



化学综合实验

主 编 王学文
副主编 刘文明

 科学出版社



化学综合实验

主 编 王学文

副主编 刘文明

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书分为四章, 包含 54 个实验: 第一章为化学综合实验的一般知识, 是对即将开展化学综合实验学生的基本要求。第二章为基础化学综合实验, 主要为多个化学分支学科的综合实验, 以实验样品制备、试剂分析、大型仪器操作等为主。第三章为能源催化类化学综合实验, 主要包含能源催化、清洁能源及太阳能利用等相关的化学综合实验。第四章为稀土类化学综合实验, 主要为一些常见稀土功能材料和稀土催化材料等的制备、表征和性能测试等化学综合实验。

本书可供高等院校化学化工类相关专业的本科生使用。

图书在版编目(CIP)数据

化学综合实验 / 王学文主编. —北京: 科学出版社, 2019.12

ISBN 978-7-03-062364-5

I. ①化… II. ①王… III. ①化学实验—高等学校—教材
IV. ①O6-3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 206790 号

责任编辑: 赵晓霞 付林林 / 责任校对: 杨 赛
责任印制: 张 伟 / 封面设计: 迷底书装

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

涿州市索南印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2019 年 12 月第 一 版 开本: 720 × 1000 1/16

2019 年 12 月第一次印刷 印张: 11 1/2

字数: 220 000

定价: 49.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

前 言

为了跟随科学技术发展,使学生能够深入地了解学科前沿成果及现代化学化工应用,编者以南昌大学化学综合实验讲义为基础,引入最新的科研成果和生产实践,编撰了本书。化学综合实验不仅可以让学生充分利用所掌握的化学理论知识,而且通过相应的实验设计可以提升学生的独立解决问题能力以及创新能力。化学综合实验的设计区别于基础化学实验,通常需要利用多个学科的基础知识和实验技能才能较好地完成。因此,所编撰的化学综合实验为2~4个化学学科的交叉化学实验,能够有效利用学生的综合化学知识,提高学生的化学综合实验能力。本书也结合了热点科学研究和地区资源特点,着重增加了能源催化类及稀土化学类相关化学综合实验。

能源与催化是化学研究和生产的重要方向。很多化学专业学生将可能从事能源与催化相关的研究和生产实践。因此,能源催化类化学综合实验作为本书一个特色单列章节。该部分不再具有明显的某个基础化学学科实验的特征,主要为一些涉及能源相关的最新科技成果和以化学生产实践为背景的化学物质的制备、表征与测试等完整的化学实验过程。学生不仅需要熟练掌握样品的制备,还需要利用实验相关设备测试物质相关性能,对制备的样品做综合分析。稀土是现代工业的“维生素”,稀土类化学综合实验主要是围绕目前一些稀土相关研究及生产生活热点来设计和开展的综合性实验。这些特色化学综合实验设置既考虑当前的化学化工工业应用与生产,也将最新的科研成果融入其中,增加了实验的先进性、科学性和实用性。前沿科学的综合实验的结果不具有唯一性和标准性,它将更多地培养学生提出和解决实验问题的能力,使学生可以较好地了解目前化学研究的一些热点问题,有助于拓宽学生视野和提高学生的创新能力。

