

普通高中课程标准实验教科书

化学

选修 6

实验化学

教师教学用书

人民教育出版社 课程教材研究所
化学课程教材研究开发中心 编著

人民教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

普通高中课程标准实验教科书化学选修6实验化学教师教学用书/人民教育出版社,课程教材研究所
化学课程教材研究开发中心编著. —2版. —北京:人民教育出版社,2007.2(2019.7重印)

ISBN 978-7-107-19841-0

I. ①普… II. ①人… ②课… III. ①中学化学课—高中—教学参考资料 IV. ①G633.82

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第034165号

普通高中课程标准实验教科书 化学 选修 6 实验化学 教师教学用书

出版发行 人民教育出版社

(北京市海淀区中关村南大街17号院1号楼 邮编:100081)

网 址 <http://www.pep.com.cn>

经 销 全国新华书店

印 刷 北京天宇星印刷厂

版 次 2007年2月第2版

印 次 2019年7月第18次印刷

开 本 890毫米×1240毫米 1/16

印 张 8.75

字 数 195千字

定 价 18.60元

版权所有·未经许可不得采用任何方式擅自复制或使
用本产品任何部分·违者必究
如发现内容质量问题、印装质量问题,请与本社联系。电话:400-810-5788

说 明

本书是根据中华人民共和国教育部制订的《普通高中化学课程标准（实验）》和《普通高中课程标准实验教科书 化学 选修6 实验化学》的内容和要求编写的，供高中化学教师参考。

本书根据《实验化学》教科书的单元顺序编排，每单元包括“本单元说明”“教学建议”和“教学资源”三部分内容。

“本单元说明”包括本单元的教学目标、教材内容分析和课时分配建议等。教学目标既有知识、技能的教学目标，也有过程与方法、情感态度与价值观方面的教学目标要求。教材内容分析部分，主要说明本单元教材的内容结构、在教学中的地位和功能以及知识间的逻辑关系、教材的特点。课时分配建议，可作为教师安排课时的参考。

“教学建议”是分课题给出的，另外前面有“单元引入”，后面有“归纳整理”，分别针对教科书中每单元的引言和归纳整理部分的教学提出教学建议。每一课题的教学建议一般由“教学设计”“活动建议”和“实验说明”三部分组成。“教学设计”内容涉及课题教学目标说明、内容概述、重点难点分析、教学设计思路、教学策略或教学方法的建议等教学指导，此外，还有重点地提供一些教学设计的实例。“活动建议”按教材栏目编写，包括【科学探究】、【实践活动】、【思考与交流】、【学与问】等的作用、教学组织建议或相关答案等。“实验说明”对每个实验从准备、组织、实施到评价，提出具体的指导和建议，包括对拓展实验的提示和说明。

“教学资源”分“参考习题”和“资料”两类。“参考习题”提供一定量的习题，供教师单元复习或总复习时选择。“资料”则提供与单元教学内容相关的科学、技术信息、化学史、国内外相关领域中的某些新成就等，为教师在本课程的教学更好地发挥主导作用提供方便。

本书编写者：冷燕平、李文鼎、贾逸敏、申敬红、刘继群、武敬泉、陈学英、王乾、路季滨（按编写顺序）

本书审定：王 晶

责任编辑：冷燕平、吴海建

责任绘图：郭 威

人民教育出版社 课程教材研究所
化学课程教材研究开发中心

2006年6月

目 录



目 录

《普通高中课程标准实验教科书化学选修6 实验化学》说明	1
-----------------------------	---

第一单元 从实验走进化学 1

本单元说明	1
教学建议	3
单元引入	3
课题一 实验化学起步	5
实验 1-1 蓝瓶子实验	9
课题二 化学实验的绿色追求	10
实验 1-2 氯气的生成及其性质的微型实验	13
实验 1-3 污水处理——电浮选凝聚法	14
归纳与整理	16
教学资源	16
参考习题	16
资料	18

第二单元 物质的获取 19

本单元说明	19
教学建议	21
单元引入	21
课题一 物质的分离和提纯	22
实验 2-1 纸上层析分离甲基橙和酚酞	26
实验 2-2 海水的蒸馏	28
实验 2-3 从海带中提取碘	29
课题二 物质的制备	31
实验 2-4 硫酸亚铁铵的制备	34
实验 2-5 乙酸乙酯的制备及反应条件探究	37
实验 2-6 氢氧化铝的制备	41
归纳与整理	45
教学资源	46
参考习题	46
资料	52

第三单元 物质的检测 58

本单元说明	58
教学建议	59
单元引入	59
课题一 物质的检验	61
实验 3-1 几种无机离子的检验	63
实验 3-2 几种有机物的检验	67
实验 3-3 植物体中某些元素的检验	68
课题二 物质含量的测定	71
实验 3-4 酸碱滴定曲线的测绘	76
实验 3-5 比色法测定抗贫血药物中铁的含量	80
实验 3-6 食醋中总酸量的测定	82
归纳与整理	85
教学资源	86
参考习题	86
资料	89

第四单元 研究型实验 96

本单元说明	96
教学建议	97
单元引入	98
课题一 物质性质的研究	99
实验 4-1 纯净物与混合物性质的比较	100
实验 4-2 金属镁、铝、锌化学性质的探究	104
课题二 身边化学问题的探究	106
实验 4-3 含氯消毒液性质、作用的探究	107
实验 4-4 饮料的研究	111
课题三 综合实验设计(选学)	115
实验 4-5 综合实验设计实践	118
归纳与整理	120
教学资源	121
参考习题	121
资料	125



《普通高中课程标准实验教科书化学选修6 实验化学》说明

一、本课程的目标

通过实验探究活动,使学生更深刻地认识实验在化学科学中的地位,掌握基本的化学实验技能和方法,进一步体验实验探究的基本过程,认识实验在化学科学研究和化学学习中的重要作用,培养创新精神和实践能力,以利于学生的可持续发展。

通过本课程的学习使学生主要在下面几方面得到发展:

1. 认识化学实验是学习化学知识、解决生产和生活中的实际问题的重要途径和方法;
2. 掌握基本的化学实验方法和技能,了解现代仪器在物质的组成、结构和性质研究中的应用;
3. 了解化学实验研究的一般过程,初步形成运用化学实验解决问题的能力;
4. 形成实事求是、严谨细致的科学态度,具有批判精神和创新意识;
5. 形成绿色化学的观念,强化实验安全意识。

二、课程标准中本课程的内容标准

课程标准中《实验化学》的内容标准分为两个主题:

主题1 化学实验基础——基本学习内容

1. 认识化学实验在学习和研究化学中的作用。
2. 具有安全意识,能顺利地完成化学实验。
3. 树立绿色化学思想,形成环境保护的意识。
4. 知道物质分离和提纯的常用方法,能根据常见物质的性质设计分离和提纯物质的方案,并初步掌握其操作技能。
5. 初步了解常见物质的组成和结构的检测方法,知道质谱仪、核磁共振仪、红外光谱仪等现代仪器在测定物质结构中的作用。
6. 初步掌握天平、酸度计等仪器的使用方法,能根据误差分析的原理对实验数据进行分析,认识定量分析在化学研究中的重要性。
7. 认识反应条件控制在化学研究中的意义和作用,初步掌握控制反应条件的一些方法。
8. 了解常见物质的制备和合成方法。

主题2 化学实验探究——综合应用要求

1. 能发现学习和生产、生活中有意义的化学问题,并进行实验探究。
2. 能根据具体情况设计解决化学问题的实验方案,并予以评价和优化。
3. 能通过化学实验收集有关数据,并科学地加以处理。
4. 能对实验现象做出合理的解释,运用比较、归纳、分析、综合等方法初步揭示化学变化的规律。

三、教科书的内容与结构

1. 内容编排和单元结构

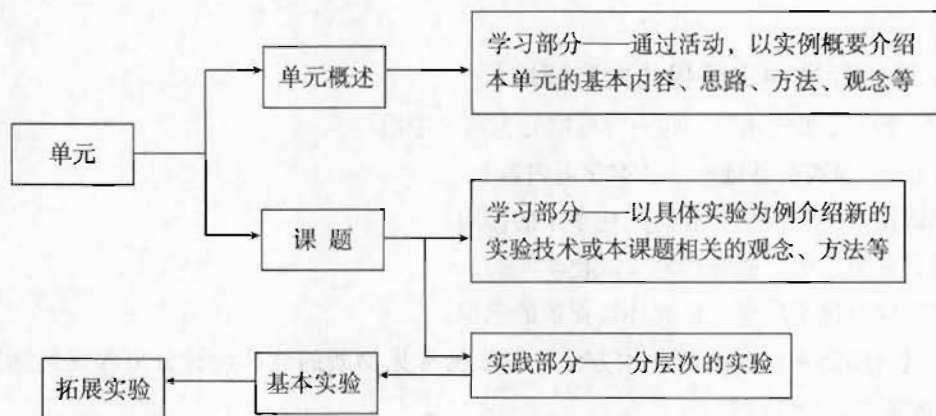
“实验化学”是以培养实践和探究能力为主的新型课程，在内容、形式和教学目标的侧重点上都具有明显不同于其他模块的特点，本教科书按单元、课题形式编排，以化学实验技能及要求的难易、繁简为序，知识为技能培养服务，学习与实践相结合，突出基本思路、方法的学习，从实验能力的循序培养上将各部分内容有机地结合起来，形成一独特的实验课程体系。

各单元的内容编排和单元结构如下：

(1) 内容安排

单元	一单元	二单元	三单元	四单元
内容	化学实验及本课程的作用、意义、特点和学习方法等实验的绿色化	分离、提纯操作技术和物质制备实验的思路、方法	物质的定性检验和定量测定技能及综合运用	运用所学知识、技能研究化学学科及实际生活中的问题，研究并尝试实验设计的创新
编写意图	本课程入门，使明确本课程的特点、要求；树立环保、安全意识等	学习并运用基本的分离、提纯、定性和定量检测实验技能及物质制备实验的一般方法		学习、体验综合运用已有知识、技能研究科学和实际问题及进行实验创新设计的方法和乐趣

(2) 单元结构



2. 教科书的特点

(1) 基础性 力求从三个方面加以体现：一是以学生已学知识、技能为起点；二是优先选择最基本的实验技能和方法；三是从实验要求上使之在设备、条件、课时等方面适应于绝大多数学校。

(2) 时代性 从两个方面体现：一是以适当的篇幅简要介绍现代实验技术，并根据实际条件安排有一定的现代仪器实验，如膜分离技术、组合化学、仪器分析等的介绍，利用 pH 计、pH 传感器的实验等；二是在实验的形式上体现课改的理念、反映现代实验教学改革的特点，如本教科书中除学科性的基本实验外，安排有相当数量的应用型实验、研究型实验和微型实验。

(3) 探究性 在全书各个单元中，循序渐进地设计安排探究性实验。前三个单元中，根据学生对实验涉及知识、技能的了解和掌握情况及不同的实验目的要求，结合实验技能的应用，安排有一定数量的不同探究程度的实验讨论、实验设计等。最后一个单元全部为研究型

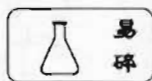


实验，着重学习和体验科学研究的思路和方法，在综合运用所学知识、技能和探究、创新能力方面有较高的要求。

(4) 选择性 在共同学习基本的技能、方法、原理、思路 and 过程等内容的基础上，配套实验以二选一、简化或拓展实验等形式，从原料、方法、仪器及原理等方面，为教科书使用者提供了或增或减，或低或高，或平行等不同层次的多种选择。力求最大限度地适应不同地区、不同学校的教学实际，在确保各类学校均能完成本课程教学目标的前提下，同时满足有条件、有特色的学校和有特长、有兴趣的师生在教育 and 能力发展上的需求。

(5) 安全性 教科书以多种方式反复强调实验安全。首先在课程伊始的“实验化学的目的、内容与学习方法”中，专题介绍实验安全问题，在实验中以“安全警示图标”随时提醒学生应注意的安全问题（如下图所示），在教科书之后又以附录形式介绍了与实验安全密切相关的“化学实验规则”，使安全意识贯穿于课程的始终，不仅利于保证实验的顺利进行，同时有利于学生良好实验习惯的养成。

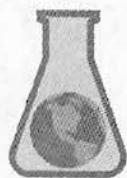
教科书中的安全警示图标：



3. 版式设计

考虑到本课程以亲自实验为主，实验现象主要来自实验过程中的直接观察，书内插图的主要作用在于说明原理或装置。因此，从教科书的实际及降低成本的需要出发，本书采用了黑白版，只在书前配了一些彩色插图。

人教版®



第一单元

从实验走进化学

本单元说明

一、教学目标

1. 初步了解实验化学的目标，认识实验是学习化学知识、解决实际问题的的重要途径和方法。
2. 了解实验化学的特点及如何学好实验化学。
3. 了解实验安全的重要性，加强实验安全意识，并能安全地完成实验。
4. 初步学习一些基本实验方法和技能，了解并体验化学实验研究的一般过程。
5. 了解控制实验条件的重要性，初步学习控制实验条件的方法。
6. 了解绿色化学的理念，并在实验中贯彻绿色化学思想。

二、内容分析

1. 地位和功能

化学是一门以实验为基础的科学，通过初中和高中必修化学及某些选修化学的学习，学生已经初步了解和体验了化学实验的作用。根据高中化学课程标准，在中学阶段单独开设《实验化学》，在我国属于首次。目的在于使学生加深对化学及化学实验作用的认识和理解，通过实践使学生热爱化学，学习运用化学知识和方法解决实际问题。

任何一门新课的开设，都应使学生对该课程有一个概括的总体认识，本单元从实验的重要性入手，介绍实验的目标、内容以及学习实验化学的方法；实验安全的重要性及如何保证安全；实验条件的控制和绿色化学思想及在中学化学教学中的体现。仅通过这一个单元的教学要想解决所有问题是不现实的，但本单元是实验化学课程的开始，通过本单元的学习和实践，学生可以对本课程有一个基本的认识，这是学好后续课程的重要基础。

2. 内容结构

首先，引言中，利用一些提示和【思考与交流】，让学生在已有的化学学习基础上，通过具体实例的搜集，体会化学实验的重要作用。

课题一由三方面的概述和一个实验组成。第一部分是“实验化学的目标、内容及学习方法”，除文字介绍外，还利用“学习箴言”的方式，引导学生从兴趣、方法、经验、毅力等角度来考虑如何面对实验化学这一新的课程。然后通过【思考与交流】和【科学史话】进一步引导学生理解科学的本质，认识科学家的科技素质和优良品质。

第二部分是“保证实验安全”，实验安全非常重要，建议教师安排一定时间，组织学生学习、讨论书后附录I“化学实验规则”。还可以结合【思考与交流】活动，让学生根据实验经验，回忆与安全有关的一些问题，并让学生对这些问题进行分类归纳小结，以强化安全意识。

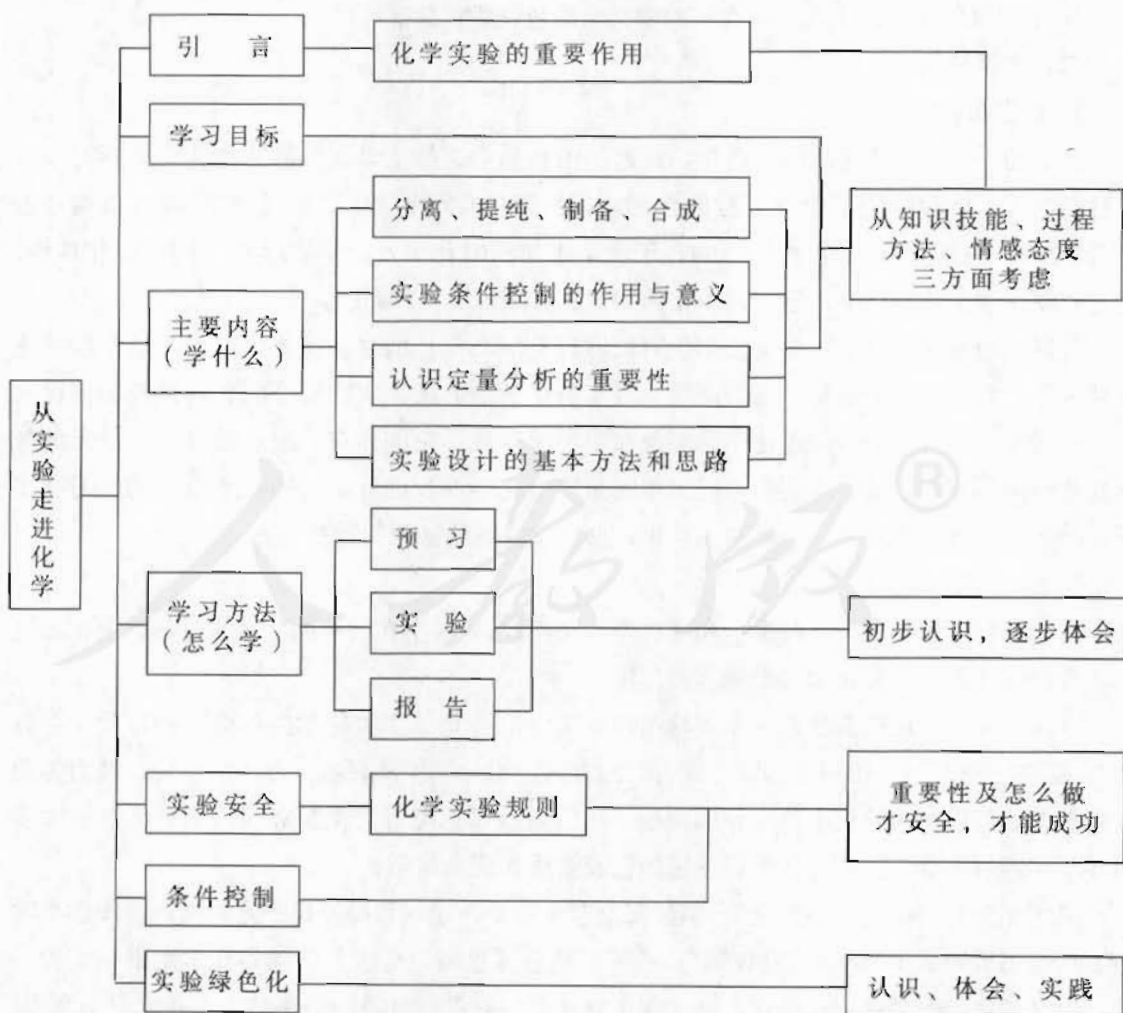
学生通过回忆、思考、讨论、归纳，收获必将大于只读一读安全守则。每一个实验室都应张贴“化学实验规则”和“实验安全注意事项”，应引导学生阅读学习。

第三部分是“实验成功的关键”，主要通过一个【科学探究】活动，以学生已学习过的制取氢氧化亚铁的实验为例，研究控制实验条件对实验成败的影响，并引导学生回忆学过的一些其他实验，归纳出反应条件对化学反应的影响规律，领会化学实验中控制反应条件的重要性。

在以上学习活动的基础之上，教材安排了实验 1-1 “蓝瓶子实验”，让学生亲身体验控制反应条件对反应结果的影响。

在课题二中，简单介绍了绿色化学的概念和实验绿色化的主要途径，并利用一个使用微型仪器进行氢气爆鸣实验的【实践活动】和相关的【思考与交流】，使学生理解实验的微型化也是实验绿色化的一个途径。在此基础上，安排了两个学生实验。实验 1-2 “氯气的生成及其性质的微型实验”，由于学生对氯气的性质已有初步了解，本实验的重点在于实验的小型化、减量化、无污染化。此外，在拓展实验中，又提出可用一些代用品进行实验。实验 1-3 “污水处理——电浮选凝聚法”是一个较简单的污水处理实验，意在体现化学在解决环境污染问题中的作用，其后的拓展实验仍是利用代用品创造条件进行小实验。

本单元的知识结构如下图所示：





3. 教材特点

(1) 第一单元引言和第一课题是学生在本课程中最先接触的实验化学,对于全书起着绪言的作用。其中有些内容要求学生结合以前的化学知识和实验经历,认真阅读并思考自己过去的做法是否正确,有哪些不妥,应如何改进,为今后本课程的学习打下基础。

(2) 理论与实践相结合,教学要求重在实践。教材既重视某些基础知识、基本概念的阐述,更注意引导学生通过实践,掌握知识和技能,体验实验过程、学习实验方法,并在一系列活动中培养热爱科学的精神和实事求是的科学态度。

(3) 教材安排了较多栏目和多样的活动,具有较大的弹性。考虑各地区,各学校的情况千差万别,教材设计时提供了很多可供选择的内容,以增加弹性,如思考讨论类、自由阅读类、实践活动类、自主探究类、拓展实验类等。尤其是有较多的拓展实验,可根据需要用作替代实验或进一步扩展的实验。

(4) 引入微型实验和代用品实验。微型实验首次纳入教材之中,其中有许多是利用代用品的实验。这既是实验绿色化的一种具体体现,也是解决学校实验条件不足这一普遍问题的一个途径。

(5) 通过实验,复习和运用化学知识。在介绍新的实验知识和技能的同时,利用各种手段复习以前学过的一些化学知识。如利用【思考与交流】,让学生通过回忆与讨论,复习物质性质的知识,使用仪器的注意事项,物质检验、制备的相关知识,控制实验条件的意识和方法,保证实验安全和绿色化学知识等。

三、课时建议

课题一	实验化学起步	2 课时
课题二	化学实验的绿色追求	2 课时
复习和机动		1 课时
小计		5 课时

教学建议

单元引入

第一单元作为全书的起始单元,其教学的引入也可看成是本课程的引入。本单元从实验的角度使学生再次认识化学这门自然科学以及实验在化学科学中的地位和作用,教材中的单元引言从三个方面归纳了化学与实验的重要关系。组织教学时,可以根据在必修化学1和化学2教材中学生已有的认知经验的基础上,选用三个方面的某一个或若干个方面,与教材中的【思考与交流】结合起来展开教学。教师也可以将学生分成三个小组,每一个小组负责查找教材中三个方面中某一个方面的资料,在课堂中组织交流与汇报。

教师可以利用必修化学1中的【科学史话】“氯气的发现和确认”,来具体的说明实验在化学科学重大发现中所起的作用,也可以利用必修化学2中有关门捷列夫在研究周期表时科

学预测了 11 种尚未发现的元素及其它们的性质，后来的科学家通过实验进一步证实了它们的存在以及它们的性质这一【资料卡片】来说明化学家的假设和理论都是通过实验来得以验证的。

当然，教师也可以调动学生的学习积极性，让学生自己先去图书馆或从网络中查找相关资料来丰富教学内容。这样的事例还有很多，除教科书之外，还可以从化学史书籍或互联网上查找到更多相关素材，例如，在化学史上，对单质氟的制取及其性质的研究就是通过实验研究取得成果的很好的实例。由于 F^- 还原性极弱，不可能用化学试剂把它氧化，使之从它的化合物中游离出来，只能用电解氧化法来实现制备氟的目的。早在 1810 年氟被发现以后，化学家们为了获得单质氟曾做了不少尝试，但却因其对实验器具的严重腐蚀或中毒等原因使实验屡遭失败。直到 1886 年才由法国化学家莫瓦桑从电解氟化钾的无水氟化氢溶液制得。从氟的发现到单质氟的制得经历了 76 年的历程，科学家都是在实验中不断地摸索，从实验的失败中不断地吸取经验，从而得出正确结论的。

引言中的【思考与交流】引导学生从以往学习化学的实践经验和化学科学的发展历程两个方面来认识化学实验对化学科学的重要性。前者是学生已有的经验，需要他们去回忆再现过去学习过的知识。后者学生了解的并不是很多，需要教师通过讲解和展示有关的资料让学生学习体会。

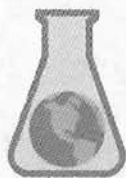
教师可以利用学习元素化合物知识的具体例子，如金属钠的性质来进行教学。可以再现这些实验，和学生一起回忆怎样通过实验来认识物质的性质。

实验	现象	性质
从煤油中取出一小块金属钠，用滤纸吸干表面的煤油，用刀切去外皮	银白色，有金属光泽，露置空气中很快变暗	银白色具有金属光泽的固体，硬度小；易被氧化
将金属钠放在坩埚中加热	熔成光亮的小球，着火燃烧，黄色火焰，生成淡黄色固体	能与氧气发生剧烈反应生成过氧化钠： $2Na + O_2 \xrightarrow{\Delta} Na_2O_2$
另取一小块金属钠，用滤纸吸干表面的煤油，放入盛有酚酞水溶液的培养皿中	浮在水面，熔成小球，不规则地游动，有嘶嘶声，溶液变红	密度小于水，熔点较低；与水反应生成无色气体和碱性物质： $2Na + 2H_2O = 2NaOH + H_2 \uparrow$

化学科学的过去、现在和未来与化学实验密切相关，教师可以引导学生将门捷列夫预测的三种元素的性质与后来人们用实验测定的这三种元素的性质进行比较，用以说明化学家的设想和假设是通过实验来验证的；可以从合成氨技术是在实验室里发明的，然后再应用到化工生产中的事例，体会化学实验和化工生产的关系。

教学流程：

1. 布置预习作业：查找相关资料；
2. 组织学生进行【思考与交流】活动；
3. 从三个方面进行小结：化学实验与化学学科的关系；化学实验与生产和生活的关系；学习实验化学的重要性。



课题一 实验化学起步

一、教学设计

本课题是在单元引入的基础上，学生了解了化学实验在化学科学发展中的重要作用后，使学生了解实验化学的学习内容和学习方法，并通过【思考与交流】、【科学史话】和【科学探究】等活动对实验过程的安全问题和细节问题进行教学，帮助学生树立严谨求实的科学态度。人类进步依赖科技进步，科技进步依赖创新，培养学生学会独立的思考，训练学生的批判性思维和创造性思维，也是教学中的重要任务，在本课程中这是一项系统工程，是贯穿始终的目标，但要循序渐进，在本课题中可结合【思考与交流】活动，使学生对此有一基本认识。实验 1-1，利用对比实验，使学生了解实验条件对化学反应速率的影响，培养学生学习实验化学的兴趣，并从中了解实验化学的学习目标，学习内容和学习方法。由于该实验是本课程的第一个学生实验，因此在实验后给出了书写实验报告的格式，要求学生第一次做实验时，就应明确实验报告的要求。应该注意的是，这里仅是一种形式的实验报告示例，当实验的类型、内容不同时，报告的形式、内容、记录表格也不相同。例如，有的实验报告还应包括“实验记录整理与分析”“实验数据处理”等栏目。

本课题教学重点：通过实验 1-1 蓝瓶子实验，培养学生学习实验化学的兴趣，了解做好实验的基本要求；通过已有化学实验不安全的实例，强化化学实验中的安全意识。

本课题教学难点：了解实验条件对化学实验的影响以及实验成功的关键因素。

教学建议：

1. 实验 1-1 蓝瓶子实验是一个操作简单、现象明显、安全可靠、无毒无害的实验，教学中可以用此实验引入本课题，采用边讲边实验的方法。通过这一实验，使学生初步体会做好化学实验的基本环节：实验预习、实验实施和实验报告的书写，其中实验实施是三个环节中的核心环节。在实验过程中，教师通过适时的提醒、必要的把关使学生明确这三个环节中具体应该分别做好哪些事情，如预习环节要明确实验目的，了解实验原理，清楚实验操作方法和顺序；实验实施环节要遵守实验规则，按预定的操作方法的顺序，认真操作，并如实观察记录实验现象；实验报告的书写环节要分析实验现象、得出实验结论并思考和小结实验中的收获和感受。然后，通过学习【科学史话】，结合学生做实验的体会，组织学生开展【思考与交流 1】，使他们认识实验是来不得半点虚假的，而且实验细节往往决定其成败，培养他们实事求是、注重细节的优良素质，以及敢于提出自己的观点，正确面对失败，以积极向上的态度面对学习、面对生活的精神。在此基础上，由教师组织学生讨论，得出实验化学研究的内容和实验化学学习的方法，完成教材中第一部分的教学。

2. 从学生已有的化学安全知识出发，通过【思考与交流 2】的活动，完成教材中第二部分的教学。

3. 以【科学探究】的内容为载体，对实验室制备氢氧化亚铁的条件进行研究。对于每一个化学实验，化学实验的成功与否往往与很多因素有关。教师可以组织学生讨论，举出实际的例子，如气体的制备实验，与装置的气密性是否良好密切相关；氢气还原氧化铜的实验与实验的操作步骤有关。要达到实验目的，顺利完成实验，就必须控制好实验的条件，进行正

确实验的操作。然后通过【科学探究】中的实验来理解实验成功的关键是什么，完成教材中第三部分的教学。

教学流程

1. 布置预习作业：阅读教材，预习实验 1-1 “蓝瓶子实验”。
2. 在教师的指导下完成“蓝瓶子实验”。在实验过程中除了按照实验步骤完成实验外，教师应指导学生体会做好化学实验的重要环节是什么。
3. 介绍实验化学的学习目标和学习内容。
4. 学生自己谈谈学习实验化学的一般方法。小结做好化学实验的三个环节：预习、实施实验和书写实验报告。
5. 阅读【科学史话】，组织进行【思考与交流 1】活动。学生结合自己做“蓝瓶子实验”的体会，谈谈做好实验应该向科学家学习哪些科学品质。
6. 组织学生完成【科学探究】活动，通过实验来突破实验条件对化学实验的影响这一教学难点。
7. 通过【思考与交流 2】，提高学生对实验安全重要性的认识。
8. 总结本课题学习的主要内容。

教学设计参考

1. 关于实验化学的目标、内容和学习方法的教学设计

采用边讲边实验法教学，将实验 1-1 与教学内容结合起来完成教材中这一部分内容的教学。

(1) 布置预习：认真阅读教材中第一部分内容——实验化学的目标、内容和学习方法，预习实验 1-1 “蓝瓶子实验”的实验原理、操作技能和操作要点。

(2) 提出问题：“蓝瓶子实验”的原理是什么？亚甲基蓝被葡萄糖还原的反应速率受哪些外界因素的影响？要完成一个实验，我们必须要注意哪些环节？怎样进行预习？实验中应注意哪些细节？实验后又需要完成哪些工作？【科学史话】对我们的实验化学的学习有哪些启发？在我们自己做实验时，应该如何向科学家学习？

(3) 实施实验：在教师的指导下，认真完成实验 1-1。在实验中，结合上述提出的问题积极的思考。

(4) 交流讨论：阅读【科学史话】，结合自己亲自动手做实验的体会，了解完成实验的三个重要环节：实验预习、实验实施和实验报告的书写。教师与学生共同总结：预习从实验原理、操作技能和操作要点等方面进行。实验中，强调操作规范，注意观察记录实验现象，当观察到的现象与预想的不同时，应该实事求是地记录现象，然后去分析产生该现象的可能原因。强调学习科学家的精神，实验中的每一个细节都要一丝不苟地对待，学习通过实验的现象发现问题并有针对性地分析问题、解决问题。实验后，清洗仪器，整理实验台，养成良好的实验习惯；认真完成实验报告。总结实验化学的学习目标和学习内容。

2. 关于实验安全性教学的设计

(1) 实验引入：利用氢气的爆炸实验，引出在做化学实验时，安全第一的原则。

(2) 提出问题：从以下几个方面进行思考：

①试剂的使用：实验室中的哪些试剂有毒或有腐蚀性？有哪些试剂易燃、易爆？如何使



用这些试剂？

②基本操作实验：酒精灯的使用、给固体药品加热、给液体药品加热、药品的取用等操作要注意哪些事项？

③气体制备实验：制备有毒气体、可燃性气体应注意哪些事项？

(3) 问题研究：教师组织学生观察标有安全警示图标的试剂、阅读教材、分组讨论、交流汇报。

(4) 解决问题：

①有腐蚀性的物质：浓盐酸、浓硫酸、硝酸、氢氧化钠、氢氧化钡、氢氧化钙等；有毒的物质：一氧化碳、甲醇、亚硝酸钠等；易燃易爆的物质：白磷、氢气、汽油、甲烷等。使用腐蚀性的物质时，不要把药品洒在桌子和自己的身上。使用易燃易爆物质时，要避免火源和高温的环境，以免发生燃烧或爆炸。实验室中的任何药品都不能用手直接接触，更不能品尝任何药品。

