电离学说创始人——阿伦尼乌斯	60
迟到的诺贝尔奖	61
思考题	61
习题	62
第4章 原子结构和化学键基础	64
4.1 核外电子运动状态的描述	64

4.1.1 玻尔氢原子模型	64
4.1.2 微观粒子的运动特点	65
阅读材料 奇特的镜子使光波中的磁场分量反向	67
4.1.3 核外电子运动状态的描述	68
4.2 原子轨道与电子云的图像	70
4.2.1 原子轨道角度分布图	71
4.2.2 电子云的角度分布图	71
4.2.3 电子云的径向分布图	72
4.3 核外电子排布和元素周期系	72
4.3.1 鲍林原子轨道近似能级图	72
阅读材料 屏蔽常数和轨道能量的计算	73
4.3.2 核外电子排布	75
4.3.3 元素周期表和原子的电子层结构	76
4.3.4 元素性质的周期性	77
4.4 化学键与分子结构	80
4.4.1 离子键理论	80
4.4.2 共价键理论 I——价键理论	83
4.4.3 共价键理论 II——杂化轨道理论与分子的空间构型	85
阅读材料 价层电子对互斥理论	87
4.4.4 共价键理论 III——分子轨道理论	89
4.4.5 金属键理论	91
阅读材料 让光线穿透金属	93
4.4.6 分子间力和氢键	94
阅读材料 化学家——莱纳斯·卡尔·鲍林	96
阅读材料 小镇医生与诺贝尔生理学或医学奖	97
思考题	98
习题	99
第 5 章 配位化学基础	100
5.1 配位化合物的定义、组成和命名	100
5.1.1 配位化合物的定义	100
5.1.2 配位化合物的组成	100
5.1.3 配合物化学式的书写及命名	102
阅读材料 金属纳米体系的自组装	103
5.2 配合物的化学键理论	104
5.2.1 价键理论	104
* 5.2.2 晶体场理论	108
阅读材料 BCS 超导理论	112
5.3 配位平衡	113
5.3.1 配合物在水溶液中的稳定性	113
5.3.2 配位平衡移动	113
5.4 配合物的应用	115

5.4.1	在分析化学中的应用	115
5.4.2	在电镀中的应用	116
5.4.3	在冶金中的应用	116
5.4.4	在生物医学中的应用	117
阅读材料	化学晶体管	118
	配位化学理论奠基人——维尔纳	118
思考题		119
习题		120
第6章	电化学原理及其应用	121
6.1	氧化还原反应	121
6.1.1	氧化还原反应基本概念	121
6.1.2	氧化还原反应的配平	122
阅读材料	科学启蒙源于从小爱科学	123
6.2	原电池	124
6.2.1	原电池基本概念	124
6.2.2	原电池图示表示	125
6.3	电动势与电极电势	126
6.3.1	电极电势的产生	126
6.3.2	电动势与电功	126
6.3.3	标准电动势和标准电极电势	126
6.4	标准电极电势的应用	127
6.4.1	判断氧化剂和还原剂的强度	127
6.4.2	判断氧化还原反应的方向	128
6.4.3	计算氧化还原反应(即电池反应)的平衡常数	128
阅读材料	新型太阳能电池	129
6.5	影响电极电势的因素	129
6.5.1	Nernst 方程	129
6.5.2	影响电极电势的因素	130
阅读材料	燃料电池	132
6.6	电解及应用	133
6.6.1	电解的基本原理	133
6.6.2	电解的应用	135
阅读材料	电化学理论创始人——能斯特	137
	硬盘的“三明治”革命	137
思考题		138
习题		139
第7章	高分子化学基础	142
7.1	基本概念	142
7.1.1	高分子化合物	142
7.1.2	高分子化合物的结构	143
7.1.3	高分子化合物的特性	143

7.2 高分子化合物的分类和命名	145
7.2.1 高分子化合物的分类	145
7.2.2 高分子化合物的命名	146
阅读材料 硅蜘蛛丝纳米合成材料	147
7.3 高分子化合物的合成方法	148
7.3.1 加聚反应	148
7.3.2 缩聚反应	148
7.3.3 自由基聚合	150
7.3.4 离子聚合	150
7.3.5 配位聚合	152
7.3.6 聚合方式	152
7.4 高分子化合物降解反应	153
7.4.1 水解和化学降解	153
7.4.2 力化学降解	153
7.4.3 热降解	154
阅读材料 吸波涂料与隐形战机	154
7.5 重要的合成高分子化合物	155
7.5.1 塑料	155
7.5.2 合成纤维	158
7.5.3 合成橡胶	159
7.5.4 功能材料	161
阅读材料 高分子领域的开拓者——施陶丁格与弗洛里	163
富勒烯	163
思考题	164

