

高等学校教材

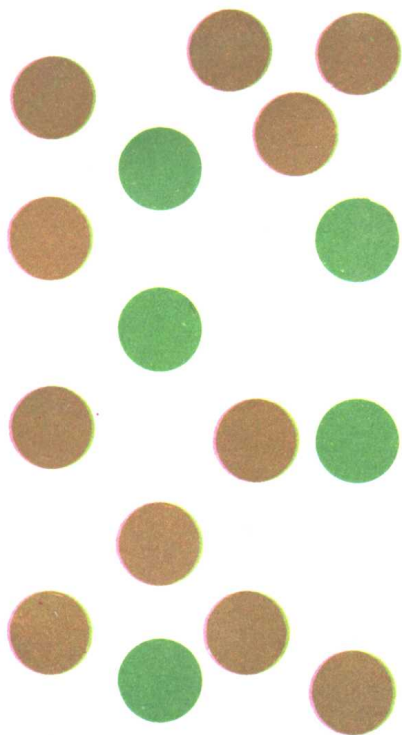
无机化学

上册
(第三版)

北京师范大学

华中师范大学 无机化学教研室 编

南京师范大学



高等教育出版社

高等学校教材

无机化学

上册

(第三版)

北京师范大学

华中师范大学 无机化学教研室 编

南京师范大学

高等教育出版社

高等学校教材

无机化学

下册

(第三版)

北京师范大学

华中师范大学 无机化学教研室 编

南京师范大学

高等教育出版社

(京)112号

图书在版编目(CIP)数据

无机化学 上册/北京师范大学无机化学教研室等编.
3版.—北京:高等教育出版社,1992.5(2000重印)
高等师范院校教材
ISBN 7-04-003663-0

I. 无… I. 北… III. 无机化学-师范学校:高等学校-
教材 IV. 061

中国版本图书馆 CIP 数据核字(95)第 20241 号

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市东城区沙滩后街55号 邮政编码 100009

电 话 010—64054588 传 真 010—64014048

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

经 销 新华书店北京发行所

印 刷 河北省香河县印刷厂

开 本 850×1168 1/32 版 次 1981年12月第1版

印 张 16.75 1992年5月第3版

字 数 450 000 印 次 2000年1月第11次印刷

插 页 1 定 价 16.40元

凡购买高等教育出版社图书,如有缺页、倒页、脱页等
质量问题,请在所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

(京)112号

图书在版编目(CIP)数据

无机化学 下册/北京师范大学无机化学教研室等编. 3版.
—北京:高等教育出版社,1992.9(2000重印)
高等师范院校教材
ISBN 7-04-004022-0

I. 无… I. 北… III. 无机化学-师范学校:高等学校
-教材 N. 061

中国版本图书馆CIP数据核字(95)第20240号

出版发行	高等教育出版社		
社 址	北京市东城区沙滩后街55号	邮政编码	100009
电 话	010—64054588	传 真	010—64014048
网 址	http://www.hep.edu.cn		
经 销	新华书店北京发行所		
印 刷	河北省香河县印刷厂	版 次	1981年12月第1版
开 本	850×1168 1/32		1992年9月第3版
印 张	14.375	印 次	2000年1月第11次印刷
字 数	380 000	定 价	13.90元

凡购买高等教育出版社图书,如有缺页、倒页、脱页等
质量问题,请在所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

常用的单位换算因数

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

$$10^4 \text{ \AA} = 1.2398 \text{ eV}$$

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

$$1 \text{ g} = 6.022 \times 10^{23} \text{ mu (原子质量单位)}$$

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

$$1 \text{ atm} = 1.01325 \times 10^5 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2} = 1.0332 \times 10^4 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2} = 1.013 \text{ bar} \\ = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$$

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

$$R \text{ (气体常数)} = 0.08206 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} = 8.31441 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \\ = 62363 \text{ mmHg} \cdot \text{ml} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \\ = 1.98717 \text{ Cal} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$$

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

$$1 \text{ erg} = 9.9997 \times 10^{-8} \text{ J (国际单位)} \\ = 2.3901 \times 10^{-11} \text{ Cal}$$

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

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

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

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

$$1 \text{ eV} = 1.6021 \times 10^{-19} \text{ J} = 1.07356 \times 10^{-9} \text{ mu} \\ = 11604.50 (36) \text{ K} = 96.4905 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \\ = 8065.8 \text{ cm}^{-1} \\ = 1239.8 \text{ nm.}$$

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

第三版 编者的话

根据高等教育出版社的出版计划,我们受该社的委托于1988年10月着手“无机化学”第三版的修订工作。当时编者议决了一些修订原则。主要是:

1. 修订过程中要保持原版教材的特色,修改第二版教材中的不妥和错误之处;使本教材在选材的深广度上与国内外同类教材大体相当。

2. 参照国家教委审定的《高等师范院校化学系本科各课基本要求》^①,凡应在大学一年级无机化学课程中讲授的内容,本版教材应尽可能选入,以保证和全国相应院校的要求一致。

3. 适当调整教材中理论部分和元素叙述部分的比例,在不降低原版理论要求的前提下,酌情增加元素部分的内容。特别是有关元素的实用化学反应,近代无机化学中反映新技术、新材料、新知识的简明内容。

4. 在书写的方式上,注意便于自学、育人和能力的培养。更多地发挥史料的作用,除教会读者必要的无机知识外,且能在潜移默化中教会读者掌握正确的学习和思维方法。

5. 注意习题的多样性和难易程度,提高所选习题的质量,使所选习题既能复习、巩固化学知识,又能提高读者分析、解决问题及演算的能力。

6. 注意和中学化学课本内容的衔接,在内容选择上避免重复。必要重复的内容宜从不同角度予以讨论。

7. 将第二版教材的“化学热力学初步”一章后移。以利教学上的合理安排,并将IUPAC于1970,1982年推荐的热力学符号引入该章,以适应学科发展的需要和方便读者参阅其它资料。

^①《高等师范院校化学系本科各课基本要求》(草稿),东北师范大学出版社出版,长春1990年。

8. “非金属元素小结”和“金属通论”两章仍予以保留,但在内容选择上注意在利于培养能力上下功夫,教会同学系统整理知识和科学抽象思维的能力,不宜选用更多新的教学内容。

9. 选入的内容仍以略多于教学时数的需求量为妥,便于授课教师 and 读者选用自己认为必需掌握的内容。

至于修订后的第三版的质量究竟如何?能否达到修改原则的要求,敬候读者们的批评和指正。

本书仍由前两版的编者:梅若兰、李静贞、王近勇、石巨恩、严振寰、阮德水、林平娣、刘鲁美、张启昆、陈伯涛等分章编写。由陈伯涛主编并负责最后的统稿和定稿工作。全书经东北师范大学化学系刘景福、王思波等教授审阅,他们为本书提出不少衷恳的意见和建议。编者们在此致以诚挚的感谢和由衷的敬意。最后诚挚地等待读者们的批评和建议。

编 者

1990.9

第一版 编者·的话

根据1979年3月教育部下达的高等师范院校教材编写计划,我们三院校无机化学教研室编写了这本教材。

对于高等师范院校来说,我们认为无机化学是化学专业的第一门主要基础课程。本课程的教学任务和目的是:

1. 教会学生初步掌握元素周期律、化学热力学、近代物质结构、化学平衡以及基础电化学等基本原理;
2. 培养学生运用上述原理去掌握有关无机化学中元素和化合物的基本知识,并具有对一般无机化学问题进行理论分析和计算的能力、利用参考资料的能力;
3. 通过教学帮助学生树立初步的辩证唯物主义和历史唯物主义的观点,注意使学生在科学思维能力上得到训练和培养;
4. 为今后学习后继课和新理论、新实验技术打下必要的无机化学基础。

根据无机化学课程的任务和目的的要求,我们确定了本教材的编写原则是:

1. 起点要适当,不宜过高,充分考虑与现行的全日制十年制学校高中化学教材的衔接。内容选材的水平,大体和当前国内外一般的无机化学教材的内容相当,叙述力求深入浅出、循序渐进、坡度不宜太大,力求符合思想性、先进性、科学性和实践性等四条原则;

2. 选用的内容既要适应高等师范院校培养目标的需要,也要适应当前学生的实际;既要适应当今无机化学学科发展的趋势,又要适应无机化学课程本身系统讲授的需要,在分量上应体现精选的原则。

针对高等师范院校的特点,在理论阐述方面,力求做到深度适当、讲解清楚;在化学元素和化合物的叙述方面,多选一些必要的无机化学

反应、无机物的性质以及与无机化学有关的生产和生活知识，并注意运用所学的基本理论，去解释一些无机物质的变化规律；

3. 在编写过程中，我们努力运用理论联系实际这一原则。在理论部分的讲授上采用了大集中、小分散的方法。开头几章集中讲述一些必要的理论，某些理论段落分散在有关的元素部分章节中讲授。既分散了难点，又可尽量地发挥理论的指导作用，引导学生将学到的知识系统化、理论化。我们还试图结合实际应用的例子来说明某些理论的发展过程，使用中的注意之点，优点和缺陷。在讲述元素、化合物的性质和用途时，也力求能联系到当前的生产和生活实际；

4. 便于自学。除了注意图文并茂外，每章还列有内容提要、必要的小结、一些元素及其化合物转化的图解和必要的化学史料及参考资料。便于学生自学和进一步钻研。

本教材增写了有关化学热力学初步知识的一章。根据无机化学教学本身的需要，在写法上不使用数学推导而讲清有关化学热力学的某些内容。目的在于教会学生初步运用化学热力学知识解决和分析无机化学的问题。