②酒精灯的使用要注意：不能用燃着的酒精灯去点燃另一个酒精灯，以免灯内的酒精洒出引起酒精的着火燃烧而发生危险，应该用火柴点燃酒精灯；不能用嘴吹灭酒精灯，以免火焰回流，引起灯内酒精着火燃烧而发生危险，应用灯帽将酒精灯的火焰盖灭；不可向燃着的酒精灯内添加酒精。

给试管中固体药品加热，要注意试管口应略向下倾斜，避免水蒸气在试管的上部冷凝回流使试管炸裂；给试管中的液体药品加热，要注意试管中的液体不要超过试管容积的三分之一，加热时要将试管上下移动，试管口不要冲着自己和他人。

③制备有毒气体时一定要注意尾气的回收与处理；对于可燃性气体在点燃前必须检验其纯度。

3. 针对实验成功的关键的教学设计

(1) 创设问题情景：某同学为了证明二氧化碳与澄清石灰水反应能生成碳酸钙白色沉淀，设计了用大理石与浓盐酸反应制取二氧化碳，并将二氧化碳通入到澄清石灰水中的实验，但是没有观察到白色的沉淀，实验失败了，为什么呢？（教师也可以通过其他实验，来创设问题情景。）

(2) 提出问题：实验的成败与反应条件的控制密切相关，我们如何根据实验的目标，通过控制反应条件来顺利地完成任务呢？

(3) 实验探究：利用本课题中的【科学探究】，教师组织学生探究 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 制备实验的条件控制。注意首先要讨论方案（具体见活动建议中的相关部分），然后再进行实验探究。

(4) 归纳总结：首先实验的原理要科学，控制实验的条件可以从以下几个方面来考虑：控制实验的外界条件，如温度、压强、浓度等；控制实验的操作方法，如操作的顺序、操作的要点；注重实验的环保性，实验的试剂尽可能使用无毒无害的物质，实验产生的物质也要注意无毒无害，若有有毒的物质生成，则必须进行对有毒物质的处理；加强实验的安全性，控制好实验的条件，注意实验安全第一的原则。

二、活动建议

【思考与交流1】

实验是本课程的主旋律，科学家是如何进行科学研究的，通过实验应培养自己哪些科学

的思维和科学的品质，并学习科学家的科学探究的精神与方法，教材安排这一【思考与交流】，就是为了使思考这些问题。

教师可以在学生完成了实验 1-1 后，组织学生谈谈自己在实验中的体会，然后结合【科学史话】的阅读，组织学生完成这一【思考与交流】的教学任务。

交流问题参考答案：科学家的科学品质：认真细致，一丝不苟，勇于探索，求实奋进等等。科学家的思维品质：思维的敏捷性、灵活性、严谨性、逻辑性、有序性、深刻性和创造性等等。

【思考与交流 2】

树立实验安全意识是非常重要的。本活动意在使学生正确地认识实验安全问题，不能因为实验有危险而惧怕实验，抵触实验，不做实验，而应该学习如何正确的进行实验和应对偶发事故，以保护好自己。只要科学的对待实验，就能尽可能的避免危险发生。

此【思考与交流】可以放在本课题的最后，在学生学习了实验化学的基本内容和方法，了解了做好实验的基本环节，知道了实验成功的关键之后，思考在实验的过程中应如何保障实验的安全。

教师可以从实际出发，利用实验室或是生活中贴有安全警示图标实物，提出思考与交流中的问题，组织学生讨论，归纳出哪些试剂和实验存在危险，应介绍事故处理措施，如何避免危险的发生。

【科学探究】

目的是通过探究实验室制备 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 的条件，使学生了解实验条件的控制往往是影响实验成败的重要因素，初步练习设计实验的基本方法。

由于 Fe^{2+} 的还原性强，所以整个实验过程中就是围绕着如何避免试剂中的少量氧气和空气中的氧气将 Fe^{2+} 氧化。初步学习如何根据实验的目的，设计实验方案。对于制备实验，可以从实验的原理、实验装置和实验操作几个方面来考虑。（可以参考 2003 年全国统一考试理科综合能力测试试题，实验装置的改进。）在实验设计时应该注重科学性、可行性、简约性、安全性。可以利用教材中的实验与高考题做比较，初步学会评价实验方案的优劣。

探究问题参考答案：

实验原理： $\text{Fe}^{2+} + 2\text{OH}^- \longrightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2 \downarrow$

(1)、(2) 见下表“实验方案设计与记录”；

(3) 可以利用液封来隔绝空气，可选作的试剂应与水互不相溶、密度比水小，不易与空气发生作用，如苯、甲苯、植物油等有机试剂均可，其中植物油是无毒无害的液体，所以最佳试剂是植物油。

实验装置：



实验操作：在试管中加入已经除去了 Fe^{3+} 的 FeSO_4 溶液，在溶液的上方加入少量植物油，用长滴管取 NaOH 溶液，插入 FeSO_4 溶液中加入 NaOH 溶液。



实验方案设计与记录

编号	实验内容	加入试剂	实验操作	原理或结论
(1)	除去 FeSO_4 溶液中的 Fe^{3+}	加入铁粉	过滤	$2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} = 3\text{Fe}^{2+}$
(2)	除去 NaOH 溶液中的 O_2		煮沸	将溶解的 O_2 赶出
(3)	反应体系隔绝空气的方法	在 FeSO_4 溶液上方加入少量植物油	用滴管取少量植物油，滴加在试管中 FeSO_4 溶液上方	植物油的密度比水小，浮在溶液的上方，可以起到隔绝空气的作用

三、实验说明

实验 1-1 蓝瓶子实验

1. 实验目标

(1) 通过实验使学生认识控制实验条件的重要作用。

(2) 使学生初步学会观察和记录实验现象，分析实验现象得出正确结论的一般方法，并书写实验报告。

(3) 通过实验激发学生的学习积极性，培养认真求实的科学态度。

2. 预习指导

(1) 实验原理：亚甲基蓝 $\xrightleftharpoons[\text{被氧气氧化}]{\text{被葡萄糖还原}}$ 亚甲基白，通过观察溶液颜色的变化，来判断改变外界条件对反应速率的影响情况。

这是一个利用对比实验的方法来探究亚甲基蓝被还原的条件的实验。实验中的步骤 1 和步骤 2 的目的是要对比探究溶液酸碱性对该反应的影响。亚甲基蓝与葡萄糖溶液混合，由于亚甲基蓝在碱性条件下易被还原，所以开始溶液的蓝色不易褪去。当加入了 2 mL 30% NaOH 溶液后，振荡，静置，亚甲基蓝被还原为无色亚甲基白；再次振荡锥形瓶，亚甲基白与氧气接触而被氧化，又生成蓝色的亚甲基蓝。如此重复操作，溶液交替出现蓝色和无色。

步骤 3 和步骤 4 中，通过改变反应物氧气或亚甲基蓝的浓度，来研究转化的速率大小。①号试管中液体上部没有空气，所以振荡后溶液不会变为蓝色。③号试管中由于又滴加了两滴亚甲基蓝，使得溶液中亚甲基蓝的浓度增大，所以振荡后溶液的蓝色比①号试管要深，且振荡周期要短。

步骤 5 中，研究温度对该转化的影响，温度升高，反应加快，所以振荡周期变短。

从振荡使溶液变为蓝色，到静置溶液变为无色所需的时间称为振荡周期。

(2) 操作技能：实验的操作比较简单，要预习天平、量筒和滴管的使用方法；固体药品和液体药品的取用方法；振荡锥形瓶中液体的方法（用拇指、食指和无名指拿住锥形瓶口，用手腕轻轻画圈摇动锥形瓶中的液体）；水浴加热时温度计放置的位置等。

(3) 操作要点：步骤 2 中，加入 NaOH 溶液后，振荡变为蓝色，静置变为无色所需时间略长，所以需要耐心等待一会儿。在步骤 3 中，要求①号试管中装满液体，使上部没有空气。

由于温度升高反应的速率加快，所以在 40℃ 的水浴中溶液的褪色速率加快，振荡周期变短，这时操作计时器动作要快速准确。另外水浴加热时温度计应放在水浴的中间位置，控制

温度在 40℃ 左右。

NaOH 溶液的浓度最好控制在 30% 左右，过稀，反应慢，影响教学的进度，过浓，腐蚀性太强，有潜在的安全问题。

水浴的温度不宜太高，否则振荡的周期过短，不利于记录实验现象。

3. 实验要求

要严格按照实验步骤中的操作要求进行实验，尤其是要按照实验步骤中要求的用量进行实验。认真记录实验现象，对于振荡周期的记录要仔细，不得擅自改变周期的时间。

教学中教师可从下述几方面要求或评价学生。

(1) 认真完成实验预习：教师通过检查预习作业或提问了解学生预习的情况，如是否了解了反应原理，是否明确了实验步骤，是否明确了操作方法等。

(2) 步骤 1 中：量筒、托盘天平的使用是否规范。步骤 2 中：振荡的方法是否正确。步骤 3、4 中：倾倒液体的方法是否正确。步骤 5 中：温度计的位置是否正确。是否及时、真实记录实验现象。

(3) 在实验中是否认真细致，是否积极与同学合作。实验后是否能自觉清洗仪器和整理实验台。

(4) 从实验报告的书写规范性、整齐性、科学性等方面考查学生是否认真完成实验报告。

4. 问题与讨论

(1) 比较探究溶液酸碱性对亚甲基蓝与葡萄糖反应的影响。

(2) 本实验主要探究了浓度、温度以及溶液的碱性对葡萄糖还原亚甲基蓝反应的影响。还可以设计在酸性条件下，以及碱性的强弱，温度的高低等不同条件对该反应的影响。

(3) 略。

5. 建议与改进

实验中使用的溶液一定要严格按照实验用品中的要求进行配制，实验的环境温度不能过低，否则实验现象可能和预期的不同。在含有亚甲基蓝和葡萄糖的锥形瓶中，加入 30% 的 NaOH 溶液后，振荡静置，若环境温度较低时，蓝色需较长时间才能褪去，即第一次的振荡周期较长，教师可以用温水配制葡萄糖溶液，但水温不宜超过 30℃。

课题二 化学实验的绿色追求

一、教学设计

化学制品在科学的发展、人类的生产和生活中应用极为广泛，化学制品的研制与开发离不开化学实验。但是化学实验中，可能会用到产生一些对人类和环境有害的物质，另外，化学制品的不合理使用，也会对人类带来一些负面的影响，怎样将这些影响降为零或者说降低到最低极限呢？这正是现代化学实验的一种理想追求。

本课题通过生产和生活中的实例介绍了绿色化学概念；通过【实践活动】“电解水的微型实验”介绍了微型实验的概念；实验 1-2 “氯气的生成及其性质的微型实验”，通过减少实验用品的用量，即化学实验的微型化来减少有害物质的生成，从而达到化学实验的绿色化。实



验 1-3 “污水处理——电浮选凝聚法”就是通过化学手段处理污染的一个实例。

本课题教学重点：了解绿色化学的含义和微型实验的特点，树立环境保护意识。

本课题教学难点：学生利用已有的化学知识来设计一些简单的微型实验。

新课程倡导的学习方式是“主动参与、乐于探究、勤于动手”，教材的编写力求体现这一特点。要落实这种学习方式，教师教学设计中的主导思想也应是让学生主动参与到教学中来，改变单一的讲解为通过讨论、实验活动等方式来组织教学。在教学中，应从学生的已有知识出发，用一些实例，说明在化学实验时，应如何注重对环境的保护，如对于有毒气体的制备、有毒气体的性质实验等要注意对尾气的处理。在实验过程中，要防止或减少有害物质的生成；在日常生活中，也应该用绿色化学的理念和原则来指导我们的行动。

在学生了解了绿色化学的概念后，组织学生阅读资料，然后进行【实践活动】和【思考与交流】，思考【实践活动】中体现了绿色化学的哪些原则，在以往的学习中，还有哪些实验体现了绿色化学的思想，并归纳出在今后的学习中，可以从哪些方面来考虑化学实验的绿色化。在讨论过程中，可以将书中的五个方面选出一个或若干个进行展开，如尾气处理，涉及了哪些有毒气体（如氯气，二氧化硫等），可以用什么试剂进行处理，装置是怎样的，如何操作等等。

在了解了微型实验意义的基础上，教师可适当介绍实验代用品问题。仪器和试剂是进行化学实验的先决条件，但有时缺少某些仪器或试剂，开展实验活动有一定的困难，这就要因地制宜，就地取材，尽量利用现有的或易得的材料，自己动手制作部分简易的实验仪器和试剂，尽一切努力开展实验，可以发动学生参与，一起动手，解决困难。这样做也可以进一步培养学生的实践能力、创新能力和艰苦奋斗的精神。

教学设计参考 1

(1) 引出课题：观察初中实验室用一氧化碳还原氧化铜的实验装置图，提出问题：“为什么在装置的最右端有个点燃尾气的装置？”引出本课题——化学实验的绿色追求。

(2) 提出问题：什么是绿色化学？化学品的使用原则是什么？

(3) 阅读教材，组织讨论，落实绿色化学概念的教学，了解使用化学品的 5R 原则。

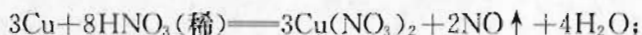
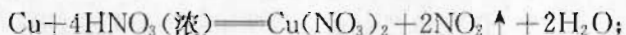
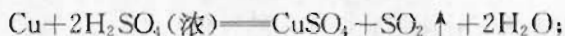
(4) 实践活动：完成教材中的【实践活动】，并且再现初中电解水的装置，组织学生讨论本实验和初中教材中做过的电解水实验有什么不同点？从装置的大小，药品的用量，安全性以及能源的消耗等方面进行比较。这个实验体现了微型环保的绿色化学的理念，借此使学生了解微型实验的特点就是在保证不影响实验效果的前提下，尽可能地减少药品的用量，污染少、操作方便、实验过程快速安全。

(5) 阅读教材并交流【实践活动】的体会，总结开发绿色化学实验的途径。

教学设计参考 2

(1) 创设情景：实验室氢气还原氧化铜实验的试管壁上往往沾有少量的铜单质，如果你是一个实验管理员，你会用什么试剂来清洗呢？

(2) 学生讨论：能溶解铜的反应有：





从反应的条件、反应物的腐蚀性、生成物的毒性等方面来考虑，选择用铁盐溶液最好。

(3) 引出课题：通过上述讨论，使学生认识到化学实验时一定要注重环境保护，同时也要学会保护自己的身体健康，体现以人为本的理念，从而引出本单元的课题——化学实验的绿色追求。

(4) 提出问题：什么是绿色化学？在化学实验室中，使用化学品时，怎样体现绿色化学的思想？化学品的使用原则是什么？

(5) 组织讨论，阅读教材：落实绿色化学概念的教学，了解使用化学品的 5R 原则。

(6) 实践活动：完成教材中的【实践活动】，并且再现初中电解水的装置，组织学生讨论本实验和初中教材中做过的电解水实验有什么不同点？从装置的大小，药品的用量，安全性以及能源的消耗等方面进行比较，从而了解微型实验的特点是在保证不影响实验效果的前提下，尽可能减少药品的用量，其仪器容量小、污染少、操作方便、实验现象直观明显、实验过程快速安全。

(7) 阅读教材并交流【实践活动】的体会，总结开发绿色化学实验的途径。

二、活动建议

【实践活动】

该实践活动内容是一个电解水的微型实验，目的是通过实验，比较与初中学习的电解水实验的不同点，了解微型实验的特点，以及微型实验与绿色化学的关系。实验原理可以作为实验 1-3 的知识铺垫，电解水的实验学生虽然熟悉，但是实验原理并不清楚。在此实验中，要讲明加入 5% NaOH 溶液是为了增大溶液的导电能力，溶液中的 H^+ 在阴极放电生成 H_2 ， OH^- 在阳极放电，生成 O_2 。本实验安全，无毒，对环境和学生的身体都不会造成危害，如果有条件应该让学生亲自动手完成实验。

实验中在点燃气泡时，应注意与实验装置保持一定的距离，防止碱液在爆鸣时溅入眼睛；虽然使用的是稀碱液，但也要注意不要将溶液沾在皮肤和衣服上。另外可用 10% 的稀硫酸来代替稀 NaOH 溶液来增强溶液的导电性。

【思考与交流】

上述【实践活动】后，组织学生讨论，以认识微型实验。本实验减少反应物的用量，减少了实验的危险性，节约了能源，但是实验现象和实验的结果都没有改变，实验效果很好。

实践活动是从减少实验试剂的用量这个方面来体现化学实验绿色化的，教师也可以在此基础上做如下拓展：实验室制备有毒气体时一定要进行尾气的回收；实验室可用氯酸钾分解或用双氧水分解来制备氧气，从反应结果和过程看，双氧水分解反应后的生成物是水，没有污染，且反应不需加热，节约能源；另外还可以通过控制滴加双氧水的量来控制反应的速率和生成氧气的量，可根据需要随时停止反应，从而也利于节约药品。

活动流程：

1. 电解水的微型实验从哪些方面体现了化学实验的绿色化？
2. 在学习化学的过程中，还有哪些实例体现了化学实验绿色化的思想？
3. 有哪些反应可以用于实验室制氧气，从绿色化学观点来看，选用哪种药品比较好？利用这种药品制备氧气时还有哪些优点？



4. 归纳总结化学实验绿色化的主要途径有哪些?

【学与问】

这里设计的两个小问题,都是在知识上为实验 1-2 的实施做准备,学生在化学必修 1 和必修 2 中分别学习了氯气的有关性质,并且也做过一些相关的实验,但实验均属于常规的实验。教师要利用这一活动,让学生做好实验前的预习。

参考答案

氯气通常情况下是黄绿色有刺激性气味的气体,能溶于水,常温常压下 1 体积的水约能溶解 2 体积的氯气。它的化学性质很活泼,具有氧化性,能将 Fe^{2+} 、 Br^- 、 I^- 氧化成 Fe^{3+} 、 Br_2 、 I_2 ;能与大部分的金属反应生成金属氯化物,如氯气与铁、铜、钠等金属反应生成氯化铁、氯化铜、氯化钠等;能与很多非金属反应,如与氢气反应生成氯化氢;与水反应生成盐酸和次氯酸;与氢氧化钠溶液反应生成次氯酸钠、氯化钠和水。

三、实验说明

实验 1-2 氯气的生成及其性质的微型实验

1. 实验目标

(1) 通过微型实验呈现学生已知的氯气的生成反应和性质实验,从而使学生认识和体验微型实验的意义及与常规实验的关系。

(2) 培养进行化学实验创新设计的意识。

2. 预习指导

(1) 实验原理:了解实验室制氯气的原理: $\text{KClO}_3 + 6\text{HCl} = \text{KCl} + 3\text{Cl}_2 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$ 。

利用【学与问】组织复习氯气具有的物理性质和化学性质。教师可提供下面的表格,让学生回忆或查书后填写完成。

物理性质	颜色、状态、气味		
	溶解性(水、苯、四氯化碳等)		
化学性质		化学方程式	实验现象
	与金属反应		
	与非金属反应		
	通入含 KSCN 的 FeSO_4 溶液		
	通入 KBr 溶液		
	与湿润的淀粉碘化钾试纸作用		
	与湿润的有色布条作用		
	与水反应		
	与碱反应		

由于氯气与金属铁、铜、钠以及非金属氢气的反应需要加热点燃,所以无法利用本实验的微型实验装置来完成。针对这一点可组织学生讨论,进一步探讨微型实验的特点。

(2) 操作技能:巩固固体药品和液体药品取用方法的掌握。

(3) 操作要点:微型实验,实验药品的用量一定要少,本实验中氯酸钾的用量就是芝麻

大小的两粒，可以用药匙柄的后端小药匙来取用，而其他液体试剂均只取一滴。在使用滴管时，每次都要清洗滴管，避免不同试剂的交叉污染。氯气能与 NaOH 溶液反应，生成的次氯酸钠和氯化钠均是无色溶液，为了观察到现象，我们在 NaOH 溶液中滴加了酚酞，反应时溶液的红色逐渐褪去。氯气与 KBr 溶液的反应，溶液显现橙色的时间略长，需要耐心等待一会儿才能观察到。

3. 建议与改进

实验时，可以先在白色的纸上写好化学试剂的化学式或名称以及标号，再压上玻璃板，根据白纸上的化学试剂的名称来滴放试剂，以避免将试剂的位置记错。另外，NaOH 溶液的浓度可以高一些，且应多滴一滴，以便将多余的氯气吸收，防止对环境的污染。本实验只要严格控制实验时药品的用量，实验时几乎闻不到氯气的刺激性气味。

也可以用培养皿代替玻璃板，但表面皿的直径要略大于培养皿的直径。

氯气与水反应能生成次氯酸，次氯酸具有强氧化性，能使有色物质漂白，利用此装置还可以进行氯气与湿润的有色布条作用，有色布条被漂白成白色；与湿润的 pH 试纸作用，试纸先变红后变白等实验。

滴有酚酞的 NaOH 溶液由红色变为无色，是由于中和褪色还是漂白褪色，这也是一个很好的探究课题。教师可以让学生自己探讨，通过提出假设，实验验证，得出结论。可向褪色后的溶液中再滴入 NaOH 溶液，若是中和褪色，则观察到的现象是，溶液变为红色；若是漂白褪色，则溶液不会变为红色。

4. 问题与讨论



(2) 这是一个开放性的问题，教师可以从反应的原理入手，让学生展开充分的讨论。这套简易装置可以用来制备气体并试验气体的性质，有关的反应不需要加热。此装置适宜的实验还有：CaCO₃ 与盐酸反应生成 CO₂，CO₂ 与 Na₂O₂、紫色石蕊溶液（湿润的蓝色石蕊试纸）、Ca(OH)₂ 或 Ba(OH)₂ 反应。Na₂SO₃ 与 H₂SO₄ 反应生成 SO₂，SO₂ 与品红溶液、溴水、碘和淀粉的混合溶液、紫色石蕊溶液（湿润的蓝色石蕊试纸）、酸性 KMnO₄、H₂S 溶液反应。

5. 拓展实验

可以利用计算机的软盘盒或 CD 盒来完成上述实验。这些盒的材质均为塑料，可以用粗铜丝在酒精灯上烧至红热（铜丝传热很快，注意铜丝后端的塑料皮不要剥去，避免烫伤，可以用铁质的螺丝刀来代替铜丝），在软盘盒或 CD 盒盖的中心烫出一个直径约为 5 毫米的圆洞，以便滴加试剂。实验时在盒底的中心放 KClO₃，在它的周围滴其他试剂，盖好盖，通过小圆洞向 KClO₃ 上滴加浓盐酸，观察实验现象。可以发现在试剂的上方盒盖上有水雾，这说明反应是放热的。

实验 1-3 污水处理——电浮选凝聚法

1. 实验目标

- (1) 了解电浮选凝聚法处理污水的原理及装置，复习胶体的性质。
- (2) 通过实验，使学生认识化学在解决污染问题中的作用，培养学生保护环境意识。



2. 预习指导

实验原理：利用电解原理对污水进行处理，其中电解的原理学生是未知的，实验之前需要补充这些知识，预习时首先要明确实验原理。非惰性电极 Fe 作阳极，电极自身发生氧化反应生成亚铁离子： $\text{Fe} - 2\text{e}^- = \text{Fe}^{2+}$ ，另外水中负二价氧也发生氧化反应生成氧气： $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- = 4\text{H}^+ + \text{O}_2 \uparrow$ ；阴极水中正一价的氢发生还原反应生成氢气： $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow$ 。实验从两方面来达到净化水的目的：第一是电凝聚，在阳极除了电极发生的氧化反应外，还发生反应： $4\text{Fe}^{2+} + 10\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 = 4\text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow + 8\text{H}^+$ ，由于 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 具有吸附性，可将水中的污染物小颗粒吸附而沉积下来，从而达到净化水的目的。第二是浮选，在实验过程中，阴极生成的氢气气泡将污水中的悬浮物带到水的表面，在水面上形成浮渣层，易与水体分离，从而达到净化水的目的。

本实验是在实验室模拟用电浮选凝聚法净化水，在实际的生产实践中由于此方法的耗电量较高，所以其成本较高。

操作技能：调节溶液的 pH 时需要使用 pH 试纸，试纸放在洁净干燥的表面皿中，用洁净干燥的玻璃棒蘸取溶液，滴在 pH 试纸上，待液体散开后，与标准比色卡对比，读取溶液的 pH。若 pH 没有达到 5~6 的要求，再次使用玻璃棒和表面皿时必须清洗干燥后才能使用。

操作要点：为了便于观察到污水变清的实验现象，还可以在水中加入少量的有机染料，通过观察溶液的颜色变化来判断污水是否被净化。但是使中间水层彻底变澄清需要很长的时间，只要观察到溶液的颜色变浅即可说明问题。

3. 实验要求

严格按照实验步骤中的要求进行实验，必须使用直流电源，在使用电源时应该小心，防止触电。溶液的 pH 需要调到 5~6 之间。当溶液的 pH 大于 6 时，可以用稀盐酸来降低溶液的 pH，若溶液 pH 小于 5，我们可以通过加入 NaOH 溶液来调节 pH 达到所需的范围。

认真记录实验现象（参考下表），实验开始时应引导学生观察两电极上产生的气体及气体的颜色，推测气体是什么气体。实验中注意观察溶液颜色的变化。实验快结束时观察到污水表面逐渐形成一层浮渣，容器底部也积聚一层沉渣。完成实验报告，做好评价。

实验记录

实验过程	实验现象	实验结论
实验开始前	污水的颜色_____	
实验开始时	阴极_____，阳极_____	
实验结束时	污水的颜色_____，污水的上层_____ _____，污水的底层_____	

4. 建议与改进

为了加快实验的速率，可适当增大直流电源的电压和电极金属板的面积。污水中还需加入少量的 Na_2SO_4 溶液，以增大溶液中的离子浓度，从而增大溶液的导电性，加快电解速率，达到快速净化的目的。

建议用硫酸代替盐酸来调节溶液的 pH，否则 Cl^- 也可能在阳极放电生成氯气，造成环境污染。

5. 问题与讨论

教师应指导学生通过图书馆的书籍中、互联网上、报刊杂志等查找资料，组织进行交流。

6. 拓展实验

(1) 塑料多用滴管可以用医用开塞露的小塑料瓶或青霉素针剂瓶代替。废物利用，实验安全可靠，实验时间短，实验现象明显，人人都可以亲自动手来完成实验。实验的废水中加入少量的硫酸钠，是为了增大溶液的导电性，加快净化的速率。

(2) 自制小电池实验，选用的电极的面积要尽可能大一些，以增大溶液与电极的接触面，增大电池的输出电流。导线要尽可能的短一些，以减少电流的损失。小灯泡所需的电压较大，可以用“电子小玩具”或二极管代替。取出电子玩具中的纽扣电池，将自制的电池与其相连，就能发出美妙的声音。

归纳与整理

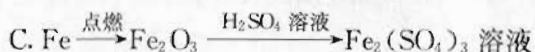
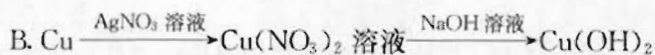
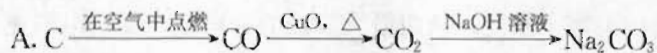
本单元内容的教学应在三个方面得到落实：一是对化学实验的认识，二是对实验化学学习方法和要求的了解，三是相关意识和观念（如安全和环保意识、实验条件控制的意识等）的形成。因此作为本单元学习的复习总结，归纳整理可以围绕这三方面进行。最好能引导学生结合前一阶段的学习体验，对这三方面的重点内容进行展开、细化并归纳。

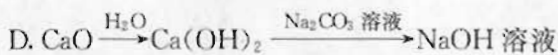
通过本单元的学习，学生对于上述三方面内容的认识和理解只是初步的，进一步的认识需随本课程后续的学习不断加深；而不同学生因其环境和个体的差异，对本单元内容的认识和体会也会存在差异。为保证最基本的教学要求，同时鼓励学生有个性地发展，教师在教学中，一是要通过学生的归纳整理了解这些差异，二是要根据本课程的需要和学生的整体情况，确定一个归纳整理的适当标准，作为本单元对全体学生的基本教学要求，可以参考教材上“归纳整理”中所提供的条目，并根据学生和教学的实际，有针对性地进行补充与删减。

教学资源

参考习题

1. 微型实验有哪些特点？实验室里的哪些实验可以改成微型实验？试设计1~2个微型实验。
2. 通过对本单元的学习，谈谈你对绿色化学的理解。在化学学习中，哪些实验或事实体现了绿色化学的思想？
3. 实验室进行下列有关物质的准备中，理论上正确、操作上可行、经济上合理的是()。





4. 实验室制取氯气的反应原理是_____；氯气具有较强的_____性，可以与_____等反应，分别写出这些反应的化学方程式_____。

5. 双氧水在常温时能缓慢地分解生成氧气，反应的化学方程式是_____；(1) 若将反应的温度升高，则反应的速率会_____；(2) 若向其中加入少量的 MnO_2 ，则反应速率会_____，说明 MnO_2 在该反应中起_____作用。实验室如果用双氧水来制备氧气，你选择上述两种方案的_____（填序号 1 或 2），理由是_____。

6. 测定铜合金中铜的含量，可以用稀硝酸来溶解样品，也可以用双氧水和稀盐酸溶解样品，其反应的化学方程式为： $\text{Cu} + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{HCl} \longrightarrow \text{CuCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 。假设样品中其他成分不与稀硝酸、双氧水和盐酸反应。

① 写出铜与稀硝酸反应的离子方程式并标出电子转移的方向和数目_____。

② 在铜与双氧水、盐酸的反应中氧化剂是_____，若有 2 mol 的 H_2O_2 参加反应，则电子转移的物质的量是_____。

③ 用双氧水和稀盐酸溶解样品与用稀硝酸溶解样品相比较，哪种更好？为什么？

④ 若称取样品的质量为 $a \text{ g}$ ，用足量的双氧水溶解后，剩余残渣经过洗涤干燥称得质量是 $b \text{ g}$ ，则样品中含铜的质量分数为_____。

参考答案：

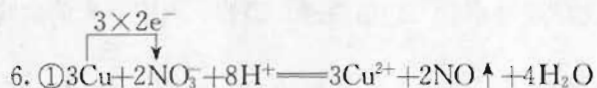
1. 微型实验的特点是药品用量少、仪器容量小、减少了污染、方便了操作、实验现象直观明显、实验过程快速安全。实验室中，许多在试管中完成的物质的性质实验，在不影响实验观察的前提下可以改用微型实验，如硫酸铜溶液与氢氧化钠溶液反应，硫酸铜溶液与氯化钡溶液反应，硫酸铝溶液与氨水反应，氯化铁溶液与 KSCN 溶液等离子反应，均可以在点滴板中进行。有些气体的制备实验可以改为微型实验，如我们可以将医用带橡胶塞的针剂小瓶作发生容器，用空圆珠笔芯作导管进行实验。

2. 略。

3. D。

4. $6\text{HCl} + \text{KClO}_3(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{KCl} + 3\text{Cl}_2 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$ ，氧化，大部分的金属单质（铁、铜、钠等），非金属单质（氢气、磷等），水，碱（氢氧化钠、氢氧化钙等）。方程式略。

5. $2\text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$ ；加快；加快，催化；2，反应不需要加热，实验的装置相对简单，操作简便、安全，并且节约了能源，催化剂可以回收重复使用，节约了药品。



② 双氧水，4 mol

③ 双氧水更好，因为双氧水在酸性条件下氧化单质铜后的产物中没有污染空气的有害气体

$$\textcircled{4} \frac{a-b}{a} \times 100\%$$

资料

1. 微型实验

起源于20世纪80年代的微型化学实验是国际公认的一种在微型化的条件下进行化学实验的新技术和新方法。微型实验以尽可能少的药品用量来获取最有效的实验信息，其特点是：药品用量少（一般为常规量的1/10~1/1000）、仪器容量小、污染减少、操作方便、实验现象直观明显、实验过程快速安全。在化学教学改革和化学实验改革中，微型化学实验有独到的教学功能和教学效果，引起世界各国化学界的高度重视。

