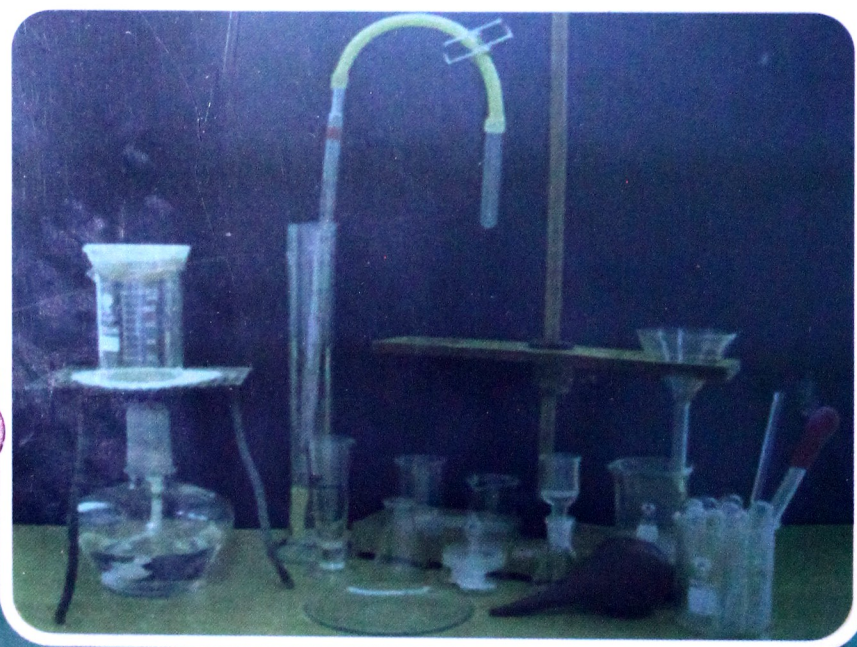


高等学校“十二五”规划教材

微型无机 分析化学实验

吴茂英 余倩 主编



化学工业出版社

高等学校“十二五”规划教材

微型无机及分析化学实验

吴茂英 余倩 主编



化学工业出版社

本书是依据作者多年的研究成果和教学经验整理编写而成的。本书的特色是：使用以微小规格通用仪器为主体的仪器系统，试剂用量平均减少到常规实验的约 1/10，实验现象明显可信，测定结果精确度符合要求，操作规范与常量实验基本一致，非常便于在教学中应用实施。本书的实验内容和项目安排与常量实验基本一致，即：绪论，实验室常识，实验基础知识，基本操作训练实验 6 个，基本理论和常数测定实验 7 个，元素及其化合物性质实验 7 个，无机化合物的提纯、提取和制备实验 6 个，分析化学实验 15 个，综合性实验 8 个，设计性实验 7 个。

本书可作为高等院校化学、化工、材料、环境、生物、食品、制药、医药、农学及相关专业的无机及分析化学实验教材或教学参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

微型无机及分析化学实验/吴茂英，余倩主编.

北京：化学工业出版社，2013.8

高等学校“十二五”规划教材

ISBN 978-7-122-17791-9

I. 微… II. ①吴…②余… III. ①无机化学-化学实验-高等职业教育-教材②分析化学-化学实验-高等职业教育-教材 IV. ①O61-33②O65-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 137791 号

责任编辑：宋林青

责任校对：宋 夏

加工编辑：孙凤英

装帧设计：史利平

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：大厂聚鑫印刷有限责任公司

787mm×1092mm 1/16 印张 14 3/4 字数 352 千字 彩插 1 2013 年 9 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： 29.00 元

版权所有 违者必究

前言

20 世纪 80 年代中, 美国的一些高等院校为解决实验污染和安全问题, 首先研究并尝试开设微型有机化学实验获得成功。进一步的研究和应用实践表明, 微型化学实验不但可有效解决实验污染和安全问题, 而且有利于节约实验费用, 并提高实验教学质量。广东工业大学轻工化工学院于 20 世纪 90 年代中开始探索无机化学实验的微型化, 经多年教学实践逐步完善, 建立了独特而实用的微型无机化学实验体系并编写出版了《微型无机化学实验》教材(化学工业出版社, 2006 年第 1 版、2012 年第 2 版)。在此基础上, 我们对分析化学实验的微型化进行了系统研究和探索, 结果表明, 对于滴定分析, 也可建立具有类似特点的实用微型实验体系。本书是以这两项研究成果为基础经整合整理编写而成的。

本书是《微型无机化学实验》的姊妹篇, 内容有所不同, 但特色和特点相似。

(1) 选材上既注意实验内容的系统性、实验形式的多样性, 又注意实验技能锤炼和创新意识引导合理结合, 可满足不同专业和层次的教学要求。

(2) 使用以微小规格通用仪器为主体的仪器系统, 试剂用量平均减少到常规实验的约 1/10, 实验现象明显可信, 测定结果精确度符合要求, 操作规范与常规实验基本一致, 因此, 非常便于在教学中应用实施, 并具有“既可大大降低实验费用、显著减少实验污染、十分有利于强化培养学生动手能力和认真细致的科学作风, 又不影响学生在今后实际工作中对常规化学实验或化工生产体系的适应”的独特教学应用效果。

