

面向 21 世纪课程教材
Textbook Series for 21st Century

大学化学实验

南京大学
大学化学实验教学组 编



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

(京)112号

内容提要

本书是高等学校理科化学实验教材,与南京大学傅献彩主编的《大学化学》配套使用。本书包含了无机化学实验、定性和定量分析实验的内容。共选入70个实验,分为基础实验、综合实验和研究式实验三个层次。实验中要求学生通过“查、看、思考”的方式进行实验预习,弄清实验目的、实验原理、注意事项和数据处理方式等;实验的步骤由全到简,逐步放开;综合性、研究式实验要求学生自己查阅文献,设计实验。本书的实验设计有助于培养学生的自学、思维、综合和表达的能力。

图书在版编目(CIP)数据

大学化学实验/南京大学大学化学实验教学组编. —北京:高等教育出版社,1999
高等学校教材
ISBN 7-04-007685-3

I. 大… II. 南… III. 化学实验-高等学校-教材 IV. O6-3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 30435 号

大学化学实验

南京大学大学化学实验教学组编

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市东城区沙滩后街55号

邮政编码 100009

电 话 010-64054588

传 真 010-64014048

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

经 销 新华书店北京发行所

印 刷 国防工业出版社印刷厂

纸张供应 山东高唐纸业集团总公司

开 本 787×960 1/16

版 次 1999年9月第1版

印 张 22.5

印 次 1999年9月第1次印刷

字 数 410 000

定 价 24.20元

凡购买高等教育出版社图书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请在所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

前 言

大学化学实验由传统的无机化学实验、化学分析实验结合而成,它是以前以实验为手段来研究无机化学、化学分析中的重要理论、典型元素及其化合物的变化,研究物质的组成和含量。

化学实验课是实施全面的化学教育最有效的教学形式。在实验课程中,让学生运用科学方法,按照认识过程进行学习,即在获得知识和技术的同时,学会科学方法和思维,从而具有自学能力和解决问题的能力。要达到此目标,教材是教学环节中重要的一环,教材既要体现实验课程的任务与独立的教学体系,又要体现具有启发性与研究性。在编写这些传统的基础实验时,注意少一些验证式、注入式,多一些启发式、研究式。

本书由浅入深,由易到难,分为操作练习;化学分析;化学原理;元素的化学;综合性、研究式实验五个阶段安排实验。在操作练习后即安排化学分析实验,使称量与滴定分析的操作规范化,建立严格的“量”的概念。综合性、研究式实验的安排,是给初步具有自学与实验能力的学生,有采用实验方法独立解决问题的机会,以培养解决问题的能力。此外,在内容的安排上注意到:(1)方法的多样性,如醋酸电离常数的测定,介绍了比色法、pH法、电导法;(2)在一些实验后增加“扩展实验”,以拓宽、深化实验中获得的知识和技术,引导学生去研究问题;(3)加重了基本操作、基本技术篇与附录的量,便于学生查阅,自己解决问题。

在每一篇的开头,有学习要求、实验方法提要,使学生明确学习目的与要求,并对实验方法有一较全面的了解。在编写上注意到:(1)启发式,由指定预习内容、给出思考题代替原理部分,学生通过“查、看、思考”式的预习过程,搞懂实验目的、原理、注意事项、数据处理。实验后用问题引导学生总结、深入思考。(2)实验步骤由全到简。本书起始阶段的叙述较为详细,以后趋向简单,旨在给学生思考与独立工作的机会。将一些溶液的配制、固体试样的准备作为学生实验内容的一部分,以增加学生的动手机会。(3)测试实验中,未列数据记录与处理的表格,要求学生参照推荐的报告示例,自行设计。

