



高职高专“十一五”规划教材



WUJI YU FENXI HUAXUE

无机与分析化学

刘冬莲 高申 主编



化学工业出版社



高职高专“十一五”规划教材

无机与分析化学

刘冬莲 高 申 主编

王建梅 主审



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书根据高职高专“基础理论教学要以应用为目的，以必需、够用为度”的教学原则，在章节编排上将定量化学分析中的四大滴定分析融入四大化学平衡中，元素化学部分只介绍了最具代表性的元素及其化合物。内容上突出重点，加强基础，精简复杂公式和繁琐计算的推导，删除了过深的理论分析和阐述，言简意赅、通俗易懂。为强化培养应用型、实用型人才的高职教育特点，在编写中注重理论联系实际，注重对学生独立工作能力和操作技能的培养，在每章后增加了相关的技能训练内容，突出了对各种基本化学分析方法的实际应用，充分体现基础理论与应用技术的一体化。本书在每章均列出了本章的学习要求和阅读材料，便于学习者理解掌握各知识点，扩大知识面，了解无机与分析化学的新理论、新技术的发展。

本教材适合作为商检技术专业及其他专业，如生物类、环保类、轻化工类、医学类、农林类、食品类、材料类、国防公安类的专业基础课教材。

图书在版编目 (CIP) 数据

无机与分析化学/刘冬莲, 高申主编. —北京: 化学工业出版社, 2009.1
高职高专“十一五”规划教材
ISBN 978-7-122-04360-3

I. 无… II. ①刘…②高… III. 无机化学-高等学校: 技术学院-教材 IV. 06

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 203610 号

责任编辑: 陈有华 蔡洪伟
责任校对: 陶燕华

文字编辑: 管景岩
装帧设计: 尹琳琳

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)

印刷: 北京云浩印刷有限责任公司

装订: 三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 18¼ 彩插 1 字数 459 千字 2009 年 3 月北京第 1 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: 29.80 元

版权所有 违者必究

高职高专商检技术专业“十一五”规划教材 建设单位

(按汉语拼音排列)

北京联合大学师范学院
常州工程职业技术学院
成都市工业学校
重庆化工职工大学
福建交通职业技术学院
广东科贸职业学院
广西工业职业技术学院
河南质量工程职业学院
湖北大学知行学院
黄河水利职业技术学院
江苏经贸职业技术学院
辽宁农业职业技术学院
湄洲湾职业技术学院
南京化工职业技术学院
萍乡高等专科学校
青岛职业技术学院
唐山师范学院
天津渤海职业技术学院
潍坊教育学院
厦门海洋职业技术学院
扬州工业职业技术学院
漳州职业技术学院

前 言

随着中国经济的高速发展,我国已全面走向世界经济大舞台,国际、国内贸易得以迅猛发展,商检技术专业是为适应这一新形势而孕育产生的新兴专业。无机与分析化学课程是商检技术专业及其他专业如生物类、环保类、轻化工类、医学类、农林类、食品类、材料类、国防公安类专业必修的专业基础课程,是培养学生整体知识结构、综合素质和应用能力的重要组成部分。

本书根据高职高专“基础理论教学要以应用为目的,以必需、够用为度”的教学原则,在章节编排上打破无机化学和分析化学原有的独立格局,将定量化学分析中的四大滴定分析融入四大化学平衡中,元素化学部分只介绍了最具代表性的元素及其化合物。内容上突出重点,加强基础,精简复杂公式和繁琐计算的推导,淡化了过深的理论分析和阐述,力求做到言简意赅、通俗易懂。为强化培养应用型、实用型人才的高职教育特点,在编写中注重理论联系实际,注重对学生独立工作能力和操作技能的培养,为此在每章后增加了相关的技能训练内容,突出了对各种基本化学分析方法的实际应用,充分体现基础理论与应用技术的一体化。本书在每章均列出了本章的学习要求和阅读材料,便于学习者理解掌握各知识点,扩大知识面,了解无机与分析化学的新理论、新技术的发展。

本书由刘冬莲、高申主编,由南京化工职业技术学院王建梅教授主审。绪论、第一章、第五章、第十一章由唐山师范学院刘冬莲编写;第三章、第六章、第九章由天津渤海职业技术学院高申编写;第二章、第七章由广东科贸职业学院梁多编写;第四章、第八章由福建涓州湾职业技术学院赖国新编写;第十章由广西工业职业技术学院谢威编写。全书由刘冬莲统稿。

编者对在本书编辑、出版过程中给予支持和帮助的化学工业出版社领导及编辑表示衷心的感谢。本书在编写过程中得到了杨振秀、沈玉龙的支持和帮助,唐山师范学院的刘会媛老师做了部分校对工作,在此一并表示感谢。

限于编者水平,书中可能存在疏漏和不足,恳请专家和读者批评指正。

编者

2008年12月

高职高专商检技术专业“十一五”规划教材 建设委员会

(按姓名汉语拼音排列)

主任	李斯杰				
副主任	丛建国	戴延寿	韩志刚	郎红旗	杨振秀
委员	丛建国	戴延寿	丁敬敏	傅高升	郭永
	韩志刚	蒋锦标	孔宪思	赖国新	郎红旗
	李斯杰	李中华	林流动	刘庆文	吕海金
	穆华荣	荣联清	王建梅	魏怀生	吴云辉
	熊维	薛立军	杨登想	杨振秀	杨芝萍
	尹庆民	余奇飞	张荣	张晓东	