(3) 使用一种二人共用的阶梯式试剂架, 实验用主要药品、材料可一次性上架, 既大大减少了实验准备工作量, 又显著提高了实验安排的灵活性和实验室的利用率, 为实行开放式实验教学提供了有利条件。

本书由吴茂英、余倩主编, 郝志峰、李大光、尚红霞、肖楚民、黄宝华、陈世荣、彭进平、杨红梅、彭兰乔等参加编写。全书由吴茂英统稿, 吴茂英和余倩审定。本书的编写得到了广东工业大学轻工化工学院领导的大力支持, 在此致以衷心感谢。需要表示由衷感谢的还有学院实验中心的周立清、冯晓之和周蓓蕾老师, 本书实验体系的研究能顺利实施并完成与他们的支持和协助是分不开的。

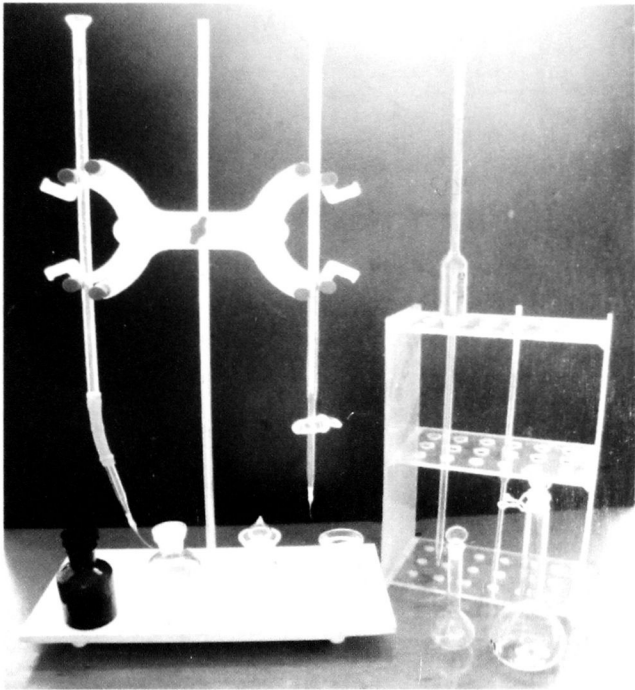
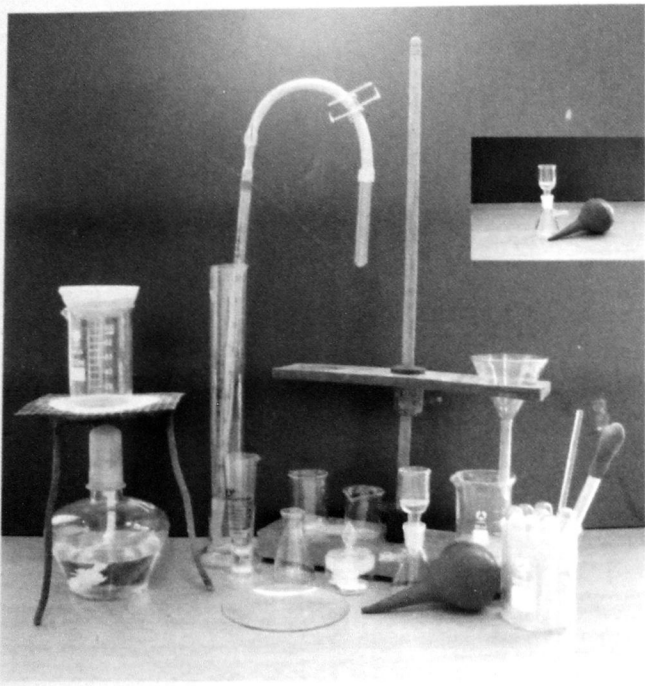
在本书的编写中, 参考了国内外有关文献、著作和教材, 并从中吸取了某些内容, 在此特致谢意。

