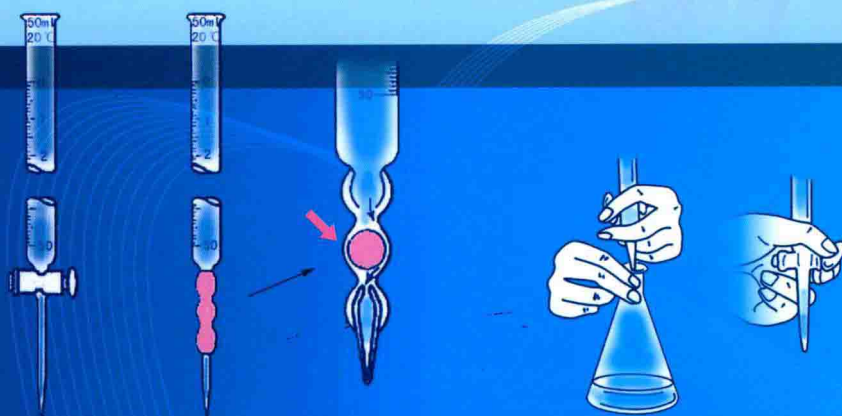


高等学校“十三五”规划教材

定量分析化学 实验

廖晓宁 白玲 主编

DINGLIANG FENXI HUAXUE
SHIYAN



化学工业出版社

高等学校“十三五”规划教材

定量分析化学实验

廖晓宁 白 玲 主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

《定量分析化学实验》是为高等农林院校农学、动物科学、生物工程、环境工程、食品工程等专业的学生编写的。全书由定量分析化学实验的要求、基本知识、基本仪器和基本操作技术,定量分析化学实验内容和常用数据表等部分组成,共编写了 23 个实验,包括基础性实验、设计性实验和应用性实验三大类,内容涵盖酸碱滴定法、沉淀滴定法、配位滴定法、氧化还原滴定法以及分光光度法和电位分析法。

《定量分析化学实验》可作为高等院校近化学专业本科生的教材,也可作为从事与分析化学有关的专业人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

定量分析化学实验/廖晓宁,白玲主编. —北京:
化学工业出版社, 2018. 1
高等学校“十三五”规划教材
ISBN 978-7-122-33477-0

I. ①定… II. ①… ②白… III. ①定量分析-化
学实验-高等学校-教材 IV. ①O0655-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 286640 号

责任编辑:宋林青
责任校对:王素芹

文字编辑:刘志茹
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 刷:北京市振南印刷有限责任公司

装 订:北京国马印刷厂

787mm×1092mm 1/16 印张 6 $\frac{3}{4}$ 字数 146 千字 2018 年 12 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询:010-64518888 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: 18.00 元

版权所有 违者必究

《定量分析化学实验》编写组

主 编：廖晓宁 白 玲

副 主 编：李铭芳 吴东平 汪小强

编 者

江西农业大学 廖晓宁 白 玲 李铭芳

吴东平 汪小强 卢丽敏

文阳平 侯 丹 余丽萍

王文敏 董爱琴 李至敏

武汉理工大学 金 玲

韩山师范学院 蔡龙飞

前言

本书是与《定量分析化学》配套的实验教材，是在我校多年教学经验的基础上，广泛参考并吸取了近年来国内分析化学实验教材的许多优点编写而成的。书中除定量分析化学实验基本操作和基础型实验之外，还列有英文实验、设计型实验和应用型实验，以适应分析化学实验技术的飞速发展。本书可作为高等院校非化学专业和化学专业本科生的实验教材，同时也可作为从事有关分析化学专业人员的参考书。

定量分析化学实验是定量分析化学课程的重要组成部分，同时是一门实践性很强的学科，是培养学生基本操作技能、严谨求实的科学态度，以及学生的观察问题、分析问题和解决问题能力的极为重要的环节。

全书由定量分析化学实验基本知识、定量分析化学实验内容和常用数据表三部分组成，共编写了 23 个实验，包括基础性实验、设计性实验和应用性实验三大类，实验内容涵盖了酸碱滴定法、沉淀滴定法、配位滴定法和氧化还原滴定法及分光光度法、电位分析法。