本书所用数据的单位基本上采用的是国际单位制(SI)，但有时也采用了一些允许和 SI 暂时并用的其它单位。

鉴于中学化学教师需要知识面略广一些，本教材所选内容略多于 150 学时的讲授分量，而带有 * 号部分系选用或阅读教材。各兄弟院校的任课教师可从实际出发选用自己认为适用的章节。本书的编排顺序只供参考，任课教师可自行安排。

本教材由北京师范大学无机化学教研室主编。参加编写单位有华中师范学院、南京师范学院的无机化学教研室。由东北师范大学无机化学教研室负责主审。参加执笔的有南京师院梅若兰、李静贞、王近勇，华中师院石巨恩、严振寰、阮德水，北京师大陈伯涛、林平娣、张启昆、刘鲁美等老师。根据 1979 年 12 月召开的审稿会上提出的意见，各编写单位又进行了修改。教材初稿完成后，由北京师大的执笔老师和

阎于华老师又根据高等师范院校化学专业无机化学教学大纲进行了调整、校订,力求符合新大纲的要求。最后经东北师大郑汝骊教授、赵世良、刘景福、王恩波等老师审阅定稿。书中插图是由北师大化学系臧威成老师参考有关资料绘制的。

由于编写时间仓促,我们的水平有限,谬误之处在所难免。我们诚恳地希望兄弟院校的老师 and 同学在试用此教材后能提出更多的宝贵意见和建议。

北京师范大学
华中师范学院 无机化学教研室
南京师范学院

1980年6月

第二版 前 言

本书的第一版于1981年7月出版。几年来在一些高等师范院校，综合性大学、工科院校中试用。读者除对本书给以一定的肯定以外，也提出一些积极的、衷恳的修改意见；特别是1983年9月由理科化学教材编审委员会在芜湖组织的教学经验交流会上，对本书提出的宝贵的、较系统的修改意见和建议，更为我们修好本书提供了极为有利的条件。本书的编写同志愿借此修订机会，首先向读者对我们工作的关怀和支持致以衷心的感谢，并希望今后能对本书的第二版给予更大的关注，提出更多的宝贵意见和建议。

高等教育出版社于1983年11月就着手组织本书第一版的修订工作，并委托本书第一版的原班编审老师讨论修订原则和具体的修订工作计划。修订的原则大体为：

1. 经过多年教学实践说明本书第一版的取材深广度、编排体系、各章要求基本得当。本次修订时，对第一版的内容原则上予以少动。力求保持原书的特色和可取之处，以不低于第一版的质量，而第二版在质量上能略有提高为我们的努力方向；

2. 克服第一版篇幅过重的弊端，大力精简次要内容，以利教学质量的提高和同学能力的培养。凡与中学教材内容重复，而在本书又无条件加深的内容；凡是后继课能详细讲授，当前对大一无机化学课的学习又帮助不大的内容坚决删掉。理论部分不再加深，而是改写，即利于同学学习，本书第二版又力避教材选材过重，过难；

3. 在本书第二版的每章中都适当地添了有关化学史料的知识。我们认为这样做在当前的形势下，不仅有利于同学辩证唯物主义和历史唯物主义世界观的树立，而且有利于同学科学的抽象思维能力，综合分析和触类旁通能力的培养；

4. 从高等师范培养目标和教学特点, 以及当今科技水平迅速发展的实际情况出发, 在本书第二版的元素部分中注意多引入一些应用化学反应和反映新技术、新材料的实用资料, 但又不以过多赘述为原则;

5. 为贯彻国务院规定的“教育部门在七·五期间, 要在所有新编教材中普遍使用我国法定计量单位”的要求。本书第二版尽可能改用我国的法定计量单位。所引用的数据大多数是摘自国际通用理化手册 (Weast, R. C.; <Handbook of Chemistry and Physics>63-rd. Ed., 1982~1983) 的数据;

6. 本书第二版中各章选用的习题都力求做到针对性强、多样化、有一定的难度, 以弥补第一版中习题内容过于单调, 难度不大的不足。所选习题数目略多了一些, 供读者选用, 毫无题题必做的约束。

本书第二版中的小字体材料是阅读教材(带*号材料仅供选用), 切忌一一讲授。本教材内容虽经大力精简, 但所选内容恐怕仍多于120学时的讲授分量。我们编者认为有必要强调一下, 各兄弟院校的任课教师应从本学校的实际情况出发, 选用自己认为适用的章节。本书的编排顺序也只供参考, 任课教师完全有必要酌情自行安排。