本书涵盖多个方向的化学综合实验,不同专业和学校可根据教学安排和实验条件选择适合的实验,开展相关实验教学,拓展和提升化学相关专业学生的综合实验技能。

本书实验部分的编写得到了肖卫明、邓瑞红、赵晓宏、乐治平、李越湘、雷学仿、邓锋杰、周力等老师的支持,在此表示衷心的感谢。

由于编者学识有限,书中难免存在不妥之处,敬请广大读者批评指正。

王学文

2019年6月

目 录

前言

第一章 化学综合实验的一般知识	1
第二章 基础化学综合实验	12
实验一 聚乙烯醇缩甲醛胶水的制备	12
实验二 黄连素的提取及其紫外-可见吸收光谱分析	14
实验三 甲基丙烯酸甲酯的本体聚合	16
实验四 有机玻璃的合成	20
实验五 邻羟基苯乙酮的合成	22
实验六 咖啡因的红外吸收光谱测定	24
实验七 光化学降解亚甲基蓝有机染料	26
实验八 金属有机骨架材料 UiO-66 的合成及染料吸附性能测试	29
实验九 对氨基苯甲酸乙酯的合成	32
实验十 水热法制备纳米二氧化钛	36
实验十一 化学法制备氧化石墨烯	38
实验十二 邻菲咯啉分光光度法测定铁的含量	40
实验十三 阴离子表面活性剂的合成及应用	43
实验十四 无机粉体碳酸钙的聚合物胶囊化改性	47
实验十五 高吸水性树脂的制备	49
实验十六 溶液法合成硫化锌纳米颗粒及光催化制氢测试实验	52
实验十七 茶叶中咖啡因的提取	54
实验十八 补锌口服液葡萄糖酸锌的分析与测定	57
实验十九 多孔炭的制备及对孔雀石绿的吸附性能研究	60
实验二十 从奶粉中分离、鉴定酪蛋白和乳糖	64
实验二十一 昆虫信息素 2-庚酮的合成	66
实验二十二 樟脑的还原及红外表征	69
实验二十三 三苯基苄基氯化磷的制备	71
实验二十四 4-苯基-2-丁酮的合成	75
实验二十五 卡宾反应——扁桃酸的合成	78
实验二十六 旋光异构体的拆分—— α -苯乙胺的合成	82

实验二十七	激光粒度分析仪测定粉体材料粒度	85
实验二十八	发酵调味品中防腐剂测试方法研究	89
实验二十九	矿石中钴的分离及测定	95
实验三十	比色法测定果蔬中镉的含量	98
实验三十一	双酚 A 环氧树脂胶黏剂的合成及性能测定	101
实验三十二	苯乙烯的珠状聚合	105
实验三十三	甲基丙烯酸甲酯和苯乙烯的悬浮共聚合	108
实验三十四	强酸型阳离子交换树脂的制备及其交换量的测定	111
实验三十五	硫化镉纳米颗粒的合成及紫外-可见吸收光谱表征	116
实验三十六	聚己二酸乙二酯的制备及其分子量测定	119
实验三十七	微电化学反应制备海胆状氧化锌球及光吸收性能测试	123
实验三十八	常用引发剂的精制	126
第三章	能源催化类化学综合实验	128
实验三十九	氧化锌光电极的制备与光电化学性能测试	128
实验四十	γ - Al_2O_3 的制备、表征及脱水活性评价	131
实验四十一	浸渍法制备加氢脱氢催化剂 $\text{Pd}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$	137
实验四十二	水热法合成 BiOCl 纳米片及光还原二氧化碳测试	141
实验四十三	脱氢催化剂脱氢性能的测定	143
实验四十四	油脂氢化催化剂的制备	147
实验四十五	二氧化硅负载金属镍催化剂的制备	149
实验四十六	二氧化硅负载金属镍催化剂的性能评价	151
实验四十七	TiO_2 光催化剂的制备和降解有机污染物的性能	154
实验四十八	类石墨相氮化碳的制备及太阳能驱动制氢实验	158
第四章	稀土类化学综合实验	161
实验四十九	稀土配合物荧光材料的合成及荧光性能	161
实验五十	液相合成法制备红色荧光粉	165
实验五十一	碳酸稀土的形成与结晶	168
实验五十二	稀土发光材料 YVO_4 的合成与荧光性能测试	170
实验五十三	铜掺杂二氧化钛的合成及有机染料降解测试	173
实验五十四	PMMA 有序小球制备有序大孔 CeO_2	175

第一章 化学综合实验的一般知识

一、实验守则

(1) 实验前必须认真预习有关实验的全部内容,并做好预习笔记。通过预习,明确实验目的和要求,以及实验的基本原理、步骤和有关的操作技术,熟悉实验所需的药品、仪器和装置,了解实验中的注意事项。