2. 绿色化学

绿色化学又称环境无害化学（Environmentally Benign Chemistry）、环境友好化学（Environmentally Friendly Chemistry）、清洁化学（Clean Chemistry）。绿色化学既是用化学的技术和方法去消灭或减少那些对人类健康、社区安全、生态环境有害的原料、催化剂、溶剂和试剂在生产过程中的使用，同时也要在生产过程中不产生有毒有害的副产物、废物和产品。绿色化学的理想在于不再使用有毒、有害的物质，不再产生废物，不再处理废物。从科学观点看，绿色化学是化学科学基础内容的更新；从环境观点看，它是从源头上消除污染；从经济观点看，它合理利用资源和能源，降低生产成本，符合经济可持续发展的要求。

3. 绿色化学的12条原则

- (1) 防止废物的生成比其生成后再处理更好。
- (2) 设计合成方法应使生产过程中所采用的原料最大量地进入产品之中。
- (3) 设计合成方法时，只要可能，不论原料、中间产物和最终产品，均应对人体健康和环境无毒、无害（包括极小毒性和无毒）。
- (4) 化工产品设计时，必须使其具有高效的功能，同时也要减少其毒性。
- (5) 应尽可能避免使用溶剂、分离试剂等助剂，如不可避免，也要选用无毒无害的助剂。
- (6) 合成方法必须考虑过程中能耗对成本与环境的影响，应设法降低能耗，最好采用在常温常压下的合成方法。
- (7) 在技术可行和经济合理的前提下，采用可再生资源代替消耗性资源。
- (8) 在可能的条件下，尽量不用不必要的衍生物，如限制性基团、保护/去保护作用、临时调变物理/化学工艺。
- (9) 合成方法中采用高选择性的催化剂比使用化学计量助剂更优越。
- (10) 化工产品要设计成在其使用功能终结后，它不会永存于环境中，要能分解成可降解的无害产物。
- (11) 进一步发展分析方法，对危险物质在生成前实行实时监测和控制。
- (12) 要选择化学生产过程的物质使化学意外事故（包括渗透、爆炸、火灾等）的危险性降低到最小程度。

这12条原则目前为国际化学界所公认，它反映了近年来在绿色化学领域中所开展的多方面的研究工作内容，同时也指明了未来发展绿色化学的方向。



第二单元 物质的获取

本单元说明

一、教学目标

1. 学习物质分离和提纯的常见方法，掌握每种方法的原理、适用情况及操作技能，并能根据常见物质的性质设计分离、提纯物质的实验方案。
2. 初步掌握物质的制备思路及合成方法，了解物质的制备对社会进步、人类生活、生产的积极作用。
3. 了解现代分离技术。
4. 通过实验培养学生实事求是的科学态度，并了解化学实验在学习和研究化学中的作用。

二、内容分析

1. 地位与功能

本单元是学生正式进入系统实验技能学习的开始。在此之前，学生已经在初中和高中必修课程的学习中接触了一些化学实验的知识，其中包括混合物的分离和几种物质的制备，但是这些知识都是零散的。本单元的教学目标就是在原有知识、技能的基础上，学习新的知识和技能，并最终建立较为完整、科学、系统的知识体系。

本单元的内容，突出物质分离方法的选择和获取物质的基本思路两条主线，既是实验化学课程的基础，也是学生今后继续学习或工作中进一步发展的基础。物质的检验需要获得较纯净的物质，研究物质的性质同样也需要较为纯净的物质。因此在教材的安排上，把本单元作为第二单元放在物质的检测和研究型实验之前。

2. 内容结构

本单元包括单元引言及“物质的分离与提纯”和“物质的制备”两个课题，考虑到制备物质首先需要纯净的原料，制备出来的物质同样也需要利用各种方法进行产品的纯化。因此，在安排这两部分内容时，将物质的分离、提纯放在物质的制备之前。每个课题中各安排了三个基本实验，每个实验之后又附有若干拓展实验以供选择。

在单元引言中，教材以学生做过的化学实验及相关物质提纯与制备技术的应用和发展实例为依托，通过思考与交流活动和实例介绍，一方面将学过的分离、提纯方法进行复习、分析和归纳；另一方面对化学合成的原理和意义作了简要说明，为后面两个课题内容的学习作知识、认识上的铺垫。

课题一首先通过【思考与交流】对已学过的分离、提纯物质的基本方法进行系统整理、复习，在使学生回忆起已经学过的过滤、蒸发、蒸馏、萃取等基本操作的同时，强调分离方

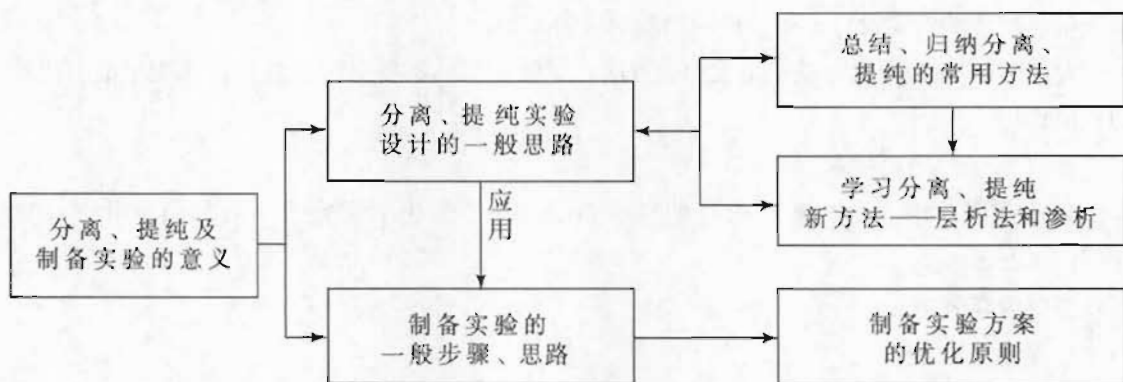
法与物质性质之间的联系、分离方法与所需仪器及操作要点之间的联系。在此基础上,又引导学生通过实例应用所学方法并进一步归纳出分离、提纯实验设计的一般思路。为以后学生自主选择分离、提纯的方法、自行动手进行实验打下基础。

在对学生已知的分离、提纯方法系统回顾、整理之后,教材又由具体的实践活动引出两种常用的分离、提纯方法——层析法和渗析。让学生通过具体的实验,学习、体会层析法和渗析的原理和适用范围。

课题二首先以学生熟悉的二氧化碳制取实验为例,通过连续的几步设问,剖析物质制备的思路,引出制备物质的一般过程,并结合阿司匹林的制备,具体分析、说明如何选择原料。

接着以 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 的制备为例说明选择反应路径时应考虑的问题。然后以实验引出实验条件选择的重要性。最后给出制备物质流程设计的优化原则。

本单元内容结构可图示如下:



3. 编排特点

(1) 实验为主,知识辅助。实验是本课程的主题,教材中每个实验除了在操作技能上有一定的要求以外,还会涉及一些相关的化学知识。这些化学知识有的是学生已经掌握的,也有的是学生没有学习过的。对于那些学生没有学习过的化学知识,教材或从实验原理的角度加以介绍,或利用【资料】栏目进行补充。例如,实验2-3中,设计用 CCl_4 萃取碘单质。碘单质在水中的溶解度小于在 CCl_4 中的溶解度,为什么会有这样的性质,教材在【资料】“物质的溶解性与物质的结构”中进行了介绍。

(2) 实验设计的自主性逐步增强。本单元课题二中共包括三个实验,实验一是硫酸亚铁铵的制备。这个实验无论是原料还是实验步骤都是已经设计好的,这样学生的实验过程基本是统一的。实验二是乙酸乙酯的制备,目的是通过实验对浓硫酸在酯化反应中的作用进行探究。这个实验原料相同,但是学生需要自行设计探究实验,这样实验中有部分是自主性的。实验三为 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 的制备,这个实验由学生根据条件自己选择原料、根据化学知识自行设计实验方案,并自评实验结果。整个实验过程完全是学生自主的。

(3) 注重反映与本单元内容相关的现代化学学科和技术的发展。如利用【科学视野】介绍新的分离物质的方法和组合化学的思想。让学生体会随着科学技术的不断进步,分离、提纯物质的方法及物质制备的方法在不断更新、进步。

(4) 注重与生活相结合。本单元实验(包括拓展实验)有意识地安排了一些与生活有关的实验,以增强学生将知识应用在生活中能力。例如,海水的蒸馏、从海带中提取单质碘、马铃薯中淀粉的提取、自制肥皂,等等。



三、课时建议

课题一	物质的分离和提纯	5 课时
课题二	物质的制备	5 课时
复习机动		2 课时
小计		12 课时

教学建议

单元引入

本单元的引言从学生的知识基础和生活中所接触的事物出发,说明人类的生存与发展,需要从自然界直接发现、获取或从天然物质中提取人类需要的物质,同时又能够合成各种天然产物的替代品,或者合成自然界中原来并不存在的物质。例如,橡胶的发现、生产以及各种合成橡胶的发明及生产。

在获取物质的过程中,无论是直接从原料中提取,还是经过一定化学反应过程合成制备,都需要利用分离、提纯技术。

因此,与人类生存息息相关的各种物质的制备以及提纯具有十分重要的意义,始终是人类发展历史中追求的目标之一。

学生通过本单元的学习初步了解、掌握物质制备及提纯的目的和方法(如层析、渗析、蒸馏、重结晶、蒸发、过滤、萃取、分液等),了解这些方法的原理及应用的范围,初步了解这些操作涉及的常用仪器的原理及使用方法;并尝试利用一些废物制取一些有用的物质,从中体验化学知识在日常生活、环境保护、科学研究和工农业生产中的实用意义。

具体建议如下:

1. 引导学生从自己的生活经验和知识基础出发,对身边接触的事物进行社会调查,并查阅相关的资料,了解物质的制取及提纯对日常生活和人体健康(如食用盐和工业废盐的区别)、环境监测与保护(大气、水质的污染物的采集及分离、提纯等)、工农业生产(工业原料和产品的质量检验、生产过程的监控;化肥成分的测定等)、科学研究(核材料、半导体材料的发现和制取;超纯物质的获得;试剂的纯度对产品的重要性等)中的重要作用,进一步认识化学实验是学习化学知识、解决实际问题的重要途径和方法,激发学生学习化学的兴趣和参与化学活动的热情。

2. 结合【思考与交流】,引导学生讨论物质组成、结构与物质性质的关系,进一步明确物质性质是其组成结构的反映。认识物质就要通过化学实验从认识物质的性质入手。物质的制取就是利用物质的物理、化学性质,采取不同的途径进行的。

结合中学化学已经学习过的物质制取及提纯的方法展开讨论。

3. 总结以上讨论,得出物质的制取及分离提纯的基本方法。根据原理、性质和分析手段的不同,可分为化学合成法和物理的分离法等。

教学设计参考

社会调查：教师课前将学生分成若干小组，每小组一个专题，分别就物质的制取及提纯在日常生活、工农业生产、科学研究等方面的应用进行社会调查，查阅资料或上网，收集整理相关信息，进行自主学习。并思考下列问题：

(1) 在食盐的生产过程中使用的生产流程有哪些，目的是什么？在实验室如何设计食盐的提纯方法？

(2) 调查纯净水的生产过程，其中都应用了哪些方法，目的是除去哪些不利于人体健康的成分？

(3) 让学生自己设计题目进行探讨。

讨论交流：

(1) 各小组汇报所收集整理的信息，使学生全面了解物质获取和提纯的重要作用和意义。

(2) 结合【思考与交流】和上面的思考题，讨论物质获取及提纯的方法。

总结评价：

明确物质的获取是从物质的性质入手，设计物质制取的方案。

简单应用：从学生的知识基础出发，结合【思考与交流】，举一些学生调查资料中的简单的实例，让学生分析判断其中所应用到的获取物质的主要方法。

课题一 物质的分离和提纯

一、教学设计

通过本单元引入的教学，学生对获取物质的发展过程、不断获取物质的重要性及分离、提纯与物质制备的关系等有了概要的认识，知道了制备物质首先需要纯净的原料，制备出来的物质同样也需要利用各种方法进行纯化，研究物质的性质同样也需要纯净物；而要获得纯净的物质，当然少不了分离、提纯，它是获得纯净物的重要手段，因此掌握常见的几种分离、提纯物质的方法及其原理，并结合物质的物理性质和化学性质，选择合适的途径进行物质的分离是很多实验的基础。

本课题首先对学生已经学过的分离、提纯方法进行系统的复习和整理，在此基础上再学习两种常用分离、提纯方法——层析法和渗析法，补充和丰富学生已有的知识、技能。课题中安排的三个实验在培养学生的基本操作技能上各有侧重。实验 2-1 重点练习纸上层析技术、实验 2-2 重点实践蒸馏技术、实验 2-3 重点应用萃取和过滤操作。通过实验掌握分离、提纯物质的基本方法、技术和分离、提纯实验方案设计的基本思路。

本课题教学内容既是对原有知识的补充，以构建完整的知识体系，更是对原有分散知识的归纳总结。教学中注意提醒学生学习物质分离和提纯的常见方法要掌握每种方法的原理、适用情况及操作技能，并能根据常见物质的性质设计分离、提纯物质的实验方案。

要使学生了解现代分离技术已经成为一门独立的学科，并且广泛地应用于科研、生产等领域。通过实验有意识地培养学生实事求是的科学态度，严格操作的科学作风，并了解化学实验在化学学习和研究中的重要作用。



本课题教学重点：学习、掌握物质分离和提纯常见方法的原理、适用范围及操作技能，并能根据常见物质的性质设计分离、提纯物质的实验方案。

本课题教学难点：层析的实验操作；半透膜的制备（用蛋壳）；海带中碘的提取。

为了更好地落实教学目标，建议采用以下教学活动来完成这部分的教学任务。

在教学过程中要发挥学生的主体作用，同时发挥教师的主导作用。由教师引导学生复习已经学习过的化学知识，同时也培养学生通过各种方式自己学习新知识的能力。在教学内容上可适量介绍化学发展史的内容，让学生体会分离、提纯物质的重要性。在教学过程中一定要利用多种教学手段，发挥多种教学媒体的作用，利用图片、影像资料向学生进行展示，选择一些课题让学生利用网络资源查找信息，如古今中外酿酒的历史及现代技术。鼓励更多的学生参与教学过程，力争在短时间内使学生获取较多的信息量，了解分离、提纯技术的最新发展动态。

本课题知识的难点在层析法原理的教学上，建议将拓展实验——分离菠菜中的色素作为演示实验，以增加教学的直观性，也可以利用录像片介绍柱色谱的实验。

本课题的教学内容包括理论和实验两部分内容，建议教学过程不要把理论知识的总结、讲述与实验完全割裂开来，应使两者既相对独立又彼此渗透。例如，理论部分的教学可结合学校的实际情况选择一些简单的实验；也可将理论部分中分离、提纯物质的原理放在实验后进行。

教学设计参考

1. 以探究式教学复习归纳分离物质的方法

结合【思考与交流1】，引导学生复习和回忆已经学习、应用过的物质分离的方法和适用条件。

问题1：实验室制取氧气后得到的固体剩余物的成分有哪些？可以什么方法分离它们？在实验过程中需要注意哪些事项？这个实验有何实际意义？

通过讨论分析得出结论固体为 KCl 和 MnO_2 ，进一步分析两种物质在水中的溶解性，其中 KCl 易溶于水，而 MnO_2 不溶于水。

根据结论，再引导学生选择分离的方法、实验用到的仪器和用品。

操作及仪器：溶解，涉及的仪器有烧杯、玻璃棒；过滤，涉及的仪器有普通漏斗，铁架台，玻璃棒及滤纸；加热蒸发结晶，涉及的仪器有蒸发皿，酒精灯，坩埚钳，玻璃棒。

进一步讨论实验过程中的注意事项：如溶解时，水量的控制；过滤时的“两低三靠”；加热蒸发时要不停地搅拌等。

还可以设计其他的实验内容。如实验室中用锌粒和稀硫酸反应后的溶液如何制取硫酸锌等。

通过分析讨论，归纳总结分离物质的原理和方法：要根据所需分离物质的物理性质或化学性质，选用不同的方法以达到分离、提纯的目的。

2. 层析法的教学

在课堂上提出问题：分别展示 CuCl_2 和 FeCl_3 溶液及其混合溶液。观察三种溶液的颜色，讨论：如何定性分析混合溶液的成分？有哪些方法？如何将两种离子分离开？

学生的答案会是多种多样的，如观察颜色、产生沉淀等。

教师可以利用流程图分析说明沉淀方法是比较繁琐的。

进一步可以介绍纸层析法。同时展示事先作好的样品（也可以利用课本扉页的彩图介绍）。

接着可以演示或分组进行 Fe^{3+} 和 Cu^{2+} 的混合液的实验，让学生根据现象分析，为什么用混合溶剂？目的何在？纸上出现的色斑对应的离子是哪种？

教师进而介绍层析法的原理：利用混合物中各组分在某一物质中的吸附或溶解性能的不同，使混合物各组分随着流动的液体或气体，通过另一种固定不动的固体或液体，进行反复的吸附或分配作用，使各组分分离的方法叫层析法，也叫色谱法。以滤纸作固定相的载体，叫做纸上层析，此外，还有分别以装在玻璃管中或涂在玻璃片上的吸附剂为固定相的柱层析和薄层层析。

向学生讲解进行纸层析分析操作的注意事项。

纸上层析中要求流动相溶剂对分离物质应有适当的溶解度，溶解度太大，待分离物质会随流动相跑到前沿；太小，则会留在固定相附近，使分离效果不好。因此要根据待分离物质的性质选择合适的流动相。通常，对于能溶于 H_2O 的待分离物质，以吸附在滤纸上的 H_2O 作为固定相，以与 H_2O 能混合的有机溶剂（如醇类）作流动相。

此实验中流动相是乙醇，固定相是水。

纸层析主要应用于微量的物质分离且经常应用于实验过程中的过程分析、混合物的成分分离及鉴定。其优点是用量少，现象明显。但是对实验的操作有较高的要求。如用作固定相和流动相试剂的选取等。

进一步结合实验 2-1 “纸上层析分离甲基橙和酚酞”，分析甲基橙和酚酞在水中和酒精中溶解度的差异性。为什么选择 60% 的酒精溶液作溶剂？可以用溶解实验来说明甲基橙和酚酞在水和酒精中的溶解程度不同。

根据甲基橙和酚酞的变色范围选择的合适的显色剂，应为弱碱性的氨水和有较强碱性的碳酸钠溶液。由于两种指示剂在水或乙醇中的溶解度不同，流动相选择其混合液，为了使甲基橙显色，改为氨水与乙醇的混合液。

在实验的过程中对点样的要求，可以通过展示事先做好的样品或让不同的实验组做对比实验，选择出较好的实验方案。

3. 海水蒸馏实验前的准备的教学

问题讨论：海水的化学成分复杂，含有较多盐类，如氯化钠、氯化钾、硫酸镁等。可以用哪些方法将海水淡化？现代海水淡化的发展近况。如何检验淡化的效果？

学生可能提出多种方法，如蒸馏法，渗析法，离子交换法等。

本实验是通过蒸馏的方法将海水淡化。

海水和淡化水的成分不同，可以用化学方法检验海水中的各种离子，但是因为离子种类繁多，逐一检验比较繁琐，所以可以用比较密度的方法检验淡化的效果。指导学生测量海水和事先准备的淡化水或纯净水的密度。

进一步讨论蒸馏的实验装置的特点及实验过程的注意事项。

二、活动建议

【思考与交流 1】

1. 复习总结已学知识中涉及的实验分离方法，填写表 2-1。



分离方法	适用条件	所需仪器	操作要点
过滤	分离固、液混合物	普通漏斗（或抽滤漏斗）、烧杯、玻璃棒、滤纸、铁架台	“两低三靠”
分液	分离互不混溶的液体	分液漏斗、烧杯、铁架台	上下两层液体分别从两个出口放出
结晶	利用蒸发溶剂或改变温度使溶质达到过饱和而从溶剂中析出	蒸发皿、酒精灯、三脚架（铁架台）、坩埚钳	一般不要将溶剂蒸干
萃取	一种溶质在两种互不混溶的溶剂中溶解度存在较大差异	分液漏斗、烧杯、铁架台	应严格按步骤操作
蒸馏	分离沸点相差较大的液体混合物	蒸馏烧瓶、冷凝管、接液器、温度计	有时要加沸石并注意冷凝管的冷却水的接口

2. 从加热 KClO_3 和 MnO_2 混合物制取氧气后的残渣中分离、提纯 KCl 和 MnO_2 方法的实际应用。

建议先引导学生讨论分析残渣中 KCl 和 MnO_2 的溶解性及溶于水后过滤可以得到 MnO_2 固体，继而采用蒸发滤液，结晶的方法获得固体 KCl 。

3. 以上实验采用了溶解、过滤，蒸发、结晶的方法。讨论分析选择分离、提纯方法要结合混合物在水中或有机溶剂中的溶解性，溶、沸点等其他物理性质，同时要利用其化学性质采用适当的方法进行分离、提纯。

【思考与交流 2】

教学中可以先展示 CuCl_2 和 FeCl_3 溶液及其混合溶液，引导学生分析用化学方法分离的过程，说明用沉淀法分离 FeCl_3 和 CuCl_2 比较繁琐，因为遇碱液两种都会产生沉淀，较难分开；利用两种盐的溶解度进行分离也比较困难；如用铁来置换铜，再进行过滤分离出铜，得到的溶液是 FeCl_2 ，还要将其进一步氧化成 FeCl_3 ；而将铜再制成 CuCl_2 ，也比较麻烦。

在此基础上结合【实践活动 1】介绍用层析方法分离 CuCl_2 和 FeCl_3 的混合溶液的原理及实验，并说明层析法比较简单，只要一些溶剂（丙酮，盐酸）及滤纸即可，时间也不需过长，现象非常明显。

层析法应用于微量的物质分离和实验过程中的过程分析、混合物的成分分离及鉴定。其优点是用量少，现象明显。但是对实验的操作有较高的要求。如用作固定相和流动相试剂的选取等。

层析法是分离、提纯和鉴定物质的重要方法之一，在中学化学教学中第一次接触。从原理到实验都是全新的内容，因此要以教师介绍讲解为主。层析法是分离和鉴定物质的常用实验方法，有多种方式，如纸上层析法等。建议教师先做几个演示实验及事先作好样品或用录像介绍。分析层析法的操作原理及实验方法。

原理的讲解要根据学生的程度来区别处理。

实验要事先试作，以获得较好的效果。

【实践活动 1】

按照教材介绍的方法以演示实验的方式完成实验，也可以以学生分组实验的方式进行。

最好用直径为 2.5~3 cm，长为 25 cm 的大试管来做此实验。

实验中所用毛细管要自己加工，可以用现成的滴管加工拉制。滤纸不宜过宽，宽度在

1 cm左右即可。在滤纸上点的斑点不宜过大,待斑点干燥后再进行层析操作。

根据实验现象——经氨水熏后滤纸上的两种斑点的颜色,分析两斑点各为何种物质。滤纸上端出现红棕色,红棕色的下方出现蓝色。红棕色是 Fe^{3+} 与氨水作用生成的 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 的颜色,蓝色是 Cu^{2+} 与氨水生成的铜氨络离子 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 的颜色。这说明混合物中的 Fe^{3+} 和 Cu^{2+} 已经分开了。

【实践活动 2】

半透膜的制取较为复杂。可以用现成的代用品,或用蛋壳制取。还可以用火棉胶溶液制取。

用自制的半透膜袋(如处理过的蛋壳)装入淀粉液和 NaCl 的混合液,浸入蒸馏水之前要先后用 AgNO_3 试液和碘水分别检验袋中和烧杯中蒸馏水(或去离子水,或纯净水)是否含有氯离子和淀粉。以便于发生渗析后进行对比。

对比实验是科学研究中的常用方法,引导学生进行对比实验,有利于培养学生良好的科学习惯。

以上实验之后,再次引导学生回顾【思考与交流 1】中的表 2-1,进而总结分离提纯物质的操作时,要注意以下几方面的问题:

(1) 最终产物中不得引入新杂质;(2) 尽量减少被提纯的物质的损失;(3) 所涉及的反应要合理,分离较完全;(4) 操作方法简便易行、分离装置简单合理;(5) 所用试剂经济、易得。

三、实验说明

实验 2-1 纸上层析分离甲基橙和酚酞

1. 实验目标

- (1) 了解纸上层析的实验原理
- (2) 掌握用纸上层析分离混合物的方法及成功的关键

2. 预习指导

- (1) 了解物质的溶解性与物质结构的关系(如相似相溶)。
- (2) 利用混合物中各组分在某一物质中的吸附或溶解性能(分配)的不同,使混合物各组分随着流动的液体或气体(称流动相),通过另一种固定不动的固体或液体(称固定相),进行反复的吸附或分配作用,使各组分分离的方法叫层析法。由于纤维对水的亲和力较大,对有机溶剂的亲和力较差,混合溶液点在滤纸上,会被很好地吸附而“固定”在滤纸上(称水为固定相),当滤纸下端接触到的有机溶剂的混合液时,在毛细作用下,有机混合溶剂会向上移动(称之为流动相),并流经固定相。有机溶剂不断从溶有混合物的水固定相流过,使混合物在水与有机溶剂之间连续多次发生分配,结果在流动相有机溶剂中溶解度较大的物质,随有机溶剂移动速度较快,在水中溶解度较大的物质随有机溶剂移动的速度较慢,经过一段时间,它们相对富集的区域就分开了,从而达到分离的目的。

- (3) 了解甲基橙、酚酞在水、乙醇中溶解性的差异。

甲基橙(变色范围 pH 为 3.1~4.4,颜色为红—橙—黄)与酚酞(变色范围 pH 为 8~10,颜色为无色—粉红—红)是两种常见的酸碱指示剂,它们在水中和有机溶剂中的溶解度不同,酚酞易溶于酒精而不溶于水;甲基橙易溶于水。当有机溶剂沿滤纸流经混合物的点



样时,甲基橙和酚酞会以不同的速度在滤纸上移动,酚酞的移动速度快于甲基橙,形成不同的色斑,内部的黄色斑为甲基橙,外部的红色斑为酚酞,从而达到分离的目的。

在实验过程中,滤纸起到固定的作用,将点样吸附在滤纸上,中间的滤芯起到毛细作用,将有机溶剂吸附扩散。由于扩散剂中采用了氨水,使甲基橙显黄色,因为酚酞的显色要在较强碱性条件下。所以要用碳酸钠溶液来使环境变为碱性,才可以观察到红色的色环。

如果离子本身就有不同的颜色,就不必加显色剂。

3. 实验要求

(1) 甲基橙和酚酞的混合溶液、乙醇和氨水的混合溶液(可以由教师或一组学生事先配制好,分发给学生)。

(2) 点样要根据使用的滤纸直径来定。一般用直径为 15 cm 的滤纸较好。

4. 建议与改进

(1) 点样时毛细管应足够细,不能用滴管代替,尽量用小的点样管。最好用 1 微升的点样管,这样,点的斑点较小,展开的色谱图分离度好,颜色分明。样品溶液的含水量越小越好,若含水量大,点样斑点扩散大。样品溶液的溶剂一般是无水乙醇、甲醇、氯仿、乙酸乙酯。点好样的滤纸可以用电吹风的热风吹干或放入干燥器里晾干。

(2) 三滴试样应均匀分布。

(3) 扩散时间较长,可以利用这段时间组织学生观看录像等材料,介绍层析技术的应用。扩散时间控制不同,显色时观察到的色带宽窄不同,一般可以观察到两种颜色不同的色带,外层是酚酞的红色,内层是甲基橙的橙色。

(4) 可以用吸水性较好的其他纸代替滤纸做对比,如餐巾纸等。

(5) 可以进行不同点样直径(直径从 0.2~0.8 cm)的对比实验,观察其扩散(如 1/3; 1/2; 2/3)程度的不同。

(6) 选取有颜色的蔬菜,水果汁(可以根据做实验的时间和本地的情况灵活选择原料)来做实验,加深对色层分析的理解。

(7) 建议结合本实验后的问题与讨论,用蓝色和红色墨水,以及其他各种颜色的签字笔或记号笔,利用本实验方法作色层分析,探究讨论结果。该探究也可以在课外活动中进行。

5. 实验评价

请学生将上述实验中的滤纸干燥,并贴在实验报告册上,教师根据两种物质的分离程度及实验技能、态度等对学生的实验进行综合评价。

建议组织学生展示实验结果,比较实验现象的不同,探讨成功与失败的原因。

6. 问题与讨论

铅笔芯主要成分是石墨,不溶于水和有机溶剂,所以用来作记号不会影响实验现象;钢笔用的墨水主要成分是色素,可溶于水和乙醇,因此,用其作标记会扩散游动,从而影响实验现象的观察。

7. 拓展实验

(1) 用粉笔作色谱柱,分离菠菜中的色素。

选择几片新鲜的菠菜叶,置于乙醇溶液中,轻轻研磨获得提取液,在提取液中竖直放置一根白粉笔。一段时间后,观察现象,可以观察到依次为黄、绿的色带。

可以用各种时令水果、蔬菜或花瓣的汁来做这个实验,如橙汁,有色的萝卜汁,紫甘蓝汁或有色的饮料等。

(2) 向处理后的蛋壳内膜中放入豆浆,可以加入少量的铁盐和钙盐加以强化,以使其现象明显。把蛋膜浸在蒸馏水中,几分钟后检验蒸馏水中的铁、钙等离子。铁离子可以用硫氰化钾溶液检验,钙离子可以用碳酸钠溶液检验。

实验 2-2 海水的蒸馏

1. 实验目标

- (1) 了解蒸馏操作的原理,实验装置的安装要点。
- (2) 掌握蒸馏分离液态混合物的方法。

2. 预习指导

利用溶液中各组分的沸点不同通过加热使各成分(沸点要有较大的差异)分别蒸发出来,并且将不易挥发的物质留在母液中。

海水和蒸馏水的密度因其盐分的含量不同而不同,海水的密度较大,因此浮力较大。海水淡化是人类解决淡水资源短缺的方法之一。

教师要介绍本实验仪器的使用方法及其注意事项。密度计根据其长度选用合适的量筒,也可以在讲台前事先准备样品,让学生观察测量、记录数据。

温度计的位置是要重点讨论的:温度计要在蒸馏烧瓶的支管处,这样才能真实地反映蒸馏出的馏分的沸点。

由于液态物质的结构不同,在沸腾时,有的会发生暴沸现象,使得气体体积迅速膨胀,引起仪器爆裂等事故。所以在蒸馏烧瓶中要加入一些碎瓷片,或加入毛细玻璃管。

冷却水的流向为下进上出,这样冷却的效果好。可以做对比实验(将冷却水的接口顺序反接),分别测量进口的水和出口的水的温度,加以比较。

实验前后要对比实验,实验前用下列方法检验海水中的离子:

Na^+ : 用焰色反应,可以观察到黄色的焰色;

K^+ : 用焰色反应,透过蓝色钴玻璃,可以观察到浅紫色的焰色;

Cl^- : 加入硝酸银溶液,可以观察到白色沉淀,加入硝酸,沉淀不溶解;

SO_4^{2-} : 加入氯化钡溶液可以观察到白色沉淀,加入盐酸,沉淀不溶解。

实验后用同样方法检验在蒸馏水中是否还有上述离子。

3. 实验要求

- (1) 测量海水的密度。
- (2) 如果密度计不够或条件不允许,可以在讲台上统一做一份。与海水的密度数据比较;如果用盐配制海水可以将密度调到 $1.022 \sim 1.025 \text{ g/cm}^3$ 。

