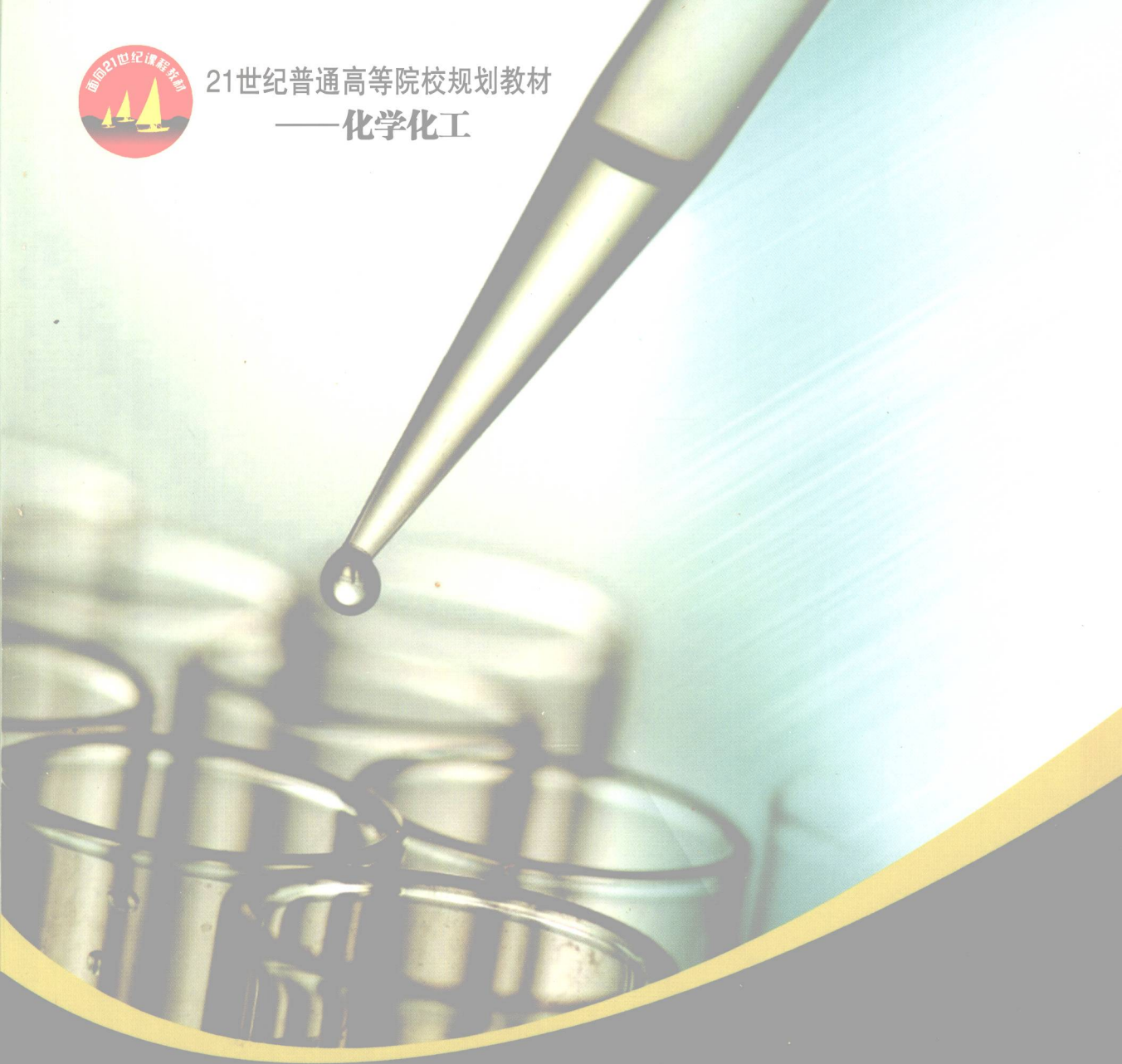




21世纪普通高等院校规划教材
——化学化工



基础化学实验

/ JICHU HUAXUE SHIYAN /

主 编 张万明 江文世
副主编 马金华 罗 茜



21 世纪普通高等院校规划教材——化学化工
西昌学院教务处资助教材

基础化学实验

主 编 张万明 江文世

副主编 马金华 罗 茜

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

图书在版编目 (C I P) 数据

基础化学实验 / 张万明, 江文世主编. —成都: 西南交通大学出版社, 2009.9

(21 世纪普通高等院校规划教材·化学化工)

ISBN 978-7-5643-0426-3

I. 基… II. ①张…②江… III. 化学实验—高等学校—教材 IV.06-3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 158880 号

21 世纪普通高等院校规划教材 —— 化学化工

基础化学实验

主编 张万明 江文世

责任编辑	张 波
特邀编辑	牛 君
封面设计	墨创文化
出版发行	西南交通大学出版社 (成都二环路北一段 111 号)
发行部电话	028-87600564 87600533
邮 编	610031
网 址	http://press.swjtu.edu.cn
印 刷	四川森林印务有限责任公司
成品尺寸	185 mm×260 mm
印 张	13.625
字 数	334 千字
版 次	2009 年 9 月第 1 版
印 次	2009 年 9 月第 1 次
书 号	ISBN 978-7-5643-0426-3
定 价	23.00 元

图书如有印装质量问题 本社负责退换
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

《基础化学实验》编委会名单

主 编 张万明 江文世

副主编 马金华 罗 茜

编 委 江文世 罗 茜 李文冬 马金华

徐大勇 张 林 张万明

前言

