

卓越

工程师教育培养计划系列教材

ZHUOYUE GONGCHENGSHI
JIAOYU PEIYANG JIHUA XILIE JIAOCAI

无机化学实验

尹学琼 朱 莉 ◎ 主编

WUJI HUAXUE SHIYAN



化学工业出版社

 大学化学化工基础实验系列教材

无机化学实验

尹学琼 朱 莉 ◎ 主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

《无机化学实验》分为六章,共41个实验,主要内容有:实验室基本知识及要求;实验室基本操作;基本化学常数测定及反应原理实验;主要元素及重要化合物的性质;无机化合物的提纯与制备;综合、设计及创新型实验。附录给出了常用物理化学常数、特殊试剂的配制方法、某些离子和化合物的颜色、常见无机阴/阳离子的定性鉴定方法等内容,方便读者参考使用。

本教材适用面广,可作为各类院校化学、化工、生物、食品、材料、农学、海洋、环境及相关专业的实验教学用书,也可作为其他化学工作者的参考书籍。

图书在版编目(CIP)数据

无机化学实验 / 尹学琼,朱莉主编. —北京:化学工业出版社,2015.6

卓越工程师教育培养计划系列教材

ISBN 978-7-122-23693-7

I. ①无… II. ①尹…②朱… III. ①无机化学-化学实验-高等学校-教材 IV. ①O61-33

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第079350号

责任编辑:徐雅妮 杜进祥

文字编辑:陈 雨

责任校对:王 静

装帧设计:关 飞

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 装:高教社(天津)印务有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张11³/₄ 字数280千字 2015年8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:25.00元

版权所有 违者必究

大学化学化工基础实验系列教材

编 委 会

主 任 张玉苍

副 主 任 (按姓氏笔画排序)

尹学琼 朱 文 孙中亮

罗先群 罗盛旭 庞素娟

其他编委 (按姓氏笔画排序)

王 江 王 博 王 敦 王小兵 王华明

牛 成 甘长银 卢凌彬 冯建成 朱文靖

朱 莉 刘 江 刘 坚 刘雪冰 劳邦盛

李小丽 李唐元 李嘉诚 杨先会 肖开恩

肖厚贞 吴起惠 张 苹 张才灵 张永明

张军峰 张绍芬 张春媛 张莉娜 张德拉

林 常 陈红军 陈尚文 陈俊华 苗树青

范春蕾 林尤全 罗明武 周方方 胡广林

胥 涛 贾春满 曹献英 梁志群 梁振益

普永权 赖桂春 曾 玲 蔡雯雯 黎吉辉

潘勤鹤

《无机化学实验》

编写人员

主 编 尹学琼 朱 莉

副 主 编 张才灵 王华明 牛 成
朱文靖

参编人员 范春蕾 刘 江 潘勤鹤
张绍芬 罗明武 梁志群
胡广林 冯建成

序

实验教学是培养学生实践动手能力和创新能力的重要手段。重视实验教学环节、创新实验教学模式、优化实验教学内容、统筹规划和顶层设计实验课程的教学与管理,是大学强化实践育人环节、推动人才培养模式改革的重要组成部分,是现代高等教育经受社会满意度检验、大学毕业生接受技术人才市场考验的有力保障。

化学基础实验是理、工、农、医等化学化工及相关专业实验教学的重要内容。大学化学化工相关专业实验课程较多,一般院校均同时开设无机化学实验、分析化学实验、有机化学实验、物理化学实验、生物化学实验及化学工程与工艺专业实验等课程,这些课程内容相互关联,知识点交叉重叠。而目前的化学化工基础实验类教材大多为单独编写,导致各实验课程教材内容重复,同一知识点多处讲授,甚至同一知识在不同课程教材里存在表述偏差等问题,容易使学生产生困扰,也使有限的学时得不到有效利用。因此,统筹编写一套组织结构合理、内容精炼、系统全面、学科针对性强、专业特色鲜明、易教易学的化学化工基础实验系列教材,将有助于化学化工及相近学科专业的人才培养。

