

SPT

高等院校选用教材

工科类

教育部《高等教育面向21世纪教学内容和课程体系改革计划》研究成果

普通化学

西安交通大学

何培之 王世驹 李续娥 编

科学出版社

教育部《高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划》研究成果

高等院校选用教材

普通化学

西安交通大学

何培之 王世驹 李续娥 编

科学出版社

2001

内 容 简 介

本书是教育部组织实施的《化学系列课程教学内容和课程体系改革的研究与实践(非化工专业)》的研究成果之一。

编者以高中化学和物理大纲为起点,考虑到工科各专业的普遍性,将全书内容分为三部分:一是化学的基本原理;二是物质结构基础;三是与化学密切相关又为社会关注与环境、能源、材料及生命科学交叉的应用部分。本书共分八章,每章后都有问题和习题。正文后附的“阅读材料”可供感兴趣的学生参考和提高。

本书可作为非化工类工科各专业的教材,也可供有关技术人员参考和自学。

图书在版编目(CIP)数据

普通化学/何培之,王世驹,李续娥编. -北京:科学出版社,2001
(高等院校选用教材)

ISBN 7-03-008837-9

I. 普… II. ①何…②王…③李… III. 化学-高等学校-教材
IV. O6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 70663 号

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号
邮政编码:100717

北京双青印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2001 年 2 月第 一 版 开本: 787×960 1/16

2001 年 2 月第一次印刷 印张: 26 1/4 插页: 1

印数: 1—4 000 字数: 497 000

定价: 34.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换<环伟>)

前 言

本教材是依据工科化学课程教学指导委员会制定、原国家教育委员会（现为教育部）1995年颁布的《高等学校普通化学课程教学基本要求》和1999年工科普通化学课程教学指导小组讨论通过的《非化工类专业普通化学教学基本内容框架》来组织编写的；是教育部组织实施的《化学系列课程教学内容和课程体系改革的研究与实践（非化工类专业）》的研究成果之一。本教材适用于工科高校非化工类各专业。

非化工类的工科专业有无设置化学课程的必要，在工科教育界争论已久。近年来，随着素质教育的逐步加强，化学课程的教学形势已有很大的好转。联合国教科文组织早在1988年提出的国际合作研究项目中就已指出：数学、物理、化学和生物是一切学科的基础，也是进行科学、工程、医学、农业和科技专业教育的基础。无论从素质教育还是从与国际接轨的角度看，在高等学校开设有关的化学课程（普通化学、大学化学、工科化学或工程化学等）都是势在必行的。

在工科高校开设《普通化学》课程的教学目的在于：使学生熟悉现代化学的基本理论、基本知识，学会必要的基本操作；了解化学学科在促进社会发展和科技进步中的作用；认识化学与其他学科相互渗透和交叉的特点；运用化学理论和观点去审视公众关注的若干重大社会课题，把化学的方法和工程技术观点结合起来，正确认识与理解工程技术中有关的化学问题，并能和化学工作者共同解决。

具体讲，《普通化学》担负着三方面的任务：

第一，开设《普通化学》的直接目的，就是为学生今后的学习提供必要的化学基础。通过教学活动，使学生掌握或熟悉化学中的“三基”，认识化学学科的特点，从而对客观世界有更全面、更系统的认识，这无论对于学习工程技术理论和专业知识，或是掌握最新的科学技术成就，都是很有帮助的。显然，这也是素质教育的一个不可缺少的组成部分。

第二，工科高校的主要任务是培养和造就出大批“基础扎实、知识面广、能力强、素质高”的高级工程技术人才。一个现代科技工作者，如果缺乏较坚实而宽广的理论基础和实际知识，是难以胜任本职工作并有所发明创造的。《普通化学》就是这个基础的一部分。今日的化学已渗透到现代工程技术的每一领域中了。通过学习《普通化学》，使学生具备一定的分析和解决实际化学问题的能力，能正确认识和回答社会面临的各種重大课题，开阔眼界，活跃思想；如果需要钻

研与专业、科研或生产有关的化学知识，也就有了初步的基础。

第三，作为一门基础自然科学，化学的学习和研究方法是具有普遍意义的。《普通化学》对于培养学生正确的学习、研究方法和科学自然观和社会观，并逐步树立辩证唯物主义的世界观，也有一定的作用。

