

高等
师专
教材



无机化学 上册

主 编 宗 盟

华东师范大学出版社

无机化学
第五版
下册



无机化学

第五版

高等教育出版社

高等师专教材

无机化学

(上册)

主 审 梅若兰 李静贞

主 编 宗 盟

副 主 编 潘润身

编写人员 (按姓氏笔画为序)

吉锦盛 苏友义 宗 盟

华东师范大学出版社

高等师专教材
无机化学
(上册)
宗 盟 主编

华东师范大学出版社出版

(上海中山北路 3663 号)

新华书店上海发行所发行 上海群众印刷厂印刷

开本: 850×1168 1/32 印张: 13 插页: 1 字数: 335 千字

1991 年 3 月第一版 1991 年 3 月第一次印刷

印数: 001—4700 本

ISBN7-5617-0641-3/N·048 定价: 4.05 元

出版说明

我国高等师范专科学校长期以来没有一套适合自己要求的、比较系统和完整的教材。1986年,我们受国家教委有关部门的委托,与华东地区福建、江西、浙江、江苏、安徽、山东六省教育委员会协作,组织编写一套供华东地区高等师范专科学校使用的教材。这套教材包括中文、历史、政治教育、外语、数学、物理、化学、地理等八个专业的主干课程和公共课程,共五十余种。从今年下半年开始陆续出版,计划到明年年底出齐。

为了组织编写这套教材,华东各省教委和我们对各师专的教学、科研、师资、教材和教育改革等情况,作了广泛的调查,在此基础上,又对编写这套教材的目的要求,人员组织,协作方式,具体步骤等,进行了深入细致的研究。各地师专的领导和广大教师都热烈支持,都把本校具有学科优势又有丰富教学经验和较高学术水平的教师推荐为这套教材的主编或编写成员,这对于保证这套教材在较高程度上反映当前华东地区师专教学和科研的新水平,起了十分重要的作用。

在编写的指导思想和具体实践上,我们力求使这套教材具有以下特点:

一、坚持以马列主义、毛泽东思想为指导,注意培养学生科学的世界观和人生观,培养他们为社会主义的四个现代化,特别是为教育事业的献身精神和为人师表的高尚品德。但这些又不是作空洞的说教,而是寓于教材的具体内容之中。

二、严格以新的师专教学计划和教学大纲为依据,坚持立足于师专这个特定层次上,从师专的培养目标和教学实际出发,教材内容的深度、广度乃至篇幅,都要充分体现培养初中教师的要求,

坚决防止跨越师专层次,盲目攀比、随意拔高的偏向。

三、贯彻理论联系实际的原则,系统阐述本门课程的基本理论、基本知识和基本技能。要吸收科学上的新成果,具有时代的先进性。要贯彻百花齐放、百家争鸣的方针,对不同学派的意见,选择一种能被多数人接受的意见作为基础,同时也介绍不同观点的意见。要充分注意学生思维能力、自学能力和表达能力的培养。

四、力求反映华东地区师专教育改革状况和教学、科研水平,以便更好地适应华东地区师专的教学需要。同时还注意反映华东地区政治、经济、历史、文化、改革开放、风土人情的特点,以为地方经济建设服务。

这套教材不仅可作为华东地区的师专教材,也可供其他地区的师专选用,还可供在职的初中教师学习和参考。

当把这套教材奉献给读者时,我们首先要向为此而作出重大指导和积极支持的国家教委和华东各省教委的有关同志,向为此而付出辛勤劳动的各师专的负责同志,和所有参加编写的教师以及许多热心帮助的同志,致以衷心的感谢。

组织编写和出版师专教材,在我们还属首次,由于实际经验和思想水平等的限制,其中缺点、错误在所难免,诚恳欢迎师专广大师生和其他读者批评指正。

华东师范大学出版社

序 言

由盐城师专等四所师专的五位老师编写,宗盟老师主编的这本无机化学教材,的确体现了编者在后记中提到的三个注意点:(1)起点适当,能针对师专学生水平循序渐进。(2)有一定的深度。(3)能联系生产、生活及初中化学教学实际。