本书第二版初稿写好后, 曾于1984年10月在福州请理科化学教材编审委员会无机化学编审小组成员以及在第一线从事无机化学教学多年的有经验老师审阅过。与会者结合各自的教学经验, 提出许多宝贵意见, 并建议添写主题索引, 以便于查阅。根据与会者的意见, 各编写老师又对第二版初稿进行了修改。经东北师范大学无机化学教研室刘景福、赵世良、王思波等副教授审阅后, 编写老师对书稿再一次作了修改。由北京师大陈伯涛、林平娣、张启昆三位老师统稿, 最后由陈伯涛老师校阅全书并定稿。我们热忱地期待使用本书第二版的读者能给予更多的批评和指正。

编 者

1985年2月

目 录

绪论	1
0-1 化学是研究物质化学变化的科学	1
0-2 无机化学的研究对象、发展和前景	4
习题	11
第一章 一些化学基本概念和定律	13
第一节 分子 原子	14
1-1 分子	14
1-2 原子	15
第二节 元素	16
2-1 元素	16
2-2 核素	19
2-3 同位素	19
2-4 原子序数 莫斯莱定律	21
第三节 国际单位制 中华人民共和国法定计量单位 摩尔	22
*3-1 国际单位制(SI)	22
*3-2 中华人民共和国法定计量单位	24
3-3 物质的量及其单位——摩尔	25
3-4 摩尔质量	27
第四节 相对原子质量和相对分子质量	28
4-1 相对原子质量	28
4-2 相对分子质量	33
第五节 理想气体定律	35
5-1 理想气体状态方程式	36
5-2 混合气体分压定律	36
5-3 气体扩散定律	40

第六节 非化学计量比化合物	41
习题	42
第二章 化学平衡	47
第一节 化学平衡	47
1-1 可逆反应和化学平衡	47
1-2 平衡常数	49
1-3 转化率	58
1-4 多重平衡规则	60
第二节 化学平衡的移动	61
2-1 浓度对化学平衡的影响	61
2-2 压力对化学平衡的影响	63
2-3 温度对化学平衡的影响	65
2-4 勒夏特利原理	66
习题	67
第三章 电离平衡	71
第一节 酸碱理论	72
*1-1 酸碱的电离理论	72
1-2 酸碱质子理论	74
1-3 酸碱的电子理论	78
第二节 溶液的酸碱性	79
2-1 水的电离	79
2-2 溶液的酸度	80
2-3 拉平效应和区分效应	81
第三节 电解质的电离	82
3-1 一元弱酸弱碱的电离	82
3-2 多元弱酸的电离	87
3-3 强电解质溶液	90
第四节 同离子效应 缓冲溶液	93
4-1 同离子效应	93
4-2 缓冲溶液	95

第五节 盐类水解	99
5-1 弱酸强碱盐	100
5-2 弱碱强酸盐	103
5-3 弱酸弱碱盐	104
5-4 强酸强碱盐	106
5-5 水解平衡的移动	107
第六节 沉淀溶解平衡	108
6-1 溶度积常数	109
6-2 沉淀的生成	114
6-3 沉淀的溶解	115
6-4 酸度对沉淀和溶解的影响	116
6-5 分步沉淀	118
6-6 沉淀的转化	119
习题	120
第四章 化学热力学初步	125
第一节 引言	126
第二节 热力学第一定律和热化学	129
2-1 热力学第一定律	129
2-2 焓(H)	131
2-3 热化学	133
第三节 化学反应的方向	143
3-1 反应的自发性	143
3-2 熵的初步概念	146
3-3 吉布斯自由能	148
3-4 化学反应等温式	152
第四节 吉布斯-亥姆霍兹公式	156
第五节 温度对化学平衡的影响	160
习题	161
第五章 化学反应速度	165
第一节 化学反应速度	165

1-1 化学反应速度的表示法	165
1-2 化学反应速度的实验测定	167
第二节 浓度对化学反应速度的影响	168
2-1 速度方程和速度常数	169
2-2 反应级数	171
2-3 反应机理	174
第三节 温度对化学反应速度的影响	178
3-1 阿累尼乌斯公式	179
3-2 活化能	182
第四节 催化剂对化学反应速度的影响	185
习题	187
第六章 原子结构和元素周期系	191
* 第一节 人类认识原子结构的简单历史	191
第二节 核外电子运动状态	197
2-1 核外电子运动的量子化特征——氢原子光谱和玻尔理论	197
2-2 核外电子运动的波粒二象性	201
2-3 核外电子运动状态的描述	204
2-4 电子运动状态特点小结	217
第三节 原子核外电子排布和元素周期表	218
3-1 多电子原子的能级	218
3-2 核外电子排布	225
3-3 原子结构与元素周期系的关系	231
3-4 元素周期表中族序数的新标法	235
第四节 元素的电离势 电负性和原子结构	237
4-1 电离势	237
4-2 电子亲合势	244
4-3 电负性	245
习题	248
第七章 分子结构	252
第一节 化学键参数和分子的性质	253