本书是为高等院校农、林等专业大一学生所编写的一本基础课实验教材。基础化学实验由无机化学实验、分析化学实验、有机化学实验、仪器分析化学实验四部分组成，是高等院校一切生物科学实验的基础。随着科学技术日新月异的发展，学科交融、相互渗透的趋势日益明显，作为农林院校根本的生物学科也不例外。当前生物学科的研究已迈进分子生物学的范畴，因此，作为研究物质分子、原子变化和结构的化学，对于生物科学的进一步发展，其基石作用日益凸显。迄今为止，化学仍然是一门实验科学，基础化学实验教学是训练学生基本实验技能必不可缺的有力手段。在教学改革深入发展的今天，掌握化学实验的基本知识、基本原理和基本操作；了解现代先进仪器的基本原理和用途，掌握常用仪器的使用；掌握一些物质的制备、分离、提纯、含量测定及定量分析；具有正确观察、记录、分析、总结、归纳实验现象，合理处理数据，绘制仪器装置简图和撰写实验报告，查阅手册，设计和改进简单实验以及处理实验一般事故等的能力以及培养严谨的科学态度、良好的工作作风和独立思考、分析问题、解决问题的能力，逐步掌握科学研究方法，为学习后续课程和进行科学研究打好基础是基础化学实验教学的最终目的。

实验教学在培养学生严谨求实的科学态度、增强学生的动手能力、启迪学生的创新思维方面的重要作用已受到了广泛的关注和认同。理论知识以书本教学为基础，而实验教学不仅包含书本上的实验基础知识的教学环节，更重要的是实验技能的训练、培养，学生只有身体力行，亲自动手进行实验才能学会，但实验教学又受到时间、空间、设备、经费等诸多条件的制约，其教育成本更高。因此，实验教学成为当前教学改革的热点，受到了前所未有的重视。其表现为普遍把实验课从理论课中剥离出来，“分立设课”，作为单独的教学体系进行授课。如何充分利用有限的时间、经费，培养动手能力强、具有创新思想的跨世纪人才，一本编排合理、切合实际、内容新颖丰富的实验教材就显得更加重要了。这也正是编者编写本书的指导思想和努力追求的目标。所以，在编写本书时，主编积极与生物、农业科学专业教师探讨生物学科与化学学科的联系与应用，并主动要求生物学副教授马金华与长期从事生物学科化学实验教学的罗茜副教授担任副主编。本书内容一方面力求反映当前实验教学改革的潮流；另一方面又紧密结合客观实际，使其具有可操作性。本书包括了化学实验常用的单元操作，如沉淀、过滤、蒸发、结晶、萃取等的操作方法和技能，以及实验装置、资料查阅、论文和实验报告的撰写、物质性质检验与鉴定、有机合成、天然产物的提取、玻璃工操作等内容，并选编了46个实验。其特点主要体现在以下几方面：