(2) 做好一切准备工作后方能开始实验。

(3) 必须遵守实验室的纪律和各项规章制度。实验中不准大声说笑,不擅离实验岗位,不乱拿乱放,不能将公物带出实验室,借用公物应自觉归还,损坏东西要如实登记,出现问题必须及时报告。

(4) 实验进行中,必须严格按操作规程进行操作。仔细观察,积极思考,及时准确、实事求是地做好实验记录。

(5) 遵从教师和实验室工作人员的指导,若有疑难问题或发生意外事故必须立即报告教师并及时解决和处理。

(6) 应自始至终保持实验室的整洁。做到桌面、地面、水槽和仪器干净。

(7) 公用仪器、药品和工具应在指定地点使用,用后立即归还原处并保持其整洁。节约水、电、气和药品。严格控制药品的规格和用量。

(8) 实验完毕,必须及时做好后处理工作(包括清洗仪器、处理废物、检查安全等),将实验记录(合成实验要上交产品)交教师审阅。待教师签字后方可离开实验室。

(9) 每次实验后,必须尽快、认真地完成实验报告。

(10) 轮流值日,值日生负责整理公用仪器、打扫实验室卫生、清倒废物,并协助实验室工作人员检查和关好水、电、气及门窗。

二、实验室的安全

在应用化学实验中,经常使用易燃溶剂,有毒、有腐蚀性药品等,若使用不当,就有可能发生着火、爆炸、烧伤或中毒等事故。因此,进行应用化学实验时,必须注意安全。

各种事故的发生往往是不熟悉仪器、药品的性能,未按操作规程进行实验或麻痹大意所引起的。只要实验前充分预习,实验中认真操作,加强安全措施,事

故是可以避免的。为了防止事故以及发生事故后能正确、及时地处理，学生应了解实验室的安全知识，并切实遵守。

(一) 实验时的一般注意事项

(1) 实验开始前，应按要求认真地进行实验预习，仔细检查仪器是否完整无损，装置是否正确稳妥。

(2) 实验中必须熟悉药品和仪器的性能及装配要点。弄清实验室内水、电、气的管线开关和各种钢瓶的标记，切忌弄错，禁止违章操作。

(3) 实验进行时，要仔细观察，认真思考，如实记录实验情况，经常注意仪器有无漏气、碎裂和反应进行是否正常等。

(4) 凡可能发生危险的实验，应采取必要的防护措施，如使用防护眼镜、面罩、手套等。

(5) 实验进行中，各种药品不得散失或丢弃，反应中所产生的有害气体必须按规定进行处理，以免污染环境。

(6) 严禁在实验室内吸烟、饮食。

(7) 正确使用玻璃管、玻璃棒和温度计。

(8) 熟练使用各种安全用具及有关材料。

(二) 实验中事故的预防、处理和急救

1. 割伤

如果不慎发生割伤事故，要及时处理，先将伤口处的玻璃碎片取出。若伤口不大，用去离子水洗净伤口，再涂上红药水，撒上止血粉，用纱布包扎好。伤口较大或割破了主血管，则应用力按住主血管，防止大出血，及时送医院治疗。