全书共有70个实验可供选择使用,根据我们的教学实践,书中提供了实验

所需学时、一些试剂的配置,以供参考。全书采用法定计量单位。

大学化学实验自 1989 年开设至今,已有八年。在教学实践的基础上,以南京大学出版社出版的《无机化学实验》(1993)、《化学分析与仪器分析实验》(1992)的化学分析部分为蓝本,由吴琴媛(绪论、第五、六篇、附录中定性分析部分)、徐培珍(第一、二篇,第四篇中第 11、12 章)、陈佩琴(第三篇、第六篇中化学分析部分)、张雪琴(第四篇、附录)编写,最后由吴琴媛统稿而成。在教学实践与编写过程中,戴安邦教授始终关心教材的编写,化学系原主管教学的系主任黄园富教授对课程的设置与建设给了大力支持。历年来,从事大学化学实验教学的教师们给了我们不少帮助,在此表示衷心感谢。

我们水平有限,疏漏及不妥之处在所难免,请读者批评指正。

编者 1998.7

目 录

绪论	(1)
一、大学化学实验的目的	(1)
二、大学化学实验的学习方法	(1)
三、大学化学实验成绩的评定	(8)
四、化学实验规则	(8)
五、实验室的安全	(8)
第一篇 基本知识、基本操作、基本技术	(11)
1 基本知识与基本操作	(13)
1.1 常用玻璃(瓷质)仪器	(13)
1.2 实验室公用设备	(17)
1.3 实验室用的纯水	(23)
1.4 化学试剂	(27)
1.5 常用仪器的洗涤及干燥	(28)
1.6 试纸的使用	(30)
1.7 加热与冷却	(31)
1.8 固、液分离	(34)
1.9 分析天平及其使用	(36)
1.10 量器及其使用	(53)
1.11 滤纸、滤器及其应用	(63)
1.12 标准物质和标准溶液	(66)
1.13 分析试样的准备和分解	(68)
1.14 重量分析的基本操作	(70)
2 光、电仪器的使用	(76)
2.1 pH计的使用	(76)
2.2 分光光度计的使用	(85)
2.3 DDS-11A型电导率仪的使用	(93)
2.4 电位差计的使用	(96)
3 实验结果的表示	(99)
3.1 误差和数据处理	(99)

3.2 有效数字·····	(103)
3.3 实验数据的表示·····	(105)
4 参考资料简介·····	(108)
4.1 图书目录简介·····	(108)
4.2 参考书及手册简介·····	(108)
第二篇 操作练习 ·····	(113)
实验方法提要·····	(113)
5 无机物制备基础·····	(117)
5.1 硝酸钾的制备·····	(117)
5.2 五水硫酸铜的制备·····	(117)
5.3 硫酸亚铁铵的制备·····	(119)
5.4 氯化钠的提纯·····	(120)
6 称量和滴定操作练习·····	(122)
6.1 分析天平计量性能的检定·····	(122)
6.2 分析天平称量练习·····	(126)
6.3 二氧化碳相对分子质量的测定·····	(128)
6.4 摩尔气体常数 R 的测定·····	(130)
6.5 容量仪器的校正·····	(131)
6.6 盐酸浓度的标定·····	(133)
6.7 氢氧化钠浓度的标定·····	(134)
第三篇 化学分析 ·····	(137)
实验方法提要·····	(137)
7 酸碱滴定法·····	(145)
7.1 混合碱的组成及其含量的测定·····	(145)
7.2 尿素中氮的测定·····	(147)
7.3 硼酸含量的测定·····	(148)
8 配位滴定法·····	(150)
8.1 EDTA 标准溶液的配制与标定·····	(150)
8.2 水硬度的测定·····	(151)
8.3 锡青铜中锌的测定·····	(152)
8.4 焊锡中铅、锡的测定·····	(153)
9 氧化还原滴定法·····	(157)
9.1 铁矿(或铁粉)中铁的测定·····	(157)
9.2 硫代硫酸钠标准溶液的配制和标定·····	(159)
9.3 铜合金中铜的测定·····	(160)
9.4 苯酚含量的测定·····	(161)
9.5 高锰酸钾标准溶液的配制和标定·····	(164)