高职高专商检技术专业“十一五”规划教材 编审委员会

(按姓名汉语拼音排列)

主任	韩志刚	杨振秀			
副主任	丁敬敏	刘庆文	荣联清	荣瑞芬	魏怀生
	杨芝萍				
委员	曹国庆	陈少东	陈微	丁敬敏	高剑平
	高申	韩志刚	黄德聪	黄艳杰	姜招峰
	赖国新	黎铭	李京东	刘冬莲	刘丽红
	刘庆文	牛天贵	荣联清	荣瑞芬	孙玉泉
	王建梅	王丽红	王一凡	魏怀生	吴京平
	谢建华	徐景峰	杨学敏	杨振秀	杨芝萍
	叶磊	余奇飞	曾咪	张彩华	张辉
	张良军	张玉廷	赵武	钟彤	

目 录

绪论	1	实验二 摩尔气体常数的测定	57
一、化学及其分支	1	第三章 物质结构基础	60
二、无机与分析化学的基本内容	3	第一节 原子核外电子的排布	60
三、无机与分析化学的学习方法	3	一、原子核外电子运动状态的描述	60
四、化学实验基础知识	3	二、四个量子数	61
第一章 定量分析中的误差及数据		三、原子的近似能级图	63
处理	14	四、核外电子排布的规则	64
第一节 定量分析的误差	14	第二节 原子结构与元素周期系	68
一、误差的分类	14	一、核外电子排布与周期表	68
二、误差的表示方法	15	二、元素性质的周期性	70
三、减少误差的方法	18	第三节 价键理论	72
第二节 有效数字及其运算规则	18	一、离子键理论	72
一、有效数字的表示方法	18	二、共价键理论	73
二、有效数字的修约规则	19	三、杂化轨道的初步概念	77
三、有效数字的运算规则	19	四、分子的极性	79
第三节 分析数据的处理	20	第四节 分子间作用力和氢键	81
一、偶然误差的正态分布	20	一、分子间力	81
二、平均值的置信区间	21	二、氢键	82
三、可疑数据的取舍	22	阅读材料 原子结构认识史	83
四、分析结果的数据处理与报告	23	习题	83
阅读材料 分析测试的质量控制与保证	23	第四章 分析化学概述	86
习题	24	第一节 滴定分析法概论	86
实验一 分析天平的使用	25	一、滴定分析法的基本概念	86
实验附录：天平的结构与使用	26	二、滴定分析法的分类	86
实验二 灯的使用、简单玻璃工操作、		三、滴定分析法对化学反应的要求和	
塞子钻孔	31	滴定方式	87
实验三 粗食盐的提纯	34	第二节 标准溶液的配制与标定	88
实验附录：固体与溶液的分离和结晶	36	一、溶液浓度的表示方法	88
第二章 化学反应速率与化学平衡	40	二、标准溶液的配制	89
第一节 化学反应速率	40	第三节 滴定分析法计算	90
一、化学反应速率表示法	40	一、滴定剂与被测组分之间物质的量	
二、影响化学反应速率的因素	41	的关系	90
第二节 化学平衡	46	二、滴定分析法计算	91
一、可逆反应与化学平衡	46	第四节 定量分析过程	94
二、平衡常数	46	一、试样的采取与制备	94
三、化学平衡的移动	49	二、试样的预处理	96
阅读材料 酶催化	53	三、分析化学中常用的分离方法	98
习题	53	阅读材料 滴定分析法的起源	105
实验一 化学反应速率和活化能	54	习题	105