2. 着火

预防着火要注意以下几点。

(1) 不能用烧杯或敞口容器盛装易燃物，加热时，应根据实验要求及易燃物的特点选择热源，注意远离明火。

(2) 尽量防止或减少易燃物的气体外逸，倾倒易燃物时要熄灭火源，且注意室内通风，及时排出室内的有机物蒸气。

(3) 易燃及易挥发物不得倒入废液缸内。量大的要专门回收处理；量小的可倒入水槽用水冲走（与水有剧烈反应者除外，金属钠残渣要用乙醇销毁）。

(4) 实验室不准存放大量易燃物。

(5) 防止燃气管、燃气阀漏气。

(6) 使用的保险丝要与实验室允许的用电量相符。

(7) 电线的安全通电量应大于用电量。

(8) 室内若有氢气等易燃易爆气体, 应避免产生电火花。继电器工作和开关电闸时易产生电火花, 要特别小心。电器接触点(如电插头)接触不良时, 应及时修理或更换。

(9) 如遇电线起火, 应立即切断电源, 用沙或二氧化碳灭火器、四氯化碳灭火器灭火, 禁止用水或泡沫等导电液体灭火器灭火。

实验室如果发生着火事故, 应沉着镇静、及时地采取措施, 控制事故的扩大。首先, 立即切断电源, 移开未着火的易燃物。然后, 根据易燃物的性质和火势设法扑灭。

常用的灭火器有二氧化碳、四氯化碳和泡沫灭火器等。干沙和石棉布也是实验室常用的灭火材料。

二氧化碳灭火器是化学实验室最常用的灭火器。灭火器内储放压缩的二氧化碳。使用时, 一手提灭火器, 另一手握在喷二氧化碳喇叭筒的把手上(不能手握喇叭筒, 以免冻伤!), 打开开关, 二氧化碳即可喷出。这种灭火器灭火后的危害小, 特别适用于油脂、电器及其他较贵重的仪器着火。

四氯化碳灭火器和泡沫灭火器虽然也具有比较好的灭火性能, 但由于存在一些问题, 使用受到限制。例如, 四氯化碳在高温下能生成剧毒的光气, 而且与金属钠接触会发生爆炸; 泡沫灭火器喷出大量的硫酸氢钠、氢氧化铝, 污染严重, 给后处理带来麻烦。因此, 除非特殊着火事故, 一般不建议使用这两种灭火器。

无论使用哪一种灭火器, 都是从火的周围开始向中心扑灭。

水在大多数场合下不能用来扑灭有机物的着火。因为一般有机物都比水轻, 泼水后, 火不但不熄, 反而漂浮在水面燃烧, 并随水流而蔓延。

地面或桌面着火, 如火势不大, 可用淋湿的抹布来灭火; 反应瓶内有机物着火, 可用石棉板盖住瓶口, 火即熄灭; 身上着火时, 切勿在实验室内乱跑, 应就近卧倒, 用石棉布等把着火部位包起来, 或在地上滚动以灭火。

3. 爆炸

实验时, 仪器堵塞或安装不当; 减压蒸馏使用不耐压的仪器; 违章使用易爆物; 反应过于剧烈, 难以控制, 都有可能引起爆炸。为了防止爆炸事故, 应注意以下几点。

(1) 常压操作时, 切勿在封闭系统内进行加热或反应, 在反应进行时, 必须经常检查仪器装置的各部分有无堵塞现象。

(2) 减压蒸馏时, 不得使用机械强度不大的仪器(如锥形瓶、平底烧瓶、薄壁试管等)。必要时, 要戴上防护面罩或防护眼镜。

(3) 使用易燃易爆物(如氢气、乙炔和过氧化物)或遇水易燃烧爆炸的物质(如钾、钠等)时, 应特别小心, 严格遵守操作规程。

(4) 若反应过于剧烈, 要根据不同情况采取冷却和控制加料速度等措施。

(5) 有些药品, 如叠氮钠、乙炔银、乙炔铜、高氯酸盐、过氧化物等受震和受热都易引起爆炸, 使用时要特别小心。

(6) 严禁将强氧化剂和强还原剂存放在一起。

(7) 久置的乙醚使用前应除去其中可能存在的过氧化物。

(8) 必要时可设置防爆屏。

4. 中毒

化学药品大多具有不同程度的毒性, 发生中毒的主要原因是皮肤或呼吸道接触有毒药品。在实验中, 要防止中毒, 应切实做到以下几点。

(1) 药品千万不要沾在皮肤上, 尤其是极毒的药品。实验完毕后应立即洗手。称量任何药品都应使用工具, 不得用手直接接触。

(2) 使用和处理有毒或腐蚀性物质时, 应在通风橱中进行, 并戴上防护用具, 尽可能避免有机物蒸气扩散在实验室内。

(3) 对沾染过有毒物质的仪器和用具, 实验完毕后应立即采取适当方法处理以破坏或消除其毒性。

(4) 禁止在实验室内饮食。饮食用具不能带进实验室, 以防被毒物污染, 离开实验室及饭前要洗净双手。

若药品溅到手上, 通常用水或乙醇洗去。实验时若有中毒特征, 应到空气新鲜的地方休息, 最好平卧, 出现其他较严重的症状, 如头昏、呕吐、瞳孔放大时应及时送往医院。