海南大学是海南省唯一的一所“211工程”综合性大学,在理、工、农等学科领域具有丰富的化学化工实践教学经验。海南大学依托“海南省化学工程与技术省级重点学科”、“海南省化学化工实验教学示范中心”和“化学工程与工艺海南省特色优势专业”,凭借在化学化工领域五十余年的教学经验,组织数十名长期从事一线教学的教师,编写了本套化学化工基础实验系列教材,包括《无机化学实验》、《分析化学实验》、《有机化学实验》、《物理化学实验》、《生物化学实验》及《化学工程与工艺专业实验》。教材力求在内容选择及结构编排上呈现科学性、系统性、适用性、合理性和新颖性,兼备内容的深度与广度,循序渐进,帮助学生系统全面地掌握化学化工基础实验知识及操作技能。本系列教材适用面广,可作为普通高校各类化学化工类、生物类、农学类、海洋类、食品类、环境类专业本科生实验课教材。

本套教材由教育部高等学校化工类专业教学指导委员会委员、“海南省化学工程与技术省级重点学科”责任教授张玉苍组织编写,《无机化学实验》由尹学琼教授、《分

析化学实验》由罗盛旭教授、《有机化学实验》由朱文教授、《物理化学实验》由庞素娟教授、《生物化学实验》由罗先群副教授、《化学工程与工艺专业实验》由孙中亮副教授具体负责编写。

希望通过本套教材的出版与推广使用，能够促进化学化工实验教学环节的改革与创新，提高学生的动手能力与创新能力，为“卓越工程师教育培养计划”背景下的理工科创新型人才培养提供教学支持。

大学化学化工基础实验系列教材编委会
2015 年 5 月

前言

无机化学实验是化学、化工、生物、食品、材料、农学、海洋、药学、环境及相关专业的基础必修课，是本科化学实验教学的首门课程，对大学化学实验教学有着启蒙教学的作用，其教学效果对帮助学生掌握基本实验知识与技能，养成良好的实验习惯，形成科学严谨的实验态度有着至关重要的作用。一本好的实验教材是无机化学实验教学必不可少的支撑。为此，海南大学化学工程与技术省级重点学科组织具有丰富理论及实验教学经验的一线老师，总结海南大学对理工农等各类专业近 30 年无机化学实验教学经验，编写了本部教材。

本教材针对大学一年级新生的学习基础和学习方法，在编写过程中注重循序渐进，从实验室基本知识、基本操作开始对学生进行全面基础实验知识及技能教育；然后通过无机化学常见化学常数测定及反应原理、元素及化合物的性质、无机化合物的提纯与制备相关实验，对学生进行重点技能及操作训练；最后通过综合、设计及创新型实验提高学生综合运用无机化学知识进行实验科学研究的能力。教材注重教学内容与理论知识的衔接性以及实验内容的清晰性、规范性、可操作性和综合性，强调培养学生良好的实验习惯，以及通过实验验证、分析和解决无机化学问题的能力。

本书由尹学琼、朱莉主编，张才灵、王华明、牛成、朱文靖副主编。参加编写的人员及分工如下：第 1 章（朱文靖、刘江），第 2 章（朱莉、张绍芬、罗明武），第 3 章（王华明、尹学琼、罗明武），第 4 章（张才灵、尹学琼、范春蕾、梁志群），第 5 章（牛成、尹学琼、潘勤鹤），第 6 章（尹学琼、胡广林、罗明武、冯建成），附录（朱莉、梁志群）。