限于编者的水平, 书中不妥之处在所难免, 敬请读者批评指正。

编者

2013 年 4 月

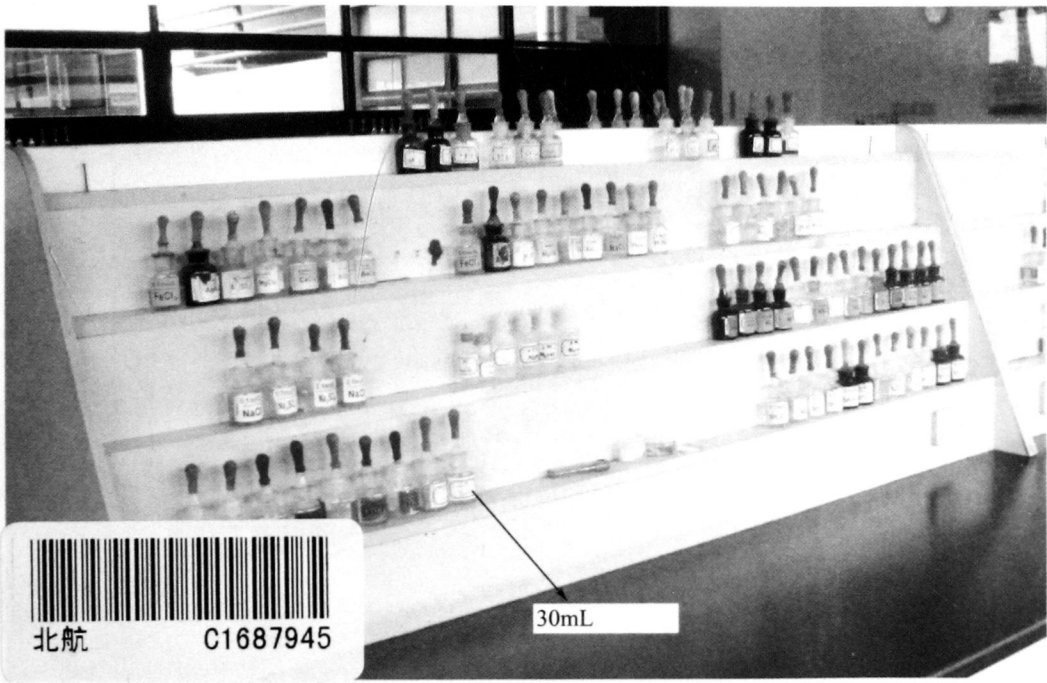
本书常用实验仪器



无机仪器		公用仪器				分析仪器	
品名	规格	品名	规格	品名	规格	品名	规格
试管	(10×75)mm	烧杯	25mL, 100mL	洗耳球	常规	滴定管 ^①	5mL
吸量管	10mL	量筒/量杯	10mL, 100mL	漏斗架	常规	移液管	2mL, 25mL
吸滤瓶	10mL	普通漏斗	40mL	酒精灯	常规	容量瓶	25mL, 100mL
布氏漏斗	φ20mL	(塑球)试剂瓶	60mL	铁三角	常规	锥形瓶	50mL
锥形瓶	15mL	玻璃/塑料滴瓶	30mL/10mL	石棉网	常规	碘量瓶	50mL
蒸发皿	30mL	表面皿	45mL	止水夹	常规	滴定管架	常规

①配液滴体积为 0.004~0.005mL(即 200~250 滴 · mL⁻¹)的塑料毛细滴嘴。

阶梯式试剂架



采用本书的微型实验体系，并配用如图所示的二人共用阶梯式试剂架，无机或分析化学实验常用试剂、材料可一次性上架，既可大大减少实验准备工作量，又可显著提高实验安排的灵活性和实验室利用率

目 录

绪论	1
一、本教材实验体系的特点与教学应用效果	1
1. 特点	1
2. 教学应用效果	3
二、无机及分析化学实验的学习要求	4
1. 明确实验目的	4
2. 掌握正确的学习方法	5
附：实验报告格式示例	5
实验室常识	9
一、学生实验守则	9
附：值日生职责	9
二、安全守则与事故处理	10
三、化学试剂的规格	11
四、分析实验室用水及其规格	11
实验基础知识	13
一、常用仪器介绍	13
二、基本操作技术	19
1. 玻璃仪器的洗涤	19
2. 化学试剂的取用	20
3. 加热方法	20
4. 玻璃加工操作	23
5. 气体的发生、净化、干燥和收集	26
6. 蒸发浓缩与重结晶	28
7. 溶液与沉淀的分离	28
8. 移液管、容量瓶和滴定管	30
9. 用试纸检试溶液及气体的性质	33
10. 试管的使用	33
三、常用精密仪器及其使用方法	34
1. 实验室常用称量仪器	34
2. 25 型酸度计	38

3. pHX-3C 型酸度计	39
4. DDS-11A 型电导率仪	40
5. 721 型分光光度计	40
6. 阿贝折光仪	42
7. 动槽式（福廷式）水银气压表	44
四、误差与数据处理	44
1. 测定中的误差	45
2. 有效数字	49
3. 化学实验中的数据表示与处理	51

实 验 内 容

第一部分 基本操作训练实验	56
实验 1 分析天平的使用和称量练习	56
实验 2 摩尔气体常数的测定	60
实验 3 氯化钠的提纯	61
实验 4 硫酸亚铁铵的制备	63
实验 5 容量玻璃仪器的洗涤和校正	65
实验 6 溶液的配制	70
第二部分 基本理论及常数测定实验	73
实验 7 化学反应速率、级数及活化能的测定	73
实验 8 单、多相离子平衡	76
实验 9 氧化还原反应	79
实验 10 醋酸电离常数的测定	83
实验 11 电导法测定硫酸钡的溶度积常数	86
实验 12 分光光度法测定 $[\text{Ti}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ 、 $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ 和 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ 的分裂能	88
实验 13 磺基水杨酸合铁（Ⅲ）配合物的组成与稳定常数的测定	90
第三部分 元素及其化合物性质实验	93
实验 14 s 区重要化合物的性质	93
实验 15 p 区重要非金属化合物的性质	96
实验 16 p 区重要金属化合物的性质	100
实验 17 d 区重要化合物的性质（一）	104
实验 18 d 区重要化合物的性质（二）	108
实验 19 ds 区重要化合物的性质	112
实验 20 配位化合物	115

