

供医学、药学、护理学及生物学等专业用

WUJI YU JICHUHUAXUE SHIYAN JIAOCHENG

# 无机与基础化学 实验教程

主编 姚素梅



河南大学教材建设基金资助

高等学校教材

# 无机与基础化学实验教程

(供医学、药学、护理学及生物学等专业用)

主 编 姚素梅

副主编 李宾杰

编 者(以姓氏笔画为序)

王 勇 吉 帆 庆伟霞 刘建华

李宾杰 姚素梅 韩秋霞

河南大学出版社

· 开封 ·

**图书在版编目(CIP)数据**

无机与基础化学实验教程/姚素梅主编. —开封:河南大学出版社,2009.8  
ISBN 978-7-81091-983-8

I. 无… II. 姚… III. ①无机化学—化学实验—高等学校—教材②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 108107 号

责任编辑 程 庆

责任校对 程 庆

封面设计 马 龙

---

出版发行 河南大学出版社

地址:河南省开封市明伦街 85 号

电话:0378-2825001(营销部)

邮编:475001

网址:www.hupress.com

排 版 郑州市今日文教印制有限公司

印 刷 河南郑印印务有限公司

版 次 2009 年 8 月第 1 版

印 次 2009 年 8 月第 1 次印刷

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 13.5

字 数 312 千字

印 数 1—2200 册

定 价 24.00 元

---

(本书如有印装质量问题,请与河南大学出版社营销部联系调换)

# 前 言

为了适应当前我国高等教育事业的快速发展,提高医学、药学、护理学及生物学各专业本科教学水平和教学质量,加强学科建设和课程建设,培养高素质的医学、药学、护理学及生物学专业人才,我们根据无机化学和基础化学课程教学大纲的要求,结合教学计划的安排,配合无机化学和基础化学教材,编写了这本具有科学性、先进性、启发性和适用性的《无机与基础化学实验教程》。

本书在编写过程中,结合我校多年的实验教学经验,广泛参阅并借鉴兄弟院校的有理论教材和实验教材,多次进行修改、补充、完善,使其具有以下特点:

1. 注重和加强对化学实验的基本知识和安全知识的普及。这些基本知识能够为学生学好化学这一基础学科,用好化学这一基本工具,奠定较为牢固的理论和实验基础。

2. 注重和加强基本操作的训练和培养。重要的和难度较大的基本操作在实验中反复出现,使学生得到充分练习,每个实验后面都安排一定数量的实验作业和思考题,以帮助学生对基础理论和实验内容的理解,提高学生的创新性思维和实验动手能力。

3. 注重素质教育,加强创新能力的培养。根据学科特点,选编了部分综合性实验和设计性实验,以培养学生分析问题和解决问题的能力,提高实验课的教学质量和学生的综合素质。

4. 注意考虑环境保护和节约实验材料、化学试剂,统筹考虑前后实验的相互衔接和试剂的统一性。

5. 充分考虑学生实验和学习方便,参阅大量的影响力大的相关书籍,在书后附加了大量的实用性强的附录内容,以加强学生自学能力的培养。

全书内容共分五部分。第一部分绪论,内容包括无机与基础化学实验的教学目的、学习方法以及实验报告的要求和格式。第二部分化学实验的基础知识,内容包括实验室规则和安全知识、实验数据记录和处理。第三部分常用仪器介绍和化学实验基本操作,内容包括常用仪器介绍、常用仪器的使用和基本操作、基本度量仪器的使用以及基本测量仪器的使用。第四部分实验内容,包括基本操作练习和简单的无机制备实验、化学原理和测定实验、滴定分析实验、元素化学实验、综合性和设计性实验。第五部分附录,内容包括常用酸碱的浓度、基准试剂的干燥条件、常用酸碱指示剂的配制方法、标准电极电势等 15 个。

参加本教材编写的教师有:姚素梅(绪论,实验十一、十二、十三、十五、十六、二十三、二十九、三十、三十五、三十六、三十七),李宾杰(第一、二章,实验三、四、十、二十、二十一、二十二、三十一、三十二、三十九、四十、四十一、四十二),庆伟霞(实验十七、十八、三十三、三十四,附录七、八、九、十、十一、十二),韩秋霞(第三、四章,实验一、二),王勇(第五章,实验七、十四、十九、二十四、二十五、二十六、二十七、二十八、三十八),刘建华(实验八、九,