本书的出版得到了海南省化学工程与技术重点学科的大力支持，对此表示衷心的感谢！

由于编写人员水平有限，书中难免出现疏漏及欠妥之处，敬请同行们批评指正！

编 者

2015 年 4 月

目 录

第 1 章 实验室基础知识	1
1.1 绪论	1
1.2 实验室基本知识	2
1.3 实验室试剂的一般知识	5
1.4 化学实验中的数据表达与处理	6
1.5 实验报告格式写法	11
第 2 章 实验室基本操作	14
2.1 玻璃仪器的洗涤与干燥	14
2.2 常用仪器设备的使用	16
2.3 试剂的取用与溶液配制	35
2.4 简单玻璃加工操作	36
2.5 加热与冷却技术	38
2.6 物质的分离和提纯技术	44
2.7 试纸的使用	51
第 3 章 基本化学常数测定及反应原理实验	52
实验 1 摩尔气体常数的测定	52
实验 2 化学反应速率和活化能的测定	54
实验 3 化学反应标准摩尔焓变的测定	57
实验 4 乙酸的标准解离常数和解离度的测定	59
实验 5 碘化铅溶度积常数的测定	61
实验 6 银氨配离子配位数及稳定常数的测定	63
实验 7 分光光度法测定 $[\text{Ti}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ 的分裂能	64
实验 8 硫酸铜晶体中结晶水含量的测定	66
实验 9 水溶液中的解离平衡	67
实验 10 酸碱反应与缓冲溶液	69

实验 11	配合物的生成与性质	70
实验 12	沉淀的生成与溶解平衡	73
实验 13	氧化还原平衡和电化学	74

第 4 章 主要元素及重要化合物的性质 77

实验 14	s 区金属元素 (碱金属、碱土金属)	77
实验 15	p 区非金属元素 (一) (硼、碳、硅、氮、磷)	81
实验 16	p 区非金属元素 (二) (氧、硫、卤素)	88
实验 17	p 区金属元素 (铝、锡、铅、铋、铊)	91
实验 18	ds 区金属元素 (铜、银、锌、镉、汞)	93
实验 19	d 区金属元素 (一) (钛、钒、铬、锰)	96
实验 20	d 区金属元素 (二) (铁、钴、镍)	98
实验 21	常见阳离子的分离与鉴定 (一)	102
实验 22	常见阳离子的分离与鉴定 (二)	107
实验 23	常见非金属阴离子的分离与鉴定	110

第 5 章 无机化合物的提纯与制备 115

实验 24	海盐的提纯	115
实验 25	硫酸铜晶体的制备、提纯及大晶体的培养	117
实验 26	碳酸钠的制备	119
实验 27	硫代硫酸钠的制备	121
实验 28	过氧化钙的制备	122
实验 29	三氯六氨合钴 (Ⅲ) 的制备	123
实验 30	乙酸铬 (Ⅱ) 水合物的制备	124
实验 31	十二钨硅酸的制备	126
实验 32	硫酸四氨合铜 (Ⅱ) 的制备	128

第 6 章 综合、设计及创新型实验 131

实验 33	无机离子的纸上色谱分离与鉴定	131
实验 34	硫酸亚铁铵的制备	133
实验 35	未知阳离子液的定性分析——设计实验	135
实验 36	含 Cr (Ⅵ) 废水的处理	139
实验 37	海带中碘的提取	141
实验 38	未知阴离子液的定性分析	143
实验 39	废旧电池的回收和利用	146
实验 40	纳米 MnO_2 的制备和表征的综合实验	148
实验 41	$(+)[\text{Co}(\text{Ⅲ})(\text{en})_3]\text{I}_3$ 的制备	150

附录 152

附录 1 国际相对原子质量表 152

附录 2 不同温度下水的饱和蒸气压 153

附录 3 一些无机化合物在水中的溶解度 154

附录 4 气体在水中的溶解度 158

附录 5 常见酸碱的浓度 159

附录 6 弱电解质的电离常数（离子强度等于零的稀溶液） 159

附录 7 常见沉淀物的溶度积常数 160

附录 8 常见配离子的累积稳定常数（298.15K） 162

附录 9 标准电极电势（298.15K） 163

附录 10 特殊试剂的配制 164

附录 11 某些离子和化合物的颜色 165

附录 12 常见无机阳离子的定性鉴定方法 167

附录 13 常见无机阴离子的定性鉴定方法 172

参考文献 175

第 1 章

实验室基础知识

1.1 绪论

1.1.1 无机化学实验课程的目的和任务

化学是一门实验科学，化学理论和规律大多来源于实验，同时又为实验所检验。化学实验是化学教学中一门独立的课程，贯穿化学教学的始终。正如已故著名化学家、中国科学院院士戴安帮教授所说：实验教学是实施全面化学教育的有效形式。通过化学实验教学，不仅传授基本的化学知识，培养学生的实验操作技能，更重要的是通过实验这一途径，培养学生初步掌握开展科学研究与创新的方法，提高学生的科学素养。