第二篇 应用与拓展

第8章 化学与材料	166
8.1 金属及其材料	166
8.1.1 金属元素概论	166
8.1.2 合金的结构类型	168
8.1.3 几种重要的合金材料	169
阅读材料 金属疲劳	171
8.2 非金属及其材料	172
8.2.1 非金属元素概论	172
8.2.2 重要的非金属化合物	173
8.2.3 重要无机非金属材料	175
阅读材料 天然宝石	177
8.3 陶瓷材料	179
8.3.1 陶瓷材料的结构	179
8.3.2 传统陶瓷	180
8.3.3 特种陶瓷	180
阅读材料 新型超导材料	182

8.4 建筑材料	182
8.4.1 水泥	183
8.4.2 玻璃	183
8.4.3 石膏	184
8.4.4 石灰	185
8.4.5 水玻璃	186
8.5 纳米材料	187
8.5.1 纳米材料的特性	187
8.5.2 纳米微粒的制备方法	187
8.5.3 纳米材料的应用	188
阅读材料 DNA 纳米分子计算机	189
8.6 液晶材料	190
8.6.1 液晶材料的概念与分类	190
8.6.2 液晶材料的应用	191
8.7 新材料的发展趋势	192
8.7.1 材料的复合化	192
8.7.2 材料的智能化	192
8.7.3 材料的低维化	193
8.7.4 信息材料的多功能集成化	193
阅读材料 纳米武器	193
思考题	194
第9章 化学与日常生活用品	196
9.1 合成洗涤剂	196
9.1.1 表面活性剂	196
9.1.2 助洗剂	197
9.1.3 漂白剂	197
9.1.4 荧光增白剂	198
9.1.5 泡沫稳定剂	198
9.1.6 污垢悬浮剂	198
9.1.7 酶	198
9.1.8 填充剂	198
阅读材料 吸烟为什么会危害健康	198
9.2 化妆品	199
9.2.1 概述	199
9.2.2 膏霜类化妆品	202
9.2.3 香水类化妆品	204
阅读材料 防腐剂与健康	205
9.2.4 香粉类化妆品	207
9.2.5 面膜	207
9.2.6 毛发用化妆品	208
9.3 口腔卫生用品	211

9.3.1	牙膏类	211
9.3.2	牙粉类	212
9.3.3	含漱水类	212
	阅读材料 胃的化学作用	212
	情急之下发明了肥皂	213
	思考题	214
第 10 章	化学与能源	215
10.1	能源的概念和分类	215
10.2	化石燃料能源	216
10.2.1	石油和天然气	216
10.2.2	煤	217
	阅读材料 可燃冰	218
10.3	化学电源	219
10.3.1	一次电池	219
10.3.2	蓄电池	219
10.3.3	燃料电池	220
10.4	氢能源	221
10.4.1	氢能源的特点	221
10.4.2	解决氢能源的关键问题	222
10.5	核能源	223
10.5.1	核能的释放	223
10.5.2	核能源的应用	224
	阅读材料 热中子反应堆与快中子反应堆	224
10.6	太阳能	225
10.6.1	太阳能	225
10.6.2	太阳能的利用	226
10.7	生物能	227
10.7.1	生物能的概念	227
10.7.2	生物能的利用	227
	阅读材料 太阳能电池原理	228
	思考题	231
第 11 章	化学与环境	232
11.1	环境污染概论	232
11.1.1	全球环境面临的问题	232
11.1.2	产生环境污染的主要原因	233
11.1.3	人类对待污染的对策	235
11.2	大气的污染与防治	235
11.2.1	大气中主要污染物及其危害	235
11.2.2	大气污染的控制与防治	237
11.3	水体污染与防治	237
11.3.1	水中的主要污染物及危害	238

11.3.1 阅读材料 臭氧洞的形成原因	239
11.3.2 废水防治	240
11.4 固体废物的处理与利用	242
11.4.1 固体废物	242
11.4.2 固体废物的处理	242
11.5 绿色化学化工及其发展的趋势	242
11.5.1 从化学原理和工艺消除化学品对环境的污染	243
11.5.2 化工污染治理	243
11.5.3 绿色化学化工技术及发展的趋势	243
思考题	245
第12章 化学与生命	247
12.1 氨基酸	247
12.1.1 阅读材料 人造血液	249
12.2 蛋白质	250
12.2.1 蛋白质的元素组成	250
12.2.2 蛋白质的分子组成	250
12.2.3 蛋白质的结构	250
12.2.4 与蛋白质空间结构有关的化学键	251
12.2.5 蛋白质的变性作用	252
12.3 糖	253
12.3.1 阅读材料 玉米的退化与“卡介苗”	254
12.3.2 动物世界里的“化学战”	254
12.4 酶	255
12.4.1 酶的化学本质	255
12.4.2 酶的命名与分类	256
12.4.3 酶的活性中心与特性	257
12.4.4 影响酶促反应的因素	257
12.4.5 金属离子与酶	258
12.4.6 阅读材料 人兽混合胚胎	258
12.5 核酸	258
12.5.1 核酸的结构与组成	258
12.5.2 核酸与基因的遗传信息传递	260
12.6 化学元素与生命	260
12.6.1 生物体中的化学元素	260
12.6.2 几种必需元素的主要功能	261
12.6.3 微量元素与人体健康	262
12.7 基因工程简介	263
12.7.1 DNA的重组技术——克隆	263
12.7.2 转基因食品	263
12.7.3 基因疗法	264
12.7.4 阅读材料 2007年诺贝尔生理学或医学奖——利用干细胞改造基因	264