附录一、二、三、四、五、六), 吉帆(第六章, 实验五、六, 附录十三、十四、十五)。

本教材由“河南大学教材建设基金”资助, 适合医学、药学、护理学及生物学等专业本科生使用。

由于作者水平所限, 书中难免有错误或不当之处, 恳请读者批评指正。

编 者

2009年5月

# 目 录

## 第一部分 绪 论

- 一、无机与基础化学实验的教学目的····· ( 1 )
- 二、无机与基础化学实验的学习方法····· ( 1 )
- 三、实验报告的要求和格式····· ( 2 )

## 第二部分 化学实验的基础知识

- 第一章 实验室规则和安全知识**····· ( 4 )
  - 一、实验室规则····· ( 4 )
  - 二、安全知识····· ( 4 )
    - (一) 实验室安全守则····· ( 4 )
    - (二) 实验意外事故处理····· ( 5 )
    - (三) 实验废液处理····· ( 6 )
- 第二章 实验数据记录和处理**····· ( 7 )
  - 一、实验数据记录····· ( 7 )
  - 二、实验测量误差····· ( 7 )
    - (一) 测量误差····· ( 7 )
    - (二) 准确度与误差····· ( 7 )
    - (三) 精密度与偏差····· ( 7 )
  - 三、有效数字····· ( 8 )
  - 四、实验数据处理····· ( 8 )
    - (一) 列表法····· ( 8 )
    - (二) 作图法····· ( 8 )

## 第三部分 常用仪器介绍和化学实验基本操作

- 第三章 常用仪器介绍**····· ( 9 )
  - 一、容器类仪器····· ( 9 )
  - 二、量器类仪器····· ( 9 )
  - 三、其他仪器····· ( 9 )
- 第四章 常用仪器的使用和基本操作**····· ( 19 )
  - 一、玻璃仪器的洗涤和干燥····· ( 19 )
    - (一) 玻璃仪器的洗涤····· ( 19 )
    - (二) 玻璃仪器的干燥····· ( 20 )
  - 二、灯的使用和常用加热方法····· ( 20 )

|                                 |        |
|---------------------------------|--------|
| (一) 灯的使用 .....                  | ( 20 ) |
| (二) 常用加热方法 .....                | ( 22 ) |
| 三、化学试剂的取用 .....                 | ( 24 ) |
| (一) 化学试剂的等级 .....               | ( 24 ) |
| (二) 化学试剂的取用 .....               | ( 24 ) |
| 四、试纸的使用 .....                   | ( 26 ) |
| (一) pH 试纸 .....                 | ( 26 ) |
| (二) 石蕊试纸 .....                  | ( 26 ) |
| (三) 醋酸铅试纸 .....                 | ( 26 ) |
| (四) 淀粉—碘化钾试纸 .....              | ( 26 ) |
| 五、物质的分离、提纯 .....                | ( 26 ) |
| (一) 固体物质的溶解、蒸发、结晶、干燥和固液分离 ..... | ( 26 ) |
| (二) 萃取和蒸馏 .....                 | ( 31 ) |
| (三) 离子交换分离 .....                | ( 35 ) |
| 六、气体的发生、收集、净化和干燥 .....          | ( 36 ) |
| (一) 气体的发生 .....                 | ( 36 ) |
| (二) 气体的收集 .....                 | ( 39 ) |
| (三) 气体的净化和干燥 .....              | ( 39 ) |
| (四) 实验装置气密性检查 .....             | ( 40 ) |
| <b>第五章 基本度量仪器的使用</b> .....      | ( 41 ) |
| 一、台秤和分析天平的使用 .....              | ( 41 ) |
| (一) 台秤的使用 .....                 | ( 41 ) |
| (二) 扭力天平的使用 .....               | ( 41 ) |
| (三) MP 型电子天平的使用 .....           | ( 42 ) |
| (四) 电光分析天平的使用 .....             | ( 44 ) |
| 二、容量仪器的使用 .....                 | ( 48 ) |
| (一) 量筒、量杯 .....                 | ( 48 ) |
| (二) 移液管、吸量管 .....               | ( 48 ) |
| (三) 容量瓶 .....                   | ( 49 ) |
| (四) 滴定管 .....                   | ( 50 ) |
| 三、其他仪器的使用 .....                 | ( 53 ) |
| (一) 温度计的使用 .....                | ( 53 ) |
| (二) 秒表的使用 .....                 | ( 54 ) |
| (三) 气压计的使用 .....                | ( 54 ) |
| (四) 比重计的使用 .....                | ( 54 ) |
| <b>第六章 基本测量仪器的使用</b> .....      | ( 56 ) |
| 一、酸度计的使用 .....                  | ( 56 ) |
| (一) 基本原理 .....                  | ( 56 ) |