开设无机化学实验的主要目的有以下几点：

- ① 通过实验，可以获得大量物质变化的第一手的感性知识，进一步熟悉元素及其化合物的重要性质和反应，掌握重要无机化合物的一般分离和制备方法，加深和巩固对化学基本理论、基本知识的理解。
- ② 通过实验，学生亲自动手，实际训练各种操作，可以培养学生正确、规范掌握无机化学实验的基本操作方法和实验技巧。
- ③ 通过实验，培养学生独立思考和解决问题的能力；独立准备和进行实验的能力；细致观察现象，归纳、综合，正确处理数据的能力；分析实验和用语言表达实验结果的能力。
- ④ 通过实验，培养学生的创新能力。一些设计性的实验，让学生提出自己的实验方案，教师适当指导，只要符合安全要求，鼓励学生去做自己想要做的实验。
- ⑤ 通过实验，培养学生具有实事求是、严谨治学的科学态度，良好的实验习惯和环境保护的意识。

无机化学实验作为大学化学实验的入门课，在培养学生扎实的实验技能、良好的实验习惯和科学的思维方式等方面起着重要作用。此外，也为后续课程的学习、进行科学研究和参与实际工作打下良好的基础。

1.1.2 无机化学实验学习方法

无机化学实验的学习，不仅需要有一个端正的学习态度，而且还要有正确的学习方法。要

做好无机化学实验必须做好以下几个环节。

1. 预习

充分预习是做好实验的前提和保证，也是培养学生自主学习的形式之一。实验课是在教师指导下由学生独立完成的，学生是实验课的主体，因此只有在课前充分理解实验原理、操作要领，明确待解决的问题，了解如何做和为什么这样做，才能很好地完成实验。

① 阅读 认真阅读实验教材与教科书中的有关内容，做到明确实验目的，了解实验原理，熟悉实验内容、主要操作步骤及实验数据处理方法，明确实验的关键步骤和注意事项，合理安排实验时间，事先了解仪器的使用方法。

② 查阅 查阅有关教材、参考资料、附录及相关手册，写出实验所需要的物理化学数据、化学反应方程式及实验现象。

③ 撰写 预习报告不是简单写上实验讲义的内容，而是在对实验过程充分理解的基础上对实验过程的总结和提炼。预习报告要求写在统一的预习报告本上，包括以下内容：实验目的、实验原理、实验内容、实验中的注意事项等。

2. 实验

① 按照预先拟定的实验方案独立认真操作，仔细观察并分析实验现象，如实地做好记录。

② 若发现异常实验现象应主动进行分析，找出原因，解决问题，必要时重做实验。如发现疑难问题，可与教师讨论，共同解决问题。

③ 实验过程中应保持肃静，严格遵守实验室安全守则。

④ 实验结束后，清洗实验仪器，并将试剂、仪器整理好。关闭水、电等，清扫实验室，经指导教师检查后方可离开实验室。

3. 实验报告

实验报告要求简明扼要，标题明显，文理通顺，字迹清楚，整齐洁净。实验报告包括以下内容：

① 实验名称。

② 实验目的：扼要地简述实验目的。

③ 实验原理：简述实验原理，写出主要计算公式或化学反应方程式。

④ 实验内容：尽量采用符号、框图、表格等简明、清晰的形式表达。

⑤ 实验现象和数据的记录：清晰的描述实验现象，如实记录每一个实验数据，做到严谨、认真、实事求是。

⑥ 现象解释及数据处理：根据实验现象进行分析、解释，并得到结论，或根据记录的数据进行计算或作图。

⑦ 问题与讨论：针对实验遇到的异常或特别的现象或疑难问题提出自己的见解；或总结实验中某方面的收获或教训；对定量实验应分析产生误差的原因；对教学方法、实验内容、实验方法等提出自己的意见。

1.2 实验室基本知识

在化学实验中，常常会用到一些易燃、易爆、有腐蚀性和有毒性的化学药品，所以必须

十分重视安全问题,绝不能麻痹大意。在实验前应充分了解每次实验的安全问题和注意事项。在实验过程中要集中精力,严格遵守操作规程和安全守则,这样才能避免实验事故的发生,万一发生了实验事故,要立即紧急处理。