9.6 石灰石或碳酸钙中钙的测定	(165)
10 重量分析法	(167)
10.1 氯化钡中结晶水的测定	(167)
10.2 可溶性钡盐中钡的测定	(168)
10.3 钢中镍的测定	(171)
第四篇 化学原理	(173)
实验方法提要	(173)
11 相变与热化学	(179)
11.1 十水硫酸钠的制备和相变点的测定	(179)
11.2 反应热的测定	(180)
11.3 生成热的测定	(183)
12 化学反应速率与活化能	(185)
12.1 过氧化氢分解速率与活化能的测定	(185)
12.2 Fe^{3+} 和 I^- 反应速率与活化能的测定	(186)
13 弱酸(碱)的电离常数	(189)
13.1 醋酸电离度、电离常数的测定	(189)
13.2 光度法测定弱酸的电离常数	(191)
14 溶度积	(194)
14.1 碘酸铜溶度积的测定	(194)
14.2 平衡常数与温度的依赖关系	(195)
15 电动势、电极电势	(197)
15.1 原电池电动势的测定	(197)
15.2 能斯特方程与条件电势	(198)
15.3 溶度积与电极电势的关系	(199)
15.4 阿伏加德罗常数的测定	(200)
16 配合物的吸收曲线与稳定常数	(203)
16.1 配合物的吸收曲线	(203)
16.2 磺基水杨酸合铁稳定常数的测定	(204)
16.3 平衡移动法测定 $[\text{Fe}(\text{SCN})]^{2+}$ 的稳定常数	(205)
17 物质的结构	(208)
17.1 简单分子或离子的空间结构	(208)
17.2 晶体结构	(209)
第五篇 元素的化学	(215)
实验方法提要	(216)
18 主族元素	(219)
18.1 碱金属、碱土金属	(219)
18.2 卤素	(222)

18.3 硫的化合物	(226)
18.4 氮族	(229)
18.5 碳族	(233)
18.6 硼、铝	(235)
19 过渡元素	(238)
19.1 钛、钒	(238)
19.2 铬、锰	(240)
19.3 铁、钴、镍	(243)
19.4 铜、锌分族	(245)
20 常见离子的分离和鉴定	(248)
20.1 阳离子混合液分析练习	(248)
20.2 阳离子混合液的分析	(251)
20.3 阴离子混合液的分析	(252)
20.4 简单无机物的分析	(253)
21 无机制备	(256)
21.1 氮化镁的合成	(256)
21.2 醋酸亚铬的制备	(257)
21.3 电解法制备高锰酸钾	(258)
21.4 从钛铁矿制备二氧化钛	(260)
21.5 从铬铁矿制备金属铬	(261)
第六篇 综合性、研究式试验	(265)
实验方法提要	(266)
22 综合性实验	(269)
22.1 三氯化六氨合钴的制备及其组成的确定	(269)
22.2 $\text{Ni}(\text{NH}_3)_x\text{Cl}_y$ 的制备和组成测定	(271)
22.3 草酸合铜酸钾的制备和组成测定	(272)
22.4 铁化合物的制备及其组成测定	(274)
22.5 水泥中铁、铝、钙和镁的测定	(275)
22.6 无氰镀锌液的成分分析	(278)
23 研究式实验	(280)
附录	(287)
一、标准电极电势表	(287)
二、弱电解质的电离常数	(293)
三、配离子的稳定常数	(295)
四、溶度积(298K)	(296)
五、溶解性表	(299)
六、不同温度下若干常见无机化合物的溶解度	(302)