本书由江西农业大学、武汉理工大学、韩山师范学院三所高等院校共同编著。由江西农业大学廖晓宁、白玲担任主编，由江西农业大学李铭芳、吴东平和汪小强担任副主编，参加编写的有江西农业大学卢丽敏、文阳平、侯丹、余丽萍、王文敏、董爱琴和李至敏，武汉理工大学金玲，韩山师范学院蔡龙飞。具体编写内容为：廖晓宁（第一章、实验一～三，附录一～三）、白玲（第二章、实验七～十，附录七～十）、李铭芳（第三章）、汪小强（实验四～六，附录四～六）、吴东平（实验十一～十四，附录十一～十三）、卢丽敏（实验十五、十六）、文阳平（实验十七）、侯丹和余丽萍（实验十八）、王文敏（实验十九）、董爱琴（实验二十）、李至敏（实验二十一）、金玲（实验二十二）和蔡龙飞（实验二十三）。全书由主编审稿、修改并定稿。

本书在编写过程中，得到了江西农业大学、武汉理工大学、韩山师范学院和化学工业出版社各级领导和同仁的大力支持、帮助和关心，在此一并致谢。由于编者水平有限，书中不足之处在所难免，恳请读者批评指正。

编者

2018 年 9 月

目 录

第一章	定量分析化学实验的要求	1
一、	定量分析化学实验基本要求	1
二、	实验时应注意的事项	2
三、	实验安全规则及事故处理	2
第二章	定量分析化学实验基本知识	5
一、	玻璃器皿的洗涤	5
二、	实验用水的规格及选用	6
三、	化学试剂的规格及选用	6
四、	滤纸及滤器	7
第三章	定量分析化学实验仪器和基本操作	10
一、	玻璃量器	10
二、	分析天平	16
三、	可见分光光度计	19
四、	酸度计	20
第四章	定量分析化学实验内容	22
实验一	分析天平的称量练习(差减法)	22
实验二	滴定操作练习(酸碱比较滴定)	24
实验三	酸碱溶液的配制和标定	26
Experiment 4	Preparation and Standardization of Sodium Hydroxide Solution	29
实验五	氨水中氮含量的测定	31
实验六	铵盐中氮含量的测定(甲醛法)	33
实验七	食醋中总酸量的测定	35
实验八	食碱中总碱量的测定(双指示剂法)	36
实验九	凯氏定氮法测定奶粉中的蛋白质	38

实验十	莫尔法测定食盐中的氯	40
实验十一	水的总硬度及钙镁含量的测定	42
实验十二	可溶性硫酸盐中硫酸根的测定	45
实验十三	高锰酸钾溶液的标定	47
实验十四	过氧化氢含量的测定 (高锰酸钾法)	49
实验十五	石灰石中钙含量的测定 (高锰酸钾法)	51
实验十六	胆矾中铜的测定 (碘量法)	53
实验十七	亚铁盐中铁含量的测定 (重铬酸钾法)	55
实验十八	碘量法测定葡萄糖	57
实验十九	电位法测定水溶液的 pH 值	59
实验二十	氟离子选择性电极测定水中的氟 (直接电位法)	62
实验二十一	分光光度法测定铁	66
实验二十二	分光光度法测定磷	69
实验二十三	滴定分析方案设计实验 (组分分析及测定)	71

附 录

74

附录一	原子量表	74
附录二	常见化合物的摩尔质量	75
附录三	常用浓酸浓碱的密度和浓度	77
附录四	常用酸碱溶液的配制	78
附录五	常用基准物质的干燥条件和应用	79
附录六	常用指示剂	80
附录七	常用缓冲溶液的配制	83
附录八	配合物的稳定常数	84
附录九	氨羧配位剂类配合物的稳定常数	90
附录十	标准电极电位和氧化还原电对条件电极电位	91
附录十一	微溶化合物的溶度积	96
附录十二	常用熔剂和坩埚	98
附录十三	常用仪器清单	99

参考文献

100

定量分析化学实验的要求

定量分析化学不但是化学、环境、化工类专业的一门专业基础课程，也是农、林、牧和食品等专业的一门重要基础课程。该课程是一门实践性较强的学科，主要分为定量分析化学理论和定量分析化学实验两部分内容。为适应大学本科高素质人才的培养要求及提高学生实践能力，定量分析化学实验课程各大高校基本不再附属于理论课而独立开课。定量分析化学实验课程的主要任务是使学生巩固、扩大和加深对定量分析化学基本原理的理解，掌握定量分析化学的实验方法、基本操作技能和有关基本知识，培养学生严谨求实的科学态度，提高学生观察问题、分析问题和解决问题的能力，并为后续课程的学习及将来从事科学研究工作打下良好的基础。