第四部分 提纯、提取和制备实验	119
无机合成方法简述	119
实验 21 硝酸钾的制备、提纯及其溶解度的测定	122
实验 22 硫酸铜的提纯	124
实验 23 从紫菜中提取碘	126
实验 24 氧化铁黄和铁红的制备	127
实验 25 从“盐泥”制取七水合硫酸镁	129
实验 26 离子交换法制取碳酸氢钠	131
第五部分 分析化学实验	135
实验 27 酸碱标准溶液浓度的配制和标定	135
实验 28 工业纯碱中总碱度的测定(酸碱滴定法)	139
实验 29 甘油中脂肪酸与酯类的测定(酸碱滴定法)	140
实验 30 EDTA 标准溶液的配制和标定	142
实验 31 石灰石或白云石中 Ca、Mg 含量的测定(配位滴定法)	145
实验 32 水的硬度测定(配位滴定法)	147
实验 33 KMnO_4 标准溶液的配制和标定	149
实验 34 水样中化学耗氧量的测定(高锰酸钾法)	151
实验 35 过氧化氢含量的测定(高锰酸钾法)	152
实验 36 硫代硫酸钠和碘标准溶液的配制和标定	154
实验 37 硫酸铜中铜含量的测定(间接碘量法)	156
实验 38 维生素 C 含量的测定(直接碘量法)	158
实验 39 铁矿石中铁含量的测定(重铬酸钾法)	159
实验 40 可溶性氯化物中氯含量的测定(银量法)	161
实验 41 邻二氮菲分光光度法测定铁含量	164
第六部分 综合性实验	168
实验 42 硫代硫酸钠的制备、含量分析及应用	168
实验 43 三草酸根合铁(Ⅲ)酸钾的合成及性质	170
实验 44 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 与 KI 的室温固相反应	171
实验 45 4A 沸石的合成与阳离子交换性能测定	174
实验 46 过碳酸钠的合成与活性氧含量测定	177
实验 47 聚合氯化铝的制备与絮凝净水性能实验	180
实验 48 低水合硼酸锌的合成与阻燃性能实验	182
实验 49 胃舒平药片中铝和镁含量的测定(配位滴定法)	185

第七部分 设计性实验	188
实验 50 氯化铵的制备	188
实验 51 碱式碳酸铜的制备	188
实验 52 纳米氧化锌的制备和紫外-可见光吸收特性测定	189
实验 53 由废铁屑制备三氯化铁试剂	191
实验 54 印制电路板酸性蚀刻废液的回收利用	192
实验 55 由废干电池制取氯化铵、二氧化锰和硫酸锌	194
实验 56 无机及分析化学实验废液的初步处理	197
附录	198
附录一 常见离子的鉴定方法	198
1. 常见阳离子的鉴定方法	198
2. 常见阴离子的鉴定方法	206
附录二 常用物理化学数据表	209
1. 不同温度下水的饱和蒸气压	209
2. 不同温度下无机化合物和有机酸的金属盐在水中的溶解度	209
3. 实验室常用酸、碱浓度	211
4. 某些酸、碱的离解常数	212
5. 难溶化合物的溶度积	212
6. 标准电极电势 (298.15K)	215
7. 金属配合物累积生成常数 (离子强度为 0, 温度为 293~298K)	217
附录三 常用指示剂	220
1. 酸碱指示剂	220
2. 混合酸碱指示剂	221
3. 氧化还原指示剂	221
4. 配位指示剂	222
5. 吸附指示剂	222
6. 荧光指示剂	223
附录四 常用缓冲溶液的配制	223
附录五 常用基准物质的干燥条件	224
附录六 特殊试剂的配制	225
参考文献	226
元素周期表	
本书常用实验仪器	
阶梯式试剂架	

绪 论

一、本教材实验体系的特点与教学应用效果

资源的有效利用和环境保护是当前两大世界战略性课题。美国的一些大学在 20 世纪 80 年代率先从这一高度审视了常规化学实验的合理性,掀起了化学实验微型化改造的热潮。本教材编者于 20 世纪 90 年代中开始探索无机及分析化学实验的微型化,逐步建立了独具特色而教学应用效果显著的微型无机及分析化学实验体系。教学应用实践充分表明,该微型无机及分析化学实验体系在减少实验试剂消耗、降低实验费用、减轻实验污染、提高实验安排的灵活性和实验室的利用率以及强化学生动手能力和认真细致科学作风的培养等方面均具有非常显著的效果。与此同时,由于其仪器系统主要由微小规格的通用仪器构成,基本保留了常规实验的操作规范,既便于应用实施,又不影响学生在今后实际工作中对常规化学实验或化工生产体系的适应。下面就本教材实验体系的特点与教学应用效果作一简要介绍。