实验一 盐酸标准滴定溶液的配制 与标定	106	第二节 沉淀的生成和溶解	143
实验二 氢氧化钠标准滴定溶液的配制 与标定	107	一、沉淀的生成和分离	143
实验附录：液体体积的度量仪器和使用 方法	109	二、沉淀的溶解和转化	145
第五章 酸碱平衡与酸碱滴定	113	第三节 沉淀滴定法	146
第一节 弱电解质的解离平衡	113	一、莫尔法	146
一、水的解离平衡与 pH 的概念	113	二、佛尔哈德法	146
二、弱酸弱碱的解离平衡	114	三、法扬司法	147
第二节 酸碱质子理论	115	阅读材料 化学沉淀法处理废水	148
一、酸碱定义	115	习题	148
二、质子理论的酸碱反应实质	116	实验一 生理盐水中氯化钠含量的测定 (莫尔法)	149
三、共轭酸碱对的 K_a^\ominus 和 K_b^\ominus 的关系	116	实验二 沉淀的生成与溶解平衡	150
第三节 酸碱平衡的移动	116	第七章 重量分析法	152
一、同离子效应	117	第一节 重量分析法概论	152
二、盐效应	117	第二节 影响沉淀溶解度的因素	152
第四节 酸碱平衡中组分分布及浓度 计算	117	第三节 影响沉淀纯度的因素	154
一、分析浓度及平衡浓度	117	一、共沉淀	154
二、分布系数与分布曲线	118	二、后沉淀	155
三、酸碱水溶液中 H^+ 浓度的计算	119	第四节 沉淀的形成及沉淀条件	156
第五节 缓冲溶液	122	一、沉淀的形成	156
一、缓冲作用原理	123	二、沉淀条件	157
二、缓冲溶液 pH 的计算	123	第五节 有机沉淀剂	158
三、缓冲溶液的配制	124	第六节 重量分析结果的计算	159
第六节 酸碱滴定法	125	阅读材料 电重量分析法	160
一、酸碱指示剂	125	习题	160
二、酸碱滴定的滴定曲线和指示剂的 选择	126	实验一 肥料中钾含量的测定	161
三、酸碱滴定法的应用	130	实验二 氯化钡中钡含量的测定 (硫酸钡重量法)	163
阅读材料 酸碱理论的演变	131	第八章 氧化还原反应与氧化还原 滴定法	165
习题	132	第一节 氧化还原反应的基本概念	165
实验一 醋酸解离常数的测定 (pH 计法)	133	一、氧化数	165
实验二 酸碱与酸碱平衡	135	二、氧化和还原	166
实验三 铵盐中铵态氮的测定 (甲醛法)	136	三、氧化还原电对	166
实验四 混合碱的测定 (双指示剂法)	138	第二节 氧化还原反应方程式的配平	166
实验五 蛋壳中碳酸钙含量的测定	139	第三节 电极电势	167
第六章 沉淀溶解平衡与沉淀滴定法	140	一、原电池	167
第一节 沉淀溶解平衡与溶度积	140	二、电极电势	168
一、溶度积的概念	140	三、影响电极电势的因素——Nernst 方程	169
二、溶解度和溶度积的关系	141	四、电极电势的应用	170
三、溶度积规则	142	第四节 元素电势图及其应用	171
		第五节 氧化还原滴定法	173
		一、氧化还原滴定曲线	173
		二、氧化还原滴定中的指示剂	174

三、氧化还原滴定前的预处理	175	实验一 配位化合物	219
四、常用的氧化还原滴定法	176	实验二 EDTA 标准溶液的配制与标定	220
五、氧化还原滴定计算示例	181	实验三 水的总硬度的测定	221
阅读材料 化学电源与环境污染	183	实验四 白云石中钙含量的测定	222
习题	183	第十章 p 区重要元素及其化合物	224
实验一 氧化还原反应	185	第一节 卤素	224
实验二 高锰酸钾标准溶液的配制		一、卤素单质	224
与标定	186	二、卤化氢与卤化物	225
实验三 过氧化氢含量的测定	188	三、卤素含氧酸及其盐	226
实验四 水中化学需氧量 (COD)		第二节 氧和硫	228
的测定 (KMnO ₄ 法)	189	一、臭氧	228
实验五 铁矿石中铁含量的测定	190	二、过氧化氢	228
实验六 碘和硫代硫酸钠标准溶液的		三、硫化氢及硫化物	229
配制与标定	192	四、硫的重要含氧化合物	229
实验七 维生素 C 片剂中维生素 C 含量		第三节 氮、磷、砷	230
的测定	193	一、氮的重要化合物	231
实验八 胆矾中 CuSO ₄ · 5H ₂ O 含量		二、磷的重要化合物	233
的测定	194	三、砷的化合物	233
第九章 配位化合物与配位滴定法	196	第四节 碳、硅、铅	234
第一节 配位化合物的基本概念	196	一、碳的重要化合物	234
一、配位化合物的组成	196	二、硅及其重要化合物	235
二、配位化合物的命名	197	三、铅的重要化合物	236
三、螯合物	197	第五节 硼、铝	236
第二节 配位化合物的化学键理论	198	一、硼的重要化合物	236
一、配合物中的化学键	198	二、铝的重要化合物	237
二、杂化轨道与配合物的空间构型	198	阅读材料 C ₆₀ 及其应用	238
三、内轨配合物与外轨配合物	200	习题	238
第三节 配位解离平衡	200	实验一 氧和硫	240
一、配位平衡和平衡常数	200	实验二 氮	241
二、配位平衡的移动	202	实验三 常见非金属阴离子的分离和	
第四节 配位滴定法	204	鉴定	242
一、配位滴定法概述	204	第十一章 s 区、d 区和 ds 区元素	245
二、EDTA 的性质	205	第一节 s 区元素	245
三、副反应系数和条件稳定常数	207	一、s 区元素的通性	245
第五节 金属指示剂	211	二、s 区元素重要化合物	246
一、金属指示剂的作用原理	211	三、锂、铍的特殊性和对角线规则	248
二、金属指示剂的理论变色点 (pM _t)	211	第二节 d 区元素	249
三、常用金属指示剂	212	一、d 区元素的通性	249
四、使用金属指示剂中存在的问题	213	二、铬的重要化合物	250
第六节 配位滴定曲线	214	三、锰的重要化合物	252
一、配位滴定曲线	214	四、铁、钴、镍的重要化合物	253
二、提高配位滴定选择性的方法	216	第三节 ds 区元素	256
三、配位滴定的方式及应用	216	一、ds 区元素的通性	256
阅读材料 配位化学	217	二、铜、银的重要化合物	256
习题	218	三、锌、镉、汞的重要化合物	258