本教材以现行高中化学和物理教学大纲为起点。全书分为三大部分，即化学反应的基本原理、物质结构基础和与化学密切相关而又为社会关注的环境、能源、材料和生命科学交叉的应用部分。前两部分通过化学热力学、化学动力学和现代物质结构理论的简明阐述，使学生了解高等教育层次的化学原理和理论，大致明确化学的基本框架，是必讲必学内容，包括本书的第一至五章。第六至八章则分别是化学在能源、材料和生命科学中的应用，“环境”内容则分散在四处：第二、三章中分别介绍了废气、废水的防治，“固体废弃物的综合利用”和“可持续发展和绿色化学”分别放入第三、四章后的“阅读材料”中。这几章内容可供专业需要而选讲。设置“阅读材料”是本书的一大特色。

在讨论化学原理和结构理论，环境、能源、材料和生命科学内容时，本教材力图反映科技发展的新内容、新趋势，追踪前沿，开拓视野。

本教材由何培之、王世驹、李续娥编写。具体分工为：何培之（第一至四章、第七章），王世驹（第五、六章），李续娥（第八章）。本教材编写过程中得到西安交通大学教务处的的大力支持，编写时也曾参考了兄弟院校的教材和专著，在此一并深表谢忱。参考资料列于书末。

由于编者水平有限，书中难免有错误和不足之处，敬请读者和同行批评指正。

编 者

2000年3月于西安交通大学

目 录

第一章 化学反应中的能量关系	(1)
第一节 基本概念	(1)
一、系统与环境	(1)
二、状态与状态函数	(2)
三、反应进度	(3)
四、标准态	(3)
五、热力学能	(4)
第二节 焓与热化学定律	(5)
一、焓	(5)
二、焓的性质	(6)
三、反应热的测量	(6)
四、热化学定律	(8)
五、热化学定律的应用	(9)
第三节 熵与熵变	(15)
一、自发过程的特征	(15)
二、混乱度和熵	(16)
第四节 Gibbs 函数	(19)
一、Gibbs 函数判据	(19)
二、Gibbs 函数的物理意义	(19)
三、化学反应的 Gibbs 函数变	(21)
四、化学反应的标准 Gibbs 函数	(23)
五、Gibbs 函数的应用	(27)
问题	(32)
习题	(33)
【阅读材料】等离子体化学及其应用	(35)
第二章 化学平衡和化学反应速率	(39)
第一节 化学平衡	(39)
一、分压定律	(39)
二、非标准态反应 Gibbs 函数变 $\Delta_r G$ 的表达式	(40)

三、化学平衡的特征	(41)
四、平衡常数	(42)
五、多重平衡法则	(44)
第二节 化学平衡系统的计算	(46)
一、标准平衡常数的计算	(46)
二、平衡系统中各物质的量及转化率的计算	(48)
三、化学平衡的移动	(50)
第三节 化学反应速率	(54)
一、化学反应速率的表示方法	(54)
二、浓度对化学反应速率的影响	(56)
三、温度对化学反应速率的影响	(60)
四、催化剂对反应速率的影响	(64)
第四节 几类特殊的化学反应	(68)
一、多相反应	(68)
二、链反应	(69)
三、光化学反应	(70)
第五节 大气污染及其防治	(73)
一、大气污染	(73)
二、大气的主要污染物	(74)
三、综合性大气污染	(77)
四、大气污染的防治	(80)
问题	(81)
习题	(82)
【阅读材料】照相化学简介	(84)
第三章 溶液与胶体	(88)
第一节 水溶液	(88)
一、水的特性	(88)
二、稀溶液通性	(90)
三、水的离解和溶液的 pH 值	(94)
四、单相离子平衡	(96)
第二节 多相离子平衡	(100)
一、溶度积	(100)
二、溶度积规则	(101)
三、溶度积的应用	(102)