1. 特点

(1) 试剂用量

化学实验微型化改造的最基本内容是确定试剂的可能最小用量。从节省试剂和减少废物、污染考虑,试剂用量愈少愈好。但实际上,从实验研究中可以看到,无机及分析化学实验试剂用量所能减少的程度是有限的,受到一些因素的制约。

① 用液体取用仪器(如滴管等)取用试剂,其可控制加液量不能少于 1 滴。

② 测量物理量时,由于仪器规格的限制,要求有一定的试剂用量才能有效进行。例如,用酸度计测量溶液 pH 值时,盛放溶液的容器的口径必须足以放入电极,溶液的高度至少要能浸过玻璃电极的玻璃球。

③ 用于称量质量和测量体积的仪器(台秤、天平、量筒、移液管、滴定管等)的精度是有限的,为使实验结果具有符合要求的精确性,所用试剂必须达到一定数量。例如,用置换法测定摩尔气体常数 (R),实验原理为:

$$\text{Mg} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{MgSO}_4 + \text{H}_2 \uparrow$$
$$R = \frac{V(\text{H}_2)p(\text{H}_2)}{n(\text{H}_2)T} = \frac{[p - p(\text{H}_2\text{O})]V(\text{H}_2)A(\text{Mg})}{m(\text{Mg})T}$$

采用改进的测量装置(见实验 2),并以 1mL 吸量管作量气管, Mg 条的质量可减少到约 0.0003g, H_2 体积的测量仍可达到 3 位有效数字的精度。但是,用普通分析天平称量 Mg 条,精度只有 1 位有效数字,这导致 R 的计算结果也只有 1 位有效数字的精度,这样的结果显然是缺乏可信度的。也就是说,在仪器精度一定的情况下,试剂用量减少,实验结果精度降低。这是化学实验微型化改造必须正确处理的一个基本矛盾。

④ 制备实验中,难以避免的操作损失(如仪器沾附等)也限制了试剂用量所能减少的

程度。通常试剂用量减少，操作损失比重增大，产率降低。因此，为获得合理的产率，试剂用量还需达到适当的水平。

尽管存在如上所述的一些制约因素，但根据我们的试验，常规无机及分析化学实验仍有相当大的微型化余地。表 1 比较了一些典型实验用主要试剂的常规和微型用量。

表 1 几个典型实验主要试剂的常规和微型用量

实验	主要试剂	常规用量	微型用量
NH ₃ 和 NH ₄ ⁺ 的鉴定	0.1mol · L ⁻¹ NH ₄ Cl	10 滴	1 滴
	2mol · L ⁻¹ NaOH	10 滴	1 滴
难溶硫化物的生成与溶解	0.1mol · L ⁻¹ M(Ⅱ)SO ₄	5 滴	1 滴
	Mg 条	0.03~0.035g	0.0030~0.0035g
气体常数的测定	3mol · L ⁻¹ H ₂ SO ₄	3~5mL	10~15 滴
	0.2mol · L ⁻¹ KI、(NH ₄) ₂ S ₂ O ₈ 等	共 42mL	共 11 滴
反应速率、级数的测定			
硫酸亚铁铵的制备	铁屑(粉)	2g	0.5g
粗食盐的提纯	粗食盐	15g	2g
滴定分析	滴定剂	约 25mL	约 2.5mL

大多数无机及分析化学实验的试剂用量可减少到常规量的 $\frac{1}{10} \sim \frac{1}{5}$ 或更少，而仍可使实验现象明显、实验结果具有合理的精确性。

(2) 仪器配置

一些教材和期刊文献推荐可采用一些特制仪器进行微型化学实验。例如，用塑料井穴板和多用滴管进行微型无机化学实验，井穴板用于代替烧杯、试管、点滴板，而多用滴管用于代替滴管和滴瓶等传统玻璃仪器。本书的编者曾尝试采用这些仪器开设微型无机化学实验，因此对其应用进行了认真细致的试验。结果表明，这些仪器虽有特点，但缺点也是明显的。例如，井穴板存在以下主要缺点：

- ① 由于制作材料的关系，不适用于加热实验，也不适用于使用 CCl₄、(CH₃)₂CO 等有机溶剂的实验；
- ② 由于井穴深度不够，不利于观察气体的生成；
- ③ 对 KMnO₄ 等试剂有明显的吸附作用，并且难以清洗干净；
- ④ 不便于进行转移操作；
- ⑤ 难以做摇荡混合操作，每一实验均须用玻璃棒搅拌混合，玻璃棒又需及时清洗，这不但 不方便而且浪费时间；等等。