4. 问题与讨论

(1) 海水和蒸馏水的密度由于其盐分的含量不同而不同,海水的密度较大,因此浮力较大。

(2) 粗盐的制取与提纯是为了制取固体 NaCl ,所以,水分是要蒸发除去;而制取淡水是要除去盐分,所以要蒸馏;两种方法目标产物不同,装置、方法均不同。

5. 拓展实验



(1) 启发、鼓励学生用代用品设计蒸馏装置，并制取蒸馏水。

(2) 也可用蒸馏的方法制取无水乙醇。(提示：以 96% 以上的乙醇为原料)

实验原理 分离乙醇和水的方法与分离海水不同，因为乙醇和水会形成共沸物。工业乙醇中的乙醇含量为 75% 左右，利用乙醇和水沸点 (78.5 °C 和 100 °C) 的不同，通过蒸馏工业乙醇，可使乙醇汽化并分离出来。由于乙醇分子与水分子之间有较强的相互作用，蒸馏时总会有少量的水随乙醇一起汽化。所以冷凝并收集到的蒸馏物中仍有少量水，但其乙醇含量较工业乙醇提高了。

在两种以上沸点不同又可完全互溶的液体所组成的混合物中，组分分子之间存在较强的相互作用力，在蒸馏时，得到的是具有最低沸点（比所有组分沸点都低）或最高沸点（比所有组分沸点都高）的馏出物。这些馏出物组成与溶液组成相同，沸点也恒定，蒸完冷凝后的液体称为共沸混合物，简称共沸物。如乙醇的沸点是 78.5 °C，它与水共沸物的沸点是 78.15 °C。

实验步骤

(1) 测量乙醇的密度

取 50 mL 工业乙醇置于 100 mL 量筒中，小心放入密度计，测量其密度，记录数据，查阅相关物理化学手册，得该工业乙醇的质量分数。

(2) 蒸馏

①向 100 mL 蒸馏瓶中加入 50 mL 工业乙醇，加入几粒沸石，以防止暴沸。

②连接好蒸馏装置，通入冷凝水。

③小心加热，观察蒸馏烧瓶中蒸汽的变化和温度计示数的变化。当第一滴液体从冷凝管进入锥形瓶时，记录下此时的温度 t_1 ，然后调节温度使从冷凝管流出的液体的流速为 1~2 滴/秒。当温度不再发生变化时，用干燥的锥形瓶接受液体，同时记录下此时的温度 t_2 ，继续观察温度计示数的变化，当温度计的数值上升 1 °C 时，即停止蒸馏，记录此时的温度 t_3 。

④停止蒸馏，先撤去热源，待温度降到 40 °C 左右时，关闭冷凝水，然后按与连接装置顺序相反的步骤拆卸装置。

(3) 测量蒸馏产品的密度

将蒸馏得到的液体倒入 100 mL 量筒中，小心放入密度计，测量其密度。

(4) 整理分析实验数据

利用有关物理化学手册，查得蒸馏后乙醇的质量分数，并与蒸馏前工业乙醇的质量分数对比，分析本次蒸馏提纯的效果。

实验 2-3 从海带中提取碘

1. 实验目标

(1) 掌握萃取、过滤的操作及有关原理。

(2) 了解从海带中提取碘的过程。

(3) 复习氧化还原反应的知识。

2. 预习指导

引导学生预习教材中本实验的原理部分。

将海带烧成灰是为了将其中各种成分转移到水溶液中，加一些酒精是为了使其燃烧更加

充分。碘在海带灰中主要以碘化物的形式存在，如以碘化钾，碘化钠的形式存在。

过滤中要注意两“低”三“靠”。滤纸比漏斗上沿低，溶液比滤纸低；滤纸紧靠漏斗内壁，引流的玻璃棒紧靠滤纸三层处，漏斗下面的导管紧靠烧杯内壁。

海带中含有丰富的碘元素，碘元素在其中主要的存在形式为化合态，例如，KI及NaI。灼烧海带，是为了使碘离子能较完全地转移到水溶液中。由于碘离子具有较强的还原性，可被一些氧化剂氧化生成碘单质。例如： $\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{I}^- \longrightarrow \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ ，生成的碘单质在四氯化碳中的溶解度大约是在水中溶解度的85倍，且四氯化碳与水互不相溶，因此可用四氯化碳把生成的碘单质从水溶液中萃取出来。

萃取的原理：利用某种物质在两种互不相溶的溶剂中溶解度的差异性，进行分离的过程。溶质一般是从溶解度小的溶剂中向溶解度大的溶剂中运动。

在实验室中用分液漏斗进行萃取分离。

3. 实验要求

(1) 加热灼烧中要盖紧坩埚盖，防止海带飞出。最好戴防护眼镜，防止迷眼。

(2) 将海带灰转移到小烧杯中，向烧杯中加入10 mL蒸馏水，搅拌，煮沸2~3 min，过滤。加水要适量。

(3) 向滤液中滴加几滴硫酸，再加入约1 mL H_2O_2 溶液，应观察到溶液由无色变为棕褐色。

(4) 取少量上述滤液，滴加几滴淀粉，观察现象，溶液应变为蓝色。

(5) 将滤液放入分液漏斗中，再加入1 mL CCl_4 ，振荡，静置。引导学生观察描述分液现象： CCl_4 层为紫红色，水层基本无色。

4. 问题与讨论

(1) 碘在酒精中的溶解度大于在水中的溶解度，萃取碘不可使用酒精，因为酒精和水可任意混溶，达不到萃取的目的。

(可以通过演示实验的方法，来说明萃取对溶剂的要求——互不相溶。)

(2) 萃取实验中，要使碘尽可能全部地转移到 CCl_4 中，应加入适量的萃取剂，同时采取多次萃取的方法。

(3) 如果用其他氧化剂（如浓硫酸，氯水，溴水等），要做后处理，如溶液的酸碱度即pH的调节，中和酸性到基本中性。当选用浓硫酸氧化 I^- 离子时，先取浸出碘的少量滤液放入试管中，加入浓硫酸，再加入淀粉溶液，如观察到变蓝，可以判断碘离子氧化为碘。

(4) 要将萃取后碘的 CCl_4 溶液分离，可以采取减压蒸馏的方法，将 CCl_4 萃取剂分离出去。

5. 建议与改进

(1) 实验预习要结合理论知识的学习，介绍萃取的实验原理、实验操作的要点。

(2) 实验中要引导学生严格按步骤操作。

6. 拓展实验

(1) 将草木灰用水充分溶解，搅拌，静置后取上面的清液过滤，然后蒸发结晶即可以得到碳酸钾晶体。

(2) 从紫菜中提取碘，方法同海带制碘的实验操作。因此可以在实验中指定一些实验组



做该实验。

课题二 物质的制备

一、教学设计

本课题是在学生学习了课题一“物质的分离和提纯”后，结合已学习过的物质制备的经验，总结归纳出制备物质的思路与方法，使学生掌握制备物质的一般过程及物质制备实验方案的设计，体会制备物质的思想和实践简单物质的制备。

物质制备在工农业生产、日常生活和科学研究中有重要作用。物质的制备实验，要求学生有牢固的元素化合物知识和较熟练的实验技能，要求学生理解和掌握好各类物质之间的相互转化关系，灵活利用这些关系，可以为寻找物质制备的合理途径、正确地进行物质制备，提供科学的依据和正确的方法。了解制备实验方案的设计方法，对巩固所学元素化合物知识和物质之间的相互转化关系、全面训练实验技能、培养分析问题和解决问题的能力都是很有益的。

本课题首先通过三个具体的实例（制二氧化碳、乙酰水杨酸的合成、制备硝酸铜方案的选择）和两个实践活动（加热泡沫塑料制燃油和燃气、不同的操作制取氢氧化铝）使学生了解制备物质的一般过程以及物质制备实验方案设计的优化原则。在此基础上安排的两个基本实验（硫酸亚铁铵的制备、乙酸乙酯的制备和反应条件的选择）使学生具体学习和体验一些物质的制备方法和思路，深化学生对物质制备过程的理解。本课题安排的最后一个实验是一个综合性实验，该实验要求学生自主选择原料、自行设计实验原理和实验过程。学生通过对原料的选择和合成路径的优化以及产品的提纯来应用本课题所学知识、技能，培养学生思维的严密性，以及实事求是、科学严谨的治学态度。

本课题教学重点：制备物质的一般过程、物质制备实验方案的设计。

本课题教学难点：物质制备实验方案的设计以及方案的优化。

教学建议：

本课题的教学可以从学生已有的制备物质的经验，如二氧化碳的制取着手，充分利用本课题的【思考与交流】，得出实验室制备二氧化碳的步骤，得出气体物质制取的基本思路，并进一步总结出物质制备的一般过程。

有了物质制备的基本思路后，可以根据物质制备的一般过程，结合本课题的三个具体的实例和【实践活动】，采用讨论式的教学方法，由学生提出制备实验的可行方案，并对这些方案进行讨论、比较、归纳，通过教师的点拨、引导、评价（可从原料的获取、利用率，实验的可操作性等方面），由学生设计出物质制备的实验方案，并优化方案中的每一个具体环节。当构建了优化的实验方案后，还应进一步讨论保证实验成功的关键因素：实验条件的选择与控制，然后进行物质制备，最后讨论物质的分离与提纯。在教学过程中应向学生指出优化设计方案应遵循的原则：原料廉价，原理绿色，条件优化，仪器简单，分离方便。在具体教学过程中可按照从特殊到一般的认知规律总结出物质制备的过程和设计实验制备方案的方法。

教学设计参考

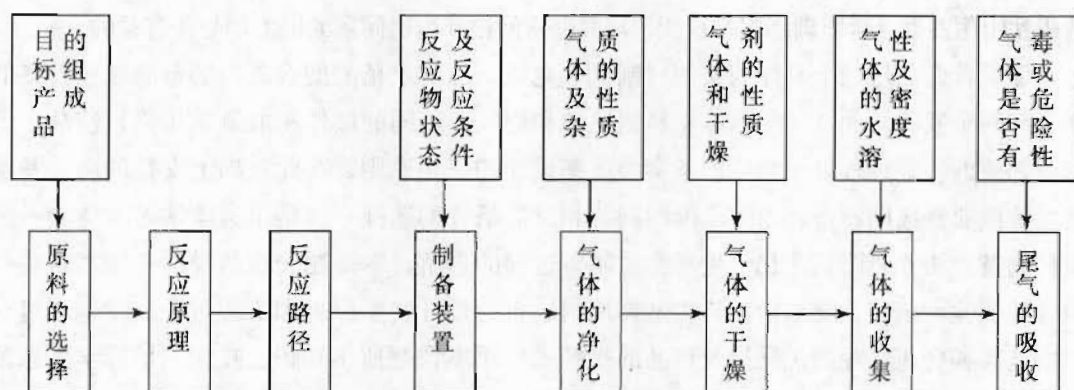
问题探究教学

结合教材中【思考与交流】提出问题：

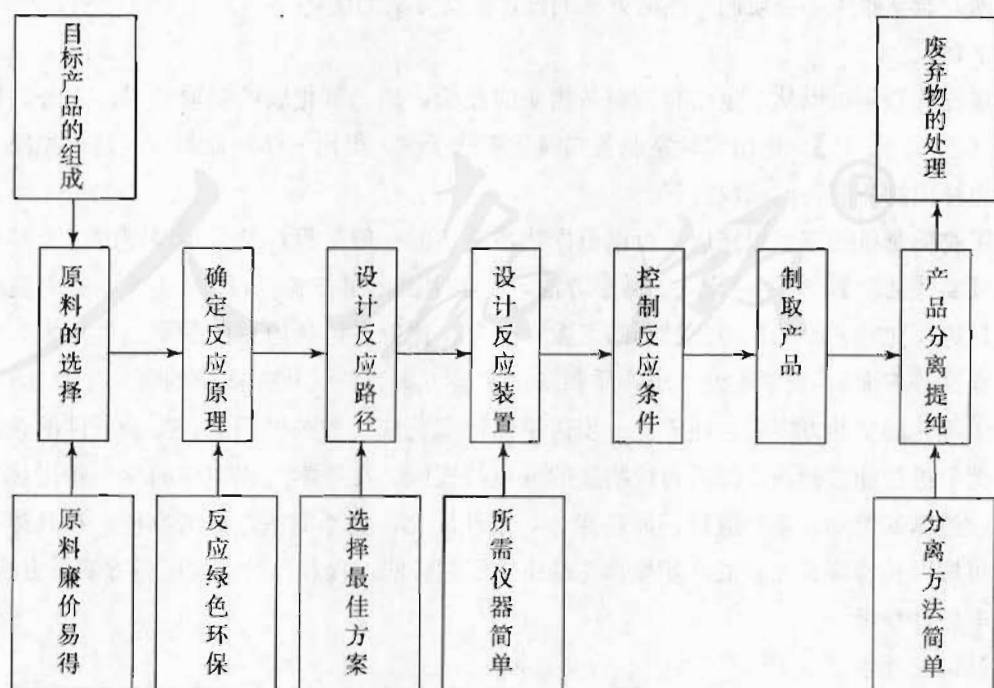
- (1) 能够产生二氧化碳气体的物质有哪些?
- (2) 制取二氧化碳的实验中, 以什么物质为反应物(原料)? 为什么?
- (3) 反应的装置是如何选择的?
- (4) 如果欲得干燥、纯净的气体产物, 应如何设计装置?
- (5) 制取气体的一般过程是什么? 总结出物质制备的一般过程。
- (6) 设计物质制备实验方案时, 每一步应该注意哪些问题?

讨论交流: 以小组合作的方式, 进行小组讨论, 逐一解决上述问题。明确制备二氧化碳的步骤。

归纳总结: 能制取二氧化碳的物质很多, 但是综合实验路径、反应装置、反应条件、产品的分离、提纯以及环境保护等多种因素, 选用碳酸钙和盐酸为原料合适; 根据所用原料判断制得的气体中可能混有的杂质, 确定提纯除杂的方法。由此可以归纳出气体制取的一般步骤:



根据讨论得出的气体制备过程, 遵照由特殊到一般的认知规律, 可以总结出设计物质制备实验的一般过程:





问题应用：由教师演示【实践活动 1】加热泡沫塑料制燃油和燃气，加深学生对原料选择的理解。由学生做【实践活动 2】 AlCl_3 和 NaOH 溶液反应的实验，加深学生对条件选择的理解。

二、活动建议

【思考与交流】

可以将本活动放在本课题的开始作为教学内容的引入。通过对二氧化碳制取的原料选择、反应装置的选择和安装、气体的净化和干燥、气体的收集的讨论引出物质制备的过程。

1. 能够通过化学反应制取二氧化碳的物质有碳酸盐及其酸式盐、木炭、有机物等物质。

2. 制取二氧化碳的实验中，以大理石或石灰石和稀盐酸为原料。选用大理石或石灰石的原因是原料价格低廉，容易得到，反应也容易控制。如果选用碳酸钠或碳酸氢钠等与盐酸反应，反应速率快，不好控制，不利于收集；如果选用木炭燃烧或有机物燃烧，易产生有毒气体，且杂质一氧化碳不易除去。选用稀盐酸的原因是稀盐酸与碳酸钙反应速率不致过快而且二氧化碳中氯化氢杂质少，容易除去；如果选用浓盐酸，反应速率会很快而且二氧化碳中氯化氢杂质多；如果选用稀硫酸，会因为生成微溶的硫酸钙沉淀，使反应无法持续进行下去，无法制得二氧化碳。

3. 根据碳酸钙与盐酸反应的特点：固体与液体反应不需加热，应选用固液不加热装置，制取二氧化碳常选用启普发生器或其简易装置，可以使反应随时发生，随时结束。

4. 如果要制备干燥的气体，可以在气体发生装置与气体收集装置之间增加盛有浓硫酸的洗气装置。

【实践活动 1】加热泡沫塑料制燃油和燃气

安排本实验的目的是帮助学生理解如何根据目标产品中的组分选择原料。本实验可以根据学校的实际情况决定由学生完成该实验或是作为演示实验。开始加热后该实验耗时不长，仅几分钟，但是前期准备工作时间较长，教师用做演示实验可节省时间。

由于泡沫中含有与燃油中相同的元素，选择合适的反应条件和催化剂可以废物利用，制取燃油和燃气。泡沫塑料在一定温度下并有催化剂存在时发生降解，生成的烃混合物通过冷水冷凝，所得液体产物主要是苯乙烯、苯丙烯及二聚体、三聚体等，即汽、柴油的馏分，不能冷凝的是相对分子质量较小的气态烃裂解气。

加热泡沫塑料时，试管内先出现白色烟雾，过一段时间后会发现试管内的泡沫塑料变黏稠，颜色变成红棕色，同时有红棕色烟雾产生；继续加热一段时间在 U 形管内出现冷凝液体产物，冷凝产物为红棕色液体；一段时间后有气泡产生，当有连续的气泡产生时，点燃气态，火焰明亮。实验停止后在 U 形管内液体有芳香气味，向其中滴加酸性高锰酸钾溶液，高锰酸钾溶液褪色。

泡沫塑料在自然界中很难降解，而催化降解废泡沫塑料不但可以消除白色污染，有利环境保护，还可以变废为宝，同时也给学生以启发：在制备实验中，原料的选择除了选用自然界中原有的物质之外，一些废弃物也可以成为制备物质的原料。

【实践活动 2】不同的操作下 AlCl_3 和 NaOH 溶液的反应

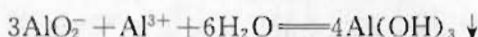
安排本实验的目的是帮助学生理解不同的操作导致不同的反应条件对物质制备的影响。本实验可以由学生完成。

做该实验时教师应指导学生逐滴滴加溶液，边滴边振荡试管，观察现象和生成 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 的沉淀量，如果条件允许，可过滤、干燥并称量两种操作下所得 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 的质量，同时要求学生写出两种情况下反应的离子方程式。

向盛有 2 mL 0.5 mol/L AlCl_3 溶液的试管中逐滴加入 2 mL 0.5 mol/L NaOH 溶液，观察到的现象：出现白色沉淀，沉淀逐渐增多。



向另一支盛有 2 mL 0.5 mol/L NaOH 溶液的试管中逐滴加入 2 mL 0.5 mol/L AlCl_3 溶液，观察到的现象：滴加 NaOH 溶液后出现沉淀，又迅速溶解，持续一段时间后再滴加 NaOH 溶液出现沉淀，沉淀不再溶解，继续滴加 NaOH 溶液直到沉淀不再增加，沉淀量同上次实验大致相同。



该实验不但使学生了解了操作方法的不同对物质制备的影响，而且对实验 2-6 “氢氧化铝的制备” 如何选择最佳反应途径有很大的帮助和启发。

三、实验说明

实验 2-4 硫酸亚铁铵的制备

1. 实验目标

- (1) 以用废铁屑制备硫酸亚铁铵为例，初步体验无机物质制备的过程。
- (2) 掌握水浴加热、过滤、蒸发、洗涤等基本操作。
- (3) 体验利用溶解度的差异制备物质的过程。

2. 预习指导

(1) 实验原理

硫酸亚铁铵俗称莫尔盐，浅绿色透明晶体，易溶于水，在空气中比一般的亚铁铵盐稳定，不易被氧化。 FeSO_4 在空气中容易被氧化，可以用 SCN^- 来检验 FeSO_4 溶液是否变质。由于硫酸亚铁铵在水中的溶解度在 0~60 °C 内比组成它的简单盐硫酸铵和硫酸亚铁要小，只要将它们按一定的比例在水中溶解、混合，即可制得硫酸亚铁铵的晶体。

其方法为：将金属铁溶于稀硫酸，制备硫酸亚铁。



将制得的硫酸亚铁溶液与等物质的量的 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 在溶液中混合，经加热浓缩、冷却后得到溶解度较小的硫酸亚铁铵晶体。



确定 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 质量的方法： $\text{Fe} \sim \text{FeSO}_4 \sim (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

$$m[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4] = \frac{m_1(\text{Fe}) - m_2(\text{Fe})}{56} \times 132 \text{ g}$$

(2) 实验技能

①复习倾析法分离固体与液体以及固体的洗涤。铁屑与碳酸钠溶液加热除油后用倾析法倒掉溶液，先用自来水再用蒸馏水将铁屑洗涤干净，可以用 pH 试纸检验洗涤液的 pH 来确定铁屑是否洗净，然后干燥称量 $m_2(\text{Fe})$ 。



②水浴加热的操作。本实验在铁与硫酸反应时需要将反应物进行较长时间的加热，因为安全原因需要用水浴加热。可将锥形瓶放入盛有热水的水浴锅中加热，实验中可以用大烧杯代替水浴锅。

③复习过滤操作。注意提醒学生过滤时操作应注意的几点。

④沉淀洗涤的方法。过滤结束后，向固体中加入无水乙醇洗涤。

(3) 实验操作要点

①铁屑要首先除油污，因为废铁屑表面有油污，如果不除去不利于铁屑与硫酸的反应。根据盐类水解知识可知，升高温度，促进 Na_2CO_3 的水解，溶液碱性增强，去油污能力增强，所以除污用热碳酸钠溶液。

②铁与稀硫酸反应时为加快反应速度需加热，但最好控温在 60°C 以下。若温度超过 60°C 易生成 $\text{FeSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 白色晶体，过滤时会残留在滤纸上而降低产量，对 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 的物质的量的确定也有影响，会使 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 的物质的量偏高。

③反应中铁要稍过量。铁与稀硫酸反应临近结束时，可剩下一点铁屑，这是因为有 Fe 存在可以还原氧化生成的 Fe^{3+} ，保证 Fe^{2+} 稳定、纯净地存在，减少产物中的 Fe^{3+} 杂质。

④铁屑溶于酸时要注意分次补充少量水，以防止硫酸亚铁晶体析出。

⑤过滤 FeSO_4 时一定要趁热过滤，因为 FeSO_4 在低温时溶解度较小，如果不趁热过滤就会有 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 析出。过滤完后用少量的热水洗涤 2~3 次，但所用热水不可过多，否则后面浓缩结晶溶液时所用时间较长。

⑥在室温下将称出的 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 完全溶解在适量的水中配制成饱和溶液，然后倒入至上一步实验得到的 FeSO_4 溶液中。缓慢蒸发浓缩至溶液表面刚出现薄层的结晶时为止，此时不宜搅动。待冷却到室温时才能过滤，因为莫尔盐在高温时溶解度大，高温时过滤产量低。

⑦洗涤莫尔盐用无水乙醇，不能用水。莫尔盐不溶于乙醇，但易溶于水，用无水乙醇可以除去水，易于干燥。

⑧若直接用实验室提供的已知浓度的 FeSO_4 溶液来制备莫尔盐，可以根据 FeSO_4 溶液的浓度与所取溶液计算出 FeSO_4 的物质的量 $n(\text{FeSO}_4)$ ，再称取与 FeSO_4 等物质的量的硫酸铵的质量 $m[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4]$ ，常温下将 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 配成饱和溶液待用。向已知浓度的 FeSO_4 溶液中加少量铁粉与硫酸加热浓缩，趁热过滤后与配好的 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 饱和溶液混合，然后缓缓加热浓缩，其余步骤同教材实验。

3. 实验要求

(1) 硫酸溶液的配制：硫酸溶液的浓度为 3 mol/L 比较理想，过浓硫酸氧化性较强，会有部分 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} ，过稀会使反应缓慢。配硫酸溶液时注意将用量筒量取好的浓硫酸加入盛水的烧杯中并不断搅拌，冷却后转移到容量瓶中定容，再转移到容器中待用。

(2) 使 FeSO_4 与 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 的物质的量为 $1:1$ 的方法是：根据关系 $\text{Fe}-\text{FeSO}_4-(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 关系式，求出 $m[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4]=\frac{m_1(\text{Fe})-m_2(\text{Fe})}{56} \times 132\text{ g}$ ，然后查找此时室温下硫酸铵的溶解度，求出所需加的水的质量： $m(\text{H}_2\text{O}):m[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4]=100:S_{\text{室温}}$ ，将硫酸铵溶于水，配成饱和溶液。硫酸铵在常见温度下的溶解度见教材中表 2-2。

(3) 实验报告与评价

①本实验是制备实验，要注意实验数据的记录，参考记录表如下：

实验步骤	物质	质量
1. 铁屑的处理和称量	$m_1(\text{Fe})$	
2. FeSO_4 的制备	$m_2(\text{Fe})$	
	$m[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4]$	
	$m[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \text{FeSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}]$	

②教师评价主要是看学生的操作和产量、纯度。而评价学生制得的莫尔盐的纯度可等到下一单元学习了比色法以后用比色法测定莫尔盐的纯度。教育学生在数据处理上要实事求是，不改动数据，养成良好的科学态度。

4. 问题与讨论

(1) 要使硫酸亚铁和硫酸铵之间的物质的量相等，关键之一是铁屑的称量要准确，因此两次称量铁屑的质量时要充分干燥，保证 $m_1(\text{Fe})$ 和 $m_2(\text{Fe})$ 准确；另外在过滤 FeSO_4 溶液时要趁热过滤，否则 FeSO_4 在过滤时会析出，使得到的硫酸亚铁减少。而硫酸铵的质量是根据 $m_1(\text{Fe}) - m_2(\text{Fe})$ 计算得出的，如果 FeSO_4 损失会使 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 的物质的量偏大。

(2) 加热浓缩 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \text{FeSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 时不能浓缩至干，因为这样会使制得的莫尔盐失水。

(3) 若要加快过滤速度，可将溶液静置，使沉淀沉降，再小心地将上层清液引入漏斗，最后将沉淀部分倒入漏斗过滤。加快过滤的另一种方法是抽滤（或减压过滤），利用压强差加快过滤速度。

(4) 硫酸亚铁溶液在空气中容易变质，在操作时要注意：制取 FeSO_4 时要保证铁屑多一点；所用硫酸的浓度不可过高；过滤后向 FeSO_4 溶液中加入几滴硫酸，调节 pH 约为 1~2 之间，因为在酸性条件下， Fe^{2+} 相对稳定；过滤要迅速，使 FeSO_4 溶液在空气中的时间尽可能短；浓缩结晶时温度不宜高。这些措施都可以减少硫酸亚铁溶液被氧化的机会。

5. 建议与改进

(1) 硫酸处理铁屑时会产生 H_2 、少量的 H_2S 、 PH_3 ，由于反应中有氢气产生，为了安全，水浴加热所需的热热水最好事先准备好，热水浴加热反应混合物时不要用明火。由于 H_2S 、 PH_3 有毒，条件允许的话实验最好在通风橱内进行，或者打开实验桌上的通风设备，如果实验在有通风设备的实验室进行，硫酸溶解铁屑时可以不用水浴加热而直接用小火加热，这样可以节约时间。

(2) 硫酸溶解铁屑时不要等铁完全溶解，不要等到完全没气泡才过滤，气泡量较少时就可以停止加热，趁热过滤，这样可以保证 Fe^{2+} 的稳定存在。如果用的是铁锈较多的废铁屑，铁的用量稍微增加一点更好。在硫酸溶解铁屑的加热过程中应不时加入少量的去离子水，以补充被蒸发的水分，保持 15 mL 左右，防止 FeSO_4 结晶出来（水量也不可太多，否则下一步实验进行缓慢）。过滤结束后要将 FeSO_4 溶液的 pH 控制在 1~2 之间，如果溶液的酸性减弱，



则亚铁盐中 Fe^{2+} 与水作用的程度将会增大, 且酸度低时 Fe^{2+} 更易被氧化。在制备 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \text{FeSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 的过程中, 溶液需要保持足够的酸度。

(3) 过滤 FeSO_4 溶液一定要趁热过滤以防止晶体析出。但是如果漏斗温度低仍会有晶体析出, 故建议在热过滤之前可先将滤纸叠好润湿后按要求放入漏斗, 然后将漏斗放在盛有热水的烧杯上预热一会, 效果会更好(如图 2-1)。有条件的学校可以用减压热过滤(趁热抽滤)的方法, 这样效果会更好。

(4) 浓缩结晶莫尔盐时要用小火加热, 防止莫尔盐失水。加热浓缩初期可轻微搅拌, 但注意观察晶膜, 若有晶膜出现, 则停止加热, 不宜再搅拌。本实验也可以用水浴加热浓缩, 但时间会稍微长一些。



图 2-1 预热漏斗

6. 拓展实验

本实验容易做成功。硫酸钾的溶解度如下 ($\text{g}/100 \text{ g H}_2\text{O}$):

0 °C	10 °C	20 °C	30 °C	40 °C	50 °C	60 °C	70 °C	80 °C	90 °C
6.87	8.47	10.03	11.49	13.1	14.2	15.4	16.6	17.6	18.6

硫酸铝的溶解度如下 ($\text{g}/100 \text{ g H}_2\text{O}$):

0 °C	10 °C	20 °C	30 °C	40 °C	50 °C	60 °C	70 °C	80 °C	90 °C
31.3	33.5	36.2	40.4	45.7	52.2	59.2	66.2	73.1	86.8

根据上述数据可以计算出配制 3.5 g 硫酸钾和 6.5 g 硫酸铝所需要的水的量。以室温 20 °C 为例, 3.5 g 硫酸钾溶解在 36 mL 水中可制得饱和溶液, 6.5 g 硫酸铝溶解在 18 mL 水中可制得硫酸铝的饱和溶液, 将两种溶液混合加热到 80 °C 保温并搅拌一段时间, 用玻璃棒蘸取溶液, 在玻璃板上画线, 如果玻璃板上出现白色微粒, 就停止加热, 将溶液自然冷却放置 24 小时后即有块状明矾析出。如果在静置时放入几块现成的明矾晶体, 或用细线吊一块明矾放入烧杯里, 结晶效果会更好。本实验需要保温 80 °C, 应在烧杯中悬挂一支温度计保温。本实验也可以用水浴加热, 若水浴, 温度计放在水浴中效果更好。

实验 2-5 乙酸乙酯的制备及反应条件探究

1. 实验目标

- (1) 制取乙酸乙酯, 初步体验有机物质的制取过程和特点
- (2) 探究浓硫酸在生成乙酸乙酯反应中的作用
- (3) 体验通过实验的方法获取知识的过程

2. 预习指导

(1) 实验原理

乙酸和乙醇在催化剂存在的条件下加热可以发生酯化反应生成乙酸乙酯。反应方程式为:

$$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \xrightarrow{\text{一定条件}} \text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$$
 H^+ 可以用作酯化反应的催化剂。由于该反应是可逆反应, 为了提高乙酸乙酯的产量, 必须尽量使化学反应向有利于生成乙酸乙酯的方向进行, 所以乙酸乙酯的制备反应常选用浓硫酸做催化剂, 浓硫酸除了做酯化

反应的催化剂以外还具有吸水性，可以吸收酯化反应中生成的水，使化学平衡向生成物方向进行，更有利于乙酸乙酯的生成。酯化反应中起催化剂作用的浓硫酸量很少，一般只要使硫酸的质量达到乙醇质量的3%就可以，但在实际实验中浓硫酸的用量往往比较多，就是要利用浓硫酸的吸水性。

(2) 实验技能

①反应物的混合。加入试剂顺序为乙醇，浓硫酸，乙酸。由于反应物中有浓硫酸，所以加入3 mL乙醇后要边振荡试管边慢慢加入2 mL浓硫酸和2 mL乙酸，防止浓硫酸与乙醇、乙酸混合时放出大量热量，造成液体飞溅。浓硫酸不宜最后滴加，以免在滴加浓硫酸的过程中乙酸与乙醇过早发生反应。

②蒸馏操作。本实验中，制取乙酸乙酯的装置是一种边反应，边蒸馏的简易装置，加热应缓慢，反应温度不宜过高，温度过高时会产生乙醚和亚硫酸等杂质，而且会使过多乙醇、乙酸未经反应就脱离反应体系，降低乙酸乙酯的产率。

③分液操作。反应结束后用直尺测有机层厚度，然后将饱和碳酸钠溶液和蒸出产物导入分液漏斗内分液，取有机层回收。

(3) 实验操作要点

①乙酸、乙醇、乙酸乙酯的沸点分别为117.9℃，78.5℃，77.1℃，而乙酸与乙醇反应的温度实际上只有70~80℃，因此开始加热时不要加热到沸腾，先用酒精灯微热（约70~80℃）3~5 min，使乙酸和乙醇充分反应。然后加热使之微微沸腾，并持续一段时间，将乙酸乙酯蒸出，当加热反应物的试管中液体剩下约1/3时停止加热。