1.2.1 实验室规则

- ① 严禁在实验室内饮食、吸烟。
- ② 实验室内应保持安静,不得打闹、大声喧哗。
- ③ 实验前充分预习,写好预习报告。
- ④ 实验前应先检查器材、药品是否完整,如发现缺少或损坏,应及时报告,进行补充和更新。
- ⑤ 实验室内应保持空气流通,实验中的废弃物尤其是废酸、废碱应倒入废液缸中,严禁投入或倒入水槽内,以防水槽和下水管堵塞或腐蚀。
- ⑥ 爱护仪器,节约药品,严格按照规定用量称取药品。取完药品后,应立即盖上瓶塞,放回原处。
- ⑦ 实验中应严谨求实,如实记录实验现象和数据。
- ⑧ 实验完毕,清洁实验桌面,清洗实验仪器并摆放整齐,将实验室打扫干净方可离开。

1.2.2 实验室安全守则

- ① 必须熟悉实验的环境,了解实验室水、电、灭火器的位置,并熟悉其使用方法。
- ② 遵守实验室着装要求,穿着实验服,配备必要的护目镜;实验完毕,必须洗净双手,断水断电,关闭门窗。
- ③ 一切易燃、易爆的操作都要在远离明火的地方进行;有毒、有刺激性气体的操作一定要在通风橱中进行。需要借助嗅觉来判断气体的气味时,面部应远离容器,用手将逸出容器的气体轻轻地煽向自己的鼻孔。
- ④ 使用浓酸、浓碱和具有腐蚀性的药品时,应避免洒在衣服和皮肤上,以免灼烧。稀释浓硫酸时,应在搅拌的同时,将它慢慢倒入水中而不能相反进行,以免迸溅。
- ⑤ 不能俯视正在加热的液体;使用试管加热时,切记不要使试管口对着自己或他人;浓缩液体时,特别是有晶体出现后,应不停搅拌,更不许擅自离开。
- ⑥ 实验中,必须按照正确的操作和安全须知进行实验,不得随意更改实验内容;严禁单凭兴趣,随意将药品混合,随意乱做实验。对于独立构思和试验性的实验,必须与老师协商取得同意后方可进行。

1.2.3 实验室事故的处理方法

在实验过程中若不幸发生事故,在实验室必须进行应急处理。具体处理方法如下:

- ① 割伤 伤处不能用手抚摸,也不能用水洗涤。若伤口处有异物,应先将碎异物从伤处挑出。轻伤可涂紫药水或红汞、碘酒,撒上消炎粉后包扎或贴创口贴。
- ② 烫伤 切勿用水冲洗伤处。若伤处皮肤未破,可在伤处涂上饱和碳酸氢钠溶液,或者将碳酸氢钠粉调成糊状敷于伤处。若伤处皮肤已破,可涂些紫药水或浓度为1%的高锰酸钾溶液。
- ③ 酸灼伤 立即用大量水冲洗,然后用饱和碳酸钠溶液或稀氨水或肥皂水冲洗,最后

再用水冲洗。若是氢氟酸灼伤，应立即按上述方法洗至伤口至苍白色，并涂以甘油与氧化镁糊（2：1）。如果酸液溅入眼内，应马上用大量水冲洗，然后用2% $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ 溶液冲洗眼睛，最后再用蒸馏水冲洗。

④ 碱灼伤 先用大量水冲洗，然后用2%的乙酸溶液或3%的硼酸溶液冲洗，然后再用水洗。如果溅入眼内，先用大量水冲洗，再用3%的硼酸溶液冲洗，最后再用蒸馏水冲洗。

⑤ 溴灼伤 用乙醇或10%的 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液洗涤伤口，然后用水冲洗干净，最后涂敷甘油。