第三节 配位平衡	(104)
一、基本概念	(104)
二、配离子的离解平衡	(106)
三、配合物的应用	(108)
第四节 水的污染和水处理	(111)
一、自然界中的水体	(111)
二、水的污染	(112)
三、水的软化与净化	(114)
四、工业废水的处理	(116)
第五节 胶体溶液	(118)
一、扩散双电层理论	(119)
二、溶胶粒子的结构	(119)
三、溶胶的聚沉	(120)
四、表面活性剂的结构、性质及应用	(121)
问题	(124)
习题	(125)
【阅读材料】固体废弃物的综合利用	(126)
第四章 电化学基础	(130)
第一节 原电池	(130)
一、氧化还原反应	(130)
二、原电池	(131)
三、电极电势	(134)
四、Nernst 方程式	(138)
第二节 原电池热力学	(140)
一、可逆电池	(140)
二、电池电动势与反应 Gibbs 函数变	(141)
三、氧化还原反应中的化学平衡	(142)
四、电极电势的应用	(143)
第三节 电解与电化学技术	(147)
一、电解装置与原理	(147)
二、电解产物的判断	(147)
三、电化学技术	(150)
第四节 金属的腐蚀与防护	(154)
一、化学腐蚀	(154)

二、电化学腐蚀	(155)
三、金属的防蚀	(158)
问题	(161)
习题	(162)
【阅读材料】可持续发展和绿色化学	(164)
第五章 物质结构基础	(167)
第一节 原子结构的近代概念	(167)
一、波粒二象性	(167)
二、波函数的物理意义	(168)
三、测不准原理	(169)
四、微观粒子的运动方程——薛定谔方程	(169)
五、概率密度和电子云	(170)
* 六、波函数的空间图像	(171)
七、核外电子的运动状态——四个量子数	(173)
八、多电子原子中轨道的能级	(176)
第二节 核外电子的排布和元素周期律	(178)
一、核外电子排布的规则	(178)
二、各周期元素原子的电子构型	(179)
三、原子结构与周期表的关系	(181)
四、元素性质的周期性	(182)
第三节 化学键和分子构型	(191)
一、离子键	(191)
二、共价键	(194)
三、分子的空间构型	(201)
第四节 分子间力和氢键	(207)
一、分子的极性和变形性	(207)
二、分子间力	(209)
三、氢键	(211)
四、超分子体系与超分子化学	(212)
第五节 晶体结构	(215)
一、晶体与非晶体	(215)
二、晶体的内部结构	(216)
三、晶体的基本类型及特性	(217)
第六节 实际晶体	(224)

一、点缺陷	(225)
二、非整比化合物	(225)
三、离子型固溶体	(226)
问题	(226)
习题	(228)
【阅读材料】元素周期表的展望	(231)
宝石与激光材料	(233)
第六章 化学与能源	(234)
第一节 能源概述	(234)
一、能源的基本概念	(234)
二、几种主要能源	(235)
三、我国的能源状况	(236)
四、热机效率	(237)
五、能源与环境	(237)
第二节 煤	(237)
一、煤的组成与结构	(237)
二、煤的气化	(240)
三、煤的干馏	(241)
四、煤的液化	(242)
五、煤的综合利用	(243)
第三节 石油和天然气	(244)
一、石油和天然气的形成和成分	(245)
二、石油的炼制	(245)
三、石油化工	(248)
第四节 化学电源	(251)
一、电池概述	(251)
二、原电池(一次电池)	(251)
三、蓄电池(二次电池)	(253)
四、贮备电池	(255)
五、燃料电池	(256)
第五节 核能	(257)
一、核裂变能源	(258)
二、增殖反应	(261)
三、核聚变能源	(261)

第六节 氢能	(263)
一、氢能概念	(263)
二、氢气的发生与生产	(263)
三、氢的输送与贮存	(265)
四、氢化学能的利用	(267)
第七节 太阳能	(269)
一、太阳能概述	(269)
二、太阳能热利用	(270)
三、太阳能的热贮存	(271)
四、太阳电池	(272)
第八节 生物质能	(272)
一、生物质能概述	(272)
二、光合作用	(273)
三、生物质燃烧技术	(274)
四、生物质气化	(274)
五、沼气制取与应用	(275)
六、生物质液化	(276)
问题	(277)
习题	(278)
【阅读材料】能源的希望——天体运动的巨大能量	(279)
揭开光合作用之谜	(281)
第七章 化学与工程材料	(283)
第一节 材料性能的内在依据	(283)
一、材料的重要性和分类	(283)
二、材料的组成、结构与性能	(284)
三、工程材料与元素周期表	(287)
第二节 金属材料	(290)
一、金属的存在和冶炼	(290)
二、金属元素	(292)
三、合金	(293)
四、常用合金	(294)
五、特种合金	(296)
六、贮氢材料	(299)
七、非晶态金属	(300)