阅读材料 新型合金	259	附录 4 常见难溶电解质的溶度积 (298.15K, 离子强度 $I=0$)	271
习题	260	附录 5 常见氧化还原电对的标准电极 电势 φ^{\ominus}	272
实验一 铜和银	261	附录 6 一些氧化还原电对的条件电极 电势 $\varphi^{\ominus'}$	275
实验二 铬和锰	262	附录 7 常见配离子的稳定常数	276
实验三 铁、钴、镍	264	附录 8 常用缓冲溶液的配制	277
实验四 五水合硫酸铜的制备	265	附录 9 相对分子质量	278
实验五 硫酸亚铁铵的制备	266	参考文献	280
附录	269	元素周期表	
附录 1 常用物理化学常数	269		
附录 2 常用酸碱溶液的密度和浓度	269		
附录 3 常见弱电解质的标准解离 常数 (298.15K)	269		

绪 论

化学是研究物质的性质、组成、结构、变化和应用的科学。世界是由物质组成的，化学则是人类用以认识和改造物质世界的主要方法和手段之一，它是一门历史悠久而又富有活力的学科，它的成就是社会文明的重要标志。从开始用火的原始社会，到使用各种人造物质的现代社会，人类都在享用化学成果。人类的生活能够不断提高和改善，化学的贡献在其中起了重要的作用。

一、化学及其分支

化学是一门重要的基础学科，是在原子和分子水平上研究物质的组成、结构和性能及其变化规律和变化过程中能量关系的学科。现代化的科学文明和美好生活都不能缺少“化学”这块“基石”。当前，我国面临诸如人口控制问题、健康问题、环境问题、能源问题、资源与可持续发展问题等，化学家们希望从化学的角度，通过化学的方法解决这些问题。21世纪的化学将在与物理学、生命科学、材料科学、环境科学、信息科学、能源科学、海洋科学、空间科学的相互交叉、相互渗透、相互促进中共同大发展。

从学科的角度看，化学学科为一级学科，它的分支有无机化学、分析化学、有机化学、物理化学、高分子化学等五大分支学科（即化学的二级学科）。现分别作简要介绍。

1. 无机化学

无机化学是研究无机物质的组成、性质、结构和反应的科学，它是化学中最古老的分支学科。20世纪40年代以来，由于原子能工业和半导体材料工业的兴起，无机化学由萧条到复兴，配位化学成为无机化学的带头学科。随着航天、能源、催化及生命等研究领域的飞速发展，无机化学无论在实践或是理论方面都有许多新的突破。无机化学与其他学科结合而形成的新兴研究领域很多，例如生物无机化学、现代无机化学、材料化学等。

生物无机化学是最近20年来迅速发展起来的一门无机化学与生物化学相互渗透的边缘学科。现在人们已经了解到金属元素在许多生命过程中扮演十分重要的角色。在血红蛋白、维生素 B_{12} 、细胞色素C中以及几十种金属酶中，铁、钴、铜、锌等作为中心离子，在生命过程中起着重要的作用。如叶绿素是 Mg^{2+} 和卟啉衍生物的配合物，它是绿色植物进行光合作用合成糖、淀粉和纤维素的关键物质，是对太阳能转换效率很高的“换能器”。现已开展了以金属卟啉为光敏催化剂的光解水的研究。血红蛋白是 Fe^{2+} 卟啉衍生物的配合物，它是血红蛋白和肌红蛋白的重要组成部分，在动物的血液中具有输送氧的重要功能。近年来人工模拟铁卟啉氧载体的研究工作获得了明显的进展。

现代物理实验方法如X射线、中子衍射、电子衍射、磁共振、光谱、质谱、色谱等方法的应用，使无机物的研究由宏观深入到微观，从而将元素及其化合物的性质和反应同结构联系起来，形成现代无机化学。现代无机化学就是应用现代物理技术及物质微观结构的观点来研究和阐述化学元素及其所有无机化合物的组成、性能、结构和反应的科学。无机化学的发展趋向主要是新型化合物的合成和应用，以及新研究领域的开辟和建立。

2. 分析化学

化学是研究物质的组成、结构、性质及其相互变化的一门基础学科。而分析化学是人们

获得物质化学组成、结构和信息的科学，即表征与测量的科学。它包括定性分析和定量分析两个部分。定性分析是确定物质由哪些元素、离子、原子团和有机官能团等所组成。定量分析是测定物质中有关各组分的含量。定量分析可以用不同的方法来进行。一般按照分析原理的不同，可将这些方法分为两大类，即化学分析方法和仪器分析方法。

以物质的化学反应为基础的分析方法称为化学分析法。化学分析法是最早采用的分析方法，是分析化学的基础，故又称经典分析法。化学分析法主要有重量分析法和滴定分析法。以物质的物理和物理化学性质为基础的分析方法称物理和物理化学分析法。这类方法都需要较特殊的仪器，通常称为仪器分析方法。最主要的仪器分析方法有：光学分析法、电化学分析法、色谱分析法。仪器分析法具有操作简便、快速、灵敏度高、准确度高等优点，适用于微量或痕量分析。但由于仪器价格较贵，难以普及。因此化学分析法和仪器分析法都有各自的优缺点和局限性，通常实验时要根据被测物质的性质和对分析结果的要求选择适当的分析方法进行测定。