一、定量分析化学实验基本要求

① 实验前要认真预习实验内容，看懂实验原理、方法和所要达到的目的，了解主要的操作步骤及注意事项等。实验过程必须备有专用的实验记录本和实验报告本，在预习好实验内容的基础上，事先设计好应记录的数据及报告格式，以便实验时及时准确记录所测得的数据和所观察到的实验现象。

② 实验时要严肃认真，做到紧张而有秩序地工作，手脑并用，善于观察现象，勤于思考实验中的问题。理论联系实际，认真分析研究，不能只是“照方抓药”式地被动做实验。合理安排时间、提高工作效率。

③ 实验中所测的各种数据应及时如实地记入记录本，不允许记在零碎纸片上，以防丢失或转抄时发生错误。实验的原始数据不得用铅笔填写，更不能随意涂改、拼凑或伪造数据，如发现数据测错、读错或算错而需要改动时，可将该数据用一横线划去，并在其上方写上正确的数字。

④ 由普通化学的性质实验过渡到定量分析实验，两者最大的区别就在于“量”的概念，实验过程中要清楚哪一步需“准确量”，哪一步为“粗略量”。

记录实验数据时，应注意其有效数字的位数。例如，准确浓度记录四位有效数字，用分析天平称量，记录至 0.0001g；滴定管及移液管的读数，应记录至 0.01mL。

⑤ 实验结束后，必须将用过的器皿洗净，放回原处。公用的仪器、试剂瓶等也要放回原处，摆放整齐。整理并擦净实验台面。最后由值日生负责全面清扫实验室，关闭

电源、水阀和门窗等。

实验报告内容包括：

- ① 实验名称、完成日期、姓名、合作者姓名；
- ② 实验目的、原理、实验内容的简要步骤（可用箭头式表示）；
- ③ 实验数据处理、计算结果和误差、实验中的问题讨论等。

实验后，及时整理实验数据，计算实验结果，按时认真写出实验报告。

学生实验成绩的评定，包括以下几项内容：

- ① 预习与否及实验态度；
- ② 实验操作技能；

③ 实验报告的撰写是否认真和符合要求，实验结果的精密度、准确度和有效数字的表达等。

二、实验时应注意的事项

① 遵守实验课堂纪律，不迟到、不早退，实验时不大声喧哗、嬉闹。

② 实验前必须认真预习实验指导书。开始实验前，要熟悉本次实验中所用仪器、试剂的性质和作用。在教师讲课前不能随意玩弄仪器和进行实验。

③ 进入实验室，先清点仪器，如发现破损、丢失，立即向指导教师汇报，及时补领。实验过程中仪器损坏，应及时报告指导教师，以便及时处理。

④ 认真听指导教师讲解，严格按操作规程进行实验，注意实验过程中的安全。实验应按指导书的要求并在教师指导下进行，精密仪器未经教师许可，不得擅自操作。

⑤ 在指定的位置进行实验，要始终注意保持实验台面的清洁，仪器放置要整齐有序，养成良好的科学实验习惯。同时注意保持实验室地面的整洁，不乱丢纸屑等杂物，废液倒入废液缸，杂物丢入垃圾桶。勿使酸、碱等腐蚀性溶液滴洒到实验台面或地面上，否则应及时用水冲洗干净或擦净。

⑥ 实验中的残渣废液应倒入指定的废物桶内，不得随意倒入水槽中。实验完毕必须清洗仪器、擦拭台面，经教师同意后方可离开实验室。

⑦ 养成爱护公物、节约用水、电和化学试剂的良好习惯。实验室的一切物品不得带出实验室。如有破损仪器，应及时报告教师，并按手续登记补领。

⑧ 实验结束后，值日学生应负责做好实验室的整洁工作，尤其要检查水、电开关。固体废弃物，如废纸、火柴杆、玻璃碎片等，应扔入废物桶内；废酸、废碱应小心倒入专用废液桶内，严禁倒入水槽，以防水槽堵塞和下水管腐蚀。

三、实验安全规则及事故处理

在进行分析化学实验时，经常使用水、电、气，易燃、易爆、有毒、有腐蚀性的各种化学试剂，易破损的玻璃仪器及精密的现代分析仪器。为了保证分析实验的正常进行，确保实验工作人员的人身安全及实验室财产安全，确保周围环境不受到污染，每一