|                              |        |
|------------------------------|--------|
| (二) 仪器的构造 .....              | ( 57 ) |
| (三) pH S—25 型酸度计使用方法 .....   | ( 59 ) |
| (四) pH S—25 型数字酸度计使用方法 ..... | ( 60 ) |
| (五) pH S—3C 型数字酸度计使用方法 ..... | ( 60 ) |
| (六) 仪器的维护和使用注意事项 .....       | ( 62 ) |
| 二、7230G 型可见分光光度计的使用 .....    | ( 62 ) |
| (一) 基本原理 .....               | ( 62 ) |
| (二) 仪器结构 .....               | ( 62 ) |
| (三) 使用方法 .....               | ( 63 ) |
| (四) 主要技术指标 .....             | ( 64 ) |
| (五) 注意事项 .....               | ( 64 ) |
| 三、AA 320 型原子吸收分光光度计的使用 ..... | ( 65 ) |
| (一) 基本原理 .....               | ( 65 ) |
| (二) 仪器构造 .....               | ( 65 ) |
| (三) 使用方法和注意事项 .....          | ( 66 ) |
| 四、电导率仪的使用 .....              | ( 68 ) |
| (一) 基本原理 .....               | ( 68 ) |
| (二) 仪器构造 .....               | ( 68 ) |
| (三) 使用方法 .....               | ( 69 ) |
| (四) 注意事项 .....               | ( 70 ) |

## 第四部分 实验内容

|                                   |         |
|-----------------------------------|---------|
| <b>第七章 基本操作练习和简单的无机制备实验</b> ..... | ( 71 )  |
| 实验一 玻璃管加工和塞子钻孔练习 .....            | ( 71 )  |
| 实验二 分析天平的使用 .....                 | ( 74 )  |
| 实验三 溶液的配制和基本操作练习 .....            | ( 76 )  |
| 实验四 药用氯化钠的制备 .....                | ( 78 )  |
| 实验五 硫酸亚铁铵的制备 .....                | ( 80 )  |
| 实验六 硫酸铜的制备 .....                  | ( 82 )  |
| 实验七 离子交换法制备纯水 .....               | ( 84 )  |
| <b>第八章 化学原理和测定实验</b> .....        | ( 88 )  |
| 实验八 凝固点降低法测定葡萄糖的摩尔质量 .....        | ( 88 )  |
| 实验九 化学反应速率和化学平衡 .....             | ( 91 )  |
| 实验十 化学反应级数和活化能 .....              | ( 94 )  |
| 实验十一 醋酸电离度和电离常数的测定 .....          | ( 98 )  |
| 实验十二 缓冲溶液 .....                   | ( 100 ) |
| 实验十三 电离平衡和沉淀平衡 .....              | ( 103 ) |
| 实验十四 电位法测定卤化银的溶度积 .....           | ( 107 ) |