分析化学在国民经济建设中有重要意义。如工业生产方面从原料的选择、中间产品、成品的检验、新产品的开发，以至生产过程中的“三废”（废水、废气、废渣）的处理和综合利用都需要分析化学。在农业生产方面，从土壤成分、肥料、农药的分析以至农作物生长过程的研究也都离不开分析化学。在国防和公安方面，从武器装备的生产和研制，以至刑事案件的侦破等也都需要分析化学的密切配合。

和其他学科一样，科学渗透是分析化学发展中的一个重要特点。科学渗透已使分析化学成为一个庞大的学科体系，分析化学家面临的不是一个单一的分支，而是综合性的学科研究领域，即进入所谓“分析科学”的阶段。材料科学和环境科学曾经和正在促进着分析化学的发展，其主要标志是痕量分析、微区分析、表面分析和形态分析获得前所未有的发展。

3. 有机化学

有机化学是研究有机化合物的来源、制备、结构、性质、应用以及有关理论的科学，又称碳化合物的化学。世界上每年合成的新化合物约70%以上是有机化合物，直接或间接地为人类提供大量的必需品。在有机化学的发展过程中，逐步形成了有机合成化学、天然有机化学、金属与元素有机化学、物理有机化学以及有机物分离分析等领域。这些领域在各自的成长过程中相互渗透、相互依靠并相互促进，为有机化学学科的繁荣发展做出重要的贡献。

4. 物理化学

物理化学是以物理的原理和实验技术为基础，研究化学体系的性质和行为，发现并建立化学体系中特殊规律的学科。它是化学学科以及在分子层次上研究物质变化的其他学科的理论基础，主要包括化学热力学、化学动力学、结构化学和量子化学等。随着科学的迅速发展和各门学科之间的相互渗透，物理化学与物理学、无机化学、有机化学在内容上存在着难以准确划分的界限，从而不断地产生新的分支学科，例如物理有机化学、生物物理化学、化学物理等。物理化学还与许多非化学的学科有着密切的联系，例如冶金学中的物理冶金实际上就是金属物理化学。

5. 高分子化学

高分子化学是研究高分子化合物的合成、化学反应、物理化学、物理、加工成型、应用等方面的一门新兴的综合性学科。20世纪30年代聚酰胺纤维的合成，使高分子的概念得到广泛的确认。各种高分子材料合成和应用，为现代工农业、交通运输、医疗卫生、军事技术，以及人们衣食住行各方面，提供了多种性能优异而成本较低的重要材料，成为现代物质文明的重要标志。高分子工业发展为化学工业的重要支柱。

二、无机与分析化学的基本内容

无机与分析化学是对无机化学、分析化学两门课程的教学内容精心遴选后进行有机整合而成的一门课程。主要内容可分为四大部分：近代物质结构理论、化学平衡理论、元素化学、化学分析方法及有关理论。

教材在内容安排上，主要贯穿两条主线。第一章、第二章、第四至九章以化学定量分析为主线，将定量化学分析中的四大滴定分析融入四大化学平衡中，应用化学平衡的原理，介绍常用的化学分析方法。第三章、第十章、第十一章以物质结构理论为主线，重点介绍重要元素及其化合物的结构、组成和性质。同时每章后增加了相关的技能训练内容，方便技能训练和考核。

三、无机与分析化学的学习方法

(1) 理论联系实际 学习无机及分析化学是一个从实践到理论再到实践的过程，在学习过程中请同学们联系自己的工作实践来学习，使抽象的概念具体化。

(2) 掌握重点，突破难点 明确各章教学的基本要求，根据“掌握”、“理解”、“了解”等不同层次，以及老师课件讲解上是否反复强调或多次重复的问题，分清轻重主次，合理安排学习或复习的时间。凡属重点一定要学懂学通，领会贯通；对难点要作具体分析，有的难点亦是重点，有的难点并非重点。

(3) 学习中注意让“点的记忆”汇成“线的记忆” 对课程的基本理论、基本知识要反复理解与应用，在理解中进行记忆，通过归纳，寻找联系，由“点的记忆”汇成“线的记忆”。对于课堂上以及教材上，包括本书上的例题，侧重理解解题的思路与方法，努力做到举一反三。

(4) 着重培养自学能力，初步学会如何获取信息与知识 学会充分利用图书馆、资料室以及校园网，通过适当参阅有关参考书或参考资料，帮助自己更深刻地理解或掌握所学的知识。一般可以通过 Internet 的“Google”或“百度”等搜索引擎，校园网图书馆网站，校图书馆的电子书库或数据库系统，输入所感兴趣的书名、著作者或关键词，搜索相关的信息或图书、资料。

(5) 重视实验 掌握实验基本操作技能，培养实事求是的科学态度、耐心细致的工作作风。特别要注意善于发现问题，努力培养自己分析问题、解决问题的能力。要努力学会综合运用所学过的知识与技能，解决一般无机化学与分析化学的问题，并分析解决实际问题。

(6) 关注化学史 化学在其形成、发展过程中，有无数前辈为此付出了辛勤的劳动，做出了巨大的贡献。他们的成功经验与失败教训值得我们借鉴。

四、化学实验基础知识

1. 实验室规则

(1) 实验前做好预习和实验准备工作，了解实验目的、原理，明确实验要求和注意事项。

(2) 进入实验室的每位同学都必须穿工作服，必要时佩戴防护眼镜、手套和口罩，不要穿拖鞋、背心。

(3) 实验过程中遵守纪律，保持安静。实验中要认真操作，仔细观察各种现象，将实验中的现象和数据如实记在报告本上。根据原始记录，认真地分析问题，处理数据，写出实验报告。