多用滴管的主要缺点包括：

- ① 由于不配带盖子，用于储液无法久置，而仅用于滴液还不如普通滴管方便；
- ② 不适用于储存或取用与制作材料会发生作用或会被吸附的试剂；
- ③ 清洗不便；等等。

考虑到特制仪器还存在操作规范与常规仪器存在较大差别的问题，我们不得不放弃采用特制微型仪器的方案。经对国内仪器市场进行调查并对各种仪器进行系统的实验研究，我们发现，在绝大多数情况下，采用微小规格的通用仪器并作必要的改进〔如滴定实验选用最小分度值为 0.02mL 的 5mL 具塞和无塞滴定管（见 GB/T 12805—2011）并配液滴体积为 0.004~0.005mL（即 200~250 滴·mL⁻¹）的塑料毛细滴嘴作为微型酸式和碱式滴定管〕即能实现无机及分析化学实验的微型化。而显然，这样的微型仪器系统既便于应用实施，又不

影响学生在今后实际工作中对常规化学实验或化工生产体系的适应，因为它保留了常规实验的操作规范。表 2 列出了本书实验体系所采用的主要微型仪器及其规格。

表 2 主要微型仪器及其规格

无机化学实验用		分析化学实验用	
仪器	规格	仪器	规格
试管	(10×75)mm	滴定管③	5mL
烧杯	15mL	移液管	2mL
量筒	5mL	容量瓶	25mL
吸滤瓶①	10mL	锥形瓶	50mL
布氏漏斗②	φ20mm	碘量瓶	50 mL
锥形瓶	15mL	量筒	10mL
玻璃滴瓶	30mL	烧杯	25mL
塑料滴瓶	10mL	试剂瓶	50mL

①磨砂口；②玻璃质，磨砂口；③配液滴体积为 0.004~0.005mL（即 200~250 滴·mL⁻¹）的塑料毛细滴嘴。

在本书的实验体系中，常规实验体系中所用的许多仪器（如滴管、酒精灯、漏斗、漏斗架、滴定管架等）可以留用，因此，用本书的微型实验体系改造常规实验体系，只需少量初期投入，而这少量的初期投入可很快由随后的实验费用节省得以补偿。

2. 教学应用效果

虽然本教材的微型实验主要只在试剂用量减少和仪器规格缩小两方面不同于常规实验，但其教学应用效果是显著的。

① 大大降低实验费用。微型实验的试剂用量平均减少为常规实验的 1/10 左右，这就大大节省了试剂费用。另一方面，从教学应用中可以注意到，学生在进行微型实验时，由于仪器微小，操作务必十分小心细致，加上微型仪器本身厚质比较大、脆性较小，仪器破损明显减少，而微型仪器的单价又比相应常规仪器低得多，因此，采用微型实验还可明显地节省仪器费用。

② 显著减轻实验污染。微型实验的试剂用量减少，产生的实验废物相应减少，环境污染减轻。根据编者的实践，在有适当的通风条件下，原来在常规实验中“令人头痛”的 H₂S、Cl₂以及 NO_x等空气污染问题，在微型实验中已可基本解决。可以说，通过微型化改进，无机化学实验室基本实现了无味化。

③ 非常有利于强化培养学生动手能力和认真细致的科学作风。正如前面所提到的，由于微型实验仪器规格小，学生在进行实验时务必小心认真细致操作。实际上，迫使学生不得不小心认真操作的还有试剂用量上的原因。例如实验 Zn(OH)₂的生成和酸碱性的实验，常规实验一般取 10 滴 0.1mol·L⁻¹ ZnSO₄溶液于试管中，逐滴加入 2 mol·L⁻¹ NaOH 溶液，观察沉淀的生成和溶解。在实验中，加入 1~8 滴 NaOH 溶液时均可观察到 Zn(OH)₂白色沉淀生成。而在微型实验中，ZnSO₄溶液的用量为 2 滴，滴加 1 滴 NaOH 溶液时可观察到白色沉淀生成，再滴加 1 滴 NaOH 溶液沉淀溶解。这就是说，与常规实验相比，微型实验要求更精确控制试剂加量才能观察到正确的实验现象。在无机合成实验中，微型实验比常规实验更易因操作问题（如沾附过多、蒸发不足或过分等）而导致产率偏低或杂质含量偏高。因此，微型实验明显有利于强化培养学生动手能力和认真细致的科学作风。

④ 大大减轻实验准备工作量。无机及分析化学实验的一个主要特点是试剂品种多，有的实验需用试剂多达 60 多种，全部实验需用试剂超过 120 种。在常规实验中，大多数试剂需用 125mL

滴瓶或 250mL 或更大的试剂瓶盛装,平时存放于试剂柜中,每一实验前将所用试剂搬出摆放到试剂架上,实验后须及时将其搬回试剂柜中以便安排下一实验,实验准备工作量非常大。微型实验试剂用量大大减少,所用试剂可以 30mL 或更小的滴瓶或 60mL 试剂瓶盛装,通过配用一种两人共用的阶梯式试剂架(见图 1),无机及分析化学实验用主要试剂可一次性上架,大大减轻了实验准备工作量。根据我们的实践,原采用常规实验体系时,10 个班的无机及分析化学实验需 2~3 位实验员才能完成任务,而现采用微型实验体系,40 个班的实验只需一位实验员即能应付自如。