七、常用酸、碱的质量分数和相对密度(d_{20}^{20})	(311)
八、常用酸、碱的浓度	(311)
九、常用指示剂	(312)
十、滴定分析中常用标准溶液的配制和标定	(316)
十一、常用工作基准试剂	(319)
十二、pH标准缓冲溶液的配制方法	(320)
十三、常用缓冲溶液的配制	(320)
十四、化合物的摩尔质量	(321)
十五、特种试剂的配制	(324)
十六、常见离子和化合物的颜色	(325)
十七、某些氢氧化物沉淀和溶解时所需的pH	(326)
十八、阳离子的硫化氢系统分组	(327)
十九、常见离子的定性鉴定方法	(329)
二十、试样的分解	(340)
二十一、水的密度	(343)
二十二、水的饱和蒸气压	(344)
二十三、某些物质的生成热	(345)

元素周期表

绪 论

一、大学化学实验的目的

化学是一门实验科学,化学中的定律和学说都源于实验,同时又为实验所检验。因此,化学实验在培养未来化学工作者的大学教育中,占有特别重要的地位。大学化学实验是化学系学生的第一门实验必修课,它是一门独立的课程,但又与相应的理论课——大学化学——有紧密的联系。

通过实验,学生可以直接获得大量的化学事实,经思维、归纳、总结,从感性认识上升到理性认识,从而学习无机化学、化学分析的基本理论、基本知识,并运用它们指导实验。学生经过严格的训练,能规范地掌握基本操作、基本技术。通过实验了解无机物的一般分离、提纯和制备方法,了解确定物质组成、含量和结构的一般方法;掌握常见工作基准试剂的使用,常用的滴定方法和指示剂的使用,掌握常见离子的基本性质和鉴定;确立严格的“量”的概念,并学会运用误差理论正确处理数据。

在实验中,学生自己动手进行化学实验,由提出问题、查资料、设计方案、动手实验、观察现象、测定数据,并加以正确的处理和概括,在分析实验结果的基础上正确表达,练习解决化学问题。化学实验的全过程是综合培养学生智力因素(动手、观测、查阅、记忆、思维、想像、表达)的最有效的方法,从而使学生具备分析问题、解决问题的独立工作能力。

在培养智力因素的同时,化学实验又是对学生进行非智力因素训练的理想场所,包括艰苦创业、勤奋不懈、谦虚好学、乐于协作、求实、求真、创新、存疑等科学品德和科学精神的训练,而整洁、节约、准确、有条不紊等良好的实验习惯的养成,又是每一个化学工作者获得成功所不可缺少的因素。

二、大学化学实验的学习方法

大学化学实验的学习,不仅需要学生有一个正确的学习态度,而且还需要有

一个正确的学习方法。现将学习方法归纳成如下几方面:

1. 预习

预习是做好实验的前提和保证,预习工作可以归纳为看、查、写。

(1) 看 认真阅读本书有关章节、有关教科书及参考资料,做到明确目的,了解实验原理;熟悉实验内容、主要操作步骤及数据的处理方法;提出注意事项,合理安排实验时间;预习或复习基本操作、有关仪器的使用。

(2) 查 通过查阅附录或有关手册,列出实验所需的物理化学数据。

(3) 写 在“看”和“查”的基础上认真写好预习报告。

2. 讨论

(1) 实验前以提问的形式,师生共同讨论,以掌握实验原理、操作要点和注意事项。

(2) 观看操作录像,或由教师操作示范,使基本操作规范化。

(3) 实验后组织课堂讨论,对实验现象、结果进行分析,对实验操作和素养进行评说,以达到提高的目的。

3. 实验

(1) 按拟定的实验步骤独立操作,既要大胆,又要细心,仔细观察实验现象,认真测定数据,并做到边实验、边思考、边记录。

(2) 观察的现象,测定的数据,要如实记录在报告本上。不用铅笔记录,不记在草稿纸、小纸片上。不凭主观意愿删去自己认为不对的数据,不杜撰原始数据。原始数据不得涂改或用橡皮擦拭,如有记错可在原始数据上划一道杠,再在旁边写上正确值。