(4) 必须认真完成规定的实验内容。如果对实验及其操作有所改动，或者做自选实验，

应先与指导教师商讨，经允许后方可进行。

(5) 药品和仪器应整齐地摆放在一定位置，用后立即放回原位。腐蚀性或污染性的废物应倒入废液桶或指定容器内。保持实验台面清洁，火柴梗、碎玻璃等倒入垃圾箱，不得随意乱抛。

(6) 正确地使用仪器和实验设备。如发现仪器有损坏，应按规定的有关手续到实验预备室换取新的仪器；未经同意不得随意拿取别的位置上的仪器；如发现实验设备有异常，应立即停止使用，及时报告指导教师。

(7) 实验结束后，将实验记录经指导教师检查签字后方可离开实验室。

(8) 清理实验所用的仪器，将属于自己保管的仪器放进实验柜内锁好。各实验台轮流值日，必须检查水、电和煤气开关是否关闭，负责实验室内的清洁卫生。实验室的一切物品不得带离实验室。

2. 化学实验室内的安全操作

在进行化学实验时，需经常使用水、电、煤气，并常碰到一些有毒、有腐蚀性或者易燃、易爆的物质。不正确和不经心的操作以及忽视操作中必须注意的事项都可能造成火灾、爆炸和其他不幸事故的发生。发生事故不仅危害个人，还会危害周围同学，使国家财产受到损失，影响工作的正常进行。因此，重视安全操作，熟悉一般的安全知识是非常必要的。我们必须从思想上重视安全，决不要麻痹大意，但也不能盲目害怕而缩手缩脚，不敢大胆做实验。

为了保证实验的顺利进行，必须熟悉和注意以下安全措施：

(1) 熟悉实验室及其周围环境和水、电、煤气、灭火器的位置。

(2) 使用电器时，要谨防触电，不要用湿的手、物去接触电源，实验完毕后及时拔下插头，切断电源。

(3) 一切有毒的、恶臭气体的实验，都应在通风橱内进行。

(4) 为了防止药品腐蚀皮肤和进入体内，不能用手直接拿取物品，要用药勺或指定的容器取用。取用一些强腐蚀性的药品，如氢氟酸、溴水等，必须戴上橡皮手套。绝不允许用舌头尝药品的味道。实验完毕后须将手洗净。严禁在实验室内饮食，严禁将食品及餐具等带入实验室内。

(5) 不允许将各种化学药品混合，以免引起意外事故，自选设计的实验务必与教师讨论并征得同意后方可进行。

(6) 使用易燃物（如酒精、丙酮、乙醚）、易爆物（如氯酸钾）时，要远离火源，用完后应及时将易燃、易爆物加盖存放在阴凉的地方。

(7) 酸碱是实验室常用试剂，浓酸碱具有强烈腐蚀性，应小心取用，不要把它洒在衣服或皮肤上。实验用过的废酸应倒入指定的废酸缸中。

(8) 使用浓 HNO_3 、 HCl 、 H_2SO_4 、 HClO_4 、氨水、冰醋酸等时，均应在通风橱中操作。夏天，打开浓氨水瓶盖之前，应先将氨水瓶放在自来水流水下冷却后，再行开启。如不小心溅到皮肤和眼内，应立即用水冲洗。

(9) 如有机溶剂散落到地上，应立即用纸巾吸除，并做适当的处理。

(10) 禁止使用无标签、性质不明的物质。

(11) 实验室应保持室内整齐、干净。勿将火柴棒、废纸、残渣、pH 试纸、玻璃碎片等固体废物扔入水槽或中间凹槽内，此类物质应收集起来放入废物桶内或实验室规定放的地方。废液小心倒入废液缸中。毛刷、抹布、拖把等卫生用品请洗干净，摆放整齐。

(12) 用完煤气、天然气后,或遇临时煤气、天然气中断供应时,应立即关闭开关。如遇煤气、天然气泄漏时,应停止实验,进行检查。

(13) 实验完毕后,值日生和最后离开实验室的人员应负责检查门、窗、水、煤气是否关好,电闸是否拉开。

(14) 实验室内所有药品不得携出室外,用剩的有毒药品应还给教师。

3. 实验室中意外事故的急救处理

(1) 割伤(玻璃或铁器刺伤等) 先把碎玻璃从伤口处挑出,如轻伤可用生理盐水或硼酸液擦洗伤处,涂上紫药水(或红汞),必要时撒些消炎粉,用绷带包扎。伤势较重时,则先用酒精在伤口周围清洗消毒,再用纱布按住伤口压迫止血,并立即送往医院。

(2) 烫伤 可用10%的 KMnO_4 溶液擦洗灼伤处,轻伤涂以玉树油、正红花油、鞣酸油膏、苦味酸溶液均可。重伤撒上消炎粉或烫伤药膏,用油纱绷带包扎,送医院治疗,切勿用冷水冲洗。

(3) 受强酸腐蚀 先用大量水冲洗,然后以3%~5%碳酸氢钠溶液洗,再用水洗,拭干后涂上碳酸氢钠油膏或烫伤油膏。如受氢氟酸腐蚀受伤,应迅速用水冲洗,再用稀苏打溶液冲洗,然后浸泡在冰冷的饱和硫酸镁溶液中半小时,最后敷以硫酸镁(20%)、甘油(18%)、水和盐酸普鲁卡因(1.2%)配成的药膏,伤势严重时,应立即送医院急救。