5. 灼伤

皮肤接触高温(如热的物体、火焰、蒸气)、低温(如固体二氧化碳、液氮)和腐蚀性物质(如强酸、强碱等)都会造成灼伤。因此, 实验时要避免皮肤与上述能引起灼伤的物质接触。取用有腐蚀性的化学药品时, 应戴上橡皮手套和防护眼镜。

实验中发生灼伤, 要根据不同的灼伤情况分别采取不同的处理方法。

(1) 被酸或碱灼伤时, 应立即用大量水冲洗。酸灼伤用 1% Na_2CO_3 溶液冲洗; 碱灼伤则用 1% H_3BO_3 溶液冲洗, 最后再用水冲洗。严重者要消毒灼伤面, 并涂抹软膏, 送医院就医。

(2) 被溴灼伤时, 应立即用 2% $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液洗至伤处呈白色, 然后用甘油加以按摩。

(3) 如被灼热的玻璃烫伤, 应在患处涂以正红花油, 然后擦一些烫伤软膏。

(4) 除金属钠等与水剧烈反应的药品外的任何药品溅入眼内, 都要立即用大量水冲洗。冲洗后, 如果眼睛仍未恢复正常, 应马上送医院就医。

6. 汞的安全使用

汞中毒分急性和慢性两种。急性中毒多为高汞盐（如 HgCl_2 ）入口所致，0.1~0.3g 即可致死。吸入汞蒸气会引起慢性中毒，症状有：食欲不振、恶心、便秘、贫血、骨骼和关节疼、精神衰弱等。汞蒸气的最大安全浓度为 $0.1\text{mg}/\text{m}^3$ ，而 20°C 时汞的饱和蒸气压为 0.0012mmHg ($1\text{mmHg} = 1.33322 \times 10^2\text{Pa}$)，饱和汞蒸气浓度为 $13.18\text{mg}/\text{m}^3$ ，超过安全浓度 100 多倍，所以使用汞必须严格遵守安全用汞操作规定。

- (1) 不要让汞直接暴露于空气中，储汞的容器应在汞面上加盖一层水。
- (2) 装汞的仪器下面一律放置浅瓷盘（盘内装水），防止汞滴散落到桌面和地面上。
- (3) 一切转移汞的操作也应在浅瓷盘（盘内装水）上进行。
- (4) 实验前要检查装汞的仪器是否放置稳固。橡皮管或塑料管连接处要缚牢。
- (5) 储汞的容器要用厚壁玻璃器皿或瓷器。用烧杯暂时盛汞，不可多装以防破裂。
- (6) 若有汞掉落在桌上或地面上，先用吸汞管尽可能将汞珠收集起来，然后将硫磺盖在汞溅落的地方，并摩擦使其生成 HgS 。也可用 KMnO_4 溶液使其氧化。
- (7) 擦过汞或汞齐的滤纸或布必须放在有水的瓷缸内。
- (8) 盛汞器皿和有汞的仪器应远离热源，严禁把有汞仪器放进烘箱。
- (9) 使用汞的实验室应有良好的通风设备，纯化汞应有专用的实验室。
- (10) 手上若有伤口，切勿接触汞。