个实验工作者都必须从自身做起,珍惜自己,爱护他人,严格遵守实验室安全规则,严格遵守实验室中的安全操作规范。遇到突发事件必须沉着冷静、正确处理。

1. 安全规则

① 实验室内严禁饮食、吸烟,一切化学药品严禁入口,实验结束后应及时洗手。

② 离开实验室时,应检查水、电、气、门窗是否关好,严禁将实验室的任何仪器与试剂带离实验室。

③ 使用浓酸、浓碱及其他强腐蚀性试剂时,切勿溅在皮肤和衣服上,使用浓 HCl 、浓 HNO_3 、浓 H_2SO_4 、 HClO_4 、氨水时,应在通风橱中操作。

④ 使用易燃有机溶剂(如乙醇、乙醚、丙酮、三氯甲烷等)时,必须远离明火,用完立即盖紧瓶盖,放在通风、阴凉处保存。

⑤ 使用汞盐、砷化物、氰化物等剧毒品时,要特别小心。用过的废物、废液不可乱倒,应集中回收处理。

⑥ 使用高压气体(如氢气、乙炔等)钢瓶时,必须严格按操作规程进行,钢瓶应置于远离明火、通风良好的地方。切记钢瓶更换前应保持一部分压力。

⑦ 实验中,如发生烫伤和割伤应及时处理,严重者应立即送医院治疗。

⑧ 实验室如发生火灾,要保持镇静,立即切断电源与气源,并根据起火原因采取针对性的灭火措施。

2. 实验室意外事故处理

(1) 割伤与烫伤处理

割伤是实验室中经常发生的事故。发生割伤时,首先应将伤口内异物取出,用生理盐水或硼酸溶液擦洗伤处,涂上碘酒或紫药水,用纱布包扎,或使用创可贴,必要时在包扎前撒些消炎粉,如果伤势较重,则应用纱布按住伤口止血后,立即送到医院清创缝合。烫伤时,立即涂上烫伤膏。切勿用水冲洗,更不能把水泡刺破。

(2) 化学试剂烧伤处理

浓硫酸烧伤时,立即用大量水冲洗,再用饱和碳酸氢钠溶液冲洗,再用水冲洗后,涂上烫伤膏。

浓碱烧伤时,立即用大量水冲洗,再用 1%~2% 的醋酸或硼酸溶液冲洗。再用水冲洗后,涂上硼酸软膏、过氯化锌软膏。

酸溅入眼睛时,不要揉搓眼睛,应立即用大量水冲洗,再用 2%~3% 的四硼酸钠溶液冲洗,再用水冲洗。

碱溅入眼睛时,不要揉搓眼睛,应立即用大量水冲洗,再用 3% 的硼酸溶液冲洗,再用水冲洗。

溴烧伤时,应立即用大量的水冲洗,再用酒精擦洗至无溴液,然后涂上甘油或烫伤膏。

应注意的是:化学试剂烧伤严重,特别是化学试剂溅入眼睛时,应在紧急处理后,立即送至医院治疗。

(3) 吸入刺激性气体与有害气体的处理

在吸入煤气、硫化氢气体时,立即到室外呼吸新鲜空气。在吸入刺激性或有毒气体如氯气、氯化氢、溴蒸气时,可吸入少量的酒精与乙醚的混合蒸气解毒。

(4) 有毒物质入口的处理

在遇有毒物质侵入口中时,应立即内服 5~10mL 硫酸铜的温水溶液,用手指伸入喉部促使呕吐,然后立即送医院治疗。

(5) 触电处理

不慎触电时,立即拉下电闸切断电源,尽快用绝缘物将触电者与电源隔开,必要时进行人工呼吸,然后立即送往医院治疗。

(6) 火灾处理

实验室不慎发生火灾时,千万不要惊慌失措、乱叫乱窜,或置他人于不顾而只顾自己,或置小火于不顾而酿成大灾,应立即切断电源与气源。着火面积大、蔓延迅速时,应选择安全通道逃生,同时大声呼叫同室人员撤离,并尽快拨打“119”电话报火警。如果火势不大,且尚未对人造成威胁时,应根据起火原因采取针对性的灭火措施。小火可用湿布或石棉布盖熄,如着火面积大,可用泡沫灭火器或二氧化碳灭火器。有机溶剂着火,切勿用水灭火,而应用二氧化碳灭火器、沙子和干粉灭火器等灭火。加热时着火,立即停止加热,关闭煤气总阀,切断电源,再用四氯化碳灭火器灭火,不能用泡沫灭火器灭火,以免触电。衣服着火时,应立即设法脱掉衣服或就地打滚,压灭火苗。