|             |                          |              |
|-------------|--------------------------|--------------|
| 实验十五        | 氧化还原反应                   | (109)        |
| 实验十六        | 配位化合物                    | (112)        |
| 实验十七        | 银氨配离子配位数的测定              | (115)        |
| 实验十八        | 邻二氮菲分光光度法测定铁(Ⅱ)          | (118)        |
| 实验十九        | 磺基水杨酸合铁(Ⅲ)配合物的组成和稳定常数的测定 | (120)        |
| 实验二十        | 原子吸收分光光度法测定自来水中镁、钙的含量    | (123)        |
| 实验二十一       | 胶体溶液                     | (126)        |
| <b>第九章</b>  | <b>滴定分析实验</b>            | <b>(128)</b> |
| 实验二十二       | 酸碱标准溶液的配制和标定             | (128)        |
| 实验二十三       | 酸碱滴定                     | (130)        |
| 实验二十四       | 高锰酸钾溶液的配制和标定             | (132)        |
| 实验二十五       | 双氧水中过氧化氢含量的测定            | (134)        |
| 实验二十六       | 硫代硫酸钠标准溶液的配制和标定          | (136)        |
| 实验二十七       | 碘量法测定维生素 C 的含量           | (138)        |
| 实验二十八       | 水中化学需氧量(COD)的测定          | (140)        |
| 实验二十九       | EDTA 标准溶液的配制和标定          | (142)        |
| 实验三十        | 水样总硬度的测定                 | (144)        |
| <b>第十章</b>  | <b>元素化学实验</b>            | <b>(146)</b> |
| 实验三十一       | 碱金属和碱土金属                 | (146)        |
| 实验三十二       | 卤素                       | (150)        |
| 实验三十三       | 氧和硫                      | (153)        |
| 实验三十四       | 氮族                       | (156)        |
| 实验三十五       | 碳族和硼族                    | (159)        |
| 实验三十六       | 铬、锰、铁                    | (162)        |
| 实验三十七       | 铜、银、锌、汞                  | (166)        |
| <b>第十一章</b> | <b>综合性和设计性实验</b>         | <b>(169)</b> |
| 实验三十八       | 碘酸铜溶度积的测定                | (169)        |
| 实验三十九       | 葡萄糖酸锌的制备和锌含量的测定          | (171)        |
| 实验四十        | 过氧化钙的制备和含量分析             | (173)        |
| 实验四十一       | 三草酸合铁(Ⅲ)酸钾的合成及结晶水含量测定    | (175)        |
| 实验四十二       | 植物中某些元素的分离和鉴定            | (177)        |

## 第五部分 附 录

|     |              |       |
|-----|--------------|-------|
| 附录一 | 常用酸碱的浓度      | (179) |
| 附录二 | 基准试剂的干燥条件    | (179) |
| 附录三 | 常用酸碱指示剂的配制方法 | (180) |
| 附录四 | 常用缓冲溶液的配制方法  | (180) |
| 附录五 | 常用和特殊试剂的配制方法 | (181) |

|             |                            |       |
|-------------|----------------------------|-------|
| 附录六         | 标准溶液的配制和标定                 | (183) |
| 附录七         | 一些弱电解质的电离常数                | (186) |
| 附录八         | 一些难溶电解质的溶度积(298.15K)       | (187) |
| 附录九         | 一些氢氧化物沉淀和溶解时所需 pH          | (188) |
| 附录十         | 标准电极电势(298.15K)            | (189) |
| 附录十一        | 常见离子鉴定方法汇总表                | (191) |
| 附录十二        | 一些常见水合离子和化合物的颜色            | (196) |
| 附录十三        | 一些常见无机化合物在水中的溶解度(g/100g 水) | (198) |
| 附录十四        | 元素的相对原子质量                  | (201) |
| 附录十五        | 四位常用对数表(lg N)              | (203) |
| <b>参考文献</b> |                            | (206) |

# 第一部分 绪 论

## 一、无机与基础化学实验的教学目的

化学是一门以实验为基础的学科,化学中的学说和定律都源于实验,同时又为实验所检验。无机与基础化学实验,是学习无机化学与基础化学不可缺少的重要环节,也是医、药、护和生物等专业学生进入大学后,在实验技能方面受到系统训练的开端。通过实验,使学生加深和巩固对无机化学与基础化学基本理论、基础知识的理解,正确地掌握化学实验的基本知识和基本技能;学会实验数据的处理方法,掌握误差、有效数字等概念。通过一般性实验、综合性实验和设计性实验的系统训练,培养学生的观察和动手能力、分析问题和解决问题的能力、独立思考和独立工作的能力、创新思维和创新实践的能力。通过实验,培养学生严谨的科学态度,实事求是、一丝不苟的科学作风和良好的工作习惯,从而为学习后续课程和将来独立进行科学实验和科学研究打下必要的基础。

## 二、无机与基础化学实验的学习方法

要达到上述实验目的,要求学生不仅要有正确的学习态度,而且还要有正确的学习方法。同时教师要在启发学生自觉学习的基础上进行严格要求。无机与基础化学实验的学习方法可分为下列三个环节:

### 1. 课前预习

预习是做好实验的前提。学生在实验前要认真阅读教科书、实验教材有关的内容及参考资料,明确实验目的和要求,理解实验原理,熟悉实验操作步骤,弄清实验注意事项。对实验教材的预习要求是:思考题应认真思考,写出预习报告,做到心中有数。

### 2. 实验过程

要根据实验教材中所规定的方法、步骤和试剂用量严格进行操作。在实验过程中,既要动手,更要动脑,要仔细观察,积极思考。每人必须备有实验记录本,随时把必要的数据和实验现象如实地记录下来。如发现实验现象和理论不符合,应仔细查找原因,必要时重做实验。若实验中遇到疑难问题自己又难以解决,可请指导教师帮助解决。