⑤ 明显提高了实验安排的灵活性、有利于深化实验教学改革。进行常规实验时,由于试剂必须在实验前搬出并在实验后搬回以便安排下一实验,因此每一实验必须统一集中安排进行,这就限制了实验安排的灵活性和实验室的利用,并且导致实际上无法安排补做或插做实验。采用微型实验,试剂一次性上架,学生可随时到实验室做不同内容的实验,大大提高了实验安排的灵活性和实验室的利用率,有效地解决了补、插做实验的问题,并为实行开放式实验教学、深化实验教学改革创造了基本条件。

⑥ 有利于强化实验管理,培养学生良好的工作习惯。常规实验的仪器规格较大,只能成套固定存放在学生实验台柜筒中,实验时由学生自行取出所需仪器,实验后自行放回。这一管理方式存在一个实际上难以克服的弊端,那就是总有部分不自觉的学生不按要求洗涤仪器或随意将仪器放回到其他位置的柜筒中,损坏仪器也不予汇报、赔补,结果给下一批实验带来很大的不便。微型实验仪器规格微小,可实行实验前分发、实验后点收的强化管理方法,有利于监督学生规范使用仪器,养成良好的工作习惯。

⑦ 有利于充实实验内容,提高教学质量。与常规实验相比,微型实验费用降低,而且完成大多数实验所需的时间明显缩短,因此,在原有的学时和经费条件下,可适当增加实验内容,或引进一些试剂较贵的前沿实验,从而有利于提高教学质量。



图 1 阶梯式试剂架

二、无机及分析化学实验的学习要求

1. 明确实验目的

化学是实践性很强的一门学科。实验教学是化学教学过程的重要环节,无机及分析化学实验又是化学、化工及相关专业一年级的必修课程,其在化学中具有极其重要的地位。

无机及分析化学实验的主要目的是：使学生通过观察实验现象，了解和认识化学反应的事实，加深对无机及分析化学基本概念和基本理论的理解；掌握无机及分析化学实验的基本操作和技能，以及无机化合物的一般制备和提纯方法；掌握物质组成、性质及含量的重要分析测试方法和实验操作，学会正确处理实验数据和表达实验结果；培养学生独立思考、独立解决问题的能力 and 良好的实验素质，为学习后继课程、参加实际工作和开展科学研究打下良好基础。

2. 掌握正确的学习方法

无机及分析化学实验的学习，除了需明确实验目的和严格遵守实验守则外，还需掌握学习方法，现将学习无机及分析化学实验的方法简介如下。

(1) 认真预习

为使实验能够获得良好的结果和较大的收获，必须进行实验前的预习。

- ① 认真阅读实验教材及其指定的教科书和参考资料。
- ② 明确实验目的，回答教材中的预习思考题，理解实验原理。
- ③ 熟悉实验内容，了解基本操作和仪器的使用，以及必须注意的事项。
- ④ 写出预习报告（内容包括简要的原理、步骤，做好实验的关键，应注意的安全问题等）。

(2) 做好实验

实验过程要做到：

- ① 严守纪律，保持肃静，认真按照实验内容（步骤）和操作规程进行实验，仔细观察现象，真实地做好详细记录；
- ② 遇到问题，要善于分析，力争自己解决问题，如果观察到的实验现象与理论不符合，先要尊重实验事实，然后加以分析，必要时重复实验进行核对，直到从中取得正确的结论。疑难问题可以与教师讨论。若实验失败，应找出原因，经教师同意，重做实验。

(3) 写好实验报告

实验结束后要及时写好实验报告，报告内容大致如下。

- ① 实验目的、原理和内容。
- ② 实验记录，包括实验现象、原始数据。
- ③ 实验结果，包括对实验现象进行分析和解释；对元素及其化合物性质的变化规律进行归纳总结；对原始数据进行处理，以及对实验结果进行讨论；对每个小实验以及全部实验分别得出结论；对实验内容和实验方法提出改进意见等。

不同的实验可采用不同的格式书写实验报告，但务必注意字迹端正、工整清晰，并学会使用既简单明了又确切具体的表达方式。

附：实验报告格式示例

I. 测定实验

班级	学号	姓名	合作者
实验时间	年	月	日
教师签名		成绩	

【实验目的】实验 10 醋酸电离常数的测定

- 一、实验目的（全述）
- 二、实验原理（简述）
- 三、预习思考题
- 四、实验步骤（文字叙述）
- 五、数据记录及计算结果

表 10-1 pH 法测定 $K^{\ominus}(\text{HAc})$ 的实验数据和计算结果

烧杯编号	$V(\text{HAc})/\text{mL}$	$c(\text{HAc})/\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	pH	$c(\text{H}^{+})/\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$K^{\ominus}(\text{HAc})$	$\alpha(\text{HAc})/\%$
1	1.00	9.00				
2	2.00	8.00				
3	5.00	5.00				
4	8.00	2.00				
5	10.00	0.00				