当酸溅入眼睛时,首先用大量水冲洗眼睛,然后用稀的碳酸氢钠溶液冲洗,最后再用清水洗眼。

(4) 受强碱腐蚀 立即用大量水冲洗,然后用10%柠檬酸或硼酸溶液冲洗,最后用水洗。

当碱液溅入眼睛时,先用水冲洗,再用饱和的硼酸溶液冲洗,最后滴入蓖麻油。

(5) 磷烧伤 用5%的硫酸铜、10%的硝酸银或高锰酸钾溶液处理后,送医院治疗。

(6) 吸入溴、氯等有毒气体 可吸入少量酒精和乙醚的混合蒸气以解毒,同时应到室外呼吸新鲜空气。溴灼伤,立即用大量水洗,再用乙酸擦至无溴液存在,然后涂上甘油或烫伤油膏。

(7) 触电事故 应立即拉开电闸,切断电源,尽快地用绝缘物(干燥的木棒、竹竿)将触电者与电源隔离。

(8) 失火 对易燃物保存不合理、使用不恰当,加热器发生故障,加热过程违反操作规则等原因,常会发生失火事故。失火时应及时把可燃性物品移离火区,如有防火布或耐热板可立即用以隔离火源,然后根据燃烧品的性质采取不同的灭火方法。

① 固体物品着火时,可用防火布覆盖燃烧物并撒上细沙或用水扑灭。如果火焰不是很大,使用二氧化碳灭火器最为方便。

② 液体着火时,可用防火布覆盖燃烧物并撒上细沙。应设法不使液体流散以防火焰蔓延。不溶于水,相对密度又比水小的液体(如苯、乙醚、汽油等)燃烧时,切勿用水扑灭,因为用水不仅达不到灭火的目的,反而使燃烧的液体随水漂流,使火焰蔓延,造成更大的灾害。

③ 身上或者衣服着火时,不得惊慌失措,到处乱跑,必须迅速用厚布盖住身体,或者及时躺在地上翻滚,把火苗压灭,或者迅速脱掉着火衣物并把火扑灭。

④ 电器着火时,应立即切断电源,并选择上述合适的方法扑灭火苗,或者使用二氧化碳灭火器或干粉灭火器,切忌用二氧化碳泡沫灭火器。

4. 玻璃仪器的洗涤

实验常用玻璃仪器分为两类。一类为普通玻璃仪器，另一类为标准磨口玻璃仪器。

使用玻璃仪器皆应轻拿轻放，除试管等少数外都不能直接用火加热。锥形瓶不耐压，不能作减压用。厚壁玻璃器皿（如抽滤瓶）不耐热，故不能加热。广口容器（如烧杯）不能贮放有机溶剂。带活塞的玻璃器皿用过洗净后，在活塞与磨口间应垫上纸片，以防粘住。如已粘住可在磨口四周涂上润滑剂后用电吹风吹热风，或用水煮后再轻敲塞子，使之松开。反应用的仪器如烧杯、烧瓶或蒸馏用的仪器如蒸馏瓶等需加热时，可在石棉垫上或在水浴、油浴等上加热。而度量用的仪器如滴定管、容量瓶、量杯等，是不可加热的。

化学实验中经常使用各种玻璃仪器，如果仪器不干净，就会将杂质带进实验，影响实验结果的准确性。因此，玻璃仪器在使用前，必须洗涤干净。清洗玻璃仪器的方法很多，主要根据实验的要求、污物的性质和沾污的程度来选用。附在仪器上的污物，一般分为三类：尘土和其他不溶性物质、可溶性物质以及油污和其他有机物质。针对这些情况可分别用下列清洗方法。

(1) 用自来水刷洗 这种方法可洗去可溶性物质、尘土和其他不溶性物质，但对油污和其他有机物就很难洗去。刷洗时应先刷洗仪器的外表面。

(2) 用去污粉或洗涤剂洗涤 洗涤仪器时，先用自来水润湿仪器，再选用适当的软毛刷，蘸取适量的去污粉，仔细刷洗仪器内外壁，用自来水冲净，如果玻璃器壁内外不挂水珠，表明仪器已洗涤干净，否则应重新洗涤。洗净的仪器，还需用少量蒸馏水淋洗两三遍后备用。若油污和有机物质仍洗不干净，可用热的碱液洗。

(3) 用铬酸洗液洗涤 在进行精确的定量实验时，对仪器的洁净程度要求高，所用仪器形状特殊，如口径小、管细的仪器不便刷洗，这时用洗液洗。

铬酸洗液是一种氧化性和腐蚀性都很强的洗涤液，一般用来洗涤去污粉等无法洗净的玻璃仪器。其配制方法是：25g 重铬酸钾溶于 50mL 热水中，冷却后慢慢地加入浓硫酸至 500mL。

洗液具有强的氧化性、强酸性，能把仪器洗干净，但对衣服、皮肤、桌面橡胶等腐蚀性也很强，使用时要特别小心。

清洗方法：往仪器内小心加入少量洗液，然后将仪器倾斜，慢慢转动，务使仪器内壁全部为洗液所润湿。再转动仪器，使洗液在仪器内壁多流动几次，将洗液倒回原来的容器中，最后用自来水洗去残留洗液。