第二章

定量分析化学实验基本知识

一、玻璃器皿的洗涤

定量分析实验中经常使用各种玻璃仪器和器皿。如果在实验中使用不清洁的器皿,则会由于污染物和杂质的存在而干扰测定,而得不到准确的结果。因此,玻璃器皿的洗涤是实验中的一项重要内容。

一般说附着在仪器上的污染物有尘土和其他不溶性物质、可溶性物质、有机物和油垢等,针对不同性质的污染物,可分别选用下列方法进行洗涤。

(1) 用水刷洗

根据所洗仪器的形状选用毛刷,如试管刷、烧杯刷、锥形瓶刷、滴定管刷等。用水刷洗玻璃器皿,可除去器皿表面上的灰尘、可溶性物质和不溶性物质。

(2) 用去污粉、皂液和合成洗涤剂洗

洗涤器皿时,先将器皿用水刷洗一遍,再用毛刷蘸取适量洗涤液刷洗,然后用自来水冲洗干净。这些洗涤剂可以洗去油脂或某些有机物。若仍洗不干净时,可用热碱液洗。

(3) 用洗液洗

对于一些不能用毛刷刷洗的器皿,如坩埚、蒸发皿、称量瓶、容量瓶、滴定管等,宜用洗液洗涤,必要时洗液可预先加热。洗液是浓硫酸和饱和重铬酸钾溶液的混合物,配制时将 25g 粗 $K_2Cr_2O_7$ 溶于 50mL 热水中,冷却后慢慢加入(不断搅拌)浓硫酸 450mL 即成。新配制的洗液为深褐色,有很强的氧化性和酸性。使用洗液时应避免引入大量的水和还原性物质(如某些有机物),否则会因洗液冲稀或变绿而失效。洗液中浓硫酸易吸水,不用时应贮存于带磨口的玻璃细口瓶中。

洗液具有很强的腐蚀性,铬有毒性,用时必须特别小心,注意安全。洗涤移液管时,绝对不能用口吸,只能使用洗耳球吸取。洗液可反复使用,用过的洗液,应倒回原装瓶下次再用,绝不允许倒入水槽内。洗液经多次使用后,效力降低时,可加入适量的 $KMnO_4$ 粉末再生。

(4) 用特殊的试剂洗

如用盐酸-乙醇洗涤液洗涤染有颜色的有机物质的比色皿;用适当的酸可洗去难溶

的氢氧化物、硫化物等；用酸性硫酸亚铁溶液洗涤沾有 MnO_2 污物的器皿，会收到更好的效果。

已洗净的仪器壁上，应该清洁透明，其内壁被水均匀地湿润，且不挂水珠。最后用蒸馏水洗涤 2~3 次即可。

二、实验用水的规格及选用

在定量分析化学实验中，根据任务和要求的不同，对水的纯度要求也不同。对于一般的分析实验工作，采用蒸馏水或去离子水即可，对于微量或痕量组分的分析，要求用纯度较高的二次蒸馏水或高纯水。

天然水存在很多杂质，不能直接作为分析用水。欲得到纯净的水，必须经过纯化处理，经过提纯的水叫作纯水。化学分析中所用的水及洗涤仪器时最后淋洗用的水都是纯水。用不同的纯化方法，可得到纯度不同的水。

(1) 蒸馏水

将天然水用蒸馏器蒸馏而得的水叫蒸馏水。目前使用的有玻璃、铜、石英等材质的蒸馏器。蒸馏法能除去水中非挥发性杂质，但不能除去溶于水中的气体杂质。

一次蒸馏水可用来淋洗要求不太严格的玻璃器皿和配制一般实验用的溶液。蒸馏水中允许的杂质总量不大于 $1\sim 5\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 。

二次蒸馏水又称重蒸馏水，是将一次蒸馏水再次蒸馏而得的，也可由二次蒸馏器蒸馏得到。蒸馏时，在水中加入适当试剂如 NaOH 和 KMnO_4 等，以抑制某种杂质的挥发，或使某种杂质迅速挥发除去。

