

中等专业学校试用教材

无机化学

上册

董敬芳 主编

化学工业出版社

内 容 提 要

本书是根据 1982 年化工部教育司制订的四年制化工中专用《无机化学教学大纲》编写的。

全书共十五章,上册内容为绪论、卤素、化学基本量和化学计算、碱金属和碱土金属、原子结构和元素周期律、分子结构、化学反应速度和化学平衡、电解质溶液;下册内容为氧化还原反应、氧族元素、氮族元素、碳族元素、硼族元素、配位化合物、过渡元素(一)、过渡元素(二)。

本书可做中等专业学校化工工艺专业、化工分析专业的教科书。亦可做其它中等专业学校、技工学校有关专业的教科书或参考书。

中等专业学校试用教材

无 机 化 学

上 册

董敬芳 主编

责任编辑:刘师学

封面设计:许 立

*

化学工业出版社出版

(北京和平里七区十六号楼)

化学工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

*

开本 $787 \times 1092^{1/32}$ 印张 $10^{1/8}$ 插页1字数220千字印数1—27,670

1985年12月北京第1版1985年12月北京第1次印刷

统一书号15063·3786(K-295)定价1.50元

前 言

本书是根据化工部教育司1982年制订的四年制化工中专用《无机化学教学大纲》编写而成。编写时，为了使教材内容能更好地前后呼应，将大纲中第十章“氧化还原反应”改列为第八章，排在有较多氧化还原反应的氧族、氮族元素两章之前。这样理论可以得到及时应用和巩固，也便于学生掌握有关氧化还原反应的规律；“过渡元素〈二〉”一章中的“金属的腐蚀与防腐”与电化学反应有密切联系，因此将它编入“氧化还原反应”一章之内。

根据近年来的教学经验，既考虑到初中学生的实际水平，又照顾到化工类专业的需要和科学技术理论的发展，力争做到理论联系实际，叙述由浅入深，便于自学。

本书还在有关章节编入了与讲课内容密切结合，便于课堂演示有明显效果的实验；除每节附有习题外，每章结束后，还编有该章复习要点、复习思考题和补充题。

书中用小字排印的内容为阅读或参考教材，供选学或自学用。

书中绪论、第三、六、七、八、十三章由董敬芳同志编写；第一、九、十、十一、十二章和第四章原子结构部分由唐志宁同志编写；第二、五、十四、十五章和第四章元素周期律部分由冯玉菊同志编写。全书由董敬芳同志主编，郑庆魁同志主审。书中插图由韩荣英、邓俊伟同志描绘。

由于编者水平所限，书中一定存在不少缺点和错误，恳请使用学校广大师生批评指正。

编者 1985.3.

目 录

绪论	1
第一章 卤素	5
第一节 氯	6
一、氯气的物理性质	6
二、氯气的化学性质	7
三、氯气的制法	10
四、氯气的用途	11
习题	11
第二节 氯化氢和盐酸	12
一、氯化氢	12
二、盐酸	14
三、氯化物的检验	15
习题	16
第三节 氯的含氧化合物	17
一、次氯酸及其盐	17
二、氯酸及其盐	19
三、高氯酸及其盐	22
习题	23
第四节 溴和碘及其化合物	23
一、溴和碘的物理性质	24
二、溴和碘的化学性质	26
三、溴和碘的制法	28
四、溴和碘的氢化物及其盐类	29

五、溴和碘的含氧化合物	30
六、溴和碘及其化合物的用途	31
习题	31
第五节 氟及其化合物	32
一、氟的性质	32
二、氟的制法和用途	33
三、氟化氢及其盐类	34
习题	36
第六节 卤素及其化合物性质的比较	36
一、卤素的原子结构和相似性	36
二、卤素的分子结构和差异性	37
三、某些卤素化合物的差异性	39
习题	41
本章复习要点	41
复习思考题	43
补充题	44
第二章 化学基本量和化学计算	47
第一节 摩尔	47
一、摩尔	47
二、摩尔质量	48
三、有关物质的量的计算	50
习题	51
第二节 气体摩尔体积	52
一、气体摩尔体积	52
二、关于气体摩尔体积的计算	55
习题	56
第三节 当量和当量定律	57
一、当量	57
二、克当量和克当量数	61
三、当量定律	63