- (1) 压缩性质和验证性实验，增加定量和综合性及设计性实验。对于设计性实验，采取由少到多、由浅入深、从易到难、由点到面、循序渐进的方式，贯穿全书的实验内容。
- (2) 实验内容力求贴近生活，贴近农林生产实际，但又避免与后续课程重复。
- (3) 所开设的实验尽可能“绿色化”。
- (4) 根据我校学生与教师教学科研情况，选取了一些有代表性的师生教学与研究论文供学生学习、参考与研究。

全书由张万明副教授和江文世副教授共同制订编写提纲和编写方案。编写中具体分工如下：张万明副教授编写第4章和第6章，江文世副教授编写第1~3章，马金华副教授编写第5章和第9章实验1~8，罗茜副教授编写第9章实验9~22，张林高级实验师编写第8章实验13~24，徐大勇讲师编写第8章实验1~12，李文冬讲师编写第7章和附录。

由于编者水平有限，书中难免存在错误和不妥之处，敬请读者批评指正。

本书在编写前后得到西昌学院陶明教授的指导，西昌学院图书馆坤燕昌副研究馆员对全书的图表制作、文字编辑等方面做了大量工作，得到西昌学院教务处、农学系、动科系、生化系、园艺系、食品系等部门领导的大力支持，在此致以深深的谢意。

编 者

2009年8月

目 录

第 1 篇 化学实验理论基础

1 化学实验基础知识	3
1.1 实验常识	3
1.2 实验记录 and 数据处理	7
1.3 无机及分析化学实验常用器皿	9
1.4 化学试剂	12
1.5 试纸、滤纸和滤器	15
1.6 化学实验室用水	17
2 分析天平的使用	20
2.1 天平的种类和精度	20
2.2 称量方法	26
3 液体的取用及测量技术	27
3.1 量筒的规格和使用	27
3.2 滴定管的使用	27
3.3 容量瓶的规格和使用	30
3.2 移液管的使用	31
4 定量分析中样品的前处理与分离技术	33
4.1 样品的前处理	33
4.2 分离技术	36
5 有机化学实验的一般知识	46
5.1 实验室安全事故的预防与处理	46
5.2 有机化学实验常用仪器、设备	48
5.3 有机实验常用装置	53
5.4 仪器装置方法	55
5.5 仪器的准备	56
5.6 常用操作	57
6 实验预习、记录、实验报告与实验论文	60
6.1 实验预习	60

6.2 实验记录	60
6.3 实验报告	60
6.4 师生教学、科研论文摘录	63
7 资料查阅和应用文献资料	83
7.1 工具书	83
7.2 专业参考书	84
7.3 国内主要有关期刊	86
7.4 国外主要有关期刊	87
7.5 美国化学文摘	88