为适应二、三年制师专教学的需要,编者在某些概念及理论的阐述上(如原子量标准的衍变)比较详尽并体现了编者的教学经验;在理论部分及无机物知识的介绍方面保留了本学科最必要的内容,也注意了知识更新。本教材符合《全国二年制高等师范专科学校无机化学教学大纲》的要求,篇幅也比较适中,可作为二、三年制师专化学专业教学用书。

我们深信,这本教材在广大师生试用的基础上将会不断地得到充实以臻完善。

梅若兰

李静贞

常用的单位换算因数

$$1\text{cm} = 10^8 \text{ \AA} = 10^7 \text{ nm} = 10^{10} \text{ pm}$$

$$1 \text{ 波数}(\text{cm}^{-1}) = 1.19630 \times 10^5 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} = 1.986 \times 10^{-23} \text{ J}$$

$$1\text{g} = 6.025 \times 10^{23} \text{ mu}(\text{原子质量单位})$$

$$1\text{u}(\text{mu}) = 1.492 \times 10^{-10} \text{ J}$$

$$1\text{atm} = 1.01325 \times 10^5 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2} = 1.0332 \times 10^4 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$$

$$1\text{L} \cdot \text{atm} = 9.869 \times 10^{-3} \text{ J}$$

$$R(\text{气体常数}) = 0.08206 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \text{mol}^{-1}$$

$$= 62363 \text{ mmHg} \cdot \text{ml} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$1\text{Cal} = 4.186 \text{ J}(\text{国际单位}) = 4.184 \text{ J}(\text{热力学单位})$$

$$1\text{erg} = 9.9997 \times 10^{-8} \text{ J}(\text{国际单位})$$

$$= 2.3901 \times 10^{-11} \text{ kCal}$$

$$1\text{K} = 8.6171 \times 10^{-5} \text{ eV}$$

$$1^\circ\text{C} = \text{K} - 273.15$$

$$1 \text{ D} = 3.334 \times 10^{-30} \text{ C} \cdot \text{m}$$

$$1\text{C} = 2.997925 \times 10^9(\text{静电单位}) = 0.1(\text{电磁单位})$$

$$= 1\text{A} \cdot \text{S}$$

$$1\text{eV} = 1.6021 \times 10^{-19} \text{ J} = 1.07356 \times 10^{-9} \text{ mu}$$

$$= 11604.50(36) \text{ K} = 96.4905 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$= 8065.8 \text{ cm}^{-1}$$

$$1\text{B. M.} = 9.274 \times 10^{-24} \text{ A} \cdot \text{m}^2$$

目 录

绪论	1
第一章 化学基本概念和气体定律	7
第一节 化学基本概念	7
一、原子、分子和基本粒子	7
二、元素、核素和同位素	11
三、原子量、分子量和式量	14
第二节 国际单位制 摩尔	19
一、国际单位制(SI)简介	19
二、物质的量及其单位——摩尔	21
三、摩尔质量	22
第三节 气体定律	23
一、理想气体状态方程式	23
二、混合气体的分压定律和分体积定律	25
三、气体扩散定律	30
*四、气体定律的偏差和修正	31
习题	33
第二章 氢 水 溶液	35
第一节 氢	35
一、氢的存在和制备	35
二、氢的性质和用途	37
三、氢化物	39
*四、氢能源简介	39

带*号的系阅读教材。

第二节 水	41
一、水的组成、结构和性质	41
二、水的净化	45
三、水的污染及防治	48
四、重水	49
第三节 溶液	50
一、分散系	50
二、溶液浓度及其表示法	52
三、非电解质稀溶液的通性	54
第四节 胶体	61
一、胶体的制备	61
二、胶体的主要性质	61
三、胶粒的结构及凝聚	62
四、高分子溶胶	64
习题	64
第三章 化学热力学初步知识	67
第一节 热力学第一定律	67
一、热力学常用术语	67
二、热力学第一定律	69
第二节 热化学	71
一、焓和焓变	71
二、热化学和盖斯定律	72
三、几种热效应和反应热的计算	75
第三节 化学反应的方向	80
一、过程的自发性	80
二、自由能和自由能变	81
三、熵的初步概念	85
四、吉布斯——亥姆霍兹方程式	89
习题	93