②本实验装置中，收集乙酸乙酯的试管中要预先放入饱和 Na_2CO_3 溶液，约占试管容积的1/3。饱和 Na_2CO_3 溶液的作用是：冷凝乙酸乙酯；吸收随乙酸乙酯一起蒸发出来的乙酸和乙醇；乙酸乙酯在 Na_2CO_3 溶液中的溶解度比在水中更小，容易分层析出，便于分液。

③本实验装置中，导出乙酸乙酯的导气管不要伸到饱和 Na_2CO_3 溶液中去，应在饱和 Na_2CO_3 溶液上方一点，防止由于加热不均匀，造成 Na_2CO_3 溶液倒吸入加热反应物的试管中。

④“探究浓硫酸在生成乙酸乙酯反应中的作用”实验中，每次实验乙酸和乙醇取用的体积要相同，加热的时间也要相同，这样更有可比性。

⑤比较有、无浓硫酸存在条件下酯化反应的情况时，只取3 mL乙醇和2 mL乙酸加热，用测量的有机层的厚度与乙酸乙酯制备中有机层的厚度比较就行，这样可以节省时间。在相同的时间内，没加浓硫酸的装置几乎没有乙酸乙酯生成。这就证明了浓硫酸在酯化反应中起了催化剂的作用。

⑥比较“在氢离子含量相同的稀硫酸、浓硫酸作用下，酯化反应的快慢”，实验中得到有机层的厚度明显比没有浓硫酸存在时的厚度大，但是比有浓硫酸存在时得到的有机层的厚度要小，说明 H^+ 是酯化反应的催化剂，再结合浓硫酸的特性，可以推测浓硫酸在酯化反应中起了催化、吸水的作用。

3. 实验要求

(1) 饱和碳酸钠溶液配制：按照室温下的溶解度称取一定质量碳酸钠，溶解在一定的水中配成饱和碳酸钠溶液备用，由教师事先配制好供学生用。



(2) 由学生设计并画出乙酸乙酯制取实验的记录表。

参考实验记录表:

步骤	现象	解释或反应的化学方程式
1. 在大试管中加入 3 mL 乙醇, 然后边振荡试管边慢慢加入 2 mL 浓硫酸和 2 mL 乙酸; 在小试管里加约 1/3 试管饱和碳酸钠溶液, 按教材中图 2-16 所示连接仪器 用酒精灯微热 3~5 min, 然后加热使之微微沸腾, 并持续一段时间		
2. 用直尺测有机层的厚度	有机层的厚度_____cm	
3. 将小试管中的混合物倒入分液漏斗, 分液。下层液体从下面放出, 上层液体从上部倒出回收		

(3) 由学生画出设计实验的记录表。

参考实验记录表:

步骤	现象	测得的有机层的厚度
1. 在大试管中加入 3 mL 乙醇和 2 mL 乙酸; 在小试管里加约 1/3 试管饱和碳酸钠溶液按教材中图 2-16 所示连接仪器 用酒精灯微热 3~5 min, 然后加热使之微微沸腾, 并持续一段时间		有机层的厚度_____cm
2. 在大试管中加入 3 mL 乙醇, 6 mL 3 mol/L 稀硫酸和 2 mL 乙酸; 在小试管里加约 1/3 试管饱和碳酸钠溶液按教材中图 2-16 所示连接仪器 用酒精灯微热 3~5 min, 然后加热使之微微沸腾, 并持续一段时间		有机层的厚度_____cm
3. 在大试管中加入 3 mL 乙醇, 6 mL 6 mol/L 稀盐酸和 2 mL 乙酸; 在小试管里加约 1/3 试管饱和碳酸钠溶液按教材中图 2-16 所示连接仪器 用酒精灯微热 3~5 min, 使乙酸和乙醇充分反应。然后加热使之微微沸腾, 并持续一段时间		有机层的厚度_____cm

(4) 在数据处理上要实事求是, 不改动数据。

4. 建议与改进

(1) 反应前在大试管中预先加入几片干净的碎瓷片, 以防溶液暴沸。

(2) 为了更好地测量有机层的厚度, 可预先向饱和碳酸钠溶液中加入 1 滴酚酞试液。碳酸钠溶液中加入酚酞后显红色, 而上层为无色透明液体, 现象非常明显。

(3) 本实验最好使用冰醋酸和无水乙醇, 尽量不用 95% 的乙醇, 同时采用乙醇过量的办法。

(4) 本实验中的导气管选用长一点的好, 这样可以更好地冷凝生成物, 减少乙酸乙酯的损失。为了减少乙酸乙酯的损失, 也可以作如图 2-2 所示的改进: 在球形干燥管下端连接一短玻璃管, 将其插入饱和碳酸钠溶液液面下 2~3 cm 处, 这样既可增加冷凝效果, 又可洗涤乙酸乙酯, 除去乙酸、乙醇、亚硫酸等杂质, 同时又能防止由于加热不均匀, 造成 Na_2CO_3 溶液倒吸入加热反应物的试管中。

(5) 在“探究浓硫酸在生成乙酸乙酯反应中的作用”的实验中, 由于取用的液体较多, 最好选用大一号的试管, 以保证加热实验的安全。

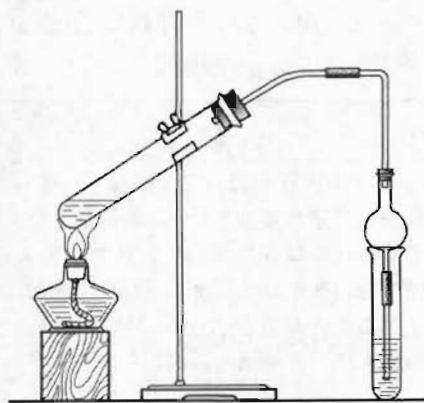


图 2-2 制取乙酸乙酯
简易装置的改进

5. 问题与讨论

(1) 物质的量相等的乙酸和乙醇, 不能全部转化为乙酸乙酯, 因为乙酸和乙醇的酯化反应是可逆反应, 当反应达到平衡后, 各组分的浓度保持不变, 不改变影响化学平衡的条件, 乙酸乙酯的含量不会增加。

(2) 欲提高生成乙酸乙酯反应的限度, 提高乙酸的转化率, 可以采取的措施有: 增加乙醇的用量, 使化学平衡向正反应方向移动, 可以提高乙酸的利用率; 增加浓硫酸的用量, 利用浓硫酸吸水使化学平衡向正反应方向移动; 加热将生成的乙酸乙酯及时蒸出, 通过减少生成物的浓度使化学平衡向正反应方向移动。

(3) 在酯化实验中, 三种不同条件下酯化反应进行的快慢不同: 没有酸催化时, 几乎没有乙酸乙酯生成; 浓硫酸催化时生成的乙酸乙酯的量最多, 形成相同厚度的有机层时间最短; 稀硫酸或稀盐酸催化时, 生成少量的乙酸乙酯, 形成相同厚度的有机层时间较长, 说明浓硫酸在反应 $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ 中起了催化剂、吸水剂的作用, 而稀硫酸、稀盐酸等无机酸仅起了催化剂的作用, 没有促进化学平衡向酯化反应方向移动的作用。由于酯化反应为可逆反应, 而稀硫酸、稀盐酸等无机酸催化酯化反应的效果较浓硫酸差, 因此探索乙酸乙酯发生水解反应时, 不利于酯化反应的稀无机酸催化剂有利于酯的水解。因此, 乙酸乙酯的水解用稀无机酸的催化效果比用浓硫酸的效果好; 同时由于乙酸乙酯水解生成了乙酸: $\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$, 如果用无机碱催化乙酸乙酯的水解, 会使碱与生成的酸反应, 降低生成物乙酸的浓度, 从而使化学平衡更容易向水解的方向移动, 所以, 乙酸乙酯水解的适宜条件为无机酸或无机碱催化, 最佳条件是用无机碱催化乙酸乙酯水解。

6. 拓展实验

(1) 厨房中制胶水

该实验是利用了酪蛋白的性质: 酪蛋白不溶于水、酒精及有机溶剂, 但溶于碱溶液。在牛奶中酪蛋白约占牛乳总蛋白的 80%, 室温 20°C 加酸调节脱脂乳的 pH 至 4.6 时酪蛋白就会沉淀, pH 升高酪蛋白又会溶解。本实验加醋酸就是为了使酪蛋白沉淀, 过滤得到酪蛋白加 NaHCO_3 使 pH 升高成胶水状。本实验要制得黏合效果好的胶水需注意以下几点:

①最好用白醋, 这样制得的胶水为白色黏稠状。②最好用脱脂奶, 普通牛奶中有脂类物



质,如果用普通牛奶加醋酸,后面过滤的时间较长,而且制得的胶水黏合效果不好。③加小苏打不宜多,否则制得的胶水中小苏打颗粒多。

(2) 自制肥皂

本实验可以选用植物油(如花生油、橄榄油、色拉油等),也可以选用猪脂肪加热提炼出来的油脂,具体视原料是否易得、价格是否便宜来决定。

肥皂可按下面方法制取:

称取4~5 g猪油(或8~10 mL植物油),加入10 mL乙醇、5 mL水、2~3 g NaOH固体,放入蒸发皿中加热5~10 min(其间用玻璃棒取出几滴试样放在试管里,加入4~5 mL水,把试管浸在热水浴中或放在火焰上加热,并不断振荡。如果混合物完全溶解,没有油滴分出,表示皂化已达完全,若还有油滴,需继续加热至没有油滴分出),将蒸发皿放在冷水中水浴冷却,加25 mL饱和NaCl溶液盐析,肥皂因发生凝聚而从混合液中析出,并浮在表面,将混合物倒入烧杯,用纱布滤出固态物质挤干,压成条状晾干即可。

注意:油脂不溶于碱,反应很慢。为了加速皂化的进程,一般都用酒精溶液。酒精既能溶解碱,又能溶解油脂,是油脂和NaOH的共同溶剂,能使反应物融为均一的液体,使皂化反应在均匀的系统中进行并且反应速率加快。NaCl的用量要适中。用量少时,盐析不充分;用量太多时,NaCl混入肥皂中,影响肥皂的固化。

实验 2-6 氢氧化铝的制备

1. 实验目标

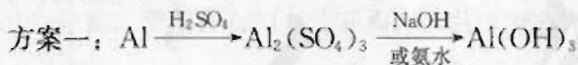
以制备 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 实验为例,体验制备实验的设计思路、制备条件的选择;学习利用实验室或自然界易得原料设计、制备所需物质,培养自主设计实验的能力。

2. 预习指导

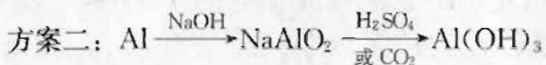
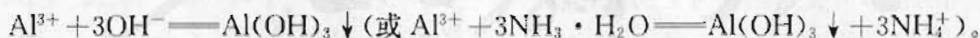
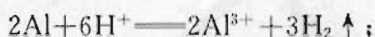
(1) 实验原理

氢氧化铝是典型的两性氢氧化物,既能与强酸反应又能与强碱反应,反应方程式是: $\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{HCl} \longrightarrow \text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$; $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{NaOH} \longrightarrow \text{NaAlO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 。铝和铝的化合物都可以用来制取氢氧化铝。

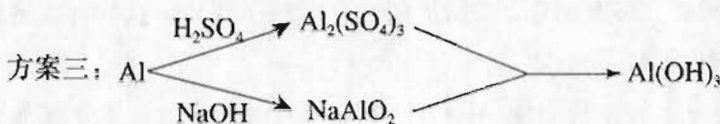
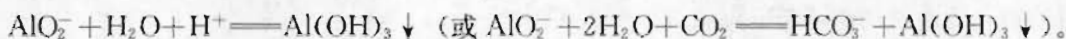
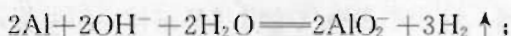
用较纯净的铝屑制取氢氧化铝有多种方案:



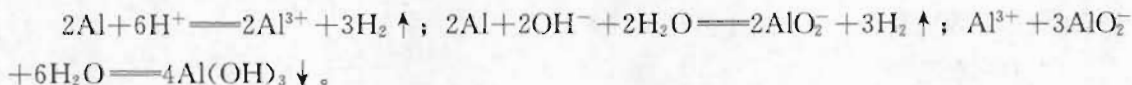
涉及的反应:



涉及的反应:



涉及的反应:



从以上三种方案的试剂用量来看, 方案三制备 1 mol $\text{Al}(\text{OH})_3$ 需 $\frac{3}{4}$ mol H^+ 和 $\frac{3}{4}$ mol OH^- , 酸与碱的用量少, 是最佳方案。

如果选用含 Al^{3+} 的物质如明矾、 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 等为原料制取氢氧化铝, 则可以选择以下方案: $\text{Al}^{3+} + 3\text{OH}^- \longrightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$ 或 $\text{Al}^{3+} + 3\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{NH}_4^+$, 但是由于氢氧化铝是典型的两性氢氧化物, 与强碱会发生反应: $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{OH}^- \longrightarrow \text{AlO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O}$, 因此选用强碱不好控制, 选用弱碱较为理想。

如果选用纯净的氧化铝为原料, 可直接用强酸溶解 1 份氧化铝, 用强碱溶解 3 份氧化铝, 然后混合两种溶液, 利用盐类水解制备氢氧化铝, 与由铝制备氢氧化铝类似, 但在实验室该方法效果不理想。

(2) 实验技能

①本实验无论采用哪种方法制取氢氧化铝, 都要用到过滤操作。提醒学生过滤操作注意事项: 过滤时滤纸应大小合适, 在漏斗中滤纸的边缘应比漏斗的口稍低, 用水湿润滤纸, 使滤纸紧贴漏斗的内壁, 中间不留气泡, 漏斗放置在漏斗架上, 调整好高度, 使下端紧贴烧杯内壁, 下端斜面向外。向漏斗中加入液体须用玻璃棒引流, 玻璃棒的下端轻靠在三层滤纸的一边。漏斗中的液体液面要低于滤纸边缘等等。

②复习沉淀洗涤操作。本次实验得到的氢氧化铝需要用热蒸馏水洗涤。洗涤方法: 溶液过滤完后, 滴加少量热蒸馏水, 洗涤原烧杯壁和玻璃棒, 再将此溶液倒入漏斗中。待洗涤液过滤完后, 再滴加少量热蒸馏水, 冲洗滤纸和沉淀。

③复习一定物质的量浓度的氢氧化钠溶液和稀硫酸溶液的配制。本实验中学生如果以铝为原料制取氢氧化铝, 需要用到氢氧化钠溶液和稀硫酸溶液, 要求学生事先用容量瓶配好所需浓度的溶液。

④掌握测定 pH 的方法。将 pH 试纸放在玻璃片或表面皿上, 用玻璃棒蘸取溶液点在 pH 试纸的中部, 与标准色卡对比。

(3) 实验操作要点

①选用的铝屑需要先除表面上的氧化膜。方法是: 在烧杯中加入约 50 mL 稀 NaOH 溶液, 再放入足量的铝屑。给溶液稍加热, 1~2 min 后用倾析法倒出稀 NaOH 溶液, 用蒸馏水把铝屑冲洗干净, 干燥。称量铝屑的质量, 将铝屑分为等质量的四份, 备用。

②在盛有 1 份铝的烧杯中加入适量稀硫酸, 使铝屑反应至不再有气泡时趁热过滤; 在盛有 3 份铝的烧杯中加入适量浓 NaOH 溶液, 使铝屑反应至不再有气泡时趁热过滤, 然后将两次过滤得到的滤液倒在一起反应。

③洗涤沉淀应用热蒸馏水洗涤, 反复操作, 至溶液的 pH 为 7~8 为宜, 这样可以最大限度增加杂质的溶解度, 制得较纯的 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 。

④如果时间允许, 可以用晾干的办法干燥 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 。由于 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 受热分解温度在



300 ℃左右，有条件的学校也可以采用低温烘干的办法。

3. 实验要求

(1) 由学生根据廉价、易得等原则选择原料，确定反应原理；设计可能的反应路径与实验方案，从方法是否简单、经济与安全等方面进行分析和比较，从中选出最佳方案，根据原料特点或最后产物选择合适分离、提纯的方法；列出所需仪器与试剂，写出实验步骤；根据实验的特点，设计实验装置，画出实验装置图。

(2) 由学生配制实验所需的溶液，如配制一定物质的量浓度的氢氧化钠溶液和稀硫酸溶液，NaOH 溶液的浓度大一点好。

(3) 如实记录数据，计算出 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 的产率。

参考实验记录整理与分析表：

$\text{Al}(\text{OH})_3$ 的质量	
$\text{Al}(\text{OH})_3$ 的理论产量	
产率计算公式	
本实验 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 的产率	

(4) 评价该实验主要考虑以下方面：本实验原料获取情况（廉价、易得），实验方案是否为本实验的最佳方案，所需试剂是否经济，分离提纯是否方便，操作是否正确，产率的高低等。

4. 建议与改进

(1) 由于本实验是自主的开放型实验，建议在实验之前先组织学生进行讨论，让学生比较自己选定的原料和实验方案的优劣，选出几种符合教学实际情况的方案，分成几个小组。有的学生选择的原料虽然容易获得，方案可能也比较完善，但是实际操作时不一定能在两个课时完成，或实验室不能提供所需的条件，不符合学生实验的实际情况。如果完全放开由学生发挥，教师可能无法控制而导致混乱，实际效果不一定好。

(2) 建议不要选择 Al_2O_3 为原料制取氢氧化铝，因为实验室中的 Al_2O_3 很难在稀硫酸和稀 NaOH 溶液中溶解。教师最好在学生讨论后演示 Al_2O_3 与酸、碱反应的情况。

(3) 可能会有相当一部分学生选择以铝为原料制取氢氧化铝，但是学生不一定能联想到 Al^{3+} 与 AlO_2^- 的双水解促进反应，故教师应在讲课时充分利用教材第二个实践活动“ AlCl_3 与 NaOH 反应”，将该知识点告知学生，给学生提示。

(4) 学生选择以铝为原料制取氢氧化铝，从理论上各需 H^+ 、 OH^- $\frac{3}{4}$ mol，但实际操作中 H^+ 、 OH^- 各 $\frac{3}{4}$ mol 不能将铝恰好完全溶解。建议加入稍过量的酸和碱，尽量使过量的 H^+ 和 OH^- 的物质的量相等，但不要过量太多。过滤掉杂质后将溶液混合，完全反应后再过滤。

(5) 由于生成的氢氧化铝是胶状沉淀，过滤较慢，为加快过滤速度，可以选用孔隙大的快速滤纸过滤。

5. 问题与讨论

(1) 原料的选择以原料是否易得，价格是否便宜为原则，可按学生所选原料的来源归类。

(2) 制备方案遵循的原则是原料廉价，原理绿色，条件优化，仪器、操作简单，分离方便，实验室容易提供所需的条件。学生可对照以上标准找出自己设计中的优点和缺点。

(3) 判断产物是否为 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 的办法是：一、取产物少许放在蒸发皿里加热，白色胶状固体分解成白色粉末，有水蒸气出现。二、另取产物少许，分成两份，一份滴加氢氧化钠溶液，另一份滴加稀硫酸，沉淀都溶解，说明制得的产品为氢氧化铝。

6. 拓展实验

(1) 利用废铜屑制备硫酸铜

选用的废铜屑如果比较细小，可放到石棉网上加热，当固体完全变黑后放入稀硫酸中溶解。如果选用的是铜片或废铜丝可直接在酒精灯外焰上灼烧（不可靠近内焰，特别注意不要靠近灯芯），当固体完全变黑后溶解在稀硫酸中。可用 $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ 调节溶液的 $\text{pH}=3$ 。要趁热过滤除去 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ，将滤液小火加热到液面有晶膜时冷却结晶，过滤得 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 。如果要制无水 CuSO_4 ，将晶体放入坩埚，小心加热（不能大火加热，否则 CuSO_4 分解），蓝色晶体全部变白后转入干燥器内冷却，称重；然后再加热、冷却称重，两次质量差小于 0.1 g 即得无水 CuSO_4 。

(2) 制金属镀件

本实验不能只用 ZnCl_2 溶液，否则电解时阴极会同时析出氢气；镀件表面要进行去油、去锈处理；电源的电压也会直接影响电镀结果的好坏，合适的电压为 1.5~2 V，不宜过高。具体步骤为：

先将镀件放入 1 mol/L 的 NaOH 溶液中加热去油，再用 20% 稀盐酸洗，然后用清水洗净（清洗要快，防止镀件表面氧化），将两电极间隔 5 cm 垂直放入电镀槽，用 2 V 低压直流电源或一节 1.5 V 干电池（1 号电池或 5 号电池均可）通电 5~10 min，镀层呈现浅灰色，取出镀件放入钝化液钝化。

电镀液的配制方法：在 1 000 mL 的大烧杯中加入约 800 mL 60~70 °C 沸腾后的水，加入约 250 g NH_4Cl ，35 g ZnCl_2 搅拌溶解，加入约 20 g 硼酸，2 g 硫脲，2 g 聚乙二醇，搅拌溶解，加入 3~4 滴洗涤剂，用沸腾后的水稀释到 1 000 mL。

钝化液的配制方法：称取 250 g CrO_3 溶于 700 mL 水中，缓缓加入 15 mL 浓硫酸，再加入 120 mL 浓硝酸，加水稀释至 1 000 mL。



归纳与整理

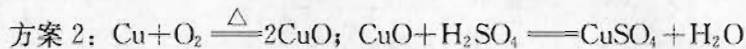
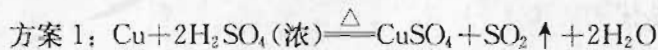
一、分离、提纯混合物的方法

方法	使用条件	实例	注意事项
蒸发	分离出溶于水的固体	蒸发食盐水得到氯化钠	加热时用玻璃棒搅拌溶液，防止发生暴沸
过滤	从液体中分离出不溶固体	分离沙子和食盐	“两低三靠”
蒸馏	分离沸点相差较大的液体混合物	蒸馏工业酒精制取无水乙醇	蒸馏瓶中加沸石（或碎瓷片）防止暴沸；收集特定沸点范围的液体
分馏	分离两种或多种互溶而且沸点差别大的液体	石油的分馏；从液态空气中分离氮气和氧气	蒸馏瓶中加沸石（或碎瓷片）防止暴沸；不同沸点的馏分要分别接收
萃取	一种溶质在两种互不相溶的溶剂中溶解度存在差异	用 CCl_4 萃取碘水中的碘	选择的萃取剂不与另一种溶剂互溶；加入萃取剂后振荡分液漏斗
分液	分离互不相溶的液体	分离水和汽油	下层液体从下端放出，上层液体从上口倒出
结晶	两种或多种溶质在一种溶剂中的溶解度不同；溶质从溶液中析出晶体	从海水中提取食盐	蒸发减少溶剂，或降低温度使溶质溶解的量减小，溶质以晶体析出
层析	待分离混合物中各组分在某一物质中的吸附或溶解性能不同	纸上层析分离 Fe^{3+} 和 Cu^{2+}	根据待分离物质的性质选择合适的流动相
渗析	混合物中有能通过半透膜的小分子或离子以及不能通过半透膜的胶粒或大分子	用渗析法提纯淀粉胶体	要经常更换蒸馏水或使用流动水反复渗析

二、物质的制备

制备一种物质，首先应根据目标产品的组成去寻找原料，原料的来源要廉价，能变废为宝就更好；根据原料确定反应原理，要求考虑环保、节约等因素，找出最佳制备途径；控制好反应条件；然后分离和提纯产品。以胆矾（ $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ）的制取为例：

制取胆矾可以选择 H_2SO_4 与废铜屑、 $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ 等为原料，很明显选择 H_2SO_4 与废铜屑为原料更经济，且铜屑也容易找到。硫酸与铜制取 CuSO_4 的方案有两个：



对比上述两个不同制备方案，首先，方案 1 会产生对环境造成污染的 SO_2 ，这一点在实验中应尽量避免。其次，制取相同物质的量的硫酸铜，两个方案所需硫酸的物质的量之比是 2:1，方案 2 硫酸的利用率高。方案 2 选定后，我们还要注意考虑条件的控制及产品的除杂。由于废铜屑中可能含有铁元素，除铁的方法是将粗硫酸铜溶液中的 Fe^{2+} 转化为 Fe^{3+} ，再调节 pH 使 Fe^{3+} 沉淀除去。氧化 Fe^{2+} 为 Fe^{3+} 而不会引入杂质的氧化剂无疑是 H_2O_2 ，溶液 pH 达

到了3, Fe^{3+} 就会转化为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀, 而此时 Cu^{2+} 并不沉淀。趁热过滤除去杂质, 防止 Cu^{2+} 损失, 这样就得到纯净的硫酸铜溶液。将硫酸铜溶液蒸发结晶, 冷却后过滤, 就得到了纯净的 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 。

物质制备一般过程的图示可参考本课题教学设计参考部分。

教学资源

参考习题

- 为了除去淀粉溶液中混入的少量氯化钠, 可以采用的方法是 ()。
A. 过滤 B. 电泳 C. 渗析 D. 加入 AgNO_3 溶液, 过滤
- 从草木灰中提取钾盐的主要实验步骤如下: ①取少量草木灰溶于水 ②过滤除去不溶物 ③将滤液蒸发结晶。以上步骤中, 需要使用玻璃棒的是 ()。
A. ①③ B. ①② C. ①②③ D. ②③
- 下列仪器: ①容量瓶; ②漏斗; ③蒸馏烧瓶; ④燃烧匙; ⑤天平; ⑥分液漏斗; ⑦胶头滴管; ⑧蒸发皿, 其中常用于物质分离操作的是 ()。
A. ①②③⑤ B. ①②④⑥ C. ②③⑥⑦ D. ②③⑥⑧
- 下列每组各有两对物质, 它们都能用分液漏斗分离的是 ()。
A. 酒精和水, 硝基苯和水 B. 苯和水, 溴苯和溴
C. 甘油和水, 乙酸和乙醇 D. 乙酸乙酯和水, 己烷和水
- 为了除去 CuSO_4 溶液中的 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, 可在加热搅拌时加入一种试剂, 调节溶液的 $\text{pH}=3.7$, 趁热过滤使 Fe^{3+} 沉淀, 这种试剂可以是 ()。
A. KOH B. K_2CO_3 C. CuCl_2 D. $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$
- 下列除去杂质的方法不正确的是 ()。
A. 除去甲烷中的乙烯: 通过盛有溴水的洗气瓶
B. 除去乙酸乙酯中的乙酸: 加入饱和碳酸钠溶液后分液
C. 除去乙醇中少量的水: 加生石灰再加热蒸馏
D. 除去氨气中的水蒸气: 通过盛有五氧化二磷的干燥管
- 现有三组混合液: ①乙酸乙酯和乙酸钠溶液 ②乙醇和丁醇 ③溴化钠和单质溴的水溶液, 分离以上各混合液的正确方法依次是 ()。
A. 分液、萃取、蒸馏 B. 萃取、蒸馏、分液
C. 分液、蒸馏、萃取 D. 蒸馏、萃取、分液
- 下列有关制备或分离方法叙述错误的是 ()。
A. 用盐析的方法可以分离、提纯蛋白质
B. 将电石和水放在启普发生器里制乙炔
C. 油脂皂化反应后, 反应混合物中加入食盐可将肥皂分离出来
D. 乙烷中混有乙烯, 可向混合气体中加入氢气和催化剂后加热除杂



9. 提纯含有少量硝酸钡杂质的硝酸钾溶液, 可以使用的方法为 ()。
- A. 加入过量的 Na_2CO_3 溶液, 过滤, 除去沉淀, 溶液中补加适量的硝酸
B. 加入过量的 K_2SO_4 溶液, 过滤, 除去沉淀, 溶液中补加适量的硝酸
C. 加入过量的 Na_2SO_4 溶液, 过滤, 除去沉淀, 溶液中补加适量的硝酸
D. 加入过量的 K_2CO_3 溶液, 过滤, 除去沉淀, 溶液中补加适量的硝酸
10. 实验室制取下列气体时, 尾气的处理不正确的是 ()。
- A. 制 Cl_2 时, 可用 NaOH 溶液吸收 B. 制 CO 时, 可使其燃烧
C. 制 NO_2 时, 可用水吸收 D. 制 H_2S 时, 可用浓 H_2SO_4 吸收
11. 为制备干燥、纯净的 CO_2 , 将大理石和盐酸反应生成的气体先后通过装有下列物质的两个吸收装置, 两个装置中应依次装入 ()。
- A. 饱和 NaHCO_3 溶液; 无水 CaCl_2 固体
B. 饱和 NaHCO_3 溶液; 浓 H_2SO_4
C. 浓 H_2SO_4 ; 饱和 Na_2CO_3 溶液
D. 饱和 Na_2CO_3 溶液; 浓 H_2SO_4
12. 实验室制肥皂时可以判断油脂皂化反应完成的现象是 ()。
- A. 反应液使红色石蕊试纸变蓝色 B. 反应液使蓝色石蕊试纸变红色
C. 反应后静置, 反应液分为两层 D. 反应后静置, 反应液不分层
13. 实验室可以用铁屑与硫酸反应并经除杂、浓缩、结晶、干燥等过程, 来制取 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 为制得较纯净的 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 合理的方法是 ()。
- A. 使硫酸过量 B. 使铁屑过量 C. 使用稀硫酸 D. 使用浓硫酸
14. 用金属铜制取硝酸铜, 从节约原料和防止环境污染考虑, 最好的方法是 ()。
- A. 铜 $\xrightarrow{\text{浓硝酸}}$ 硝酸铜 B. 铜 $\xrightarrow{\text{稀硝酸}}$ 硝酸铜
C. 铜 $\xrightarrow{\text{氯气}}$ 氯化铜 $\xrightarrow{\text{硝酸}}$ 硝酸铜 D. 铜 $\xrightarrow{\text{空气}}$ 氧化铜 $\xrightarrow{\text{硝酸}}$ 硝酸铜
15. 在实验室进行物质制备, 下列设计中, 理论上正确、操作上可行、经济上合理的是 ()。
- A. $\text{C} \xrightarrow{\text{点燃}} \text{CO} \xrightarrow[\Delta]{\text{CuO}} \text{CO}_2 \xrightarrow{\text{NaOH 溶液}} \text{Na}_2\text{CO}_3$
B. $\text{Cu} \xrightarrow{\text{AgNO}_3 \text{ 溶液}} \text{Cu(NO}_3)_2 \text{ 溶液} \xrightarrow{\text{NaOH 溶液}} \text{Cu(OH)}_2$
C. $\text{Fe} \xrightarrow{\text{点燃}} \text{Fe}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\text{硫酸溶液}} \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \text{ 溶液}$
D. $\text{CaO} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{Ca(OH)}_2 \text{ 溶液} \xrightarrow{\text{Na}_2\text{CO}_3} \text{NaOH 溶液}$
16. 某溶液含有较多的 Na_2SO_4 和少量的 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, 若用该溶液制取 $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, 可供选择的操作有: ①加适量 H_2SO_4 溶液; ②加金属 Na ; ③结晶; ④加过量 NaOH 溶液; ⑤过滤。正确的操作步骤是 ()。
- A. ②⑤③ B. ④⑤①③ C. ④⑤③② D. ②⑤①③
17. 海水是镁的主要来源之一, 从海水中提取镁可按如下步骤进行: ①把贝壳(主要成分是碳酸钙)煅烧成石灰; ②在引有海水的渠中加入石灰, 经过沉降, 然后过滤得沉淀物; ③将沉淀物与稀盐酸反应, 然后结晶、过滤、干燥; ④电解获得产物。根据上述提取镁的全

过程,没有涉及到的反应类型是()。

- A. 分解反应 B. 化合反应 C. 置换反应 D. 复分解反应

18. 用 15 mL 2 mol/L 的 H_2SO_4 溶液与 15 mL 3 mol/L 的 Na_2CO_3 溶液反应来制取二氧化碳,下列操作制得二氧化碳最多的是()。