7. 防止触电

- (1) 不用潮湿的手接触电器。
- (2) 电源裸露部分应有绝缘装置（如电线接头处应裹上绝缘胶布）。
- (3) 所有电器的金属外壳都应保护接地。
- (4) 实验时，应先连接好电路后再接通电源。实验结束时，先切断电源再拆线路。
- (5) 安装或修理电器时，应先切断电源。
- (6) 不能用试电笔试高压电。使用高压电源应有专门的防护措施。
- (7) 如有人触电，应迅速切断电源，然后进行抢救。

8. 高压钢瓶的使用及注意事项

1) 气体钢瓶的颜色标记

我国气体钢瓶常用的标记如表 1-1 所示。

表 1-1 我国气体钢瓶常用的标记

气体类别	瓶身颜色	标字颜色	字样
氮气	黑	黄	氮
氧气	天蓝	黑	氧
氢气	浅绿	红	氢
压缩空气	黑	白	压缩空气
二氧化碳	铝白	黑	二氧化碳
氯气	银灰	深绿	氯
液氨	黄色	黑	氨
氯气	深绿	白	氯
乙炔	白	红	乙炔
氟氯烷	铝白	黑	氟氯烷
石油气体	银灰	红	石油气
粗氩气体	黑	白	粗氩
纯氩气体	银灰	深绿	纯氩

2) 气体钢瓶的使用

(1) 在气体钢瓶上安装配套的减压阀。检查减压阀是否关紧，方法是逆时针旋转调压手柄至螺杆松动为止。

(2) 打开气体钢瓶总阀门，此时高压表显示出瓶内储气总压力。

(3) 慢慢地顺时针转动调压手柄，至低压表显示出实验所需压力为止。

(4) 停止使用时，先关闭总阀门，待减压阀中余气逸尽后，再关闭减压阀。

3) 注意事项

(1) 气体钢瓶应存放在阴凉、干燥、远离热源的地方。可燃性气体钢瓶应与氧气瓶分开存放。

(2) 搬运气体钢瓶要小心轻放，钢瓶帽要旋上。

(3) 使用时应安装减压阀和压力表。可燃性气体（如氢气、乙炔）钢瓶气门螺丝为反丝；不燃性或助燃性气体（如氮气、氧气）钢瓶为正丝。各种压力表一般不可混用。

(4) 不要让油或易燃有机物沾染气体钢瓶（特别是气体钢瓶的出口和压力表）。

(5) 开启总阀门时，不要将头或身体正对总阀门，防止阀门或压力表冲出伤人。

(6) 钢瓶内气体不能全部用尽，要留下一些气体，一般应保持 0.5MPa 表压以上的残留压力，以防止外界空气进入气体钢瓶，重新充气时发生危险。

(7) 使用中的气体钢瓶每三年应检查一次，装腐蚀性气体的钢瓶每两年检查一次，不合格的气体钢瓶不可继续使用。

(8) 氢气瓶应放在远离实验室的专用小屋内, 用紫铜管引入实验室, 并安装防止回火的装置。

9. 实验室常用的急救药品及器具

(1) 医用酒精、红药水、止血粉、龙胆紫、凡士林、玉树油、烫伤膏、 H_3BO_3 溶液 (1%)、 Na_2CO_3 溶液 (1%)、 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液 (2%) 等。

(2) 医用镊子、剪刀、纱布、药棉、绷带等。

三、常用玻璃仪器

1. 注意事项

化学玻璃仪器一般由钾或钠玻璃制成, 使用时要注意以下几点。

(1) 使用玻璃仪器时要轻拿轻放。

(2) 加热玻璃仪器时至少要垫石棉网 (试管加热有时可例外)。

(3) 厚壁玻璃器皿 (如抽滤瓶) 不耐热, 不能加热; 锥形瓶不能在减压条件下使用; 广口容器 (如烧杯) 不能储放有机溶剂; 计量容器 (如量筒) 不能高温烘烤。

(4) 使用玻璃仪器后要及时清洗、干燥 (不急用的, 一般以晾干为好)。

(5) 具有旋塞的玻璃器皿清洗后, 在旋塞与磨口之间应放纸片, 以防黏结。

(6) 不能用温度计作为搅拌棒, 温度计用后应缓慢冷却, 特别是用有机液体作膨胀液的温度计, 由于膨胀液黏度较大, 冷却快了液柱会断线; 不能用冷水冲洗热温度计, 以免炸裂。