⑥ 磷灼伤 用1%的 AgNO_3 溶液或5%的 CuSO_4 溶液或 KMnO_4 溶液洗涤伤口，然后再用浸过 CuSO_4 溶液的绷带包扎。

⑦ 吸入有毒气体 吸入氯或氯化氢等气体时，可吸入少量酒精和乙醚的混合气体解毒。因吸入硫化氢或一氧化碳气体而身体感到不适时，立刻到室外呼吸新鲜空气。同时切记：氯气、溴中毒时不可进行人工呼吸，一氧化碳中毒时不可使用兴奋剂。

⑧ 毒物入口 把5~10mL稀 CuSO_4 溶液加入一杯温水中，内服后，用手指深入咽喉部促使呕吐，然后立即送往医院。

⑨ 触电 应立即切断电源，必要时进行人工呼吸，找医生抢救。

⑩ 火灾 防止火势蔓延，切断电源，移走易燃、易爆等物品，同时要立即灭火，根据起火原因选择合适的灭火方法和设备。

1) 一般小火，用湿布、石棉或沙子覆盖燃烧物即可灭火。大火可用水、灭火器灭火。

2) 油类、有机溶剂起火，可用 CO_2 灭火器、干粉灭火器。

3) 电器设备起火，用 CCl_4 或 CO_2 灭火器灭火，不能用泡沫灭火器，以免触电。

4) 碱金属起火，用 CO_2 灭火器或干沙子灭火，切记不能用水灭火。

5) 衣服着火时，切勿惊慌乱跑，赶快脱下衣服，或用石棉布覆盖着火处，或者躺在地上来回滚动熄灭火焰。

1.2.4 实验室三废的处理

化学实验时，有时会产生各种废气、废液或废渣。三废不仅污染环境，有的还可能有毒，造成公害。另外，三废中若含有可利用的成分没有回收，会造成一定的经济损失。

1. 常用废气的处理方法

凡产生有毒气体的实验，均应在通风橱中进行。若产生气体量极微，无法收集，在通风橱内已被稀释，可通过排风设备排到室外，经大气充分稀释达到对人体无害的标准。若产生的气体量较大，应安装废气吸收装置，吸收后进行处理。例如卤化氢、二氧化硫等酸性气体可以用氢氧化钠溶液吸收，CO可点燃转化为 CO_2 后再排放。

2. 常用废液处理方法

实验室产生的废液可根据其化学性质选择合适的处理方法。常用的有三种方法。

(1) 中和法

对于酸质量分数小于5%的酸性废液或碱质量分数小于3%的碱性废液，可采用中和的方法。酸性或碱性废液中若不含其他有害物质时，中和稀释后即可排放。

(2) 萃取法

选用能溶解污染物，但不溶于水的萃取剂，使其与废液混合，提取污染物，可净化

废液。

(3) 沉淀法

在废液中加入某化学试剂，使之与废液中的污染物反应，生成沉淀，进行分离。主要用于除去废液中的重金属离子、碱土金属离子及某些非金属（如硫、硼等）。

3. 常用废渣的处理方法

实验室产生的有害固体废渣虽然不多，但是绝不能将其与生活垃圾混倒。固体废弃物经回收、提取有害物体后，其残渣可以进行土地掩埋。要求被埋的废弃物应是惰性物质或能被微生物分解的物质。填埋应远离水源，场地底土不透水，不能渗入到地下水层。

1.3 实验室试剂的一般知识

1.3.1 实验室常用试剂的分类

化学试剂的纯度对实验结果准确度的影响很大，不同的实验对试剂纯度的要求也不相同，因此必须了解试剂的分类标准。

常用的化学试剂根据其纯度的不同，分为不同的规格。我国化学试剂的等级标准基本分为四级，其等级和应用范围见表 1-1。

表 1-1 试剂等级和应用范围

试剂规格	中英文名称	代号	瓶签颜色	应用范围
一级	保证试剂或优质纯试剂 guaranteed reagent	G. R.	绿色	用作基准物质,主要用于精密的研究和分析鉴定
二级	分析试剂或分析纯试剂 analytical reagent	A. R.	红色	主要用于一般科研和定量分析鉴定
三级	化学纯试剂 chemical pure	C. P.	蓝色	适用于一般分析及化学制备实验
四级	实验试剂 laboratory reagent	L. R.	棕色或其他颜色	适用于要求不高的实验,可作为辅助试剂