要自觉遵守实验室规则,保持实验室安静、整洁。要树立环保意识,注意节约实验资源(如试纸、滤纸、蒸馏水等),废液要按规定处理或排放。

严格遵守操作规程,在使用不熟悉的仪器和试剂前,应查阅有关书籍或请教指导教师,以免发生意外事故。

### 3. 实验报告

实验结束,对实验现象进行解释并作出结论,对实验数据进行整理和计算,写出实验报告,按时交指导教师批改。

## 三、实验报告的要求和格式

### 无机化学性质实验报告

实验名称 \_\_\_\_\_ 室温 \_\_\_\_\_ 气压 \_\_\_\_\_

班级 \_\_\_\_\_ 姓名 \_\_\_\_\_ 日期 \_\_\_\_\_

1. 实验目的
2. 实验原理(简要叙述)
3. 实验内容(可用表格表示)

例:  $\text{H}_2\text{O}_2$  的氧化性

| 实验内容   | 实验现象   | 解释和反应方程式  |
|--|--------|---|
| 0.5mL $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ KI + 2 滴<br>$3\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $\text{H}_2\text{SO}_4$ + 5 滴 3%<br>$\text{H}_2\text{O}_2$ + 2 滴 1% 淀粉溶液 | 溶液变为蓝色 | 酸性溶液中 $\text{H}_2\text{O}_2$ 将 $\text{I}^-$ 氧化为 $\text{I}_2$ , $\text{I}_2$ 遇淀粉变蓝。<br>$\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{I}^- + 2\text{H}^+ = \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ |

#### 4. 问题和讨论

总结实验收获和不足或心得体会;对实验中出现的反常现象或疑难问题提出自己的见解;对实验内容和方法可提出自己的看法;也可对教师或实验室提出意见和建议。

### 无机化学测定实验报告

实验名称 \_\_\_\_\_ 室温 \_\_\_\_\_ 气压 \_\_\_\_\_

班级 \_\_\_\_\_ 姓名 \_\_\_\_\_ 日期 \_\_\_\_\_

1. 实验目的
2. 实验原理
3. 实验内容
4. 实验数据记录与结果处理

实验数据记录可用表格的形式列出,并进行计算或作图。

#### 5. 问题和讨论

将计算结果与理论值比较,分析产生误差的原因;对实验方法提出自己的看法或对实验进行总结。

## 无机化学制备实验报告

实验名称 \_\_\_\_\_ 室温 \_\_\_\_\_ 气压 \_\_\_\_\_

班级 \_\_\_\_\_ 姓名 \_\_\_\_\_ 日期 \_\_\_\_\_

1. 实验目的
2. 实验原理
3. 简单流程
4. 实验结果
  - (1) 产品外观
  - (2) 产量
  - (3) 产率
  - (4) 产品质量检查结果
5. 问题和讨论

对产率、产品质量进行分析讨论,对实验结果和实验中的问题进行总结,提出自己的见解。

## 第二部分 化学实验的基础知识

### 第一章 实验室规则和安全知识

#### 一、实验室规则

1. 进入实验室必须穿工作服。将写好的实验预习报告交指导教师检查和签字。
2. 实验前,认真清点仪器。如发现破损或缺少,应报告指导教师,按规定手续补领。如实验时损坏仪器,应向指导教师说明原因,按规定进行登记补领,并按规定进行赔偿。
3. 实验过程中应听从教师的指导,保持安静,正确操作,细心观察,周密思考,认真如实记录实验现象和实验数据。
4. 实验时,应保持实验室和台面整洁,仪器应有序摆放。固体废物如火柴梗、废纸屑等应丢入废物桶内,有毒废液倒入回收桶内,严禁倒入水槽。
5. 实验时,应爱护国家财产,小心使用仪器和设备,节约药品和水电。使用精密仪器时,必须严格按照操作规程进行操作。如发现仪器异常,应立即停止使用,报告指导教师及时排除故障。
6. 实验时,严格按照规定量取用药品。尤其是易燃、易爆药品更应严格控制用量。取用药品后,应立即盖上瓶塞,防止玷污,并随即放回原处。
7. 实验结束,须将所用玻璃仪器洗涤干净,放回实验柜内。关闭仪器电源。
8. 每次实验后,学生轮流值日,负责打扫整理实验室,检查水、电、煤气开关,关闭门窗,保持实验室的整洁和安全。