第四章 化学平衡	96
第一节 可逆反应和化学平衡	96
一、可逆反应	96
二、化学平衡	96
第二节 平衡常数	98
一、平衡常数	98
二、平衡常数和自由能变的关系	103
三、有关平衡常数的计算	104
第三节 化学平衡的移动	109
一、浓度对化学平衡的影响	110
二、压力对化学平衡的影响	112
三、温度对化学平衡的影响	114
四、勒夏特利原理	115
习题	116
第五章 电解质溶液和电离平衡	120
第一节 强电解质和弱电解质	120
一、电解质的分类	120
二、电离度	120
三、强电解质溶液	122
第二节 水的电离和溶液的 pH 值	124
一、水的电离和离子积常数	124
二、溶液的 pH 值及其计算	125
三、酸碱指示剂	127
第三节 弱酸、弱碱的电离平衡	129
一、一元弱酸、弱碱的电离平衡	129
二、同离子效应和盐效应	131
三、多元弱酸的电离平衡	135
第四节 缓冲溶液	138
一、缓冲溶液及其作用原理	138

二、缓冲溶液的配制及应用	142
第五节 盐类的水解	144
一、盐类的水解	144
二、水解常数及盐溶液的 pH 值	145
三、水解平衡的移动及应用	149
第六节 沉淀溶解平衡	150
一、难溶电解质的溶度积	150
二、沉淀的生成和溶解	152
三、分步沉淀和沉淀的转化	157
第七节 酸碱理论简介	160
一、酸碱的电离理论	161
二、酸碱的溶剂理论	161
三、酸碱的质子理论	162
四、酸碱的电子理论	164
习题	166
第六章 化学反应速度	171
第一节 化学反应速度	171
一、化学反应速度的表示法	171
二、化学反应速度的实验测定	172
第二节 化学反应速度理论简介	173
一、反应机理的概念	173
二、活化能的概念	174
三、反应速度理论简介	177
第三节 影响反应速度的因素	179
一、浓度对反应速度的影响	179
二、温度对反应速度的影响	186
三、催化剂对反应速度的影响	190
习题	194
第七章 原子结构和元素周期律	198

第一节 核外电子运动的特殊性	198
一、核外电子运动的量子化特征	198
二、核外电子运动的波粒二象性	204
第二节 核外电子运动状态的描述	207
一、波函数和原子轨道	207
二、几率密度和电子云	208
三、四个量子数	209
四、原子轨道和电子云的图形	212
第三节 原子核外电子排布和元素周期表	218
一、多电子原子的能级	218
二、核外电子排布	222
三、原子结构和元素周期律	228
第四节 元素的性质和原子结构的关系	232
一、原子半径	232
二、电离势	237
三、电子亲合势	240
四、元素的电负性	242
习题	245
第八章 化学键和分子结构 晶体	249
第一节 离子键	250
一、离子键的概念	250
二、离子的特征	251
三、离子型化合物生成过程的能量变化	254
第二节 共价键	257
一、现代价键理论	257
二、杂化轨道理论	266
三、分子轨道理论简介	271
第三节 金属键和键型过渡	278
一、金属键的“自由电子”理论	278

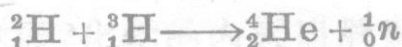
二、键型过渡·····	280
第四节 分子间作用力和氢键·····	280
一、分子的极性和偶极矩·····	280
二、分子间作用力·····	282
三、氢键·····	285
第五节 离子的极化·····	288
一、离子极化的概念·····	288
二、离子极化对化学键键型的影响·····	290
三、离子极化对化合物性质的影响·····	291
第六节 晶体·····	292
一、晶体特征和晶格类型·····	292
二、离子晶体·····	294
三、原子晶体·····	298
四、分子晶体·····	298
五、金属晶体·····	299
六、混合型晶体·····	302
习题·····	303
第九章 氧化还原反应·····	308
第一节 氧化还原反应的概念·····	308
一、氧化还原反应的概念·····	308
二、氧化还原方程式的配平·····	310
第二节 原电池和电极电势·····	315
一、原电池·····	315
二、电极电势·····	319
第三节 标准电极电势·····	320
一、标准氢电极和标准电极电势·····	320
二、电极的类型及标准电极电势表·····	323
三、标准电极电势表的应用·····	327
四、元素标准电势图及其应用·····	331