收集中间馏出部分的二次蒸馏水，在 25°C 时的电导率应小于 $1.0\times 10^{-6}\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ 。用于二次蒸馏的玻璃蒸馏器材质必须是硬质玻璃。使用石英蒸馏器可获得高纯水，高纯水应贮存在石英或聚乙烯塑料容器中。

(2) 去离子水

这是应用离子交换树脂来分离水中杂质离子的方法得到的，用此法制得的水常称为“去离子水”。此法不能除去非电解质（有机物），其电导率不能表示非电解质的污染程度。一般分析实验可使用去离子水。

(3) 电渗析水

电渗析水是用电渗析法制得的水。电渗析法是在外电场的作用下，利用阴、阳离子交换膜对溶液中离子进行选择透过而使杂质离子自水中分离出来的方法。此法去除杂质效率较低，适用于要求不高的分析工作用水。

纯水质量的检验项目和方法可参考有关资料。

三、化学试剂的规格及选用

我国化学试剂产品有国家标准（GB）、化工部标准（HG）及企业标准（QB）三级。一般试剂是实验室最普遍使用的试剂，以其中所含杂质多少，又分为四个等级及生

化试剂等，其标志、适用范围和标签颜色见表 2-1。

表 2-1 一般试剂规格和适用范围

等级	名称	英文名称	英文缩写	标签颜色	适用范围
一级品	优级纯 (保证试剂)	Guaranteed Reagent	G. R.	绿色	纯度很高, 适用于精密分析工作和科学研究工作
二级品	分析纯 (分析试剂)	Analytical Reagent	A. R.	红色	纯度仅次于一级品, 适用于多数分析工作和科学研究工作
三级品	化学纯	Chemical Pure	C. P.	蓝色	纯度较二级差些, 适用于一般分析工作
四级品	实验试剂	Laboratory Reagent	L. R.	棕色或其他颜色	纯度较低, 适用于实验辅助试剂
	医用生物试剂	Biological Reagent	B. R. 或 C. R.	黄色或其他颜色	

除上述一般试剂外，还有标准试剂、高纯试剂、专用试剂，例如用来作为光谱分析中标准物质的光谱纯试剂（符号 S. P. ），作为色谱分析中标准物质的色谱纯试剂以及作为定量分析中基准物的基准试剂（纯度相当于或高于保证试剂）等。

原装瓶的化学试剂，标签上注明有试剂名称、化学式、摩尔质量、等级、纯度和杂质的最高含量，还有净重或体积、生产许可证、生产批号、厂名、出厂日期等，危险品和剧毒品也有相应的标记。使用时应根据分析要求的不同，恰当地选用不同规格的试剂。既要注意节约原则，又要根据分析工作需要取用；既不能以高纯试剂当作低纯试剂使用，也不能用低纯试剂代替高纯试剂。否则，前者会造成很大浪费，后者会影响分析结果，甚至得出错误结论。

此外，在选用试剂的纯度时还应注意：除了要与所用的分析方法相适应外，还要有相应的分析用水和操作器皿与之配合，才能发挥高纯试剂的作用，以达到实验精度的要求。例如选用 G. R. 级的试剂，则应使用经两次蒸馏制得的重蒸馏水。储存高纯度试剂时，所用器皿的质量也要求较高，如使用硬质硼硅玻璃器皿或塑料器皿。使用过程中不应有杂质溶解到溶液中，以免影响测定的准确度。

分析人员必须对化学试剂标准有一明确的认识，做到科学合理地存放和使用化学试剂。

四、 滤纸及滤器

(1) 滤纸

定量分析化学实验中常用的有定量分析滤纸和定性分析滤纸两种。按过滤速度和分

离性能的不同，可分为快速、中速和慢速三类。我国国家标准（GB/T 1914—2017）对定量滤纸和定性滤纸产品规定的主要技术指标包括质量（单位 $\text{g} \cdot \text{mL}^{-2}$ ）、分离性能、过滤速度、耐湿程度（对于定量滤纸）、灰分、标志（盒外纸条）、圆形纸直径等。

定量滤纸又称为无灰滤纸，即其灰分很低。例如每张直径为 125mm 的定量滤纸的质量约为 1g，但灼烧后其灰分的质量不超过 0.1mg，在重量分析实验中，可以忽略不计。定性滤纸的质量不及定量滤纸，其他杂质含量也比定量滤纸高，但价格比定量滤纸低。在分析化学实验中应根据实际需要，合理选择滤纸。