(3) 实验中要勤于思考,仔细分析,力争自己解决问题。碰到疑难问题,可查资料,亦可与教师讨论,获得指导。

(4) 如对实验现象有怀疑,在分析和查原因的同时,可以做对照试验、空白试验,或自行设计实验进行核对,必要时应多次实验,从中得到有益的结论。

(5) 如实验失败,要检查原因,经教师同意后重做实验。

4. 实验后

做完实验仅是完成实验的一半,余下更为重要的是分析实验现象,整理实验数据,把直接的感性认识提高到理性思维阶段。要做到:

(1) 认真、独立完成实验报告。对实验现象进行解释,写出反应式,得出结论,对实验数据进行处理(包括计算、作图、误差表示)。

(2) 分析产生误差的原因;对实验现象以及出现的一些问题进行讨论,敢于提出自己的见解;对实验提出改进的意见或建议。

(3) 回答问题。

5. 实验报告

要求按一定格式书写,字迹端正,叙述简明扼要,实验记录、数据处理使用表格形式,作图图形准确清楚,报告本整齐清洁。

(1) 实验报告的书写,一般分三部分,即:

① 预习部分(实验前完成),按实验目的、原理(扼要)、步骤(简明)几项书写。

② 记录部分(实验时完成),包括实验现象、测定数据,这部分称原始记录。

③ 结论部分(实验后完成),包括对实验现象的分析、解释、结论;原始数据的处理、误差分析;讨论。

(2) 实验报告的格式 大学化学实验大致可分为制备、定量、性质、定性分析四大类。现将四种类型的实验报告格式推荐如下,以供参考。

I. 制备实验

实验 5.1 硝酸钾的制备

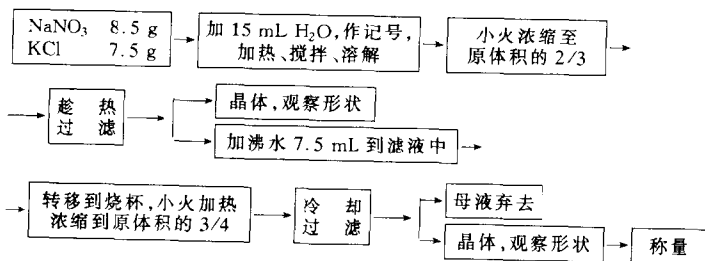
一、实验目的

1. 利用钾盐、硝酸盐在不同温度时,溶解度不同的性质来制备硝酸钾。
2. 学习称量、溶解、冷却、过滤等无机制备的基本操作。

二、原理

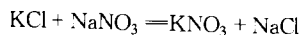
当 KCl 和 NaNO₃ 溶液混合时,混合液中同时存在 K⁺、Na⁺、Cl⁻、NO₃⁻ 四种离子,由它们组成的四种盐,在不同的温度下有不同的溶解度,利用 NaCl、KNO₃ 的溶解度随温度变化而变化的差别,高温除去 NaCl,滤液冷却得到 KNO₃。

三、实验步骤



四、记录

1. 实验现象:
2. 产量:
3. 理论产量:



$$\text{KNO}_3 \text{ 的质量 } m = \left(\frac{8.5 \times 101.1}{85} \right) \text{g} = 10.1 \text{ g}$$

4. 产率 = (实际产量 / 理论产量) × 100 %

II. 定量测定实验

实验 6.4 摩尔气体常数 R 的测定

一、实验目的

1. 学习使用分析天平。
2. 练习测量气体体积的操作(量气管液面位置的观察,仪器装置的检漏)。
3. 进一步了解气体分压的概念。

二、原理

一定量的金属镁 $m(\text{Mg})$ 和过量的稀酸作用,产生一定量的氢气 $m(\text{H}_2)$,在一定的温度 (T) 和压力 (p) 下,测定被置换的氢气体积 $V(\text{H}_2)$ 。根据分压定律,算出氢气的分压:

$$p(\text{H}_2) = p - p(\text{H}_2\text{O})$$

假定在实验条件下,氢气服从理想气体行为,可根据气态方程式计算出摩尔气体常数 R :

$$R = \frac{p(\text{H}_2) V(\text{H}_2) \times 2.016}{m(\text{H}_2) T}$$

其中

$$m(\text{H}_2) = \frac{m(\text{Mg})}{A_r(\text{Mg})} \times 2.016$$

式中, $A_r(\text{Mg})$ 为 Mg 的相对原子质量。所以

$$R = \frac{p(\text{H}_2) V(\text{H}_2) A_r(\text{Mg})}{m(\text{Mg}) T}$$

三、实验步骤

- (1) 称量 用分析天平准确称取三份镁条,每份质量约 $(0.030 \pm 0.005)\text{g}$ 。
- (2) 安装 如图 6-2 装配仪器,赶气泡。
- (3) 检漏 把漏斗下移一段距离,并固定。如量气管中液面稍稍下降后(约 3~5 min)即恒定,说明装置不漏气。如装置漏气,检查原因,并改进装置,重复试验,直至不漏气为止。
- (4) 测定 用漏斗加 5 mL 稀 H_2SO_4 到试管内(切勿使酸沾在试管壁上),用少量水沾镁条于试管上部壁上。调整漏斗高度,使量气管液面保持在略低于刻度“0”的位置,塞紧磨口塞,检查是否漏气。

使量气管和漏斗内液面保持同一水平,读量气管液面的位置,记录。抬高试管底部,使镁条与酸接触。同时降低漏斗位置,使两液面大体水平。待试管冷却至室温,保持两液面同一水平,记下液面位置。稍等 1~2 min 再记录液面位置。

用另两份已称量的镁条重复实验。

四、数据记录和处理

实验序号	1	2	3
镁条质量 $m(\text{Mg})/\text{g}$			
反应后量气管液面位置/mL			

续表

实验序号	1	2	3
反应前量气管液面位置/mL			
氢气体积 $V(\text{H}_2)/\text{mL}$			
室温 T/K			
大气压 p/Pa			
T 时的饱和水蒸气压 $p(\text{H}_2\text{O})/\text{Pa}$			
氢气分压 $p(\text{H}_2)/\text{Pa}$			
摩尔气体常数 R			
\bar{R} (舍前)			
S			
T			
\bar{R} (舍后)			
准确度 $\left(\frac{R_{\text{理}} - R_{\text{测}}}{R_{\text{理}}} \times 100\% \right)$			

五、思考题:(略)

实验 7.1 混合碱的组成及其含量的测定(方法一)

一、实验目的:(略)

二、原 理:(略)

三、实验步骤:(略)

四、数据记录与处理:

1. 称量记录(略)

2. 混合碱测定

序 号		1	2	3
试 样 取 量 m/g				
$c(\text{HCl})/(\text{mol}\cdot\text{L}^{-1})$				
V_2/mL	终 读 数			
	初 读 数			
	V_2			
V_1/mL	终 读 数			
	初 读 数			
	V_1			
$V_1 + V_2 / \text{mL}$				
V_1 与 V_2 的差/mL				

续表

序 号		1	2	3
总碱度 $w(\text{Na}_2\text{O})$	测定值			
	平均值(舍前)			
	S			
	T			
	平均值(舍后)			
混合碱各 组分质量 分数/%	组分 1	测定值		
		平均值		
	组分 2	测定值		
		平均值		

Ⅲ、性质实验

实验 18.1 碱金属、碱土金属

一、实验目的

1. 试验并了解少数锂、钠、钾盐的微溶性。
2. 试验碱土金属氢氧化物、盐的溶解性,并利用它们的差异分离、鉴定 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 、 Ba^{2+} 离子。
3. 学习焰色反应,离子的分离、鉴定。

二、实验步骤与记录(仅列部分内容作示例)