五、标准电极电势与金属活动性顺序表及电离势的关系	335
第四节 影响电极电势的因素	336
一、奈斯特方程式	337
二、奈斯特方程式的应用	339
第五节 氧化还原反应的应用	345
一、电解	345
二、化学电源	349
习题	352
第十章 空气 稀有气体	358
第一节 空气	358
第二节 稀有气体	360
*一、稀有气体发现简史	360
二、稀有气体的物理性质和用途	362
*三、稀有气体的存在和分离	364
四、稀有气体的重要化合物	365
五、稀有气体化合物的结构 价电子对互斥理论简介	369
习题	379
附录	381
一、一些基本物理常数	381
二、物质的热力学性质	383
三、弱酸、弱碱在水中的电离常数	387
四、难溶化合物的溶度积	390
五、标准电极电势	393
元素周期表	400

绪 论

自然科学研究永恒运动的物质世界，研究物质的各种运动形式。

化学研究的主要对象是物质的化学运动形式，也就是所谓化学变化(化学反应)。在化学变化的过程中，物质的组成发生了质变。但不能笼统地说凡是发生质变的变化都是化学变化。事实上在核裂变或核聚变的过程中，发生了粒子的质变，产生了新物质。例如：



但这些运动形式一般都纳入物理变化的范畴。所以不能只用有没有新物质产生来区分物理变化和化学变化，而应该具体分析质变的内容。在化学变化中发生的是分子组成或原子、离子等结合方式的质变。这种质变是由于分子中原子或离子的外层电子运动状态改变而引起的。在化学变化中，原子核的组成并没有发生变化，即没有产生新的元素。因此，化学变化是由于分子或原子、离子等内部电子运动状态改变而引起物质组成质变的一类变化。

化学变化是有条件的。能否发生化学变化决定于两个因素：参加反应物质的性质和反应的条件(温度、压力、浓度等)。只有同时满足这两个条件，化学变化才能发生。

物质的性质是由其内部结构决定的。研究化学变化必须了解物质的结构以及性质与结构的关系。

因为在化学变化过程中往往伴随着能量的吸收或释放，所以研究化学变化还必须了解变化与能量的关系。

由此可见，化学主要是在分子、原子或离子等层次上研究物质

的组成、结构、性质及其变化规律和变化过程中能量关系的科学。

和其它科学一样,化学的形成和发展,也是由生产决定的。

大约在公元前 3000 年,在化学的发展史上开始了以实用化学工艺为特征的所谓“实用时期”。在这个时期,我国的青铜冶炼技术已有很大发展,在炼铁技术发展的基础上,炼钢技术也已出现;埃及已能制造玻璃、染料,冶炼贵金属;巴比伦已能从矿石中提炼铁、铜、银、铅。在这个时期,哲学家对宇宙如何构成的问题进行了很多探索。我国的阴阳五行说认为,宇宙万物皆由金、木、水、火、土五种元素组成;古希腊亚里斯多德(Aristotle)以四种“原性”(热、冷、干、湿)作为自然界最原始的性质,把它们成对地组合起来,得到四种元素:火、气、水、土。宇宙万物皆由这四种元素组成。如果把“原性”取出或放入,火、气、水、土四元素之间可以相互转化。这些哲学思想,全凭主观臆断,缺乏实验根据,在化学的发展中并没有起多少积极作用。

随后,化学进入了“炼丹时期”。作为近代化学先驱的炼丹术,始创于我国,后传于西方。当时人们的化学知识极其有限,炼丹家的主要活动是分解复杂的物质以制取较简单的物质。在炼丹过程中,炼丹家们掌握了蒸馏、升华、热分解、置换等实验技术,设计制造了有关的仪器装置,使用、研究了许多无机物质,积累了不少化学知识。但由于炼丹家们仍以“原性说”为哲学基础,他们的主要目的是为封建统治者制造“长生不老药”或能把一般金属变为黄金的“哲人石”,既脱离生产,又带上浓厚的迷信色彩,所以他们的工作没有取得很大的进展。与此相反,与生产实践相结合的化学工艺,在炼丹时期却取得了辉煌的成就。我国发明的造纸、火药和瓷器都是这一时期的产物。

16 世纪,炼丹术开始向有实用意义的医药化学的方向发展。在公元 1500~1700 年间,形成了以医药化学为特征的“制药时期”。尽管医药化学的哲学思想并没有超越“原性说”的影响,但由于面向实际,还是取得了迅速的发展。在这一时期,英国化学家波