#### 二、安全知识

##### (一) 实验室安全守则

1. 教师和学生应了解实验室内及周围环境,各项灭火和救护设备(如沙箱、灭火器、急救箱等)及安放的位置。了解水闸、电闸的位置。

2. 实验室内严禁饮食、吸烟,不准把食具带进实验室。实验完毕,必须洗净双手。
3. 使用电器时,要谨防触电。不要用湿手、湿物接触电器。实验后随时关闭电源。
4. 产生有刺激性或有毒气体的实验,必须在通风橱内或通风处进行。
5. 绝对不允许随意混合各种化学药品,以免发生意外事故。
6. 钾、钠暴露在空气中易燃烧,应保存在煤油中。白磷在空气中易自燃且有毒,能灼伤皮肤,应保存在水中。取用它们时要用镊子。有机溶剂(乙醇、乙醚、丙酮、苯等)易燃,使用时要远离明火。
7. 有毒药品(如重铬酸钾、氰化物、砷盐、铅盐、镉盐、钡盐等)不得进入口内或伤口,废液应倒入指定回收瓶内,统一处理,不能倒入下水道。
8. 嗅闻气体时,决不能将鼻子直接对着瓶口或试管口,应用手将少量气体轻轻煽向自己的鼻孔。
9. 浓酸浓碱具有强腐蚀性,使用时,勿溅在皮肤上或衣服上,更应注意保护眼睛。
10. 加热试管时,不能将管口朝向自己或别人,也不能俯视正在加热的液体,以防液体溅出伤人。
11. 使用酒精灯,应随用随点,不用时盖上灯罩。严禁用燃着的酒精灯点燃其他的酒精灯。
12. 金属汞易挥发,它在人体内会累积起来引起慢性中毒。使用时注意不要洒落在桌面或地面。一旦洒落,必须尽可能收集起来,并用硫黄粉盖在洒落的地方,使汞转化成不能挥发的硫化汞。

## (二) 实验意外事故处理

1. 起火 立即灭火,防止火势蔓延(如切断电源,移走易燃物等)。灭火的方法要根据起火原因采取相应的方法。如一般的小火可用湿布、石棉布或沙土覆盖在燃烧物上灭火。火势大时可使用泡沫灭火器。但电器设备引起的火灾,只能用四氯化碳灭火器或二氧化碳灭火器。实验室人员衣服着火时,切勿乱跑,应赶快脱下衣服,或用石棉布覆盖着火处,或就地卧倒滚打,也可起到灭火的作用。如火势较大,应立即报火警。伤势重者,立即送医院。
2. 触电 立即切断电源,必要时进行人工呼吸。
3. 割伤 轻微的割伤可用药棉擦净伤口,用络合碘涂抹并包扎。伤口内若有玻璃碎片,应先取出,洗净伤口,敷药后用纱布包扎。伤口过大,应立即扎止血带,送医院治疗。
4. 烫伤 先用大量自来水冲洗,再在烫伤处抹上烫伤膏。
5. 强酸蚀伤 立即用大量水冲洗,然后用饱和  $\text{NaHCO}_3$  溶液冲洗,再用水冲洗。
6. 浓碱蚀伤 立即用大量水冲洗,然后用硼酸或稀醋酸冲洗,最后用水冲洗。
7. 溴蚀伤 先用 95% 乙醇或 10%  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  溶液洗涤伤口,再用水冲洗干净,并涂敷甘油。
8. 磷蚀伤 用 5%  $\text{CuSO}_4$  溶液(或用  $\text{KMnO}_4$  溶液)冲洗伤口,然后用经  $\text{CuSO}_4$  溶液润湿的纱布覆盖包扎。
9. 吸入毒气 吸入硫化氢、一氧化碳气体,立即到室外呼吸新鲜空气;吸入溴蒸气,可吸入氨气和新鲜空气解毒;吸入氯、氯化氢气体,可以吸入少量酒精和乙醚的混合蒸气

使解毒。

10. 毒物进入口内 把 5~10 mL 稀  $\text{CuSO}_4$  溶液(约 5%)加入一杯温水中,内服。然后用手伸入咽喉,促使呕吐,并立即送医院。

### (三) 实验废液处理

1. 废酸液 用  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  中和,调 pH 至 6~8 后排放,如废酸液中含废渣应过滤后排放。