CT 扫描仪	264
思考题	265
第三篇 基础化学实验	
一、怎样做好化学实验	266
二、常用的化学实验仪器	271
三、实验内容	271
(一) 化学物质制备	271
实验一 由废铁屑制备硫酸亚铁铵	271
实验二 由废铜屑制备硫酸铜	273
实验三 由废铝箔制备聚碱式氯化铝	274
(二) 化学物质的提纯与分离	275
实验四 氯化钠的提纯	275
实验五 离子交换法制纯水	277
阅读材料 量子效应测量重力	279
(三) 化学物质分析测定	280
实验六 溶液的配制和酸碱滴定	280
实验七 水总硬度的测定	282
实验八 分光光度法测定 $\text{Fe}(\text{II})$ 含量	283
(四) 科研创新训练实验	284
实验九 抗紫外纳米涂料的制备	284
网络查阅资料 (2) 利用网络检索与查阅资料	290
实验十 废锌锰干电池的回收利用	290
实验十一 由硫铁矿废渣制备聚合硫酸铁	294
实验十二 由石灰石制备过氧化钙	295
网络查阅资料 (3) 利用网络查阅专利数据	296
实验十三 太阳能集热涂料的制备	296
附录	299
附录 1 普通物理常数	299
附录 2 一些常用非推荐单位、导出单位与国际单位制 (SI) 的换算	299
附录 3 某些难溶电解质溶度积常数 (298.15K)	300
附录 4 常见物质在 298.15K 的热力学数据	301
附录 5 弱酸、弱碱的解离常数 (298.15K)	304
附录 6 某些配离子的标准稳定常数 (298.15K)	306
附录 7 一些常见物质的标准电极电势 (298.15K)	306
附录 8 一些化学资料查阅的常见网站	309
参考文献	310
元素周期表	312

第一篇 基础理论

第1章 化学热力学基础

在制备化学物质时，人们总是希望在理论上预先知道该化学反应能否如自己所想像的方向进行，如果能进行，需要什么样的条件（例如温度、压强）？这样就可以节省大量的时间、人力和物力。例如反应：



在常温常压下能否进行？如果不行，要在高温下还是在低温下才能进行？如果需要高温，那么在常压下大概需要多高温度才可以进行？

热力学能回答上述问题，这也是热力学的重要性及魅力所在。

1.1 基本概念

1.1.1 基本概念

(1) 体系和环境

为了研究的方便，把被研究的对象从其他物质中独立出来，这种独立出来的具有一定种类和一定质量的物质所组成的整体称为体系。而体系以外的其他部分称为环境。根据体系与环境的关系，热力学体系可分为三种：体系与环境之间既有物质交换，又有能量交换的体系称为敞开体系；体系与环境之间没有物质交换，只有能量交换的体系称为封闭体系；体系与环境之间既无物质交换，也无能量交换的体系称为孤立体系。

例如在一个敞口的保温瓶中装有一瓶热开水，瓶内的水除了与外界环境有热量交换外，还不断有水蒸发，故此时为敞开体系；如果用一块铁片盖住瓶口，瓶内的物质与外界不再进行交换，但仍然与外界有热量交换，此体系就成了一个封闭体系；如果将金属片换成一个隔热的塞子，此系统就接近一个孤立体系了。

(2) 状态和状态函数

体系的状态可由它的性质来确定，是体系的物理、化学性质的综合表现，是系统一切性质的总和。当体系处于一定状态时，这些性质具有一定的数值。

用来确定状态的物理量如 T 、 p 、 V 、 H 、 U 、 S 等，它们描述了状态的性质，故称为状态函数（state functions）。

状态一定，状态函数的值也一定，当体系的状态被改变时，状态函数的变化值只决定于体系的始态和终态，而与变化的途径（过程）无关。这是状态函数的一个十分重要的性质。

例如，在大气压 p 下，以两种方式将 1mol 水从 283K 加热到 303K ：途径①是将水由始态的 283K 直接加热到终态的 303K ；途径②是将水先从始态的 283K 冷却到 275K 后，再升温至 303K 。