第 2 篇 实验选编

8 无机及分析实验	91
实验 1 纯水的制备与检验	91
实验 2 硫代硫酸钠的制备	95
实验 3 胶体与吸附	97
实验 4 酸碱溶液的配制和比较滴定	100
实验 5 氢氧化钠溶液的标定	102
实验 6 醋酸溶液中 CH_3COOH 含量的测定	104
实验 7 盐酸的配制和标定	105
实验 8 纯碱的测定	107
实验 9 KMnO_4 标准溶液的配制与标定	108
实验 10 水的化学耗氧量 (COD) 的测定	110
实验 11 EDTA 标准溶液的配制与标定	112
实验 12 水的总硬度及钙镁含量的测定	114
实验 13 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液的配制和标定	116
实验 14 葡萄糖含量的测定 (碘量法)	118
实验 15 分光光度法测定铁的含量 (用 Excel 进行数据处理)	120
实验 16 生理盐水中氯化钠含量的测定 (莫尔法)	127
实验 17 二氧化碳相对分子质量的测定	129
实验 18 茶叶中 Fe、Ca、P 元素的分离和鉴定	132
实验 19 海带中碘的分离与鉴定	133
实验 20 水样色度、浊度、酸度和碱度的测定	134
实验 21 胃舒平药片中铝和镁含量的测定	140
实验 22 苦荞粉中铜含量的测定	141
实验 23 电导滴定法测定 $\text{HCl}-\text{CH}_3\text{COOH}$ 混合溶液中各组分含量	143
实验 24 沉淀质量法测定钡含量	145

9 有机实验	148
实验 1 简单玻璃工操作	148
实验 2 熔点的测定及温度计的校正	152
实验 3 沸点及其测定	156
实验 4 旋光度的测定	159
实验 5 重结晶和过滤	161
实验 6 纸色谱分离氨基酸	167
实验 7 乙酰水杨酸 (acetyl salicylic acid) 的合成与提纯	169
实验 8 从茶叶中提取咖啡因 (extraction of caffeine from tea)	171
实验 9 中药中黄连素的提取	173
实验 10 糖的性质鉴定	174
实验 11 乙醚的制备	176
实验 12 从烟叶中提取烟碱 (isolation of nicotine from tobacco)	178
实验 13 肉桂醛的提取	179
实验 14 乙酸乙酯的制备	180
实验 15 元素定性分析	181
实验 16 库仑滴定法测定维生素 C 含量	183
实验 17 内标法测定白酒中异戊醇的含量	185
实验 18 气相色谱法测定混合醇中各组分含量	187
实验 19 反相高效液相色谱法分离芳烃类化合物	189
实验 20 苯、萘、联苯的高效液相色谱分析及柱效能的测定	191
实验 21 高效液相色谱法测定饮料中咖啡因的含量	193
实验 22 食品中粗脂肪的测定	195
附录	198
附录 A 消防知识	198
附录 B 常用基准物质	199
附录 C 我国化学试剂等级	199
附录 D 国产滤纸规格	200
附录 E 特殊试剂的配制	200
附录 F 可直接配制的标准溶液	202
附录 G 需要标定的标准溶液	202
附录 H 常见缓冲溶液的配制	204
附录 I 常用酸碱指示剂	205
附录 J 常用酸碱的密度和浓度	205
附录 K 常用氧化还原指示剂	206
参考文献	207