- A. 把两种溶液快速混合并不断搅拌
B. 把两种溶液缓慢混合并不断搅拌
C. 把 Na_2CO_3 溶液滴加到 H_2SO_4 溶液中
D. 把 H_2SO_4 溶液滴加到 Na_2CO_3 溶液中

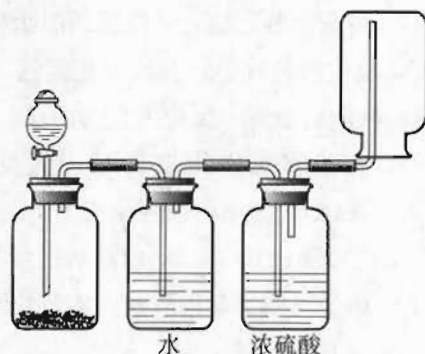
19. 如图所示装置可以用来制备某种干燥的纯净气体。该装置中所装药品正确的是()。

- A. A 中装浓硫酸, B 中装浓盐酸
B. A 中装浓盐酸, B 中装浓硫酸
C. A 中装氢氧化钠浓溶液, B 中装浓氨水
D. A 中装浓氨水, B 中装氢氧化钠浓溶液



20. 右图装置可以用来发生、洗涤、干燥、收集(不考虑尾气处理)气体。该装置可用于以下实验()。

- A. 锌与盐酸反应生成氢气
B. 二氧化锰与浓盐酸反应生成氯气
C. 碳酸钙与盐酸反应生成二氧化碳
D. 铜与稀硝酸反应制取一氧化氮



21. 除去 NaNO_3 固体中混有的少量 KNO_3 , 所进行的实验操作依次为: _____、蒸发、结晶、_____。

22. 分离 FeCl_3 和 CuCl_2 混合溶液可采用的方法是_____。

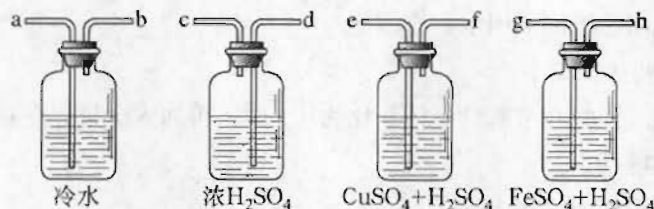
23. 填表: 写出实验室内吸收下列气体常使用的吸收剂。

被吸收的气体	常选用的吸收剂
NH_3	
CO_2	
Cl_2	
$\text{CH}_2=\text{CH}_2$	
O_2	
SO_2	
HCl	
$\text{H}_2\text{O}(\text{g})$	

24. 实验室用 Zn 粒和盐酸反应制 H_2 , 其中含酸雾、水汽、硫化氢及少量氧气等杂质气

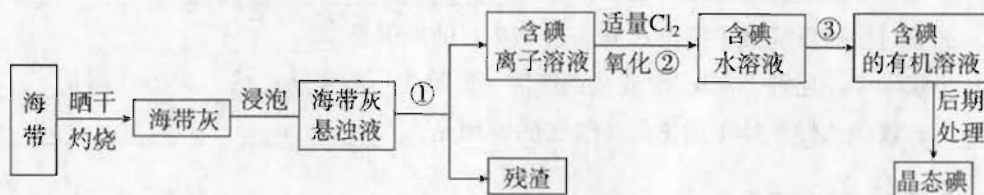


体,某同学设计了以下几种装置,按一定顺序连接,气体通过时,达到每一装置除去一种气体的目的。



- (1) 它们连接的顺序为_____;
- (2) 除去 H_2S 的离子方程式为_____;
- (3) 除去 O_2 观察到的现象为_____。

25. 海洋植物如海带、海藻中含有丰富的碘元素,碘元素以碘离子的形式存在。某化学课外小组以海带为原料制取碘,提取碘的流程如下:



就此实验,完成下列问题:

- (1) 指出提取碘的过程中有关的实验操作名称: ①_____; ③_____;

- (2) 过程②中有关反应的离子方程式_____。

- (3) 提取碘的过程中,可供选择的有机试剂是_____。

A. 甲苯、酒精 B. 四氯化碳、苯 C. 汽油、乙酸 D. 汽油、甘油

- (4) 操作①~③中,为了使海带灰中碘离子转化为碘的有机溶液,实验室里有烧杯、玻璃棒、集气瓶、酒精灯、导管、圆底烧瓶、石棉网及必要的夹持仪器物品,尚缺少的仪器是_____,进行操作③时的注意事项是_____。

26. 某学生拟在实验室中制备 Na_2CO_3 , 下面是他的实验过程:

用 50 mL NaOH 溶液吸收 CO_2 气体制备 Na_2CO_3 , 为防止通入的 CO_2 过量而生成 NaHCO_3 , 他设计了如下步骤: ①用 25 mL NaOH 溶液吸收过量的 CO_2 气体, 至 CO_2 气体不再溶解; ②小心煮沸溶液 1~2 min; ③在得到的溶液中加入另一半 25 mL NaOH 溶液, 使溶液充分混合。

- ①他能否制得较纯净的 Na_2CO_3 ? _____理由是_____。

- ②有人认为实验步骤②、③的顺序对调, 即先混合, 再煮沸, 更合理, 对此你的看法是_____, 因为_____。

27. 实验室由铁屑制取莫尔盐的主要步骤是: 由铁屑与稀硫酸水浴加热制取 FeSO_4 ; FeSO_4 与 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 以等物质的量混合后加热, 浓缩结晶得莫尔盐。

- (1) 加热铁屑与稀硫酸时常常需要补充蒸馏水, 原因是_____。

- (2) 实验中为减少硫酸亚铁的损失, 过滤分离硫酸亚铁溶液时应注意的问题是_____。

(3) 为防止 Fe^{2+} 被氧化, 实验中可采取的措施是_____。

(4) 洗涤莫尔盐用无水乙醇而不用水, 原因是_____。

28. 实验室制备乙烯的步骤如下:

①在一蒸馏烧瓶中加入乙醇和浓硫酸 (体积比为 1:3), 再加入少量碎瓷片;

②瓶口插上带塞的温度计;

③加热并迅速使反应温度上升到 $170\text{ }^{\circ}\text{C}$;

④气体通过稀 NaOH 溶液进行洗气, 用排水法收集气体。

据此回答下列问题:

(1) 步骤①中混合乙醇和浓硫酸时应注意的问题是_____;

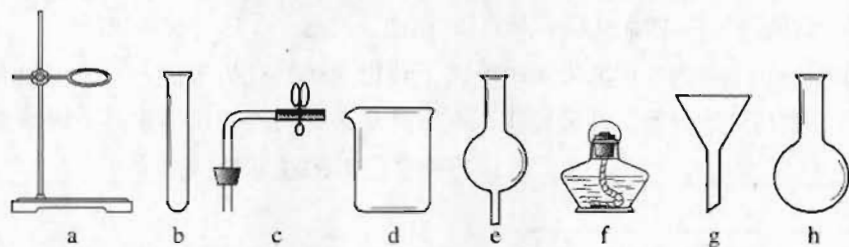
(2) 在反应液中加入碎瓷片的原因是_____;

(3) 步骤②中温度计水银球的正确位置是_____;

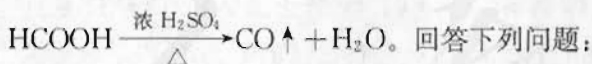
(4) 加热时, 使反应液温度迅速升高到 $170\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的原因是_____;

(5) 步骤④中, 用稀 NaOH 溶液洗涤气体, 能除去可能伴随乙烯生成的气体是_____;
收集乙烯气体不能使用排气法的原因是_____。

29. 在没有现成的 CO_2 气体发生器的情况下, 请你选用下图所示的部分仪器, 装配成一个简易的、能随开随用、随关随停的 CO_2 气体发生装置, 应选用的仪器是 (填入编号) _____; 若用上述装置发生 CO_2 气体, 而实验室只有稀硫酸、浓硝酸、水、块状纯碱、块状大理石, 选用品比较合理的是选_____。



30. 实验室常用甲酸和浓硫酸共热制取 CO , 其反应的化学方程式如下:



回答下列问题:

(1) 该气体发生装置与下列气体的发生装置相同的是 ()。

(A) NH_3 (B) CO_2 (C) Cl_2 (D) C_2H_2

(2) 该气体的收集方法与下列气体的收集方法相同的是 ()。

(A) Cl_2 (B) SO_2 (C) NO (D) NO_2

(3) 从下列仪器中, 选用最适宜组装制取、净化和收集 CO 装置的仪器, 其中不需要的是 ()。

(A) 铁架台 (B) 圆底烧瓶 (C) 分液漏斗 (D) 长颈漏斗

(E) 玻璃导管 (F) 洗气瓶 (G) 水槽 (H) 双孔胶塞

(I) 酒精灯 (J) 石棉网

(4) 该制取反应后的尾气处理方法是_____。



31. 无水三氯化铁呈棕红色、易潮解, 在 $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ 左右时升华。请设计一个实验, 用来制取纯净、无水的 FeCl_3 。(要求: 列出实验所需要的实验用品, 写出反应的化学方程式和实验过程, 画出装置图。)

参考答案

1. C 2. C 3. D 4. B、D 5. D 6. D 7. C 8. B、D 9. D
10. C、D 11. A、B 12. D 13. B、C 14. D 15. D 16. B 17. C 18. C
19. B 20. A 21. 溶解, 过滤 22. 层析法

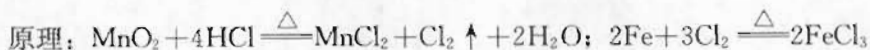
23.

被吸收的气体	常选用的吸收剂
NH_3	浓硫酸或水
CO_2	NaOH 溶液
Cl_2	NaOH 溶液
$\text{CH}_2=\text{CH}_2$	溴水或溴的 CCl_4 溶液
O_2	灼热的铜屑
SO_2	NaOH 溶液
HCl	水或稀 NaOH 溶液
$\text{H}_2\text{O}(\text{g})$	浓硫酸

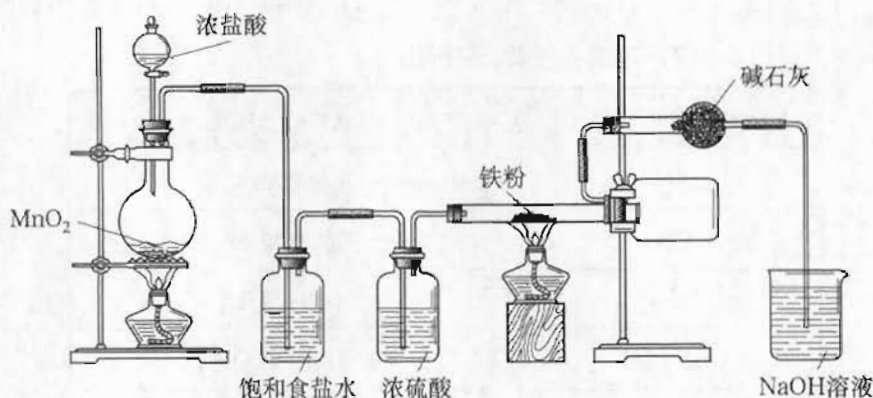
24. (1) $a \rightarrow b \rightarrow e \rightarrow f \rightarrow g \rightarrow h \rightarrow d \rightarrow c$; (2) $\text{H}_2\text{S} + \text{Cu}^{2+} = \text{CuS} \downarrow + 2\text{H}^+$;
(3) 溶液由浅绿色逐渐变成黄色
25. (1) ①过滤; ③萃取。 (2) $2\text{I}^- + \text{Cl}_2 = \text{I}_2 + 2\text{Cl}^-$ 。 (3) B。 (4) 普通漏斗、分液漏斗; 下层液体从下面放出, 有机层从上面倒出。
26. ①能; 实验①生成 NaHCO_3 , 其中过量溶解的 CO_2 气体煮沸时除去, 在实验③中 NaHCO_3 恰好被 NaOH 中和完全转化为 Na_2CO_3 。
②不合理; 若不先驱出溶液中溶解的 CO_2 气体, 实验③加入的 NaOH 将有一部分消耗于与 CO_2 的反应, 使 NaHCO_3 不能完全转化为 Na_2CO_3 。
27. (1) 防止 FeSO_4 晶体析出。 (2) 趁热过滤。 (3) 保持溶液呈酸性、锥形瓶中与 H_2SO_4 溶液反应的铁屑过量加入等措施。 (4) 莫尔盐不溶于乙醇易溶于水, 用水洗涤会造成莫尔盐损失, 产量降低, 用乙醇洗涤可以除去水, 而不损失莫尔盐。
28. (1) 将浓硫酸缓慢加入乙醇中并不断搅拌, 必要时冷却。 (2) 防止液体暴沸。
(3) 温度计水银球应浸没于反应液中。 (4) 温度低于 $170\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时, 产物中会混有乙醚等杂质。
(5) 硫酸与乙醇反应生成的 CO_2 及 SO_2 ; 乙烯不溶于水, 用排水法收集, 由于乙烯的密度与空气的密度相近, 如果用排气法, 气体不易集满。
29. (1) a、c、d、e (或 c、d、e); (2) 浓硝酸、水、块状大理石。
30. (1) C (2) C (3) D (4) 点燃。
31. 实验用品: MnO_2 固体、浓盐酸、饱和食盐水、浓硫酸、 NaOH 溶液、 Fe 粉、碱石灰等;

圆底烧瓶、分液漏斗、洗气瓶、烧杯、酒精灯、铁架台、双通管、导管、干燥管、广口瓶等。

目的：制备纯净、无水的 FeCl_3 。



实验装置如下图：



主要步骤：

- ①加热盐酸和 MnO_2 的混合物制取 Cl_2 ；
- ② Cl_2 的净化和干燥；
- ③净化干燥后的 Cl_2 与 Fe 加热生成 FeCl_3 ；
- ④过量的 Cl_2 用 NaOH 溶液吸收。

资料

1. 常见的过滤方法

过滤是把不溶于液体的固体物质跟液体相分离的一种方法。根据混合物中各成分的性质可采用常压过滤、减压过滤或热过滤等不同方法。

(1) 常压过滤（普通过滤）

若固体物质粒子细小，可将溶液静置，使沉淀沉降，再小心地将上层清液引入漏斗，最后将沉淀部分倒入漏斗。这样可以使过滤速度加快。

(2) 减压过滤（抽滤）

过滤装置包括：布氏漏斗、抽滤瓶、安全瓶和水流泵（或抽气泵），如图 2-3。吸滤瓶的支管与水流泵（或抽气泵）的橡皮管相接，被滤物转入铺有滤纸的布氏漏斗中。由于水泵中急速水流不断将空气带走，使抽滤瓶内造成负压，促使液体较快通过滤纸进入瓶底，沉淀留在布氏漏斗中。

过滤前，选好比布氏漏斗内径略小的圆形滤纸平铺在漏斗底部，用溶剂润湿，开启抽气装置，使滤纸紧贴在漏斗底。过滤时，小心地将要过滤的混合液倒入漏斗中，使固体均匀分布在整个滤纸面上，抽气到几乎没有液体滤出为止。为尽量除净液体，可用玻璃瓶塞压挤滤饼，在停止抽滤时，先拆开瓶与水流泵之间的橡皮管，或将安全瓶上的玻璃阀打开接通大气，再关闭水流泵，以免水倒吸到抽滤瓶内。若固体需要洗涤时，可将少量溶剂洒到固体上，静置

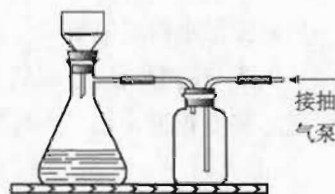


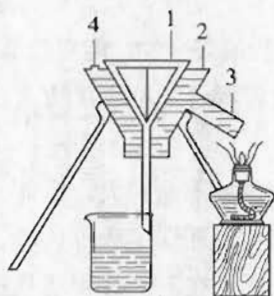
图 2-3 抽滤装置



片刻，再将其抽干。

(3) 热过滤

如果溶液中的溶质在温度下降时容易析出大量结晶，而我们又不希望它在过滤过程中留在滤纸上，这时就要趁热进行过滤。热过滤有普通热过滤和减压热过滤两种。普通热过滤是将普通漏斗放在铜质的热漏斗内（如图 2-4），铜质热漏斗内装有热水，以维持必要的温度。减压热过滤是先将滤纸放在布氏漏斗内并润湿之，再将布氏漏斗放在水浴上以热水或蒸汽加热（如图 2-5），然后快速完成过滤操作。



1. 玻璃漏斗 2. 铜制外套
3. 铜支管 4. 注水孔

图 2-4 热过滤装置

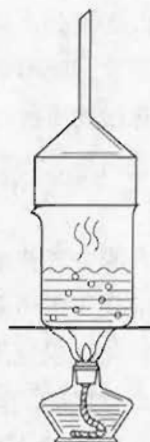


图 2-5 加热布氏漏斗

操作时从注水孔处向热过滤漏斗夹层中注水，水不可盛得过满，以防沸腾时溢出。将过滤器准备好后，开始加热漏斗侧管，使漏斗内的水温达到要求。过滤前还应把玻璃漏斗在水浴上用蒸汽加热一下。过滤过程中若有结晶析出，应待过滤结束，将滤纸上的晶体再用溶剂溶解，然后用新滤纸重新过滤。在热过滤时，要经常向保温漏斗中添加热水。

2. 膜分离技术

膜分离技术是 20 世纪发展起来的边缘科学和高新技术，是近代化工学科中分离科学技术的前沿。膜分离技术利用天然或人工合成的、具有选择透过性的薄膜和各种分离装置单元，使溶液和悬浮液中的某些组分较其他更快地透过，从而达到分离、提纯和浓缩的目的。

膜是膜分离技术的核心。膜材料的物理和化学性质、膜的分离透过性和膜的使用成本对膜分离技术起着决定性的影响。分离膜按膜的形状划分有平板膜、管式膜和中空纤维膜；按膜的结构分有对称膜、非对称膜和复合膜；按膜孔径划分有多孔膜和致密膜；按膜的材料分有聚合物分离膜和无机分离膜。膜可以是气相、液相或固相，或它们的组合；可以是中性的或带电荷的。膜的厚度可以从 0.1 微米到几毫米。

早在 1748 年，人类就从水能自发地扩散穿过猪膀胱进入酒精的事例中发现了渗透现象，1854 年发现了渗析现象，并开始重视膜的研究和应用。最初主要使用的是动物膜，1864 年制得历史上第一张人工膜——亚铁氰化铜膜。1953 年，美国首先发现了醋酸纤维素有特殊的半透性质，并对其透水性能加以研究、改进，于 1960 年制得首张高性能非对称整体蒙皮的醋酸纤维素反渗透膜。反渗透膜先是应用于海水与苦咸水的淡化，随后膜分离技术得到较快的发展。

目前已经工业化的大型膜分离方法有反渗透^①、超过滤^②、微孔过滤、气体膜分离、渗析、电渗析、渗透蒸发等，它们依靠浓度、电位和压强的梯度驱动工作。

与传统的分离方法相比，膜分离具有节能、设备简单和操作方便等特点，主要表现在下述几方面：

(1) 可选择范围广、适应性强。从无机物到有机大分子，膜分离可将摩尔质量为几千到几百的物质（相应的颗粒大小为微米）进行分离，也针对许多特殊溶液体系进行分离，如共沸物或近沸物的分离；

(2) 可以实现分离与浓缩同时进行，效率高，且分离过程无需从外界加入其他物质；另外，除渗透蒸发、膜蒸馏等之外，分离过程一般不发生“相”的变化，且通常是在室温下进行，适合于热敏物质的处理。有利于产品的安全性和生产过程的安全性，能耗较低；

(3) 装置简单、体积较小、操作容易、易与其他分离过程耦合，可直接切入已有的生产工艺流程。

分离膜和膜分离技术工业效率和商业价值很高，其应用领域不断扩大。目前，膜分离技术已成功地应用于医药工业、食品工业、生物工程、化学工业、环保工程等领域。对于天然药物的分离纯化，膜分离技术与传统的分离工艺技术相比，无论在生产过程还是在终端产品上都具有广泛意义的“安全性”“有效性”，产品收率较高，溶剂耗量降低，加工成本可降低20%~30%，因此膜分离技术已成功地应用于多种天然药物有效成分的分离、纯化和富集。在制备中药浸膏、注射液及口服液等方面应用膜分离技术，可提高工效及产品质量的稳定性；应用于有机溶剂回收，可使萃取及其他分离纯化过程所使用的有机溶剂能够循环利用。

在实际工作中，膜分离往往需要与其他多种分离方法联合应用，以各尽所长，这叫做集成膜过程。例如，微电子工业用超纯水需要综合应用絮凝、沙滤、微滤、反渗透、离子交换和超滤；用发酵法制无水酒精要综合应用膜反应器、膜蒸馏、反渗透或分馏及渗透蒸发等。

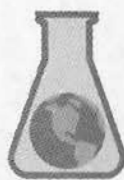
3. 渗析

渗析是借助膜的扩散使各种溶质得以分离的过程，是一种最原始的膜过程。最早用于渗析的膜主要是羊皮纸、赛璐玢及火棉胶膜等，分离的主要依据的是溶质分子大小的差异。1960年之前，由于缺乏渗析性能优秀且化学和机械性能稳定的膜，渗析几乎没有工业规模的应用，直到1960年，随着离子交换膜、反渗透膜、超滤膜等合成高分子膜相继问世，渗析技术开始出现转机。但由于其与电渗析等借助外力驱动的膜过程相比，处理速度和容量都较差，随着超滤技术的发展，渗析法逐渐被超滤取代，应用领域不断缩小。然而，渗析法无需借助外力，无需超滤那样的特殊装置，尽管其对少量物料的处理时间较长，但却无需特别看管，简便易行，在引用外力困难和自身持有足够浓度差时，渗析法仍是一种有效的分离方法，如血液透析就是这样一个典型的例子。另外，对某些高浓度的蛋白质溶液（百分之几以上），由于浓差极化原因，应用超滤困难，此时更适宜采用渗析，特别是以人工肾处理的血液，其不仅浓度高且含有固形物，渗析法更占优势。

4. 肥皂的制备

① 在外力作用下，使渗透朝与自发扩散相反的方向进行的膜分离过程。

② 能截留相对分子质量 500 以上的膜分离过程。



(1) 普通肥皂：在一个干燥的蒸发皿中加入 8 mL 植物油、8 mL 乙醇和 4 mL NaOH 溶液。在不断搅拌下，给蒸发皿中的液体微微加热，直到混合物变稠。继续加热，直到把一滴混合物加到水中时，在液体表面不再形成油滴（或者直到油脂全部消失）为止。把盛有混合物的蒸发皿放在冷水浴中冷却。稍待片刻，向混合物中加入 20 mL 热蒸馏水，再放在冷水浴中冷却。然后加入 25 mL NaCl 饱和溶液，充分搅拌。用纱布滤出固态物质，弃去含有甘油的滤液。把固态物质挤干后压制成条状，晾干，即制得肥皂。

(2) 几种特殊肥皂的制取

天然液体皂：用椰子油酸 10.8%、油酸 4.3%、乙醇胺 2.2%、三乙醇胺 4.9%、甘油 2.2%、苦杏仁油 0.2%、聚乙二醇 60 羊毛脂 2%、季胺化合物 0.3%，再混以适量的防腐剂、色料和抗氧剂配料后，放入大烧杯中再加入 $\frac{3}{4}$ 倍的去离子水，用玻璃棒搅拌，加热到 80℃，恒温冷却即可。

软皂：在烧瓶中放进 50 mL 大豆油，水浴加热，并保温 80℃ 时，把 10 mol/L 氢氧化钠溶液 60 mL 慢慢加入瓶内，边加边搅拌，使其成透明的肥皂液，再把 5 mL 无水乙醇倒入，不断溶解，至透明就可以蒸发一段时间。当看到液体有淡黄色、黄绿色和棕黄色的透明、黏滑的软块出现时，即可倾出。软皂可用于外科手术前洗手，作灌肠剂时调成 5% 的溶液，制成搽剂，也可以医治关节神经痛等。

香皂：在烧瓶中放入牛脂和椰子油，两者的比为 4:1，混合并注入氢氧化钠溶液，振荡，用酒精灯加热。加入少许棕榈油、橄榄油、硬化油进行皂化反应。皂化完成后，加入香料，用盐析法析出香皂。

5. 废聚苯乙烯泡沫塑料的综合利用

随着现代工业的发展，用聚苯乙烯泡沫材料包装的产品越来越多，与此相应的是这类废料也越来越多，遍布于陆地、湖泊、海滩。这类废料的显著特点是：在自然环境下很稳定，不易腐烂、降解。这些废弃聚苯乙烯泡沫材料既浪费了宝贵的不可再生资源，又造成了严重的环境污染。如何合理地、有效地回收利用废弃聚苯乙烯泡沫塑料已引起包括我国在内的世界各国科研工作者的普遍重视。有关废弃聚苯乙烯泡沫塑料的回收利用已先后出现了不少专利和研究报道，其应用技术主要集中在以下几个方面：

用于制造轻质建筑材料。用可发性聚苯乙烯的预发泡颗粒或以破碎成小块的聚苯乙烯泡沫废弃物为主体补加不同的填料，使用不同的黏结剂制成各种轻质的建筑材料。这种回收方法工艺简单，可回收量大，投资小，是一种较好的回收利用方式，不足之处就是产品的技术附加值较小。

用于再制可发性聚苯乙烯。用废弃聚苯乙烯泡沫循环再制可发性聚苯乙烯或再模制泡沫制品，是废聚苯乙烯泡沫比较合理的利用方向。由于废聚苯乙烯泡沫材料除表面受环境污染略变质外，内部还保持着原有聚苯乙烯泡沫的性能，制造可发性聚苯乙烯能最好地发挥聚苯乙烯泡沫的多方面优良特性。常见的做法是在液体介质中选用合适的软化剂，表面活性剂和消泡剂，将大块废聚苯乙烯泡沫选择性地破碎成直径 4~8 mm 的球形珠粒，加发泡剂后再模塑成泡沫制品。本法工艺简单，消耗的附加材料少，模制品的各项物理性能与原废料接近，而且投资小，效益大，得到了较广泛的应用。

制备涂料。涂料的制备均由基料添加颜料经搅拌研磨而成。基料为成膜物，聚苯乙烯泡沫由有机高分子组成，经溶剂溶解以后可以作为涂料的基料，其耐水性和绝缘性良好。但用聚苯乙烯作基料制备的涂料附着力和成膜性很差，需要将其进行改性处理并添加适量的交联剂、增塑剂，以改善其成膜性能及膜层质量，这样就可以制成各类涂料。

裂解制油。聚苯乙烯泡沫塑料经过热解、催化改质、蒸馏等工艺，可制成汽油、轻柴油等，同时得到裂解气。废聚苯乙烯塑料催化降解产物的沸点在 200℃ 以下的组分主要是裂解气、苯乙烯、苯丙烯及一些二聚体和三聚体，所得芳香族化合物的辛烷值约为 93~102，辛烷值较高。这些富有高辛烷值的芳香族产物可作为高辛烷值汽油的调和组分。沸点高于 200℃ 以上的组分可作为柴油的调和组分。裂解气可回收制液化气，或通过直接燃烧作为裂解的热源，废渣可通过掩埋处理。废塑料生产石油，在许多国家已经进行了多年的实践。日本从上世纪 70 年代已经开始了从实验室到工业化生产的尝试，目前采用油化技术年处理废塑料上万吨，德国将废塑料与煤混合制取汽油、柴油，效果很好。目前我国也已经开始了由实验室到工业化生产的尝试。

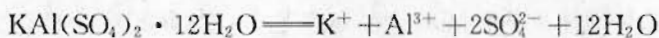
6. 明矾

明矾又名钾铝矾、白矾、矾石、雪矾、云母矾、生矾等，为不规则的结晶体，大小不一，无色、透明或半透明，表面略平滑或凹凸不平，具细密纵棱，有玻璃样光泽。质硬而脆，易砸碎。以色白、透明、质硬而脆、无杂质者为佳。在水中易溶，在沸水中极易溶解，在乙醇中不溶，在甘油中能缓缓溶解。

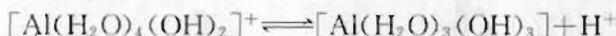
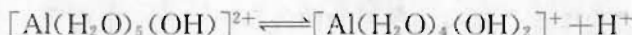
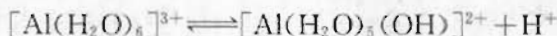
主要化学性质：

(1) 明矾晶体在 92.5℃ 熔融。强热时，分解出水、氧气、三氧化硫等。

(2) 水溶液显铝盐、钾盐与硫酸盐的各种反应，溶液显酸性。主要过程：



明矾溶于水后，铝离子 (Al^{3+}) 结合配位水，生成水合铝离子 ($[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ 离子)。这种离子随着时间的推移，发生下列变化：



明矾的水溶液有时会比较浑浊，就是因为生成了 $[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_3(\text{OH})_3]$ 。明矾的水溶液为胶体分散系，有丁达尔现象。

明矾的用途很广，在工业、农业、医药、食品等方面都有比较广泛的应用。

工业方面：明矾常用于水质净化、造纸施胶、涂料印染、造漆、制革、纤维板加工、冶金、有色玻璃以及用于橡胶工业等。

农业方面：常用于种子消毒、牲口治病、固根发苗以及碱性土壤施钾肥等。

医药方面：明矾性寒味酸涩，具有较强的收敛作用，中医认为明矾具有解毒杀虫，燥湿止痒，止血止泻，清热消痰的功效。近年来的研究证实，明矾还具有抗菌作用。一些中医用明矾来治疗高血脂症、十二指肠溃疡、黄疸、肺结核咯血、泻痢、口舌生疮等疾病。

食品工业方面：明矾是传统的食品改良剂和膨松剂，常用作油条、粉丝、米粉等食品生产的添加剂。但是由于明矾的化学成分中含有铝离子，过量摄入可能会影响人体对铁、钙等



成分的吸收,导致骨质疏松、贫血,影响神经细胞的发育。因此,要尽量少吃含有明矾的食品。另外特别是对孕妇来说,铝会通过胎盘侵入胎儿大脑,影响孩子的智力发育,所以孕妇更要少吃油条、油饼等含有明矾的食品。

教学参考相关文献

1. 《普通化学实验(第三版)》。高等教育出版社,2000。
2. 废旧聚苯乙烯泡沫材料再生。化工环保,1994,(2):95~98。
3. 马沛生、樊丽华等,超临界水降解聚苯乙烯及其混合塑料,高分子材料科学与工程,2005。
4. 华南师范大学等合编。《有机化学实验》。高等教育出版社,2001。
5. 关鲁雄,化学基本操作与物质制备实验。中南大学出版社,2002。
6. 田玉美,新大学化学实验。科学出版社,2005。

第三单元 物质的检测

本单元说明

一、教学目标

1. 了解检测物质组成和结构的常用方法，学习基本的化学检测方法和实验设计思路，初步了解质谱仪、核磁共振仪、红外光谱仪等现代仪器在物质检测中的作用。
2. 初步掌握天平、酸度计等仪器的使用方法。
3. 认识定量分析在化学研究中的重要作用，能根据误差分析的原理对实验数据进行简单分析。
4. 培养缜密思维、细心观察的习惯、实事求是的科学态度，及综合运用所学知识、技能解决具体化学问题的能力。

二、内容分析

1. 地位和功能

随着科学技术的进步，人类不仅不断开发着已有物质的新用途，还在不断合成出具有特定性质的新物质，以丰富人类的物质生活、满足社会进步的需求。无论是已有物质用途的研发，还是新物质的有目的合成，或基于对物质性质的了解，或基于对物质性质的期许，都离不开对物质组成、结构的认识，而物质的检测正是认识物质组成、结构的必要途径。