由于玻璃仪器的容量及用途不一, 标准磨口仪器有不同的编号, 通常标准磨口有 10、14、19、24、29、34、40、50 等。这些编号是指磨口最大端直径数值 (单位: mm)。相同编号的内外磨口可以紧密连接。磨口仪器也可用两个数字表示磨口大小, 如 14/30 表示该磨口仪器最大直径为 14mm, 磨口长度为 30mm。有时两种玻璃仪器因磨口编号不同, 无法直接连接, 则可借助于不同编号的磨口接头使其连接。过滤时也常使用玻璃砂芯漏斗, 其规格及用途见表 1-2。

表 1-2 玻璃砂芯漏斗的规格及用途

国际标准	国家标准	滤板孔径/ μm	一般用途
P250	G00	160~250	滤出大颗粒沉淀
P160	G0	100~160	滤出粗颗粒沉淀, 收集和分布气体分子
P100	G1A	70~100	处理水
P70	G1	50~70	滤出大沉淀物及胶状沉淀物
P50	G2	30~50	滤出大沉淀物及气体洗涤用
P30	G3	16~30	滤出细沉淀物及水银过滤用

续表

国际标准	国家标准	滤板孔径/ μm	一般用途
P16	G4A	7~16	滤出细颗粒沉淀, 收集和分布细分子气体
P7	G4	4~7	滤出液体中细或极细沉淀物
P4	G5	2~4	滤出极细物质沉淀, 以及较大杆菌
P2	G6	1.2~2.0	滤出大肠杆菌及葡萄球菌

使用标准磨口仪器时应注意下列事项。

(1) 磨口必须洁净, 不得沾有固体物质, 否则会使磨口对接不紧密, 甚至损坏磨口。

(2) 用后应立即拆卸洗净, 否则放置太久, 磨口的连接处会黏结, 很难拆开。

(3) 一般使用时, 磨口无须涂润滑剂, 以免沾污反应物或产物, 若反应物中有强碱, 则应涂润滑剂, 以免磨口连接处因碱腐蚀而黏结, 无法拆开。对于减压蒸馏, 所有磨口应涂润滑剂以达到密封的效果。

(4) 安装磨口仪器时, 应注意整齐、正确, 使磨口连接处不受歪斜的应力, 否则仪器易破裂。

(5) 洗涤磨口时, 应避免用去污粉擦洗, 以免损坏磨口。

2. 清洗

在进行实验时, 应养成仪器用毕立即洗净的习惯, 清洁的玻璃仪器可以避免杂质对反应的影响, 污物沾留时间过长会增加洗涤难度。

洗涤仪器的最简易方法是用毛刷和洗衣粉擦洗, 再用清水冲干净。将仪器倒置, 器壁不挂水珠, 即已洗净, 可供一般实验用。

有些有机反应残留物为胶状或焦油状, 用洗衣粉很难洗净, 这时可根据具体情况采用规格较低或回收的有机溶剂(如乙醇、丙酮、苯和乙醚等)浸泡, 或用稀氢氧化钠溶液、浓硝酸煮沸除去。但不能盲目使用无机试剂和有机溶剂来洗涤仪器, 以免造成浪费或危险。

实验室里有时也用铬酸洗液洗涤仪器, 铬酸洗液呈红棕色, 经长期使用变成绿色时, 表明已失效。在使用铬酸洗液前, 应把仪器上的污物, 特别是还原性物质尽量洗净。一般少用洗液, 因为有机物多具有还原性, 易使洗液失效。使用洗液时要注意安全。