(2) 烧结(多孔)滤器

这是一类通过高温烧结将玻璃、石英、陶瓷、金属或塑料等材料的颗粒黏结在一起的方法所制造的微孔滤器，其中以玻璃滤器最为常用。

我国从 1990 年起对这类滤器执行新的国家标准（GB 11415—1989）。这类滤器的牌号和分级见表 2-2。其牌号的规定以每级孔径的上限值前加字母“P”表示。应注意过去使用多年的玻璃滤器的旧型号与新型号的对照。例如实验中常用的 P40（G3）和 P16（G4）号玻璃滤器，在过滤金属汞时用 G3 号滤器，过滤 KMnO_4 溶液时用 G4 号漏斗式滤器，重量法测定镍时用 G4 号坩埚式过滤器。

表 2-2 实验用滤器的牌号和分级

牌号	孔径分级/ μm	
	大于	小于等于
P1.6	—	1.6
P4	1.6	4
P10	4	10
P16	10	16
P40	16	40
P100	40	100
P160	100	160
P250	160	250

新的滤器在使用前要经酸洗、抽滤、水洗、抽滤、晾干或烘干等处理。使用后的滤器也应及时清洗，因为滤器的滤片容易吸附沉淀物和杂质。清洗的原则是选用能分解或溶解残留物的洗涤液进行浸泡、抽滤，再用水洗净。表 2—3 列出某些沉淀物的常用化学清洗方法。

表 2-3 某些沉淀物的常用化学洗涤方法

沉淀物	洗涤液
脂肪等	CCl_4 或适当的有机溶剂
各种有机物	铬酸洗液浸泡
氯化亚铜、铁斑	含 KClO_4 的热浓盐酸
硫酸钡	100℃ 的浓硫酸
汞渣	热浓硝酸
氯化银	氨水或硫代硫酸钠溶液
铝质、硅质残渣	先用 $20\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ HF 洗，继用浓硫酸洗，立即用蒸馏水、丙酮漂洗，反复几次

(3) 滤膜

滤膜是海水分析中的重要滤器，也是环境分析中的重要工具。海水分析中，通常用 $0.45\mu\text{m}$ 滤器过滤的方法来区分海水中的溶解物和颗粒物。通过这种滤器的海水试样中的全部组分（包括溶解的和分散的），都认为是可溶解组分。



第三章 >>>

定量分析化学实验仪器和基本操作

一、玻璃量器

滴定管、移液管（或吸量管）和容量瓶是定量分析化学实验常用的玻璃量器，必须规范进行操作，才能取得准确的分析结果，下面分别介绍其基本操作方法。

1. 滴定管及其使用

滴定管是滴定时用来准确测量流出溶液体积的量器。一般分为酸式滴定管和碱式滴定管两种（如图 3-1 所示）。酸式滴定管用来盛装酸性或氧化性的稀溶液；碱式滴定管用来盛装碱性或还原性溶液。常用滴定管的容积为 50mL 和 25mL，可以读至小数点后两位，一般读数误差为 $\pm 0.01\text{mL}$ 。

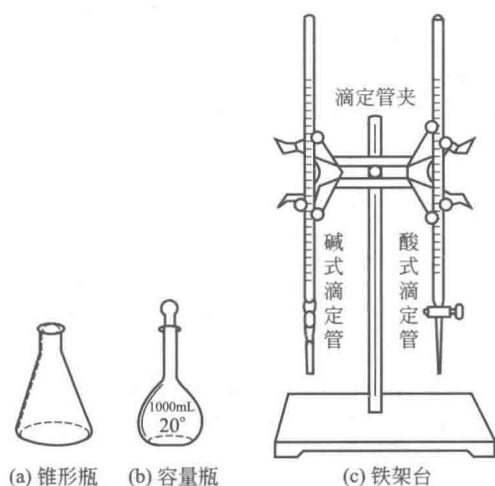


图 3-1 滴定常用玻璃仪器

(1) 使用滴定管之前应做的准备工作

① 检漏 检查滴定管是否漏水时，可关闭活塞，在管内装满水，将滴定管夹在滴定管架上，观察管口及活塞两端是否有水渗出，将活塞转动 180° 再观察一次，如无漏水现象，进行洗涤之后，即可使用。如果酸式滴定管漏液则需要涂凡士林，碱式滴定管