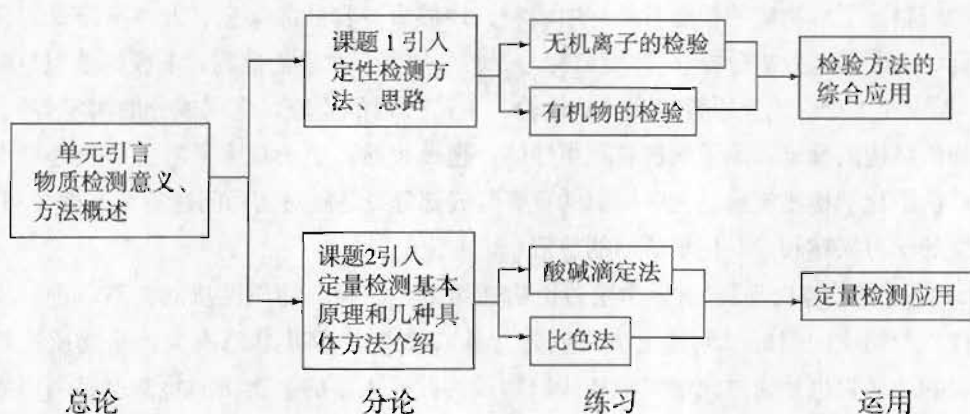
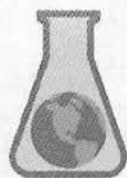
在基础化学教育中，检测物质性质、组成的化学方法及相关知识技能既是学生认识物质、学习化学的重要手段，也是学生所需学习、掌握的实验技能的主要组成部分。在本实验课程中这部分内容是重点基础训练的内容，是后面单元继续学习、提高的必备基础。

2. 内容结构

本单元包括两个课题：物质的检验和物质含量的测定，分别学习定性检测和定量检测的最基本方法和技能。每一课题中包括三个基本实验，每个基本实验之后又附有若干拓展实验。

在单元的引言中，首先从一些学生熟悉的事物出发，揭示物质检测的意义，并概述检测的一般方法。在每个课题中，首先通过具体实验，学习相关类型实验的最基本的思路或方法，在此基础上，各安排两个以学习和训练基本方法、技能为目的的基础实验，一个以培养综合运用能力为目的的实际应用实验。

本单元各部分内容之间的关系和功能可表示如下：



3. 编排特点

(1) 内容的安排上，有点，有面，点面结合，使学生在对所学知识的领域有一概要了解的基础上，有重点地学习、掌握某些具体的方法和技能。点是具体原理、技能、方法的学习和实践，如每个课题中的科学探究、实践活动和前两个实验；面是某方面内容的概述，本单元中有两个层次的概述内容，一是单元引言中的对物质检测意义、方法的概述，二是两课题引言中，分别对定性检测和定量检测方法的简单概述。

(2) 在目标培养上，有侧重，有综合，循序渐进，逐步提高。有侧重是指学习、实践某一实验方法或某项实验技能时，侧重于知识技能的培养；有综合则是指在此基础上安排的实际应用实验，侧重于综合运用能力的培养，这落实于每个课题的最后一个实验，它的主要目的是要综合运用本课题所学技能、方法，此外，也会涉及前面所学其他相关原理、技能和方法等等，排在后面的往往综合性更强一些。

三、课时建议

课题一	物质的检验	5 课时
课题二	物质含量的测定	6 课时
机动		2 课时
小计		13 课时

教 学 建 议

单元引入

本单元的引言从学生的知识基础和生活中所接触的事物出发，介绍了物质检测在日常生活、环境保护、科学研究和工农业生产中的实用意义，并简要说明了物质检测的目的、任务和检验方法。通过本单元的学习，使学生掌握一些定性和定量检测的基本化学实验方法和思路，初步了解一些常用仪器的原理和使用方法，并尝试应用所学的知识和技能去探究生活中的实际问题，从中体验化学实验的乐趣，并培养自己综合运用知识解决问题的能力。

具体建议如下：

1. 引导学生从自己的生活经验和知识基础出发，对身边接触的事物进行社会调查，并查

阅相关的资料,了解物质的检验对日常生活和人体健康(食品的安全、人体所需要的营养元素;医药、农药的有效成分等)、环境监测与保护(大气、水质的监测,三废的处理与综合利用等)、工农业生产(工业原料和产品的检验、生产过程的监控,化肥成分的测定等)、科学研究(物质结构的确定,原子能材料,半导体,超纯物质,航天技术,考古研究等)中的重要作用,认识化学检测实验是化学知识的重要组成部分,是解决实际问题的重要途径和方法,激发学生的学习兴趣 and 参与化学活动的热情。

2. 结合【思考与交流】,引导学生讨论物质组成、结构与物质性质的关系,进一步明确物质的性质与物质的组成(元素组成和成分含量)、结构、聚集状态有关,是物质检测的基础。认识物质通常也是通过化学实验从认识物质的性质入手的。物质的检测就是利用物质的物理、化学性质测定其组成、结构和含量。

3. 总结以上讨论,得出物质检测的基本方法。根据原理、性质和分析手段的不同,可分为化学分析法和仪器分析法;根据分析的目的和任务,可分为定性分析、定量分析和结构分析。

教学设计参考

社会调查:教师课前将学生分成若干小组,每小组一个专题,分别就物质的检测在日常生活、环境监测与保护、工农业生产、科学研究等方面的作用进行社会调查,查阅资料或上网,收集整理相关信息,进行自主学习。并思考下列问题:

(1) 从哪几个方面对物质进行检测?

(2) 物质检测的根据是什么?

讨论交流:

(1) 各小组汇报所收集整理的信息,使学生全面了解物质检测的重要作用 and 意义。

(2) 结合【思考与交流】和上述思考题,讨论物质性质与物质组成、结构的关系和物质检测的分类。

总结评价:

(1) 明确物质的检测是从物质的性质入手,利用物质的物理、化学性质测定其组成、结构及含量。

(2) 明确物质检测的分类。

简单应用:从学生的知识基础出发,结合【思考与交流】,举一些学生调查资料中的简单的实例,叫学生判断其检验的方法。

【思考与交流】

1. H_2O_2 和 H_2O , 分子组成不同,性质不同;金属和其合金,浓硫酸和稀硫酸,物质成分不同,性质不同;金刚石和石墨,有机物的各种同分异构体,其结构不同,性质不同;另外,物质的性质与其聚集状态也有关系,如溶液和胶体、悬浊液、乳浊液的性质不同。

2. 供暖锅炉用水经常检验水质软化的程度,是为了避免在锅炉中产生较多的水垢,浪费燃料;防止锅炉水垢沉积过多引起锅炉爆炸。需要经常定量检测水中 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 的含量。



课题一 物质的检验

一、教学设计

本课题教材从学生已学过的物质性质和离子鉴别实验引入，在使他们了解物质检验的涵义和特点的基础上，通过对【科学探究】实验的思考、讨论和实际设计，认识检验纯净物的某种成分和检验混合物组分的基本实验方法和思路，明确物质的定性检测的着眼点在于某物质区别于另一种或一些物质的性质——特征性质或反应，通过一定的实验现象加以区别。教材中还列举了一些学生熟知的离子的特征反应，这是对物质进行定性检验的主要依据。

此外，教材中还介绍了当前在物质检测中常用的一些物理仪器分析技术（如色谱分析仪、质谱仪和核磁共振谱仪等），旨在开阔学生的眼界，了解仪器分析在物质检测与鉴别中的重要地位和作用。

本课题教材还安排了三个学生实验，要求学生综合运用所学知识和物质检验方法，设计检验纯净物（无机物和有机物）和混合物的成分、未知物的成分的实验思路和方法，从中体验探究实验的过程和乐趣，掌握物质检验和鉴别的途径和方法，初步形成运用化学实验解决实际问题的能力。

本课题教学重点：物质定性检测的原理、方法和思路。

本课题教学难点：混合物和未知物检测的方法和步骤。

具体教学建议如下：

1. 从学生的知识基础和已有的实验经验出发，创设问题情境，引入课题。

引导学生讨论常见气体、常见阴阳离子和典型有机物的检验和鉴别方法，从中得出物质检验的涵义和特点，认识化学实验是物质检验的手段，物质的特征性质或反应是物质检验和鉴别的依据。

2. 通过【科学探究】中的实验检验和鉴别方案的讨论，了解和掌握物质检验的一般方法和实验步骤。组织教学时注意以下几点：

（1）引导学生自主设计多种实验方案，并用图示把实验方案表示出来。充分展开讨论，评价方案的优劣，从中确立科学的设计方案，形成物质检验的一般方法和步骤。

（2）重点讨论实验方案的原理、方法和步骤。物质的检验，就是根据物质的性质（物理、化学性质），使被检物质与已知试剂反应，转变成某种已知物质，或产生某些特殊现象（反应中溶液颜色的改变；沉淀的生成和溶解；气体的生成和气味；火焰的焰色特征等现象），从而确定被检物质的存在。

物质检验的一般步骤是先对试样进行外观观察，确定其状态、颜色、气味等，然后准备试样。当试样是固体时，一般先取少量试样配成溶液，而后进行检验。在检验配好的溶液中是否含有某种离子时，应每次取少量待测溶液进行检验，不应将检测试剂直接加入到全部待测溶液中。

（3）物质检验的核心是试剂的选择和加入的顺序。当溶液中有多种离子存在时，应排除离子间的相互干扰（从检验试剂加入顺序考虑或按性质相近与否将离子逐次分组分离，再分别逐一检验）。

(4) 物质检验的方法很多,不能期望通过几个示例,就使学生全面掌握各种类型的物质的检验和未知物的鉴别方法。要通过不断地进行物质检验的设计练习,帮助学生从原理上掌握思路和方法,逐步扩展学生的视野。

3. 扼要介绍光谱分析的原理和在物质检测中的应用,可组织观看相关录像、光碟等。

教学设计参考

实验探究的教学模式 (1 课时完成)

课题引入:

从讨论学生熟知的气体、离子和典型有机物检验引入课题,使学生明确物质的特征性质或反应是检验和鉴别的主要依据。

实验探究:

1. 学生分组设计【科学探究】中的两个题目的实验方案,重点讨论第二个实验方案的方法与思路。并思考下列问题:

- (1) 怎样选择检验物质的试剂?
- (2) 怎样设计鉴别物质的实验方案? 应注意哪些问题?
- (3) 物质检验的基本步骤有哪些?

2. 根据各组设计的实验方案进行实验,并评价方案的优劣。

总结评价:

- (1) 各组汇报自己实验方案的主要特点和问题。确定最优实验方案;
- (2) 总结设计鉴别实验方案应注意的问题和物质检验实验的一般步骤;
- (3) 教师扼要介绍光谱分析的原理和应用。

应用深化:

1. 可结合实验 3-1,让学生应用物质检验的原理、方法和思路,设计实验方案,从中巩固和深化知识,并为完成教材中的三个物质检验的实验做好准备。

例如:让学生设计实验方案,检验可能含有 Fe^{3+} 、 Al^{3+} 、 Ag^{+} 、 Ba^{2+} 的混合溶液。讨论:怎样检验未知物? 检验时应注意哪些问题?

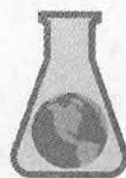
2. 未知物的检验就是综合利用物质或离子的检验方法,根据实验现象检验未知物是(或含有)什么,或可能是(或可能含有)什么。学生根据离子的特征反应可设计出不同的实验方案,但都要考虑离子反应间的相互干扰。在检验某一离子时,都要设法把干扰的离子除去。可从试剂加入的顺序和利用沉淀反应考虑。

3. 展示学生的实验方案,进行比较评价鼓励优秀、指出不足。

二、活动建议

【科学探究】

1. 根据教学设计参考进行【科学探究】的实验。
2. 实验方案设计与记录可参考下表:



实验方案设计与记录

编号	实验用品	操作	现象	结论
(1)	胃舒平药片	取一片胃舒平药片用研钵研碎，放入点滴板的凹穴中，加入碘水，观察现象	白色粉末变蓝	证明胃舒平药片中含有淀粉
(2)	无标签的氯化钠、氯化钡、碳酸钠、无水硫酸铜粉末	①将四种样品编号后分别放入四支试管中，分别加入蒸馏水溶解，观察现象	其中一支试管溶液为蓝色，三支试管溶液为无色	蓝色的溶液为硫酸铜溶液
		②将少量三种无色溶液分别加入三支试管中，各加入少量盐酸，观察现象	其中一支试管的溶液中有大量气泡产生，其余两支试管中无明显现象	有气泡产生的溶液为碳酸钠溶液
		③各取少量剩余两种无色液体分别放入两支试管中，各加入少量稀硫酸，观察现象	其中一支试管中产生白色沉淀，另一支试管无沉淀产生	有白色沉淀产生的溶液为氯化钡溶液；无沉淀生成的溶液为氯化钠溶液

【思考与交流】

1. 引导学生按下列分类列表进行物质检验方法的总结，为下面进行的物质检验的实验做好知识和方法上的准备。

(1) 气体的检验：气体检验依据是由气体的特殊性质所表现出来的现象。一定要注意有些现象是几种气体所共有的，如爆炸性为可燃性气体（ H_2 、 CO 、 CH_4 等）所共有； CO_2 、 SO_2 都可以使澄清石灰水变浑。因此，在检验时，要综合考虑性质和现象。

(2) 阳离子检验：一般可用强碱溶液进行检验。可根据生成沉淀的颜色加以区别。也可利用焰色反应和离子的特征反应进行鉴别。

(3) 阴离子检验：可用熟知的阴离子的特征反应进行检验。有时也可用强酸，根据生成物的颜色、状态、气味等加以鉴别。

(4) 有机物的检验：通常从官能团入手来确定某有机物的存在。

2. 讨论交流学生的总结。展示优秀的实例，激发学生的学习热情。

三、实验说明**实验 3-1 几种无机离子的检验****1. 实验目标**

(1) 掌握几种无机离子的检验方法。

(2) 学习鉴别和检验不同无机化合物、混合物的思路和方法。

(3) 体验综合利用化学知识和实验技能，探究未知物质的过程和乐趣。

2. 预习指导

(1) 实验原理：实验内容 1 是几种不同纯净物的检验，可直接利用它们所含的阴阳离子的特征反应进行分组，然后根据各组内物质组成离子的不同加以鉴别。实验内容 2 是混合溶

液中不同离子的检出,由于某些离子的特征反应存在相互干扰,这时需要利用沉淀的方法将它们分离开,然后进行检出。

(2) 根据组成中的阴阳离子的不同,本实验中所涉及的 NH_4NO_3 、 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 、 Na_2SO_4 、 NaCl 和无水 CuSO_4 五种盐可分为:铵盐、钠盐和铜盐或硝酸盐、硫酸盐和盐酸盐(氯化物)。

(3) 实验中五种盐中相关五种离子的特征反应现象和检验方法:

NH_4^+ : 与浓碱液共热,生成的气体可以使湿润的红色石蕊试纸变蓝;

SO_4^{2-} : 滴加用盐酸酸化的 BaCl_2 溶液,生成不溶于水的白色沉淀;

Na^+ : 焰色反应为黄色;

Cl^- : 滴加用稀硝酸酸化的 AgNO_3 溶液,生成不溶于水的白色沉淀;

Cu^{2+} : 溶液呈蓝色,滴加稀碱液,生成蓝色絮状沉淀。

(4) 几种盐的鉴别可以使用分组法,如本实验内容 1 中的五种盐溶液可以分为有色溶液(CuSO_4 溶液)和无色溶液两组。然后可以用 NaOH 溶液将无色溶液再分成两组, NH_4NO_3 、 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 加热后生成的气体可以使湿润的红色石蕊试纸变蓝; Na_2SO_4 、 NaCl 无变化; 两组中再分别用盐酸酸化的 BaCl_2 溶液加以鉴别。或以盐酸酸化的 BaCl_2 溶液将无色溶液分为两组, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 和 Na_2SO_4 有不溶于水的白色沉淀生成, NaCl 和 NH_4NO_3 无明显变化,再用同浓碱液共热的方法,于组内加以鉴别。

(5) 离子的分离和鉴别实验中都常利用生成沉淀的反应,以分离为目的时,需再将生成的沉淀溶解恢复成离子状态。

通常情况下,可用于分离或鉴别 Fe^{3+} 、 Al^{3+} 、 Ag^+ 、 Ba^{2+} 离子的沉淀反应如下表所示:

离子	可用于分离的沉淀反应	可用于鉴别的沉淀反应
Fe^{3+}	①滴加 NaOH 溶液、氨水等	②滴加 NaOH 溶液,生成红褐色沉淀
Al^{3+}	③滴加稀氨水,生成白色沉淀	④滴加 NaOH 溶液,先生成沉淀后消失
Ag^+	⑤滴加 NaOH 溶液、稀盐酸(用于除去)	⑥滴加稀盐酸,生成不溶于硝酸的白色沉淀
Ba^{2+}	⑦滴加 Na_2CO_3 溶液、稀硫酸(用于除去)	③滴加稀硫酸,生成不溶于硝酸的白色沉淀

本实验内容 2 可采用上表中⑥③②(或③)④所示方法进行检验。如果混合液中有 Ag^+ 存在,会影响其他三种离子的检验,为防止这种干扰,在检验其他三种离子之前,应当先沉淀除去 Ag^+ 。

3. 实验要求

(1) 实验药品

无标签(已编号)的 NH_4NO_3 、 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 、 Na_2SO_4 、 NaCl 和无水 CuSO_4 五种白色粉末;

含有 Fe^{3+} 、 Al^{3+} 、 Ag^+ 、 Ba^{2+} 中三种或四种离子的混合溶液;

蒸馏水、10% NaOH 溶液、5% BaCl_2 溶液、稀氨水、稀盐酸、稀硫酸、红色石蕊试纸。

(2) 实验仪器

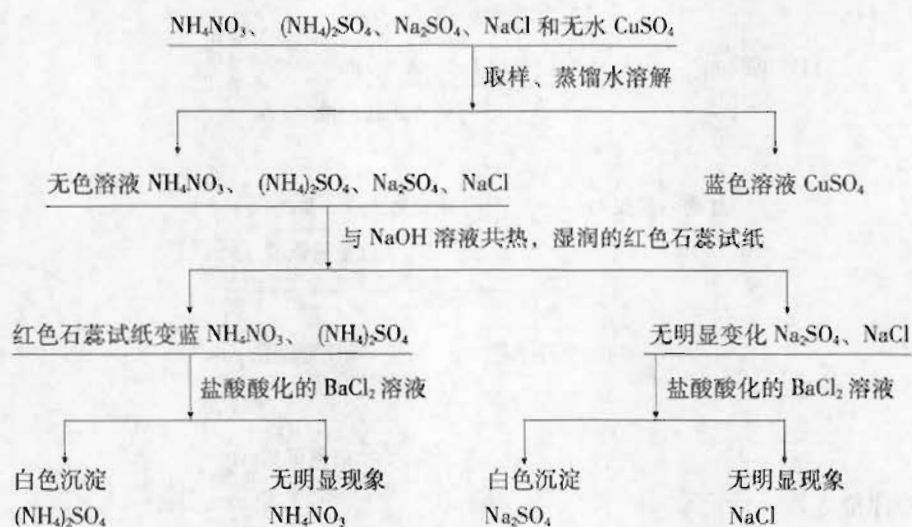
试管若干、酒精灯、火柴、试管夹、镊子、漏斗、铁架台、铁圈、烧杯。



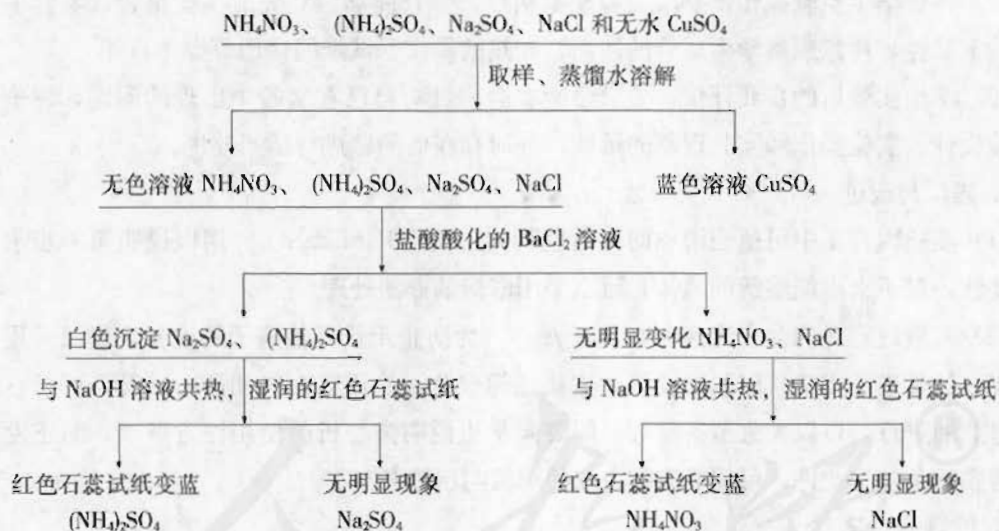
(3) 实验方案参考

实验内容 1:

方案 1:



方案 2:



实验内容 2:



4. 实验评价

(1) 评价学生的实验方案：组织学生对各自的实验方案进行交流与讨论。注意点评学生实验设计方案中的先后顺序、试剂的使用情况、方案的可行性和试剂节约原则。

(2) 评价学生实验操作：要求实验现象明显，并且能够独立完成实验报告，实验中强调取样的重要性，注意观察学生试管的使用、加热的操作、试纸的使用等操作。

(3) 学生实验后的自我评价：要求学生实验后针对自己在实验中出现的問題，评价自己的实验设计、实验操作和实验现象的预期，并对存在的问题进行适当改进。

5. 建议与改进

(1) 实验内容 1 中可适当增加两种白色固体： CaCO_3 和 BaSO_4 ，用以说明第一步水溶解的重要性，对于水不能溶解的固体，可以采用酸溶的办法处理。

(2) 实验内容 2 的混合溶液中如含有 Ag^+ ，为防止干扰其他离子的检验，建议采用离心机和离心试管进行实验，以达到实验微型化、简单化。使用离心机和离心试管，可以有效地减少过滤的进行，可以大大节省时间。但要向学生说明离心机的使用注意事项，防止发生意外。若实验条件不允许，可用静置的办法使溶液与沉淀分离。

6. 问题与讨论

(1) 参见前述实验方案参考，注意方案的选择要考虑成本和操作的繁简程度。

(2) 实验内容 1 是几种不同纯净物的检验，可直接利用它们所含的阴阳离子的特征反应进行分组，然后根据各组内物质组成离子的不同加以鉴别。实验内容 2 是混合溶液中不同离子的检出，由于某些离子的特征反应存在相互干扰，这时需要利用沉淀的方法将它们分离开，然后进行检出。

7. 拓展实验

(1) 晶体加热有水生成可以证明结晶水合物中水分子的存在；取少量晶体溶于适量的蒸馏水中制得溶液，取少量溶液与浓碱液共热，生成的气体可以使湿润的红色石蕊试纸变蓝，证明有 NH_4^+ 存在，生成白色沉淀很快变成灰绿色，最终变成红褐色，证明有 Fe^{2+} 存在。另



取少量溶液滴加用盐酸酸化的 BaCl_2 溶液,生成不溶于水的白色沉淀,证明有 SO_4^{2-} 存在。取少量晶体做焰色反应,透过蓝色钴玻璃观察火焰为紫色,证明有 K^+ 存在。

(2) 取样,各加少量蒸馏水溶解,得到两种无色溶液和两种黄色溶液,不能溶解的是 CaCO_3 。在两种无色溶液中加入浓碱液共热,生成可以使湿润的红色石蕊试纸变蓝的气体的 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$,无明显变化的是 Na_2CO_3 。在两种黄色溶液中滴加用盐酸酸化的 BaCl_2 溶液,生成不溶于水的白色沉淀的是 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 、无明显变化的是 FeCl_3 。

(3) 取样,加少量蒸馏水溶解。注意 AlCl_3 和 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 的双水解,可以分解成几种阳离子和几种阴离子的检验。

实验 3-2 几种有机物的检验

1. 实验目标

- (1) 掌握几种有机物的检验方法。
- (2) 初步学习鉴别和检验几种不同有机物、官能团的思路和方法。
- (3) 体验综合利用化学知识和实验技能,探究未知物质的过程和乐趣。

2. 预习指导

(1) 实验原理:有机物的检验通常首先观察其物理性质,如颜色、气味、黏度、状态,以及灼烧时发出的气味等。然后根据有机物的化学性质进行检验,主要依据的是官能团的特性反应现象。

(2) 实验内容 1 中,教材给出的试剂是商品名,应指导学生预习时查资料、确定商品的主要成分。酒精为乙醇溶液,有酒的气味和刺激的辛辣滋味;白醋的主要成分是乙酸,有刺激气味。香蕉水是乙酸-3-甲基丁酯,有香蕉和梨气味的无色液体。可以直接由气味加以区分,也可以从三者酸碱度及与钠作用程度上的不同来区别。

(3) 实验内容 2 实际是针对不饱和烃的检验,可利用不饱和烃中的碳碳双键可以使溴的四氯化碳溶液褪色的性质检验。

(4) 实验内容 3 中,葡萄糖是还原性单糖,淀粉是非还原性多糖。可以利用银镜反应或新制的 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 检验葡萄糖,利用碘单质使淀粉变蓝的性质,检验淀粉。

(5) 实验内容 4 可利用燃烧鉴别法:成黏胶状的是化纤丝;无气味燃成灰的是棉花;有毛皮味、烧完呈黑灰状、捻起来像沙土一样的丝棉;羊毛燃烧不快,火焰小,离火即熄灭,有蛋白质臭味,灰烬为黑褐色卷曲状结晶;腈纶等化纤毛线,边缓慢燃烧边熔化,火焰呈较明亮的白色,有时略带黑烟,并有鱼臭味,灰烬为黑灰色圆球状。

如果学生以前没有这方面的知识或经验,应指导学生通过实际操作取得直接经验。

3. 实验要求

(1) 实验药品

编号的酒精、白醋、香蕉水,裂化汽油、葡萄糖、淀粉,编号的毛线、棉线、化纤织物等,溴水(或溴的四氯化碳溶液)、5% CuSO_4 溶液、10% NaOH 溶液、碘水。

(2) 实验仪器

试管若干、胶头滴管、酒精灯、试管夹、石棉网、火柴。

(3) 实验方案参考

实验内容 1:利用酒精、白醋、香蕉水的气味加以鉴别。

实验内容 2: 在裂化汽油中加入少量溴水 (或溴的四氯化碳溶液), 振荡, 观察溴水是否褪色。

实验内容 3: 取少量白色粉末, 加少量蒸馏水溶解得待测溶液。在试管中加入 2 mL 10% NaOH 溶液, 滴加 5 滴 5% CuSO_4 溶液, 向所得 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 沉淀中加入待测溶液, 加热, 观察现象; 另取少量待测溶液并向其中滴加 2 滴碘水, 观察现象。

实验内容 4: 直接点燃少量织物, 观察现象。

4. 实验评价

(1) 评价学生实验方案: 实验前要求学生讨论实验内容和实验方案, 在讨论中明确各种有机物的物理性质和官能团的性质。

(2) 评价学生实验操作: 本实验的实际应用性比较强, 但与现实生活中学生的生活经验有一定的出入, 建议先要求学生已知物质进行检验, 形成正确的感性认识后, 对学生的实验态度和实验操作进行评价, 再进行应用性实验。

(3) 学生实验后的自我评价: 学生实验后重点评价自己基础知识的掌握情况, 引导学生将课堂上所学的知识与实际生活相联系, 灵活地加以运用。

5. 建议与改进

(1) 建议实验前组织学生实际了解酒精、白醋、香蕉水的气味, 形成感性认识。灼烧一些织物的样品, 以对不同成分的织物的燃烧现象和燃烧产物有感性认识。

(2) 实验内容 1 中的实验方法与体检中嗅觉检测的方法相同, 可以模拟体检, 以游戏的方式进行。

(3) 实验内容 4 在实际生活中有很强应用价值, 可以从生活实际出发, 创设生活场景, 模拟商场购物或商品检验。

(4) 实验中注意提醒和检查学生实验操作的安全性, 进行织物燃烧实验时要注意避免灼伤, 燃着的织物不要随意丢弃, 防止失火。

6. 问题与讨论

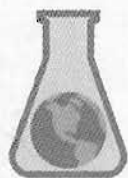
乙酸乙酯的沸点 77.06°C , 折光率 1.372 3, 相对密度 0.900 3; 乙醇的沸点 78.5°C , 折光率 1.361 6, 相对密度 0.789 3。以现有知识无法进行分离, 二者的检验仍然依靠气味上的区别进行, 不分离不会影响检验结果。应用银氨溶液或新制 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 检验葡萄糖时, 淀粉不会产生干扰, 应用碘水检验淀粉溶液时, 葡萄糖的存在也不会有干扰, 所以两种混合物都没有必要先行分离, 然后检验。

7. 拓展实验

本实验选取工业废水是关键。炼焦厂或钢铁厂的炼焦废水中的苯酚含量很高, 另外苯酚在工业上主要用于生产酚醛树脂和双酚 A, 苯酚衍生物如卤代酚、硝基酚、烷基酚可用于医药、农药、油漆、染料、炸药、石油添加剂、脱漆剂、木材防腐剂、香料等的生产, 在皮革领域还用来消毒, 所以选取这些工厂的废水, 检出率会比较高。使用溴水反应生成三溴苯酚沉淀的方法虽然非常灵敏, 但由于废水中苯酚含量的影响, 实验现象并不很明显。可以使用 FeCl_3 溶液与苯酚反应, 生成显紫色的物质进行检出。

实验 3-3 植物体中某些元素的检验

1. 实验目标



(1) 应用已学和资料提供的检验离子的反应, 检验生活里常见物质中的某些元素。

(2) 学习利用检验离子的反应探究身边物质组成元素的一般思路和方法。

2. 预习指导

(1) 实验原理: 许多阴阳离子在溶液中能发生特殊性的反应, 产生明显的实验现象, 我们可以利用这些性质和现象, 达到定性检出物质中是否含有某种元素的目的。

(2) 学习查阅各种化学实验书籍和实验手册, 设法查找常见离子的检验方法。通过查找资料培养学生搜集信息和处理信息的能力, 以学习小组的形式组织学习与交流, 可以选取学生自己感兴趣的植物检测某些离子的存在。

(3) 本实验内容可以与生物学知识进行有机结合, 利用学校的生物教学资源或通过到图书馆或上网查找相关资料, 明确常见植物中富含微量元素的种类和含量, 为自己设计实验确定检测的方向。

(4) 植物中元素的检验, 对植物的灰化、溶解等预处理非常重要。检验常见的离子时, 根据检出元素所需的状态或所测元素的检出状态的不同, 采用不同的酸进行溶解。金属元素为通常条件下的价态, 一般能溶解就行, 通常采用稀盐酸或稀硫酸; 非金属元素(如磷)要求检出形态为最高价态, 所以使用浓硝酸进行处理。但使用浓硝酸加热处理有一定的危险性和较大的污染, 建议具备良好通风条件和必要安全措施的学校采用。不具备上述条件的学校可以改变检测的物质, 换成果汁或矿泉水较好。

(5) 本实验中所涉及的离子检验方法, 教材的表 3-2 中均给出了资料, 教学中应鼓励学生查找更多资料, 特别是自定内容的实验更需要自查资料。

Ca^{2+} 的检验可以按照教材表 3-2, 但对于浓度较小的 Ca^{2+} 溶液与草酸铵反应生成白色沉淀的实验现象不明显, 效果较差, 检出难度较大, 改用 GBHA 法会使检出概率加大。GBHA 即乙二醛双缩 [2-羟基苯胺], 该试剂不溶于水, 易溶于甲醇、乙醇和丙酮, 与 Ca^{2+} 在碱性环境 ($\text{pH} > 12$) 中生成红色螯合物沉淀。

Al^{3+} 的检验可以按照教材资料表 3-2, 使之与铝试剂反应生成红色絮状沉淀, 铝试剂选用茜素磺酸钠(简称茜素 S)。

Fe^{3+} 离子的检验按照教材表 3-1, 使之与氢氧化钠溶液反应生成红褐色沉淀, 效果理想, 实验现象明显。若使用硫氰化钾溶液反应生成红色络合物的方法进行检验, 则受到溶解时加入的浓硝酸的影响, 检出困难, 大量 Cl^- 的存在也对此反应有干扰, 建议使用稀盐酸溶解后, 用此方法检验。