除此之外，我国的化学试剂还有“工业级”及近年来大量使用的生化试剂。随着教学、科研、工业生产的发展需要，对化学试剂纯度的要求也愈加严格与专门化。除了表 1-1 常用的试剂外，又出现了具有特殊用途的专用试剂，如基准试剂、光谱纯试剂及超纯试剂等。基准试剂相当或高于优级纯试剂，专门作为滴定分析的基准物质，用以确定未知溶液的准确浓度或直接配制标准溶液。光谱纯试剂主要用于光谱分析中作为标准物质，其杂质用光谱分析法测不出或杂质低于某一限度，纯度在 99.99% 以上。超纯试剂又称高纯试剂，是用一些特殊设备如石英、铂器皿生产的。

选用不同纯度的试剂时，除了要考虑实验的要求，还需要有相应的纯水与容器与之配合，才能发挥试剂纯度的作用，达到实验精度的要求。例如，在精密分析实验中选用一级试剂，则需要用二次蒸馏水以及硬质硼硅玻璃仪器。总之，要合理使用化学试剂，既不超规格而造成浪费，又不随意降低规格而影响实验结果的准确度。

1.3.2 实验室常用试剂的存放

有些化学试剂易燃、易爆、易见光分解，有些试剂则具有很强的腐蚀性或毒性等特性。因此，实验室常用试剂的存放要注意安全，要防火、防水、防挥发、防曝光和防变质。化学试剂的存放，必须根据其物理、化学性质采用不同的保管方法。

① 一般单质和无机盐固体，应存放在试剂柜内。相互易起化学反应的试剂，如氧化剂与还原剂、酸与碱，应分开存放。

② 易水解或吸水性很强的试剂，试剂瓶口应严格密封，必要时可放在干燥器中保存。

③ 易见光分解的试剂（如硝酸银、高锰酸钾等），与空气接触易氧化的试剂（如氯化亚锡、碘化钾等），都应储存在棕色瓶中，并放在阴暗处避光。

④ 易燃液体：主要是有机溶剂，极易挥发，遇明火即燃烧甚至爆炸。实验中常用的乙醇、丙酮、苯等试剂要单独存放，阴凉通风，远离火源。

⑤ 易腐蚀玻璃的试剂：如氢氟酸、氢氧化钠等，应保存在塑料瓶内。装碱液的瓶塞不应用玻璃塞，而要使用软木塞或橡胶塞。

⑥ 特殊试剂：如某些活泼的金属或非金属，它们应隔绝空气，保存在合适的液体或固体中。如：锂要用石蜡密封；钠和钾应保存在煤油中；白磷则保存在水中。

⑦ 剧毒试剂：如氰化钾、三氧化二砷、升汞等，其保管需特别注意，应安排专人妥善保管，并且严格执行领取登记制度，以免发生事故。

为减少化学试剂的污染，实验室中应尽量不存放或少存放整瓶试剂。除实验时必需的试剂和溶剂外，其他试剂一律不要存放在实验室中。

1.4 化学实验中的数据表达与处理

为了巩固和加深学生对无机化学基本理论和基本概念的理解，培养学生掌握无机化学实验的基本操作，学会准确选用合适的实验仪器、正确的操作方法、正确记录数据和科学处理实验数据，还应该了解测定过程中误差产生的原因及其出现的规律，以便采取相应措施，尽可能使误差减小，从而提高实验结果的准确度。

1.4.1 准确度与精密度

1. 准确度与误差

准确度是指测定值（ x ）与真实值（ T ）之间的符合程度。可用绝对误差（ E ）与相对误差（ E_r ）表示。

$$E = x - T$$

$$E_r = \frac{E}{T} \times 100\%$$

误差越小，表示测定值越接近真值，其准确度越高；反之误差越大，准确度则越低。误差有正负之分， $x > T$ 为正误差，说明测定结果偏高； $x < T$ 为负误差，说明测定结果偏低。绝对误差是以测定值的单位为单位。相对误差反映了误差在真值中所占的百分率，更具有实际意义。

实际工作中往往用“标准值”来代替真值。“标准值”是指采用可靠的分析方法，由经验