习题	65
第四节 根据化学方程式的计算	66
一、化学方程式	66
二、根据化学方程式的计算	67
三、热化学方程式	71
习题	73
第五节 溶液的浓度	73
一、物质的量浓度	74
二、当量浓度	77
三、溶液浓度的换算	79
习题	81
本章复习要点	81
补充题	83
第三章 碱金属和碱土金属	85
第一节 钠和钾	85
一、碱金属的原子结构和化合价	85
二、钠和钾的物理性质	85
三、钠和钾的化学性质	86
四、钠和钾的存在与制法	89
五、钠和钾的用途	90
习题	90
第二节 钠和钾的重要化合物	90
一、过氧化钠	91
二、氢氧化钠	91
三、钠和钾的盐类	93
习题	94
第三节 锂、铷、铯简介	95
习题	96
第四节 碱金属的通性	96
第五节 镁和钙	99

一、碱土金属的原子结构和化合价	99
二、镁及其重要化合物	99
三、钙及其重要化合物	103
习题	106
第六节 硬水的软化	107
一、硬水	107
二、硬水的危害	109
三、硬水的软化	109
习题	111
第七节 碱土金属的通性	112
本章复习要点	115
复习思考题	118
补充题	119
第四章 原子结构和元素周期律	121
第一节 原子的组成	121
一、原子核	121
二、同位素	122
习题	124
第二节 核外电子的运动状态	125
一、电子云	125
二、核外电子的运动状态	127
习题	133
第三节 原子核外电子的排布	133
一、保里不相容原理	133
二、能量最低原理	134
三、洪特规则	135
习题	147
第四节 元素周期律	148
习题	152
第五节 元素周期表	152

一、元素周期表的结构	153
二、周期表中元素的分区	155
习题	157
第六节 原子结构和元素性质的递变规律	157
一、原子半径	158
二、元素的电负性	158
三、元素的金属性和非金属性	163
四、元素的化合价	166
五、元素周期律和元素周期表的意义	168
习题	169
本章复习要点	170
复习思考题	172
补充题	173
第五章 分子结构	177
第一节 离子键	177
一、离子键的形成	177
二、离子键的特征	178
三、离子的结构	179
习题	181
第二节 共价键	182
一、共价键的形成	182
二、共价键的特征	184
三、共价键的类型	185
四、键能、键长、键角	188
习题	190
第三节 杂化轨道理论	191
一、杂化和杂化轨道	191
二、 $s-p$ 型杂化	192
三、 NH_3 和 H_2O 分子的结构	196
习题	197

第四节 配位键和金属键	197
一、配位键	197
二、金属键	199
习题	200
第五节 分子的极性	200
一、极性分子和非极性分子	200
二、偶极矩	201
习题	203
第六节 分子间的力和氢键	203
一、分子的极化	203
二、分子间的力	205
三、氢键	208
习题	210
第七节 晶体的基本类型	211
一、晶体的特征	211
二、晶体的基本类型	212
习题	216
本章复习要点	217
复习思考题	219
补充题	220
第六章 化学反应速度和化学平衡	222
第一节 化学反应速度	222
第二节 影响化学反应速度的因素	223
一、浓度对反应速度的影响	223
二、压力对反应速度的影响	226
三、温度对反应速度的影响	226
四、催化剂对反应速度的影响	227
五、其它因素对反应速度的影响	229
习题	229
第三节 反应的活化能	230