实 验 步 骤	实验现象	解释和结论(包括方程式)
1. 碱土金属氢氧化物的性质 (1) $\text{MgCl}_2 + \text{NaOH}$ $\text{CaCl}_2 + \text{NaOH}$ $\text{BaCl}_2 + \text{NaOH}$	胶状白 ↓ 大量白 ↓ —	$\text{Mg}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow$ $\text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Ca}(\text{OH})_2 \downarrow$
(2) $\text{MgCl}_2 + \text{氨水}$ $\text{CaCl}_2 + \text{氨水}$ $\text{BaCl}_2 + \text{氨水}$	白 ↓ — —	$\text{Mg}^{2+} + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{NH}_4^+$ 结论:溶解度 $\text{Mg}(\text{OH})_2 < \text{Ca}(\text{OH})_2 < \text{Ba}(\text{OH})_2$
2. 锂、钠、钾的微溶盐 (1) $\text{LiCl} + \text{NaF}$ $\text{LiCl} + \text{Na}_2\text{CO}_3$, 放置或加热 $\text{LiCl} + \text{Na}_2\text{HPO}_4$, 加热	小的白色晶形 ↓ 白 ↓ 白 ↓	$\text{Li}^+ + \text{F}^- = \text{LiF} \downarrow$ $2\text{Li}^+ + \text{CO}_3^{2-} = \text{Li}_2\text{CO}_3 \downarrow$ $3\text{Li}^+ + \text{PO}_4^{3-} = \text{Li}_3\text{PO}_4 \downarrow$
(2) $\text{NaCl} + \text{KSb}(\text{OH})_6$, 摩擦管壁	出现白色晶体	$\text{Na}^+ + \text{KSb}(\text{OH})_6 = \text{NaSb}(\text{OH})_6 \downarrow + \text{K}^+$
(3) $\text{KCl} + \text{NaHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$, 放置	出现白色晶体	$\text{K}^+ + \text{NaHC}_4\text{H}_4\text{O}_6 = \text{KHC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \downarrow + \text{Na}^+$

三、思考题:(略)

Ⅳ. 定性分析实验

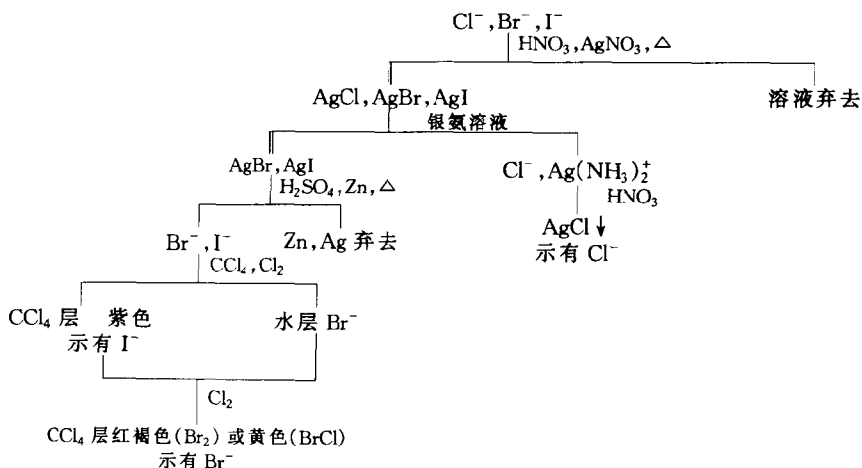
实验 18.2 卤 素

一、实验目的:(略)

二、实验步骤(仅列部分内容作示例)