第三节 无机非金属材料	(301)
一、无机非金属材料的制备	(301)
二、半导体材料	(302)
三、高技术晶体材料——BGO	(306)
四、硅酸盐材料	(306)
五、精细陶瓷材料	(310)
第四节 有机和高聚物材料	(316)
一、重要有机化合物	(316)
二、有机高聚物概述	(318)
三、重要有机高聚物	(326)
第五节 复合材料	(335)
一、概述	(335)
二、颗粒增强复合材料	(336)
三、纤维增强复合材料	(337)
第六节 材料的设计	(338)
问题	(340)
习题	(341)
【阅读材料】纳米材料	(343)
第八章 化学与生命科学	(347)
第一节 蛋白质、酶	(347)
一、蛋白质	(347)
二、酶	(355)
三、蛋白质的应用与现实生活	(357)
第二节 脱氧核糖核酸(DNA)与基因工程	(358)
一、核酸的化学组成	(358)
二、DNA 的结构及 DNA 的复制	(360)
三、DNA 携带的遗传信息与遗传性状	(362)
四、遗传工程或基因工程	(364)
第三节 药用植物有效成分及药物设计	(366)
一、药用植物有效成分	(366)
二、药物设计	(368)
第四节 微量元素与人体健康	(372)
一、微量元素概述	(372)
二、若干微量元素与人体健康	(374)

三、其他微量元素与健康	(378)
四、人体宏量金属元素简介	(379)
第五节 化学仿生学	(383)
一、生物反应器	(383)
二、生物传感器和生物计算机	(384)
三、昆虫信息素与害虫防治	(387)
问题	(389)
习题	(390)
【阅读材料】常用药物简介	(390)
附录	(396)
一、一些基本常数	(396)
二、一些物质的标准热力学数据	(396)
三、若干弱酸和弱碱的标准解离常数	(399)
四、若干难溶电解质的溶度积(25℃)	(399)
五、若干配离子的标准不稳定常数(25℃)	(399)
六、标准还原电势(水溶液, 298K)	(400)
参考文献	(402)
主题索引	(403)

第一章 化学反应中的能量关系

化学反应进行时,常伴有能量的变化。例如,煤的燃烧会释出大量的热;在空气中点燃镁条,会放出热量和眩目的白光;人们可从干电池的化学变化中获得电能,等等。可见,能量概念在化学研究中占有相当重要的地位。原子中电子能量的不同,是导致元素化学活性不同的根本原因;讨论化学反应中的能量变化,还可使人了解,一个特定的化学反应通常的情况下是吸热或是放热?反应朝哪一方向进行?可以进行到什么程度?总之,可对一个化学反应中的能量转化和方向、限度等问题做出判断。

第一节 基本概念

一、系统与环境

众所周知,自然科学所研究的对象是千变万化、丰富多彩的自然界,其中各种事物,各个部分是始终不断相互影响并相互联系的。但为研究问题的方便,需先确定研究对象的范围和界限,亦即将某一部分物体或空间,人为地和自然界的其余部分分离开,作为研究的重点。被划出来作为研究对象的这部分物体或空间,称为系统。系统以外的其他部分,则称为环境。实际上,环境通常是指与系统有相互影响的有限部分。在图 1-1 中一个装有盐酸溶液的烧杯中,投入锌粒,如果只研究锌在盐酸溶液中发生的化学变化,那么,系统就是放有锌粒的盐酸溶液,液面上的空气、烧杯及其外部空间,就都是环境。

系统与环境间往往要进行物质和能量的交换而发生联系。按交换情况的不同,系统可分为三种类型:

①敞开系统 系统与环境间既有物质交换又有能量交换。图 1-1 中锌和盐酸的系统,就是敞开系统的实例。系统中产生的氢气逸出,进入环境;反应还要放出热量,即系统放热,环境吸热。