第
1
篇

化学实验理论基础



1 化学实验基础知识

1.1 实验常识

1.1.1 化学实验规则及化学实验室安全知识

化学实验中会经常接触各种化学药品、电学仪器及玻璃仪器，化学实验室常常潜藏着诸多危险，因此，实验者必须熟悉化学实验规则及实验室安全知识。其内容如下：

- (1) 实验前要认真预习，明确目的要求，了解实验步骤、方法和基本原理。
- (2) 实验时应遵守操作规则，保证实验安全。
- (3) 遵守纪律，不迟到，保持室内安静，不要大声谈笑。
- (4) 使用水、电、煤气、试剂等应注意节约，电、气、火用毕即关，同时注意不要用湿手接触电源。
- (5) 实验过程中，始终保持台面的整洁，使用的各种仪器安放合理，遵守试剂取用规则，不将公用药品取走或挪动位置。废纸、火柴梗和碎玻璃等应倒入垃圾箱内，废液倒入指定的废液缸中，严禁投入水槽内，以防堵塞或腐蚀。
- (6) 实验过程中要仔细观察，实事求是地记录现象和数据，认真写出实验报告。
- (7) 不将实验室仪器、药品及其他用品带出实验室，实验室内严禁吸烟、饮食或带进餐具。
- (8) 洗液、浓酸、浓碱具有强腐蚀性，应避免溅落在皮肤、衣服、书本、台面上，更应防止溅入眼里。
- (9) 能产生有刺激性或有毒气体的实验，应在通风橱内进行，涉及易挥发和易燃物质的实验，要远离火源，最好也在通风橱内进行。
- (10) 不准直接用手取用固体药品，有毒试剂不得入口或接触伤口，也不能倒入下水道。
- (11) 禁止任意混合各种试剂、药品，以免发生意外事故。
- (12) 实验完毕，做好清洁，洗净双手后才能离去。

1.1.2 化学实验中意外事故的紧急处理

1. 割 伤

应先取出伤口处玻璃碎屑等异物。如为轻伤，可用生理盐水或硼酸洗液擦洗伤处，然后涂上红药水（或紫药水、碘酒），撒一些消炎粉并包扎；也可在洗净的伤口处贴上“创可贴”，可立即止血，且易愈合。伤势较重时，应先按紧主血管以防止大量出血，并用酒精在伤口周围清洗消毒，立即送往医院治疗。

2. 烫 伤

一旦被火焰、蒸气、红热的玻璃、铁器等烫伤，立即将伤处用大量水冲洗，以迅速降温避免深度烧伤，若起泡不宜挑破，用纱布包扎后送往医院治疗。对轻微烫伤，可在伤处涂擦饱和碳酸氢钠溶液或用碳酸氢钠调成糊状敷于伤处，或用苦味酸溶液擦洗，也可抹鱼肝油等。

3. 酸 蚀

若强酸溅到皮肤上或眼睛内，应立即用大量清水冲洗，然后用3%~5%碳酸氢钠溶液冲洗，最后再用清水冲洗。

4. 碱 蚀

先用大量清水冲洗，然后用2%醋酸溶液或1%~2%硼酸溶液洗，最后再用清水冲洗。如果碱液溅入眼里，先用大量清水冲洗，再用硼酸溶液冲洗。

5. 溴腐蚀致伤

用苯或甘油洗伤口，再用水洗。

6. 磷灼伤

用1%硝酸银、5%硫酸或高锰酸钾溶液洗伤口，然后包扎好。

7. 吸入刺激性或有毒气体

吸入溴蒸气、氯气、氯化氢气体时，可吸入少量酒精和乙醚的混合蒸气解毒。吸入硫化氢或一氧化碳气体而感到不适时，应立即到室外呼吸新鲜空气。但应注意：氯气、溴中毒不可进行人工呼吸，吸入少量时用碳酸氢钠溶液漱口；一氧化碳中毒不可服用兴奋剂。

8. 试剂或异物溅入眼内

任何情况下都要先洗涤，急救后送医院。

酸：用大量水洗，再用1%碳酸氢钠溶液洗。

碱：用大量水洗，再用1%硼酸溶液洗。

溴：用大量水洗，再用1%碳酸氢钠溶液洗。

玻璃：用镊子移去碎玻璃，或在盆中用水洗，切勿用手揉动。

9. 中 毒

(1) 溅入口中尚未咽下者应立即吐出，再用大量清水冲洗口腔。如已吞下，应根据毒物性质服下解毒剂，并立即送往医院。

(2) 腐蚀性毒物：对于强酸，先饮大量清水，然后服用氢氧化铝膏、鸡蛋白；对于强碱，也应先饮大量清水，然后服用醋、酸果汁、鸡蛋白。不论酸或碱中毒皆再饮用大量牛奶，不要吃呕吐剂。