洗液使用时应注意：①被清洗的器皿不宜有水，以免稀释而失效；②洗液呈绿色表明失效而不能使用；③洗液瓶的瓶塞要塞紧，以防吸水而失效；④用去离子水淋洗。

经上述方法洗净的仪器，仍然会沾有自来水带来的 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Cl^- 等离子，如果实验中不允许这些离子存在，应用去离子水（蒸馏水）淋洗内壁 2~3 次。每次用水尽量少些，符合少量多次的原则。

除以上清洗方法外，还可根据污物的性质选用适当的试剂与所沾污物产生化学反应形成可溶性物质，再刷洗除去。如 AgCl 沉淀，可选用氨水清洗，硫化物沉淀可选用硝酸加盐酸清洗，二氧化锰沉淀选用 HCl 或浓 H_2SO_4 清洗。

洗净的仪器倒置使器壁上只留下一层均匀的水膜，水在器壁上无阻地流动。若局部排水或有水流拐弯现象，表示洗得不够干净。

在定性、定量实验中，由于杂质的引进会影响实验的准确性，对仪器的洁净程度要求较高。但在有些情况下，如一般的无机制备、性质实验或者药品本身不纯，这时对仪器洁净程

度的要求不高，仪器只要刷洗干净，用不着要求不挂水珠，也不必用蒸馏水荡洗。工作中应根据实际情况决定清洗的程度。

5. 仪器的干燥

实验用的仪器除要求洗净外，有些实验还要求仪器干燥，不附有水膜。如用于精确称量中的盛载仪器、用于计量或盛有一定浓度溶液的仪器等。根据不同的情况，采用下列方法可将洗净的仪器干燥。

(1) 晾干 实验结束后，可将洗净的仪器倒置在实验柜里（倒置不稳的应平放）或在仪器架上晾干，供下一次实验使用。

(2) 烤干 烧杯和蒸发皿可以放在石棉网上用小火烤干。试管可直接用小火烤干，操作时应将管口朝下，并不时来回移动试管，待水珠消失后，将管口朝上，把水汽赶走。

(3) 烘干 将洗净的仪器，尽量倒干水后，放进烘箱内，温度控制在 105°C 左右烘干。仪器放进烘箱口应朝下，并在烘箱的最下层放一瓷盘，承接从仪器上滴下的水，以免水滴在电热丝上，损坏电热丝。木塞、橡皮塞不能与仪器一同干燥，玻璃塞虽可同时干燥，但应从仪器上取下来，以免烘干后卡住，取不下来。

(4) 用有机溶剂干燥 将洗净的仪器沥去水后加入少量有机溶剂（常用的是酒精和丙酮），转动仪器使容器中的水与其混合，倾出混合液（回收），放置（或吹风）使仪器干燥（不能放在烘箱内）。

带有刻度的容器，不能用加热的方法干燥，只能晾干或用有机溶剂干燥，吹风时宜用冷风。

6. 加热方法

(1) 直接加热 实验室常用的可直接用火加热的玻璃器皿有试管、烧杯、锥形瓶、烧瓶等，这些仪器能承受一定的温度，但不能骤冷骤热，因此在加热前必须将仪器外面的水擦干，加热后也不能立即与冷物体接触。

用烧杯、烧瓶和锥形瓶等玻璃器皿加热液体时，器皿要放在石棉网上，否则会因受热不均而破裂。

酒精灯是实验室常用的加热工具，其加热温度为 $400\sim 500^{\circ}\text{C}$ ，适用于温度不需要太高的实验。酒精灯由灯帽、灯芯（以及瓷质套管）和盛酒精的灯壶三个部分组成。正常使用时酒精灯的火焰可分为焰心、内焰和外焰三个部分，外焰的温度最高，往内依序降低。故加热时应调节好受热器与灯焰的距离，用外焰来加热。当有风或室内气流不太稳定时，酒精灯火焰也不太平稳，为此可在酒精灯上加一个金属网罩，网罩可用废旧铁窗纱自制。

使用酒精灯应注意：

① 点燃酒精灯之前，先打开灯盖，并把灯头的瓷管向上提一下，使灯内的酒精蒸气逸出，这样才可避免点燃时酒精蒸气因燃烧受热膨胀而将瓷管连同灯芯一并弹出，从而引起燃烧事故。灯芯不齐或烧焦时，应用剪刀修整为平头等长。灯芯长度可控制在浸入酒精后再长 $4\sim 5\text{cm}$ 。新换的灯芯应让酒精浸透后才能点燃，否则一点燃就会烧焦。

② 酒精灯应用火柴杆引燃，绝不能拿燃着的酒精灯去引燃另一盏酒精灯。因为这样做将使灯内的酒精从灯头流出，引起燃烧。

③ 熄灭酒精灯时，把灯盖罩上，片刻后再把灯盖提起一下，然后再罩上，可避免灯盖揭不开之弊。注意：千万不能用嘴来吹熄。

④ 添加酒精时应先熄灭灯焰，然后借助漏斗把酒精加入灯内。灯内酒精的贮量以酒精灯容积的 $1/2\sim 2/3$ 为宜，不得超过。