②封闭系统 系统与环境只交换能量而没有物质交换。把锌粒和盐酸溶液放到密封容器中组成的系统,就是封闭系统。这是最常见的一种系统。

③孤立系统 系统与环境间既无物质交换也无能

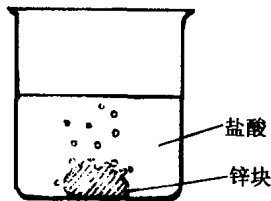


图 1-1 系统和环境图例

量交换。显然,这只是科学上的抽象,严格意义上的孤立系统是没有的,它只能近似地体现。例如,上述装有锌粒和盐酸的封闭体系,如果绝热很好,且忽略其重力和电磁场的影响,则可近似地当作孤立体系。

系统还有一种分类法。一个系统中,任何具有相同物理、化学性质的均匀部分,叫做系统的相。在不同的相间,有明显的界面,一般可用机械方法将它们分开。只有一个相的系统,称单相系统或均匀系,具有两个或两个以上的相的系统,叫多相系统或不均匀系。气体物质及其混合物,一般为均匀的单相;液体物质,如相互溶解,则形成一个相;如互不相溶,混合时,则形成由明显界面分开的两个液相,前者如酒精与水,后者如四氯化碳和水的情况。固态物质较为复杂,它有晶态和非晶态之分,晶态中又有多种结构,分属不同的相。碳的三种同素异形体为:石墨、金刚石和 C_{60} ,则为3个相。同一物质(如水),在不同的温度下,会有不同的相。实验表明,在273.16K、610.62Pa时,冰、水、水蒸气三相长期共存,该温度和压力条件,常被称为水的“三相点”。

二、状态与状态函数

描写一个系统,必须确定它的一系列物理、化学性质,例如温度、压力、重量、体积、组成、能量和聚集态等,这些性质的总和,就决定了系统的状态。例如,理想气体的状态,通常可用 p 、 V 、 T 和 n 四个物理量来描写,其函数形式就是理想气体状态方程式 $pV=nRT$ 。当这些性质确定时,系统即处在一定的状态;反之,当系统状态一定,系统的所有性质也都有确定值。如其中任一性质有了改变,系统的状态就会发生变化。变化前的状态,常称为“起始状态”(始态);变化后的状态,则称为最终状态(终态)。

描写系统状态的宏观性质,称为状态函数,系统的状态一定,状态函数的数值就有一个相应的确定值。如果状态发生变化,只要终态(X_2)和始态(X_1)一定,那么状态函数的变化值(ΔX)就只有唯一的数值($\Delta X = X_2 - X_1$),不会因始态至终态所经历的具体过程不同而改变。这是状态函数的重要特性。温度、压力和体积等,都是状态函数的实例。

势能是状态函数的又一例子。势能 mgh 在物体质量 m 一定时,只取决于它所处的高度 h ,其变化值只决定于终态和始态的高度之差 Δh ,而不依赖于用什么方式,沿什么途径从一个高度变到另一个高度。换言之,势能的变化值,是与变化过程无关的量,只要终态和始态一定,它就是一个确定的值。

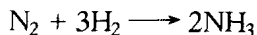
系统发生变化的经过,称热力学过程。有各种不同的过程,若在整个过程中,温度恒定,就叫恒温过程;过程中系统的压力不变,并等于环境的压力,就称为恒压过程。在恒容过程中,系统的体积保持不变;如果在过程进行中,系统始终处于平

衡状态,则称为准静态过程。显然这是一种理想化的过程,但可认为这种过程是一种无限缓慢进行的极限情况。

三、反应进度

反应进度是用来描述某一化学反应进行程度的物理量,它具有与物质的量相同的量纲,SI 单位为 mol,用符号 ξ 表示。

化学反应中反应物(消耗)的量或生成物(增加)的量可根据反应方程式的计量系数与生成物量的变化进行相互换算。如在下列反应中:



系统中,如 N_2 消耗 1mol, H_2 即消耗 3mol,生成物 NH_3 则增加 2mol。因此,用不同的反应物或生成物“物质的量”的变化来表示化学反应进行程度的数值各异,在使用上带来不便。