(3) 刺激剂及神经性毒物：先服用牛奶或鸡蛋白使之立即冲淡和缓解，再用一大匙硫酸镁（约30 g）溶于一杯水中催吐，有时也可用手指伸入喉部促使呕吐，然后立即送往医院。

10. 触 电

立即切断电源，必要时进行人工呼吸。

11. 火 灾

一旦发生火灾，应保持沉着镇静，不必惊慌失措，并立即采取各种相应措施，以减少事故损失。首先，应立即熄灭附近所有火源（关闭煤气），切断电源，并移开附近的易燃物质。少量溶剂（几毫升，周围无其他易燃物）着火，可任其烧完。锥形瓶内溶剂着火可用石棉网或湿布盖灭。小火可用湿布或沙土盖灭。火较大时，应根据具体情况采用下列灭火器材。

(1) 四氯化碳灭火器：用于扑灭电器内或电器附近着火，但不能在狭小和通风不良的实验室中使用，因为四氯化碳在高温时会生成剧毒的光气，四氯化碳和金属钠接触也要发生爆炸。使用时只需连续抽动唧筒，四氯化碳即由喷嘴喷出。

(2) 二氧化碳灭火器：是有机实验室中最常用的一种灭火器，它的钢筒内装有压缩的液态二氧化碳，使用时打开开关，二氧化碳气体即会喷出，用于扑灭有机物及电器设备的着火。使用时应注意，一手提灭火器，一手应握在喷二氧化碳喇叭筒的把手上，因为喷出的二氧化碳压力骤然降低，温度也会骤降，手若握在喇叭筒上易被冻伤。

(3) 泡沫灭火器：内部分别装有含发泡剂的碳酸氢钠溶液和硫酸铝溶液，使用时将筒身颠倒，两种溶液即反应生成硫酸氢钠、氢氧化铝及大量二氧化碳。灭火器筒内压力突然增大，大量二氧化碳泡沫喷出。非大火通常不用泡沫灭火器，因后处理较麻烦。

无论用何种灭火器，皆应从火的四周开始向中心扑灭。油浴和有机溶剂着火时，绝对不能用水浇，因为这样反而会使火焰蔓延开来。若衣服着火，切勿奔跑，用厚的外衣包裹使其熄灭，较严重者应躺在地上（以免火焰烧向头部）用防火毯紧紧包住，直至火灭，或打开附近的自来水开关用水冲淋熄灭。烧伤严重者应立即送往医院治疗。

12. 急救物品

为处理事故需要，实验室应备有急救箱，内置以下一些物品：

(1) 绷带、纱布、脱脂棉花、橡皮膏、医用镊子、剪刀等。

(2) 凡士林、创可贴、玉树油或鞣酸油膏、烫伤油膏、消毒剂等。

(3) 醋酸溶液（2%）、硼酸溶液（1%）、碳酸氢钠溶液（1%及饱和）、医用酒精、甘油、红汞、龙胆紫等。

1.1.3 化学实验中废弃物的处理

化学实验中常产生废气、废液、废渣等有毒物质。其中有些是剧毒物和致癌物，如果不经处理就排入下水道，将会污染环境、损害人体健康。所以，尽管实验中所产生的废弃物量少，但组成复杂，仍需经过必要的处理才能排放。下面介绍的方法仅适用于实验室少量废液的处理。

1. 含酚废液

高浓度的酚可用乙酸乙酯萃取，低浓度含酚废液可加入次氯酸钠或漂白粉使酚氧化成二氧化碳和水。通常将含酚浓度在 $1\text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 以上者称为高浓度含酚废水，需要进行回收利用，含酚浓度在 $1\text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 以下者则称为低浓度含酚废水。