2. 含重金属离子的废液 加碱或硫化钠使重金属离子形成难溶性的氢氧化物或硫化物沉淀,过滤分离除去。

3. 含铬废液 无机化学实验室含铬废液,主要是废铬酸洗液。可用  $\text{KMnO}_4$  氧化法使其再生。方法是:将废洗液在 110~130℃ 下加热浓缩,冷却至室温,加入  $\text{KMnO}_4$  粉末,边加边搅拌至溶液呈紫色,然后加热至有  $\text{SO}_3$  产生,停止加热。稍冷,用玻璃砂芯漏斗过滤,除去沉淀。滤液冷却后析出红色  $\text{CrO}_3$  沉淀。再加入适量浓  $\text{H}_2\text{SO}_4$  使其溶解后即可使用。

4. 含氰废液 实验室少量含氰废液可用  $\text{NaOH}$  调  $\text{pH} > 10$ ,再加入适量  $\text{KMnO}_4$  将  $\text{CN}^-$  氧化。量较大的含氰废液可先用碱调至  $\text{pH} > 10$ ,再加入  $\text{NaClO}$ ,搅拌后放置,使氰化物完全分解为  $\text{CO}_2$  和  $\text{N}_2$ ,再将处理液调至  $\text{pH} = 6 \sim 8$  后排放。

5. 含汞盐废液 加入过量  $\text{Na}_2\text{S}$ ,使生成  $\text{HgS}$  沉淀,并加入适量  $\text{FeSO}_4$ ,使之与过量  $\text{Na}_2\text{S}$  作用生成  $\text{FeS}$  沉淀,从而可吸附  $\text{HgS}$  共同沉淀下来。静置后过滤,少量残渣埋于地下,大量残渣可用焙烧法回收汞。

6. 含砷废液 可利用硫化砷的难溶性,在含砷废液中通入  $\text{H}_2\text{S}$  或加入  $\text{Na}_2\text{S}$  除去含砷化合物。也可在含砷废液中加入  $\text{Fe}(\text{III})$  盐,并加入石灰乳使溶液呈碱性,新生成的  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  与难溶性的亚砷酸钙或砷酸钙发生共同沉淀和吸附作用,从而除去砷。



## 第二章 实验数据记录和处理

### 一、实验数据记录

为了培养学生严谨的科学态度和实事求是的工作作风,要求学生必须准备专门的编有页码的实验记录本。实验过程中观察到的实验现象和各种测定数据,应及时如实地记录下来,绝对不允许拼凑和伪造。如发现记错需要改动数据时,可将原来的数据用横线划去,并在其下方写上正确的数据。实验记录中的文字部分应简明扼要,实验数据可以表格的形式表达。

### 二、实验测量误差

#### (一) 测量误差

在测定实验中,取同一试样进行多次重复测定,其结果常常会不完全一致。人们在进行测定实验时,不仅要掌握测定方法,还要对测定结果进行评价和判断,分析结果的准确性和误差的大小,查找产生误差的原因,以提高测定结果的准确性。

测定值与真实值符合的程度称为准确度。准确度的高低用误差来衡量,误差分为系统误差、偶然误差和过失误差。系统误差是测定时某些固定原因造成的,同一条件下重复测定时会重复出现。产生原因可能是由于测定方法不够完善引起的,也可能是由于测定时所用仪器不够准确或试剂纯度不够引起的,也可能是操作人员的主观因素如滴定管读数偏高或偏低、辨别终点颜色偏深或偏浅等带来的误差。偶然误差是难以预料的偶然因素造成的,可通过增加平行测定次数来减少。过失误差是由于操作人员粗心大意、操作不当所产生的误差,如加错试剂、看错砝码、计算错误等,此类误差只要加强责任心即可避免。

#### (二) 准确度与误差

误差分为绝对误差和相对误差。

$$\text{绝对误差} = \text{测定值} - \text{真实值}$$

$$\text{相对误差} = \frac{\text{绝对误差}}{\text{真实值}} \times 100\%$$

相对误差能反映出误差在真实值中所占的比例,这对于比较测定结果的准确度更合理,一般用相对误差来表示测定误差。

#### (三) 精密度与偏差

精密度是指重复测定结果相互接近的程度,精密度的高低用偏差来衡量。

$$\text{绝对偏差} = \text{某次测定值} - \text{多次测定平均值}$$