一、活化分子和活化能	230
二、活化分子与反应速度的关系	232
习题	234
第四节 化学平衡	234
一、可逆反应与化学平衡	234
二、平衡常数	236
三、有关化学平衡的计算	239
习题	241
第五节 化学平衡的移动	242
一、浓度对化学平衡的影响	242
二、压力对化学平衡的影响	246
三、温度对化学平衡的影响	248
四、吕·查德里原理	249
第六节 化学反应速度及化学平衡原理的应用	250
习题	250
本章复习要点	251
复习思考题	253
补充题	254
第七章 电解质溶液	257
第一节 电解质和非电解质	257
一、电解质和非电解质	257
二、电解质的电离	257
习题	258
第二节 电离度	259
一、强电解质和弱电解质	259
二、电离度	260
三、强电解质在溶液中的状况	262
习题	263
第三节 弱电解质的电离平衡	263
一、一元弱酸、弱碱的电离平衡	263

二、电离度和电离常数的关系	265
三、有关电离平衡的计算	267
四、多元弱酸的电离平衡	270
五、同离子效应	271
习题	271
第四节 水的电离和溶液的pH值	272
一、水的电离	272
二、溶液的pH值	273
三、酸碱指示剂	276
习题	277
第五节 离子反应	277
一、离子反应和离子方程式	277
二、离子互换反应进行的条件	279
习题	282
第六节 缓冲溶液	282
第七节 盐类的水解	284
一、盐类的水解	285
二、多元弱酸盐和多元弱碱盐的水解	288
三、影响水解的因素	289
习题	290
第八节 难溶电解质的溶解与沉淀平衡	291
一、难溶电解质的溶解与沉淀平衡	291
二、溶度积和溶解度的相互换算	295
三、沉淀生成和溶解的条件	296
四、沉淀的转化	297
五、有关溶解与沉淀平衡的计算	298
习题	301
本章复习要点	302
复习思考题	305
补充题	306

附录 I	碱、酸和盐的溶解性表(293K)	308
附录 II	强酸、强碱、氨溶液的百分浓度与密度(g/ml)、 当量浓度 (N) 的关系	309
元素周期表		插页

绪 论

一、无机化学的研究对象

世界是物质构成的。物质永远处于不断运动、变化、发展的状态。化学变化就是物质运动形式之一——物质的化学运动。研究化学的目的，在于认识物质的性质以及物质化学运动的规律，并将这些规律应用于生产，将天然资源经过化学变化加工成可以为人类生产、生活服务的各种物质资料。由于物质的性质决定于物质的组成和结构，为了从本质上掌握化学变化的规律，化学必须首先研究物质的组成、结构、性质及其相互关系。此外，化学变化中还常发生放热、吸热、光、电等现象。总之，化学是研究物质的组成、结构、性质变化规律以及伴随变化发生的现象的科学。

自然界，物质的种类繁多，但它们基本是由到目前为止已发现的 109 种元素中的一种或几种所构成的。其中碳元素形成的化合物较为复杂，数量也远远超过由其它元素构成的化合物的总和，更不同的是这些复杂的碳化合物是构成生物有机体的主要成分。因此，化学又初步划分为有机化学和无机化学。有机化学是专门研究碳的化合物的化学。无机化学则是研究除碳元素以外的所有元素及其化合物的化学。碳酸盐、一氧化碳、二氧化碳等碳元素的简单化合物一般也划入无机化学范围之内。随着科学技术的发展，化学又产生了许多分支，如分析化学、物理化学、结构化学等，而无机化学则是一切其它化学的基础。

二、无机化学的发展和前景

和其它科学一样，化学这门科学也是起源于人类的生产活动。从最初的烧制陶器、原始的金属冶炼到造纸、火药的发明以及瓷器、玻璃、染色等工艺的出现……都是从生产实践中发展起来的古代实用化学。我国是古代实用化学发展最早的国家之一。

由于形而上学自然观的影响，古代实用化学经历了一个漫长而曲折的发展过程，直到十七世纪，欧洲发生产业革命，才大大地解放了生产力，使社会生产达到了前所未有的高度。由于冶金，化工生产的发展，积累了大量关于物质转化的新知识，加快了人们对物质世界认识的飞跃。英国化学家和物理学家波义耳（R. Boyle, 1627~1691），首先对化学元素提出了科学的概念，为使化学发展成为真正的科学做了一项重大贡献。