2. 含氰废液

含氰废液应先将 CN^- 转化为 $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ 后倒入水槽,再用大量水冲洗水槽。做法是:每 200 mL 废液中加入 25 mL 20% 碳酸钠及 25 mL 5% 硫酸亚铁溶液,搅匀。含氰废液也可采用碱性氧化法或碱性氯化法处理。量少时采用氧化法,做法是:加入氢氧化钠调至 pH 10 以上,再加入高锰酸钾(以 3% 计)使 CN^- 氧化分解;如 CN^- 含量高,则采用氯化法,先以碱调至 pH 10 以上,加入次氯酸钠使 CN^- 氧化分解。

3. 含汞废液

若不小心将金属汞洒在实验室里必须立即用滴管、毛笔或在硝酸汞的酸性溶液中浸过的薄铜片收集起来用水覆盖,散落过汞的地面撒上硫黄粉或喷上 20% 三氯化铁水溶液,然后再清扫干净。如果室内的汞蒸气浓度超过 $0.01 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$,可用碘净化,即将碘加热或自然升华,碘蒸气与空气中的汞,吸附在墙上、地面上及器物上的汞作用生成不易挥发的碘化汞,然后彻底扫干净。

含汞盐的废液可先调节 pH 为 8~10,加入过量硫化铵,使其生成硫化汞沉淀。再加入硫酸亚铁做共沉淀剂,硫化铁将水中悬浮的硫化汞微粒吸附而共沉淀。分离后的清液可排放,残渣则用焙烧法回收汞或再制成汞盐,此法叫化学凝聚沉淀法。

4. 含铬废液

实验室铬酸洗液失效变绿,可浓缩冷却后加高锰酸钾粉末氧化,用砂芯漏斗滤去二氧化锰沉淀后再用。失效的稀废液则可用铁屑还原残留的 Cr(VI) ,再用废碱液或石灰中和使其生成低毒的氢氧化铬沉淀。其他含铬废液处理方法有多种,如电解法、离子交换法、二氧化硫法、硫酸亚铁-石灰法等。

5. 含砷废液

含砷废液中加入氧化钙,调节并控制 pH 为 8,生成砷酸钙和亚砷酸钙沉淀,有 Fe^{3+} 存在可起共沉淀作用,一起沉淀下来。

6. 含铅、镉的废液

用消石灰将废液 pH 调为 8~10,使废液中的 Pb^{2+} 、 Cd^{2+} 生成对应的氢氧化物沉淀,加入七水合硫酸亚铁作为共沉淀剂。

7. 混合废液处理

实验室的混合废液可用铁粉法处理,此法操作简单,没有相互干扰,效果良好,做法是:调节废水的 pH 为 3~4,加入铁粉,搅拌 0.5 h,用碱把 pH 调至 9 左右,继续搅拌 10 min,加入高分子混凝剂,进行混凝后沉淀,清液可排放,沉淀物以废渣处理。

思考题

- (1) 学习化学实验规则及化学实验室安全知识对做好实验有何意义?
- (2) 将浓硫酸与水混合时应注意什么?

(3) 某同学在使用酒精灯时,不慎将其碰倒在木桌面上迅速燃烧起来,应如何处理?

(4) 某校在进行药品库房搬迁移动保险柜时,不小心将一瓶氰化钾药品打倒,结果药品洒落在保险柜的门口边沿上,应如何处理?

1.2 实验记录和数据处理

1.2.1 实验记录

实验过程中,现象、数据的记录,称为原始记录。对于实验记录,学生应有专门的实验记录本,标上页数,不得撕去任何一页。决不允许将数据记在单页纸或一张小纸片上,或随意记在任何地方。实验记录本应与实验报告本分开。