3. 仪器的干燥

进行化学实验的玻璃仪器除要洗净外, 常常还应干燥, 干燥仪器简单的方法有以下几种。

(1) 晾干：将洗净的仪器倒立放置，让其在空气中自然晾干，即可供大多数化学实验使用。

(2) 在烘箱中烘干。

(3) 用热空气吹干。

(4) 使用有机溶剂干燥。

将洗净的仪器用少量丙酮荡洗几次，最后使用电吹风依次用冷风—热风—冷风吹干，即可使用。

四、实验药品的准备

1. 药品规格的选定

常用化学试剂根据其纯度不同，分成不同的规格。我国生产的试剂一般分为四种级别，见表 1-3。

表 1-3 我国生产的试剂级别

试剂级别	中文名称	代号	瓶签颜色	使用要求
一级品	优级纯	GR	绿色	用于基准物质，主要用于精密的科学研究和分析鉴定
二级品	分析纯	AR	红色	主要用于一般科学研究和分析鉴定
三级品	化学纯	CP	蓝色	用于要求较高的有机化学实验和无机化学实验，也常用于要求较低的分析化学实验
四级品	实验试剂	LR	棕色、黄色或其他	主要用于普通的实验和科学研究，有时也用于要求较高的工业生产中

除上述一般试剂外，还有一些特殊要求的试剂，如指示剂、生化试剂和超纯试剂等。这些都应在瓶签上注明。

试剂级药品的纯度较高，工业品则含有较多的杂质。药品的纯度越高，价格越贵，在选定实验药品级别时，既要考虑实验的要求，又要考虑节约的原则。在不影响实验结果的前提下，常用低级别的药品而不用高级别的药品。

2. 试剂的纯化

在化学分析、仪器分析、无机制备、有机合成及其他科学实验工作中经常会遇到所用的化学试剂纯度不够，或买不到所需纯度的化学试剂，这就需要在实验室将现有的化学试剂进行纯化，以便得到所需纯度的化学试剂。在实验之前进行试剂的纯化，对于保证实验成功具有重要的意义。

五、实验预习、实验原始记录、设计及实验报告

1. 实验预习情况检查方式

要求学生在实验前必须做好实验预习，否则不允许参加实验。实验预习检查主要包括以下两个方面的内容。

(1) 检查实验预习报告。

实验预习报告包括实验目的、实验原理、实验所需仪器与药品、实验步骤等。

(2) 提问形式。

教师在实验前检查学生的实验预习情况，可采取口头提问的方式了解学生对实验的预习情况。

2. 化学综合实验原始记录卡

实验名称：

学号： 姓名： 实验桌号： 日期：

一、主要试剂及用量

二、实验步骤及现象

实验步骤及现象记录表

时间	步骤	现象

三、实验结果（产品数量、性状、外观和产率）

四、存在的问题

指导教师：

年 月 日

3. 化学综合实验设计报告要求

实验名称：

学号： 姓名： 实验桌号： 日期：

一、实验目标产物的名称及理化性质

二、实验研究背景和现状（列出引用的文献及方法）

三、文献方法的分析比较和选择（要求写出所选方法的理由）

四、选用方法所需的试剂（包括试剂必要的物理化学常数）和仪器

五、实验步骤

六、实验中需要注意的方面

七、实验结果表征的文献值及标准谱图

4. 化学综合实验报告要求

实验报告是实验工作的全面总结，是教师考核学生实验成绩的主要依据。实验报告是学生分析、归纳、总结实验数据，讨论实验结果并把实验获得的感性认识上升为理性认识的过程。实验报告要用规定的实验报告纸书写，要求语言通顺、图表清晰、分析合理、讨论深入，处理数据应由每人独立进行，不能多人合写一份报告。实验报告要真实反映实验结果，不得伪造。

具体包括如下内容：

- (1) 实验题目、实验者姓名、班级和实验日期。
- (2) 实验目的和要求。
- (3) 主要实验仪器、设备与材料。
- (4) 实验原理。
- (5) 实验步骤（流程图）。
- (6) 实验原始记录。
- (7) 实验数据计算结果。
- (8) 结果分析。
- (9) 思考题。
- (10) 实验心得与体会。