燃烧反应是当时化学家们集中研究的课题。“燃素说”论者认为，一切能燃烧的物质中均含有一种特殊的物质——燃素。当物质燃烧时，它就从物质中逸出，余者便是渣滓。这种荒谬的理论被信奉了百余年之久，最后终于为拉瓦锡（A. L. Lavoisier 1743~1794）等人的实验事实所推翻，而代之以科学的燃烧理论。

1803年英国化学家道尔顿（J. Dalton, 1766~1844）根据当时已发现的化学定律提出了原子假说，同时引入了原子量的概念。这一理论的建立成为化学发展的基石。

1811年意大利物理学家阿佛伽得罗（Avogadro, 1776~1856）总结了当时对气体化学反应的研究，在化学中引入了分子的概念，提出了有名的阿佛伽得罗假说。到1860年原子分子假说发展成为原子分子论，并成为近代化学的理论基础。

从十八世纪中叶到十九世纪中叶的一百多年中，随着生产和科学实验的大发展，一系列新元素接连不断地被发现，到1869年已有63种元素为人们所认识。俄国化学家门捷列夫（Д. И. Менделеев, 1834~1907）抓住元素的原子量这个基本特性，去探索它与元素性质之间的关系，终于在1869年发现了元素周期律，排出了元素周期表。这是近代化学史上重要的里程碑。现代周期律已成为无机化学的重要理论基础之一。

十九世纪末到二十世纪初，真空放电、阴极射线、X射线等的发现，揭开了原子的秘密，打破了原子不可分割的形而上学观点，以后逐渐发展成为现代物质结构理论。二十世纪中期，原子能开始广泛应用于生产和科学实验，大大推动了化学的发展，使现代化学研究的领域愈来愈广，分工也愈来愈细，如放射化学、高分子化学就是在这一期间建立起来的。随着各门自然科学的发展，化学和其它学科领域之间的联系也日益密切，无机化学向生物学渗透形成生物无机化学，无机化学与有机化学相互渗透，形成有机金属化学。化学所研究的物质变化形式的种类还在日益增多，可以预期，还会有一些新的，未知的领域，将成为化学研究的对象。

化学是广泛涉及人类生活和各生产领域的一门科学。应用化学处理方法可以综合利用各种天然资源（如海水、煤、石油、各种矿物等），为农业、医药、国防、轻工业等部门提供各种原材料（如钢铁、橡胶、塑料、化工原料等），并为人类生活提供多种日用品。应用化学处理方法还可以消除污染物，保护环境，同时又能回收某些有价值的物质。即所谓化害为利，变废为宝。

随着科学技术的发展，现代工业需要多种具有特殊性能

的合成材料。现代化国防建设需要特种合金和轻质非金属材料、火箭推进剂，电子工业需要稀有元素、高纯物质……，这一切都给化学科学和化学工业提出新任务。因此，化学科学是国民经济和国防建设的重要支柱之一。

三、无机化学的任务与学习方法

无机化学是中等专业学校化工工艺专业和化学分析专业的一门重要专业基础课。它的任务是使学生掌握物质结构的初步知识，元素周期律和化学平衡原理等基础理论；熟悉有关常见元素及其化合物的知识和基本化学计算；为今后的学习和从事化工技术工作打下初步的基础。

已经建立的各种化学理论都是在实验的基础上总结出来的。这些理论能解释某些实际问题和化学变化，但又有一定的局限性，还需要在实践中不断完善、提高和更新。因此，在学习基础理论时，要坚持理论联系实际的原则，决不能机械地生搬硬套。对中专学生的要求是能逐步学会运用所学的基础理论去分析物质的性质，物质间的转化及其内在的联系，找出规律性的东西，对今后的学习和工作起到一定的指导作用。

学习元素部分要以元素周期律为纽带，以物质的性质为重点，再从“性质”推论“存在”“制法”“用途”等内容，配合必要的实验，这样就不会感到杂乱和枯燥了。

化学实验是学好无机化学必不可少的实践性环节。通过实验印证，巩固课堂所学的理论知识；掌握化学实验的基本操作方法，培养独立思考和分析问题，解决问题的能力。