测定温度_____，标准 HAc 溶液浓度_____， $K^{\ominus}(\text{HAc})$ _____。

- 六、分析讨论
- 1. HAc 浓度对 HAc 电离度的影响及其原因。
- 2. 实验结果的相对误差及其产生的原因。
- 七、谈学习本实验的收获、体会和意见。

II. 性质实验

班级_____ 学号_____ 姓名_____ 合作者_____

实验时间_____年_____月_____日 教师签名_____ 成绩_____

【实验目的】实验 8 单、多相离子平衡

- 一、实验目的（全述）
- 二、实验原理（简述）
- 三、预习思考题
- 四、实验内容及结果

实验步骤	预期结果	理论依据	实际结果	异常结果分析
1. 酸碱解离平衡及同离子效应 (1)pH 试纸检测溶液 pH 值 0.10mol·L ⁻¹ HCl 0.10mol·L ⁻¹ HAc 0.10mol·L ⁻¹ NaOH 0.10mol·L ⁻¹ NH ₃ ·H ₂ O (2)2 滴 0.10mol·L ⁻¹ HAc +1 滴甲基橙指示剂 +少许 NaAc 晶体 (3).....	1.0 2.9 13.0 11.1 无色溶液 溶液变红 溶液变橙红	强酸, $\text{pH} = -\lg c(\text{HCl})$ 弱酸, $\text{pH} = -\lg \sqrt{K^{\ominus}_a(\text{HAc})c(\text{HAc})}$ 强碱, $\text{pH} = 14 - \lg c(\text{NaOH})$ 弱碱, $\text{pH} = 14 + \lg \sqrt{K^{\ominus}_b(\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O})c(\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O})}$ HAc 无色 溶液 $\text{pH} = 2.9$, 甲基橙呈红色 Ac ⁻ 同离子效应, 溶液 pH 提高, 甲基橙向黄色过渡		

续表

实验步骤	预期结果	理论依据	实际结果	异常结果分析
2.				
3. 盐类水解平衡及其移动 (3) 少许 FeCl ₃ + 1mL 蒸馏水, 摇匀, 分 3 份实验 A: 比较份 B: +1 滴 2.0mol · L ⁻¹ HCl C: 小火加热	溶液呈棕黄色 溶液颜色偏黄 溶液颜色偏红	$[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+} + (1\sim 2)\text{H}_2\text{O} \xrightleftharpoons{\Delta} [\text{Fe}(\text{OH})_{1\sim 2}(\text{H}_2\text{O})_{5\sim 4}]^{(2\sim 1)+} + (1\sim 2)\text{H}_3\text{O}^+$ 淡紫色 黄~棕红色 H ⁺ 抑制水解 加热促进水解		
⋮ ⋮ ⋮				

注: 1. 横向画表。
2. 实验步骤要分解为单元操作, 并一一对应表述预期结果、理论依据、实际结果及异常结果分析。

五、谈学习本实验的收获、体会和意见。

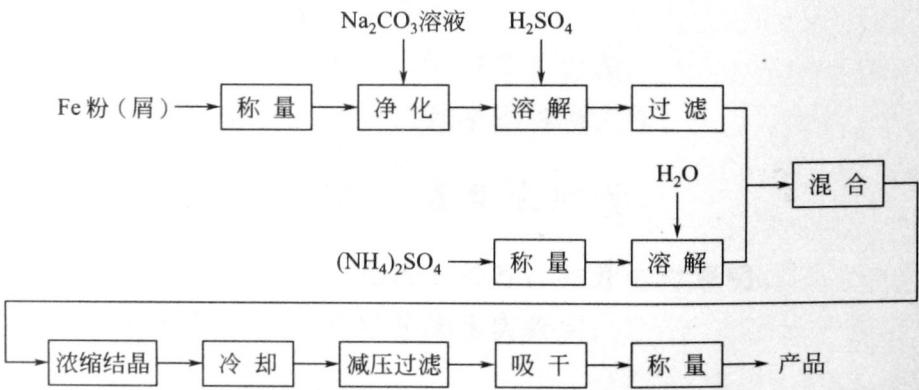
III. 制备实验

班级_____学号_____姓名_____合作者_____

实验时间_____年_____月_____日教师签名_____成绩_____

【实验目的】实验 4 硫酸亚铁铵的制备

- 一、实验目的（全述）
- 二、实验原理（简述）
- 三、预习思考题
- 四、制备工艺流程图



- 五、实验内容及结果（按性质实验报告格式）
- 六、实验数据及结果
- 实验室温度：_____℃

Fe 粉 (屑) 质量: _____ g

(NH₄)₂SO₄ 质量: _____ g

产品颜色: _____

产品纯度级别: _____

理论产量: _____ g

实际产量: _____ g

产率: _____ %

七、谈学习本实验的收获、体会和意见。