实验过程中的各种测量数据及有关现象,应及时、准确、清楚地记录下来。记录实验数据时,要有严谨的科学态度,要实事求是,切忌夹杂主观因素,决不能随意拼凑和伪造数据。如发现数据算错、测错或读错而需要改动时,可将该数据用一横线划去,并在其上方写上正确的数字。实验过程中涉及的各种特殊仪器的型号和标准溶液浓度等,也应及时、准确记录下来。记录实验过程中的测量数据时,应注意其有效数字的位数。用分析天平称量时,要求记录至 0.0001 g ; 滴定管及吸量管的读数,应记录至 0.01 mL ; 用分光光度计测量溶液的吸光度时,如吸光度在 0.6 以下,应记录至 0.001 , 大于 0.6 时,则要求记录至 0.01 。实验记录上的每一个数据,都是测量结果,所以,重复观测时,即使数据完全相同,也应记录下来。进行记录时,对文字记录,应整齐清洁; 对数据记录,应用一定的表格形式。在预习实验内容时,应作好记录的准备工作。实验记录往往根据实验性质的不同有不同的格式。现举例如下:

(1) 实验内容记录 (表 1.1)。

表 1.1 实验内容及现象

同离子 效应	实验步骤	现象	解释、结论 (包括化学方程式)

(2) 称量记录 (表 1.2)。

表 1.2 称量数据

称量顺序	质量 / g	试样质量 / g
称量瓶+试样		
倒出第一份试样后		
倒出第二份试样后		
倒出第三份试样后		

(3) 滴定记录 (表 1.3)。

表 1.3 滴定数据

实验序号	1	2	3
$M(\text{碳酸钠}) / \text{g}$			
$V(\text{盐酸}) (\text{终}) / \text{mL}$			
$V(\text{盐酸}) (\text{初}) / \text{mL}$			

1.2.2 实验结果的表达

实验结果的表达常用质量分数、物质的量浓度、物质的量分数、体积分数、质量浓度等反映。为了衡量分析结果的精密性，一般对单次测定的一组结果 $x_1, x_2, \dots, x_n$ ，计算出算术平均值后，再用单次测量结果的相对偏差、平均偏差、标准偏差、相对标准偏差和置信区间表示出来，这些是分析实验中最常用的几种处理数据的表示方法。另外，对于有限个数据的统计处理还应考虑置信区间和置信概率、可疑值的舍弃、显著性检验等问题。

1.2.3 有效数字及其运算规则

1. 有效数字含义

有效数字是指凡能够正确反映一定量（物理量和化学量）的数字，也就是说，它是实际能测量的数字。它所保留的位数是根据分析方法和仪器的准确度来决定的，记录所得到的数据中应该只有最后一位是不确定性的数字，其他数字均为确定的数字。

数字“0”具有双重意义。若作为普通数字使用，它就是有效数字；若作为定位用，则不是有效数字。例如，滴定管读数 20.30 mL，两个零都是测量数字，均为有效数字，这个数据为四位有效数字。若改用升表示则是 0.020 30 L，这时前面的两个 0 仅起定位作用，不是有效数字，此数据仍为四位有效数字。可见，改变单位并不改变有效数字的位数。当需要在数的末尾加 0 做定位用时，最好采用指数形式表示，否则有效数字的位数含混不清。另外，凡涉及 pH, pM, lgK 等对数数值，其有效数字的位数仅决定于小数点后数字的位数，如 $\text{pH} = 11.02$ 为两位有效数字而不是四位。自然数非测量所得，可视为无限多位有效数字，如 2 可视为 2.000 0...，首位数为 8 或 9 的数据，其有效数字可多计一位，如 8.69 g 可视为四位有效数字。

2. 有效数字的修约规则

对分析数据进行处理时，须根据各步测量的准确度及有效数字的计算规则，合理保留有效数字位数。目前多采用“四舍五入”或“四舍六入五成双”的方法对数字进行修约。“四舍六入五成双”的做法是：当尾数 ≤ 4 时舍；尾数 ≥ 6 时入；尾数 = 5，后面数字为 0 时，5 前面为偶数则舍，为奇数则入，当 5 后面数字不是 0 时，无论前面是偶或奇皆入。

3. 数据运算规则

加减法运算中是各个数值绝对误差的传递，结果的绝对误差应与各数中绝对误差最大的