5. Cl^- 、 Br^- 、 I^- 混合液的分离、鉴定

(1) 分析简表



(2) 分析步骤

离子: Cl^- , Br^- , I^-

颜色: 无, 无, 无

次序	手 续	现 象	结 论	反 应 方 程 式
(1)	取 2~3 滴混合液, 加 1 滴 $6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{HNO}_3$ 酸化, 加 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{AgNO}_3$ 至沉淀完全, 加热 2 min, 离心分离。弃去溶液	先黄色后白色沉淀	示有 X^- 离子	$\text{Ag}^+ + \text{X}^- = \text{AgX} \downarrow$
(2)	在沉淀中加 5~10 滴银氨溶液, 剧烈搅拌, 并温热 1 min, 离心分离			$\text{AgCl} + 2\text{NH}_3 = \text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+ + \text{Cl}^-$
(3)	在(2)的溶液中, 加 $6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{HNO}_3$ 酸化	白色沉淀又出现	示有 Cl^-	$\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+ + 2\text{H}^+ + \text{Cl}^- = \text{AgCl} \downarrow + 2\text{NH}_4^+$
(4)	在(2)的沉淀中, 加入 5~8 滴 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{H}_2\text{SO}_4$, 少许锌粉, 搅拌, 加热至沉淀颗粒都变为黑色, 离心分离。弃去沉淀	沉淀变黑		$2\text{AgBr} + \text{Zn} = \text{Zn}^{2+} + 2\text{Ag} + 2\text{Br}^-$ $2\text{AgI} + \text{Zn} = \text{Zn}^{2+} + 2\text{Ag} + 2\text{I}^-$
(5)	取 2 滴(4)的溶液, 加 8 滴 CCl_4 , 逐滴加入氯水, 继续滴加氯水	氯仿层显紫色 氯仿层紫色褪去后出现橙色	示有 I^- 示有 Br^-	$2\text{I}^- + \text{Cl}_2 = \text{I}_2 + 2\text{Cl}^-$ $\text{I}_2 + 5\text{CCl}_4 + 6\text{H}_2\text{O} = 2\text{HI}_3 + 10\text{HCl}$ $2\text{Br}^- + \text{Cl}_2 = 2\text{Cl}^- + \text{Br}_2$

三、大学化学实验成绩的评定

学生实验成绩的评定主要依据如下:

1. 对实验原理和基本知识的理解。
2. 对基本操作、基本技术的掌握,对实验方法的掌握。
3. 实验结果(合理的产量、纯度;准确度、精密度等)。
4. 原始数据的记录(及时、正确,包括表格的设计),数据处理的正确性,有效数字、作图技术的掌握。实验报告的书写与完整性。
5. 实验过程中的综合能力、科学品德和科学精神。

根据大学化学实验中四大类实验的特点,成绩评定的着重点有所不同,但实验结果决不是唯一的决定因素。

四、化学实验规则

1. 实验前应认真预习,明确实验目的,了解实验的基本原理和方法。
2. 实验时要遵守操作规则,遵守一切必要的安全措施,保证实验安全。
3. 遵守纪律,不迟到、不早退,保持室内安静,不要大声谈笑。
4. 使用水、电、煤气、药品时都要以节约为原则,对仪器要爱护。
5. 实验过程中,随时注意保持工作环境的整洁。火柴梗、纸张、废品等只能丢入废物缸内,不能丢入水槽,以免水槽堵塞。实验完毕后洗净、收好玻璃仪器,把实验桌、公用仪器、试剂架整理好。
6. 实验中要集中注意力,认真操作,仔细观察,将实验中的一切现象和数据都如实记在报告本上,不得涂改和伪造。根据原始记录,认真处理数据,按时写出实验报告。
7. 对实验内容和安排不合理的地方提出改进的方法。对实验中的一切现象(包括反常现象)进行讨论,并大胆提出自己的看法,做到生动、活泼、主动地学习。
8. 实验后由同学轮流值日,负责打扫和整理实验室。检查水、煤气、门窗是否关好,电闸是否拉掉,以保证实验室的安全。
9. 尊重教师的指导。

五、实验室的安全

化学实验时,经常使用水、电、煤气、各种药品及仪器,如果马马虎虎,不遵守