人们将反应系统中任何一种反应物或生成物在反应过程中物质的量的变化 Δn_B 与该物质的计量系数 ν_B 的商定义为该反应的反应进度。

$$\xi = \Delta n_B / \nu_B$$

为使反应进度的值统一为正值,规定化学计量系数反应物的为负值,生成物为正值。根据这一定义,反应进度只与化学反应方程式的写法有关,而与选择系统中何种物质来表达无关。

上述合成氨反应,当反应进行某阶段,若刚好消耗 0.6mol H_2 (即 $\Delta n(\text{H}_2) = -0.6\text{mol}$),按反应方程式可知,应有 0.2mol N_2 消耗 [$\Delta n(\text{N}_2) = -0.2\text{mol}$],同时有 0.4mol 的 NH_3 生成,根据反应进度定义得:

$$\xi = \Delta n(\text{H}_2) / \nu(\text{H}_2) = \frac{-0.6\text{mol}}{-3} = 0.2\text{mol}$$

$$\xi = \Delta n(\text{N}_2) / \nu(\text{N}_2) = \frac{-0.2\text{mol}}{-1} = 0.2\text{mol}$$

$$\xi = \Delta n(\text{NH}_3) / \nu(\text{NH}_3) = \frac{0.4\text{mol}}{2} = 0.2\text{mol}$$

可见,无论选用系统中何种物质表示该反应的反应进度均为 0.2mol。亦即反应已达到消耗 0.6mol H_2 和 0.2mol N_2 ,生成了 0.4mol NH_3 的程度。

显然, $\xi = 0, \Delta n_i = 0$ 表示反应尚未开始;

$\xi = 1, \Delta n_i = \nu_i$ 表示每个反应物已有 ν_i mol 消耗,而每个生成物已有 n_i mol 生成。

四、标准态

由于化学反应中能量变化受外部条件的影响,因此为了确定一套精确的热力

学基本数据,国际上规定了物质的热力学标准状态,简称标准态。

国际标准中规定 100.0kPa 为标准压力¹⁾,用 $p^\ominus$ 表示,再进一步规定各种系统的热力学标准态。对于气相系统,每种气态物质的压力均处于标准压力时,即为标准态;对液体和固体物质,其标准态是纯液体和固体中最稳定的晶态。处于标准压力下的理想溶液,浓度为标准浓度 $c^\ominus = 1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 时的状态,即为该溶液的标准态。标准态没有特别指明温度,通常用的是 298.15K(可近似为 298K)的数值,可不必指出。如为其他温度,则需在右下角标出该温度数值。

对于某一化学反应,反应中各物质均处于标准态下,只要反应物和生成物的温度相同(298K 可略去,其他温度则需指明),状态函数的变化值 ΔX (即终态 X_2 与始态 X_1 之差),称为该状态函数的标准变化值。

五、热力学能

能量是系统做功和放热的潜在能力。它可以表现为各种具体形式,常见的有机械能、电能、光能、化学能和核能等等。每种能量之间可按精确的关系相互转化或传递,但不能消灭也不能再生。每种运动状态对应着一个确定的能量值,换言之,能量是状态的单值函数,其变化值只取决于变化的终态和始态,而与变化的途径无关。

热力学第一定律(或称能量守恒定律)的数学式可写为:

$$\Delta U = U_2 - U_1 = Q + W \quad (1-1)$$

其中 U_1, U_2 分别表示系统变化前后两个状态的热力学能(或称内能)。热力学能是系统中内部能量的总和,其确切的数值,人们尚无法知道。但热力学所感兴趣的并不是系统热力学能的绝对值,而是该系统在变化过程中吸收或释放了多少能量,亦即其变化值 ΔU 。 Q 和 W 分别表示变化过程中系统与环境传递或交换的热量 and 功。

式(1-1)中明确将能量传递或交换的形式分为热和功。热是由于系统间的温差,功则是因系统间的力差,而引起的能量传递。热和功有两点是相同的:第一,热和功都是能量,在系统获得能量后,便不再区分为热或功;第二,热和功都不是系统的状态函数,它们是与过程相联系的物理量,不能说某系统内含有多少热或多少功,但却可以说系统在某过程吸收(或放出)多少热或做了多少功。例如,273K(0℃)的水,可用恒温吸热的方式,也可用在绝热容器中机械搅动以消耗功的方式,

1)原定的标准是处于 $1.01325 \times 10^5 \text{Pa}$ 压力下的凝聚相物质,现据国际纯粹与应用化学联合会(IUPAC)于 1982 年决定以 100.0kPa 作为新的标准态压力。这一变动会给纯物质的热力学数据产生一定的影响,本书将忽略这些极小的影响。书后附录二至六中所列数据仍是原定标准的测定值。