(6) 植物中含有多种微量元素, 在制成的溶液里会存在大量的干扰离子。但本实验中的四种离子的检验不存在干扰, 如无特殊要求可以不进行分离和掩蔽。若遇需要进行分离的实验, 一般采用沉淀法, 利用离心机和离心试管分离。掩蔽法一般采用 EDTA 等特殊掩蔽剂。

3. 实验要求

(1) 实验药品

2 mol/L HCl、浓 HNO_3 、5% HAc、6 mol/L HAc、10% NaOH 溶液、饱和草酸铵溶液(或 GBHA 试剂)、茜素磺酸钠、稀硝酸、0.1 mol/L 铝酸铵溶液(稀硝酸酸化)、KSCN 溶液、淀粉溶液、氯水、柏树叶、茶叶、干海带。

(2) 实验仪器

台式天平、坩埚、电炉、50 mL 烧杯、量筒、漏斗、铁架台、石棉网、玻璃棒、药匙、滤纸、点滴板、胶头滴管。

(3) 实验方案参考

①待测物溶液的制备

待测物的灰化要求待测物本身尽量干燥,研磨后应当反复加热、研磨若干次,以保证待测物完全灰化。使用酸溶解灰分时,可以稍稍加热以促进物质的溶解,但浓硝酸加热时会分解,有二氧化氮生成,加热时注意通风,防止发生危险。过滤在较强的酸性环境下进行,使用耐酸的漏斗和滤纸进行操作。以上操作建议由实验员或教师完成。

②各种离子检验时的试剂使用和操作

Fe^{3+} 的检验: Fe^{3+} 与 SCN^- 离子生成配位数不同的红色可溶性络合物,随着试剂浓度的增加,高配位数离子所占的比例增加,溶液颜色逐渐变深,反应的灵敏度也增加。碱能破坏红色络合物,生成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀,故反应必须在碱性溶液中进行。浓 HNO_3 的氧化性可使 SCN^- 受到破坏;浓盐酸中大量 Cl^- 离子与 Fe^{3+} 形成 FeCl_4^- 络离子。影响反应的灵敏程度,故适宜的酸化试剂是稀 HCl 。

Al^{3+} 的检验:茜素磺酸钠易溶于水,它在水溶液中的颜色随酸度而异,在中性时呈浅褐黄色,在酸性时呈黄色,在碱性时呈紫色。 Al^{3+} 与茜素 S 在氨性溶液中生成亮红色絮状沉淀。红色沉淀一旦在氨性中生成,便不溶于稀 HAc 。若向该沉淀上加入少量稀 HAc ($\text{pH}=4\sim 5$),过量的试剂则由碱色(紫色)变为酸色(黄色),而由铝生成的产物的红色不褪,而且更为明显。

Ca^{2+} 的检验:一种是草酸钙法,即 Ca^{2+} 与 $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ 在 $\text{pH}>4$ 时形成白色晶形沉淀,该沉淀溶于强酸,不溶于 HAc 。另一种是 GBHA 法, Ca^{2+} 与 GBHA 在碱性环境 ($\text{pH}>12$) 中生成红色螯合物沉淀。该沉淀易溶于 CHCl_3 (氯仿),使 CHCl_3 层显红色。[GBHA 即乙二醛双缩(2-羟基苯胺),该试剂不溶于水,易溶于甲醇、乙醇和丙酮。]

PO_4^{3-} 的检验:因为 SiO_3^{2-} 对此检验法有干扰,所以此反应适于在滤纸上进行。取定量滤纸,加 1 滴 HNO_3 酸化过的试液,然后滴加预先已配在一起的 $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$ 和酒石酸试剂,将滤纸在热石棉网上方烘热以加速反应,出现黄色沉淀表示有 PO_4^{3-} 。若再加联苯胺 1 滴,然后放在氨气瓶上熏,用氨气中和酸降低酸度。此时则出现蓝色斑点。

I^- 的检验:在酸性溶液中,加入氯水或 HNO_3 ,将 I^- 氧化成 I_2 ,加入 CCl_4 (或苯),振荡,有机试剂层显红紫色。

4. 实验评价

(1) 评价学生实验方案:如果学生选择其他检验方法,教师应正确评价学生的实验设计,对学生的主动探索精神应给予充分肯定。

(2) 评价学生实验操作:本实验内容所使用的试剂和溶液浓度较低,对学生实验操作能力要求较高,评价重点不应是实验的结果,应当重点评价学生的实验态度和实验过程。

(3) 学生实验后的自我评价:学生自我评价的重点应在实验过程中出现不可预期现象的处理上。重点评价实验中发现问题的解决方法、解决问题的方法或途径是否正确等。

5. 建议与改进

(1) 建议待测物溶液的制备由实验员或教师在实验前完成,实验准备过程学生可以参与



讨论, 但为安全起见, 不要求学生实际操作。

(2) 灰化过程和溶解过程元素损失比较严重, 稀释时如果不能很好地控制蒸馏水的用量, 将使某些离子的浓度过低而无法检出。建议改为矿泉水中几种离子的检验。

(3) 离子检验方法的多样性是本实验可能遇到的一个问题。课本描述的实验方法由于知识的局限性, 相对较少, 有些成功率不高, 应当鼓励学生多方搜集和查找资料, 以寻求最佳的实验方案。

学生搜集资料所得的实验方案必须经过细致地讨论和分析, 充分考虑实验方案的可行性和可操作性, 注意实验预期与实验现象的吻合度。

学生选择其他方法后, 教师应正确引导学生进行实验, 对于部分学生采取的方法应视情况给予肯定和帮助, 尽可能满足学生对试剂的要求, 以帮助学生更好地完成本实验内容。

(4) 用盐酸溶解植物灰分时, 对各种离子的检出有一定难度, 建议改用 1:1 的硝酸, 实验效果可以稍有改善, 但实验现象仍然不很明显。建议改用果汁或蔬菜汁进行实验。利用家用榨汁机对植物进行粉碎处理后, 用口罩布过滤, 选用颜色不深的果汁 (如芹菜汁、苹果汁、洋葱汁等) 进行实验, 效果较好。

6. 问题与讨论

本实验中溶解待测物时, 针对不同的待检出元素采用了不同的酸进行溶解, 一是为了有针对性地加大某元素的溶解度, 二是为了不破坏某些元素的离子存在形式, 三是为了在其后的检验中不引入干扰离子。

7. 拓展实验

(1) 海藻类植物中大都含有碘元素, 但含量和存在形式略有不同, 资料表明: 海带、紫菜中碘元素含量较高, 且主要以有机物形式存在, 在灰化和溶解过程中易于转化为 I^- , 便于检出。海白菜稍差。

(2) 蔬菜和水果中某元素的监测可以直接利用蔬菜汁或果汁, 用活性炭脱色后, 采用 1:1 的硝酸酸化处理, 对所得溶液进行检测。被检测离子选用易于检验的 Fe 、 Al 、 Cu 等元素。

(3) 本实验可与实验 3-5 合并进行。

(4) Cu^{2+} 的检验: 取少量溶液以 HAc 酸化, 加入 $K_3[Fe(CN)_6]$ 溶液 1~2 滴, 有红棕色沉淀生成, 证明有 Cu^{2+} 存在。

Pb^{2+} 的检验: 取少量溶液加入 1~2 滴浓 HAc 酸化, 加入数滴 K_2CrO_4 溶液, 有黄色沉淀生成, 滴加稀碱液沉淀溶解, 证明有 Pb^{2+} 存在。

课题二 物质含量的测定

一、教学设计

本课题是在学生学习了物质定性检测的基础上进一步介绍对物质的定量检测, 使学生全面了解物质检测的基本原理、过程和方法。

定量检测通常在定性检测的基础上进行, 在了解了物质的组分之后, 往往还需要确切知

道其各组分的含量，如药品中有效成分的含量，空气中有害气体是否超标，自来水是否符合国家饮用水标准，工业生产中原料和产品的检验、生产过程的控制，定量检测都起着“眼睛”的作用。

本课题通过酸碱中和滴定法和比色法的学习使学生了解定量检测的基本特点、实验原理和方法，并通过教材所提供的实践活动（用中和滴定法测定氢氧化钠溶液的浓度、用比色法测定硫酸亚铁铵的纯度）和本课题所安排的三个实验，体验定量检测的实验方法和思路，认识定量分析在工农业生产、日常生活和科学研究中的重要作用，初步形成运用定量实验解决实际问题的能力。并培养学生严谨细致、务实求真的科学精神。

本课题教学重点：中和滴定法和比色法的实验原理和基本操作。

本课题教学难点：中和滴定法实验的基本操作。

具体教学建议如下：

1. 在阅读教材和查阅相关资料的基础上，从学生已有的知识基础和生活经验出发，引导他们讨论定量检测在生产、生活和科研中的重要作用，定量检测和定性检测的关系等问题，从而明确从量的方面研究物质组成和化学反应的重要意义，树立准确的“量”的概念，提高分析问题和解决问题的能力。

2. 采用自学和问题解决的教学模式突破本节的教学重点——酸碱中和滴定法。中和滴定法由于其操作简便快速，反应可定量完成，是广泛采用的一种常量分析法，有很大的实用价值。酸碱中和滴定法的实验原理和相关的计算是学生比较熟悉的，不熟悉的是该实验方法所用的仪器（酸、碱滴定管）、滴定的基本操作、指示剂的选择、测量误差的讨论等。因此，本节的教学应结合教材中的【实践活动】和【思考与交流】，围绕三个问题：实验原理和定量计算方法、实验基本操作、实验评价和误差分析展开教学过程。通过学生自学、思考、讨论、交流、归纳整理并实际进行中和滴定操作，从而掌握本节的教学重点。

3. 用自学、讲述和实验探究的教学策略进行比色法教学。在学生自学和教师讲解比色法的实验原理的基础上，引导他们利用教材中的实践活动：用比色法测定自制硫酸亚铁铵的纯度，进行实验探究，从中体验用比色法测得物质微量组分的实验原理和方法。

4. 引导学生列表比较中和滴定法和比色法两种实验方法的原理、特点、操作步骤和适用范围，从中掌握本节的教学重点，并学会运用分类、比较、归纳、概括等对信息加工的方法。

教学设计参考

（一）中和滴定法教学（2课时完成）

创设问题情境：在学生自学本课题教材的基础上，组织他们讨论为什么要对物质进行定量检测，定量检测在生产、生活和科学研究等方面的重要作用。引入本课题要学习的两种定量检测方法。

提出问题，引导学生从下述三个方面去自学思考：

1. 实验原理

（1）酸碱中和滴定法的实验原理是什么？

（2）运用该方法测定的两个关键问题是什么？

（3）怎样利用酸碱中和反应计算未知浓度的酸或碱的物质的量浓度？



2. 操作步骤

- (1) 中和滴定所用的实验仪器——酸、碱滴定管的构造、特点和使用方法。
- (2) 进行中和滴定前需要做哪些准备?
- (3) 怎样选择酸碱指示剂?
- (4) 怎样进行中和滴定的实验操作?

3. 实验结果数据处理

- (1) 为什么要多次重复同样的滴定操作? 为什么计算时要取所耗用标准液体积的平均值?
- (2) 哪些操作步骤会引起实验误差?

问题探索: 在教师引导下组织学生自学、思考、讨论、交流。

问题解决: 从上述三个方面分别进行归纳总结, 使学生对中和滴定法有一完整的认识。

说明:

1. 实验原理

(1) 酸碱中和滴定指的是用已知物质的量浓度的酸(或碱)来测定未知浓度的碱(或酸)的实验方法。其原理是在酸碱中和反应中, 使用一种已知物质的量浓度的酸(或碱)溶液跟未知浓度的碱(或酸)溶液完全中和, 测出二者所用的体积, 根据化学方程式中酸和碱完全中和时物质的量的比值, 而得出未知浓度的碱(或酸)的物质的量浓度。

(2) 完成中和滴定实验的两个关键问题

①准确测定参加中和反应的酸、碱溶液的体积; 这就要求用精确度较高的仪器来量取溶液的体积, 且需要正确使用酸碱滴定管量取酸、碱溶液的体积。

②准确判断中和反应是否恰好完全反应。这需要选择适当的酸碱指示剂, 通过颜色变化指示反应恰好完成, 且滴定量控制适当。

2. 操作步骤

(1) 由学生自己总结出进行中和滴定前所要做的准备工作

滴定管的检漏→洗涤→润洗→装液→读数

(2) 酸碱指示剂的选择

①滴定至酸碱恰好完全中和时称达到滴定终点。需选用变色明显, 变色范围的 pH 与恰好中和时的 pH 相吻合的酸碱指示剂。

②强酸与强碱的中和反应通常选用甲基橙或酚酞作指示剂。用已知浓度的强碱滴定未知浓度的强酸一般选用酚酞做指示剂; 用已知浓度的强酸滴定未知浓度的强碱一般选用甲基橙做指示剂。

(3) 中和滴定操作

①教师边讲边演示中和滴定操作, 使学生明确操作要点和注意事项。其操作步骤可简单概括为: 一手控制滴定管, 一手摇动锥形瓶, 眼睛注视溶液颜色变化, 滴速先快后慢, 接近终点, 一滴一摇, 最后一滴溶液颜色 30 秒不改变, 滴定达到终点, 准确读出溶液体积。(再重复两次同样的滴定操作)

②可用计算机演示把 0.1000 mol/L 的氢氧化钠溶液逐滴加入 $20.00 \text{ mL } 0.1 \text{ mol/L}$ 的盐酸溶液时, 溶液的 pH 变化曲线和指示剂的变色情况。使学生感知在滴定终点前后, 溶液 pH 发生突变。

3. 实验结果及误差分析

(1) 取3次测定的标准液的体积的平均值, 进行计算。计算时保留的有效数字要与仪器的精确度相符合。

(2) 会引起中和滴定误差的操作。

引导学生讨论下述操作对滴定结果的影响:

未用标准液润洗滴定管; 未用待测液润洗滴定管; 用待测液润洗锥形瓶; 读取滴定管溶液体积读数时, 仰视或俯视; 滴定前滴定管尖嘴有气泡。

问题应用: 学生做教材中【实践活动】的实验: 用中和滴定法测定氢氧化钠溶液的浓度。

(二) 比色法教学 (用1课时完成)

问题提出: 学生自学阅读教材, 思考下列问题:

1. 什么是比色法? 比色法的主要特点是什么?
2. 比色法实验的主要步骤。如何配制用于比色的标准液 (也叫标准色阶)。
3. 怎样用比色法测定自制硫酸亚铁铵的纯度? 写出实验的主要操作步骤。

讨论交流: 引导学生主要讨论上述1、2两个问题, 明确比色法的主要特点和实验的主要步骤。

归纳讲解:

1. 教师简单扼要讲解比色法的实验原理、发展方向和应用范围。

溶液呈现的颜色是由于溶液对不同波长的光选择性吸收的结果, 且光的吸收程度与溶液的浓度有关。因此, 可用已知不同浓度的显色物质所配成的颜色逐渐变化的溶液, 组成标准色阶。将待测液在同样条件下显色, 与标准色阶相比较, 便可知待测液的浓度。

2. 比色法实验的主要操作步骤——显色和比色。

实验探究: 学生做教材【实践活动】用比色法测定自制硫酸亚铁铵的纯度。

总结评价: 引导学生讨论、比较中和滴定法和比色法的原理、特点和适用范围。

二、活动建议

【实践活动1】用中和滴定法测定氢氧化钠溶液的浓度

1. 安排本实践活动的目的是使学生了解和熟悉中和滴定所用的实验仪器酸、碱滴定管的构造、特点和使用方法; 掌握中和滴定的操作步骤; 体验定量检测的一般过程。

2. 根据教学的实际情况该活动可分别放在两课时中完成。

第一课时完成活动1. 练习使用滴定管。使学生熟悉酸碱滴定管的构造和学会控制滴定管滴加液体、量取液体的体积、润洗滴定管、练习滴定管的检漏、装液、调零等一系列的基本操作。

第二课时进行活动2、3、4的内容。让学生进行完整、连续的中和滴定操作。

3. 学会根据所记录的实验数据, 计算待测氢氧化钠溶液的物质的量浓度。并评价自己实验的准确度, 讨论可能造成误差的原因。

【思考与交流1】

在学习中和滴定实验原理和实验操作之后, 本【思考与交流】引导学生深入地思考一些关键问题, 使学生既了解中和滴定实验操作的主要步骤, 又知道为什么要这样做, 即对定量分析有一个初步的认识, 同时学会分析造成测量误差的原因。



1. “量”是定量检测中最基本和重要的概念,无论是实验原理和实际操作都与“量”紧密联系在一起。定量检测不仅要测得物质的成分,还要准确测定物质中某组分的含量,因此,除了分析测定所依据的化学原理的正确性以外,还要保证所采取的实验方法和所用的仪器具有一定的准确度和精确度。对测试结果的处理也有一定的要求,其有效数字与仪器的精确度一致。

2. 中和滴定实验中,滴定管在装液前都要用标准液或待测液润洗。如未用标准液润洗,残留在滴定管内的蒸馏水会将所装标准液稀释,所用标准液的体积增加,测试结果偏高;如未用待测液润洗,测试结果偏低。

装待测液的锥形瓶不能做类似处理,否则会使待测液的体积增加,测试结果偏高。

3. 中和滴定的准确度主要取决于酸碱反应进行的程度,因此指示剂的选择是其关键所在。所选择的指示剂的变色范围恰好在溶液的 pH 突变范围之内,能比较准确指示出滴定终点。在滴定操作中,标准液应先快后慢地滴加,边滴边振荡锥形瓶,眼睛始终注视锥形瓶内溶液颜色的变化,当接近滴定终点时,应逐滴加入溶液,直至加入最后一滴标准液时,溶液颜色发生突变,且在 30 秒内不褪色,即达滴定终点。

4. 精确的定量实验通常要取多次实验数据的平均值来保证结果的正确性,减小测量误差。但因操作错误带来的误差不应包括在内,因此,偏离较大的数据应该舍弃。

中和滴定的另一关键操作是要准确量取标准液和待测液的体积,所选定量仪器要符合实验的精确度要求。量筒的精确度不高,不符合中和滴定的实验要求。而滴定管可准确量取 0.1 mL 的溶液,可估读到 0.01 mL,符合定量实验的要求。

【思考与交流 2】

可放在本课题的最后完成。学生做完比色法的实验后,引导他们分析、比较中和滴定法和比色法的实验原理,特点、操作步骤和适用范围,对本课题进行总结。

方法	原理	方法简述和特点	适用范围
中和滴定法	酸碱中和反应及相关化学计算	用已知物质的量浓度的酸(或碱)来测定未知物质的量浓度的碱(或酸)。 特点是简便、快速,测量结果的准确度高	适用于常量分析
比色法	溶液呈现的颜色是由于溶液对不同波长的光选择性吸收的结果,且光的吸收程度与溶液的浓度有关	用已知显色物质所配成的一组不同浓度、颜色逐渐变化的溶液,组成标准色阶;将待测液在同样条件下显色,并与标准色阶相比较,测得待测液的浓度。 特点是设备简单,操作方便,灵敏度高,但误差较大	适用于微量组分的测定

【实践活动 2】用比色法测定自制硫酸亚铁铵的纯度

1. 实验室按配制标准溶液的要求制成三级标准色阶。
2. 学生将自制硫酸亚铁铵按操作要求配成待测溶液,与标准色阶比色,得出产品的纯度级别。

3. 总结用比色法定量检测的主要步骤。

【思考与交流 3】

1. 标准液是用比色法定量测定待测液所含待测溶质的量的依据，所配标准液的物质的量浓度是比较准确的。所以对仪器的精确度要求较高。而待测液的浓度要经与标准液比色后确定，因此待测液的配制对仪器的精确度要求不高。

2. 可设计用强氧化剂氧化硫酸亚铁铵来检验其稳定性，操作步骤如下：

(1) 取以上实验所配同样体积的待测液，倒入大试管中，加入一定量的新制氯水，振荡后观察溶液颜色变化。将反应后的溶液与标准色阶比较，如溶液颜色加深，说明硫酸亚铁铵可被强氧化剂氧化。

(2) 可选用其他强氧化剂氧化硫酸亚铁铵溶液，观察实验现象并得出实验结论。

三、实验说明

实验 3-4 酸碱滴定曲线的测绘

1. 实验目标

(1) 学习并初步掌握 pH 计的使用方法。

(2) 深入了解中和反应的原理和过程，明确滴定终点选择的科学依据和实验事实。练习中和滴定的实验操作。

(3) 学习实验数据的图示处理方法，培养学生认真、严谨的科学态度。

2. 预习指导

(1) pH 计的正确使用与电极保养

目前实验室使用的电极都是复合电极，其优点是使用方便，不受氧化性或还原性物质的影响，且平衡速率较快。使用时，将电极加液口上所套的橡胶套和下端的橡皮套取下，以保持电极内氯化钾溶液的液压差。

电极的使用与维护简介：

① 复合电极不用时，充分浸泡在 3 mol/L 氯化钾溶液中。切忌用洗涤液或其他吸水性试剂浸洗。

② 使用前，检查玻璃电极前端的球泡。正常情况下，电极应该透明而无裂纹；球泡内要充满溶液，不能有气泡存在。

③ 测量浓度较大的溶液时，尽量缩短测量时间，用后仔细清洗，防止被测液粘附在电极上而污染电极。

④ 清洗电极后，不要用滤纸擦拭玻璃膜，而应用滤纸吸干，避免损坏玻璃薄膜、防止交叉污染，影响测量精度。

⑤ 测量中注意电极的银-氯化银内参比电极应浸入到球泡内氯化物缓冲溶液中，避免电位计显示部分出现数字乱跳现象。使用时，注意将电极轻轻甩几下。

⑥ 电极不能用于强酸、强碱或其他腐蚀性溶液。

⑦ 严禁在脱水性介质如无水乙醇中使用。

(2) pH 计的校准

尽管 pH 计种类很多，但其校准方法均采用两点校准法，即选择两种标准缓冲液，一种是 pH=7 的标准缓冲液，第二种是 pH=9 的标准缓冲液或 pH=4 的标准缓冲液。



校准时, 首先用 $\text{pH}=7$ 的标准缓冲液对电位计进行定位, 再根据待测溶液的酸碱性选择第二种标准缓冲液。如果待测溶液呈酸性, 则选用 $\text{pH}=4$ 的标准缓冲液; 如果待测溶液呈碱性, 则选用 $\text{pH}=9$ 的标准缓冲液。若是手动调节的 pH 计, 应在两种标准缓冲液之间反复操作几次, 直至不需再调节其零点和定位(斜率)旋钮, pH 计即可准确显示两种标准缓冲液 pH , 则校准过程结束。此后, 在测量过程中零点和定位旋钮就不应再动。若是智能式 pH 计, 则不需反复调节, 因为其内部已贮存几种标准缓冲液的 pH 可供选择, 而且可以自动识别并自动校准。但要注意标准缓冲液选择及其配制的准确性。智能式 0.01 级 pH 计一般内存有 3~5 种 pH 的标准缓冲液。

其次, 在校准时应特别注意待测溶液的温度。以便正确选择标准缓冲液, 并调节电位计面板上的温度补偿旋钮, 使其与待测溶液的温度一致。不同的温度下, 标准缓冲溶液的 pH 是不一样的。

校准工作结束后, 对使用频繁的 pH 计一般在 48 小时内仪器不需再次定标。如遇到下列情况之一, 仪器则需要重新标定:

- ①溶液温度与定标温度有较大的差异时;
- ②电极在空气中暴露过久, 如半小时以上时;
- ③定位或斜率调节器被误动;
- ④测量过酸 ($\text{pH}<2$) 或过碱 ($\text{pH}>12$) 的溶液后;
- ⑤换过电极后;
- ⑥当所测溶液的 pH 不在两点定标时所选溶液的中间, 且距 $\text{pH}=7$ 又较远时。

(3) PHS-3C 型 pH 计的使用方法

由主机、复合电极组成, 主机上有四个旋钮, 它们分别是: 选择、温度、斜率和定位旋钮。安装好仪器、电极, 打开仪器后部的电源开关, 预热半小时。在测量之前, 首先对 pH 计进行校准, 我们采用两点定位校准法, 具体的步骤如下:

- ①调节选择旋钮至 pH 档;
- ②用温度计测量被测溶液的温度, 读数, 例如 25°C 。调节温度旋钮至测量值 25°C ;
- ③调节斜率旋钮至最大值;
- ④打开电极套管, 用蒸馏水洗涤电极头部, 用滤纸仔细将电极头部吸干, 将复合电极放入混合磷酸盐的标准缓冲溶液, 使溶液淹没电极头部的玻璃球, 轻轻摇匀, 待读数稳定后, 调定位旋钮, 使显示值为该溶液 25°C 时标准 $\text{pH}=6.86$;
- ⑤将电极取出, 洗净、吸干, 放入邻苯二甲酸氢钾标准缓冲溶液中, 摇匀, 待读数稳定后, 调节斜率旋钮, 使显示值为该溶液 25°C 时标准 $\text{pH}=4.00$;
- ⑥取出电极, 洗净、吸干, 再次放入混合磷酸盐的标准缓冲溶液, 摇匀, 待读数稳定后, 调定位旋钮, 使显示值为 25°C 时标准 $\text{pH}=6.86$;
- ⑦取出电极, 洗净、吸干, 放入邻苯二甲酸氢钾的缓冲溶液中, 摇匀, 待读数稳定后, 再调节斜率旋钮, 使显示值为 25°C 时标准 $\text{pH}=4.00$;
- ⑧取出电极, 洗净、吸干。重复校正, 直到两标准溶液的测量值与标准 pH 值基本相符为止;
- ⑨校正过程结束后, 进入测量状态。将复合电极放入盛有待测溶液的烧杯中, 轻轻摇匀,

待读数稳定后,记录读数;

⑩完成测试后,移走溶液,用蒸馏水冲洗电极,吸干,套上套管,关闭电源,结束实验。

(4) pH 滴定

在开始滴定时和达到滴定终点后,由于加入的酸或碱的量不足以导致 pH 发生较大的变化,所以加入量可以稍大,一般可以达到每次加入 4~5 mL。当加入量达到 17~18 mL 时,每次加入 0.5~1 mL,当加入量达到 19.5 mL 时,每次只加入 1 滴,当滴加至 20 mL 左右时,会出现 pH 的突变。加至 20.5 mL 时,每次加入 0.5~1 mL,当加入量达到 22~23 mL 时,每次加入 4~5 mL,加入量达到 40 mL 左右时,可以终止实验。

3. 实验要求

(1) 实验药品

0.100 0 mol/L 左右的 NaOH 溶液、0.100 0 mol/L 左右的 HCl 溶液、蒸馏水、滤纸、pH 计标定缓冲溶液。

(2) 实验仪器

pH 计、50 mL 酸式滴定管、50 mL 碱式滴定管、铁架台、滴定管夹、烧杯、玻璃棒。

(3) 数据的采集与处理

①数据采集表格参考

滴加体积/mL	pH	滴加体积/mL	pH	滴加体积/mL	pH
0.00		4.00		8.00	
12.00		16.00		18.00	
19.00		19.50		19.60	
19.70		19.80		19.90	
19.95		20.00		20.05	
20.10		20.20		20.30	
20.40		20.50		21.00	
22.00		24.00		28.00	
32.00		36.00		40.00	

②数据处理

利用坐标纸或 Microsoft Excel 的数据处理功能,制作酸碱滴定曲线。

4. 实验评价

(1) 评价学生实验准备。学生在实施本实验之前,应当反复练习酸式滴定管和碱式滴定管的使用,熟练各种滴定管调节液面的方法和“半滴操作”,熟悉 pH 计的使用方法。

(2) 评价学生实验操作。实验中受到仪器、温度等影响,很难达到理想的数据曲线状况,甚至不会出现 pH 的突变,只能得到斜率较大的曲线。由于溶液体积的变化,滴定至 40 mL 左右时, pH 不会达到 1 或 13, pH 应当在 1.5 或 12.5 左右。评价学生实验效果不能仅仅考



考虑酸碱滴定曲线是否成功，而应当评价学生实验中的态度与操作。

(3) 学生实验后的自我评价。学生评价实验过程中的问题及处理方法，探讨如何改进实验过程，取得最佳实验效果。实验所得的理想曲线如图 3-1 所示。

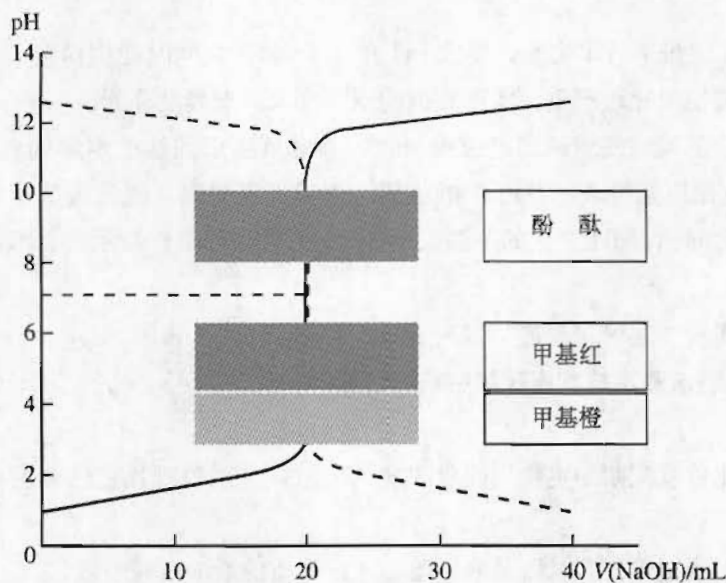


图 3-1 酸碱滴定曲线

5. 建议与改进

(1) 所使用的酸、碱的物质的量浓度尽量不要大于 0.1000 mol/L ，否则将影响 pH 计的测量准确度。

(2) 滴定过程中要使酸碱溶液及时混合充分，需要随时搅拌。利用玻璃棒搅拌容易损坏 pH 计的电极头上的玻璃球，经常取出电极又影响测量的准确性，所以使用电磁搅拌器可以有效地提高准确度。

(3) 滴定过程中应当随时注意 pH 的变化，如果出现在变化范围之外的明显变化，应当重新标定 pH 计。

(4) 实验中或实验数据的处理采用数码技术可以有效地提高数据的处理速度和准确性。采用传感器和数据采集器的组合装置，可以在实验的同时取得滴定曲线。

(5) 使用与计算机相连的 pH 传感器的连续测定，会得到理想的实验效果。方法是：准确量取 20.00 mL NaOH 溶液后，放在电磁搅拌器上，调整转速至适合的速度，将标定后与计算机相连的 pH 传感器的电极探头浸入溶液中，用 50 mL 酸式滴定管滴加稀盐酸，按照 0.1 mL/s 的流速调节旋钮，形成稳定“水流”，连续测定 500 s ，数据的采集和处理由计算机同时完成，可以形成非常理想的酸碱滴定曲线。

6. 问题与讨论

(1) 向一定量的 NaOH 溶液中滴加 HCl 溶液的曲线为图 3-1 中的虚线，向一定量的 HCl 溶液中滴加 NaOH 溶液的曲线为图 3-1 中的实线，曲线走向不同，但滴加量与 pH 变化的关系基本一致。

(2) 酚酞的 pH 变色范围在 $8.2 \sim 10.0$ 之间，由无色变红色；甲基橙 pH 变色范围在 $3.1 \sim 4.4$ 之间，由红色变黄色；甲基红 pH 变色范围 $4.2 \sim 6.2$ ，由红色变黄色。均可以用作

强酸强碱中和滴定的指示剂。

(3) pH 计数据测量准确, 精度高, 但操作复杂, 受外界温度影响大。pH 试纸操作简单, 受外界温度影响小, 但数据准确度差, 受人为因素影响大。

7. 拓展实验

(1) 利用 pH 试纸进行本实验, 要求 pH 在 6.5~8.5 之间时使用精密 pH 试纸。随实验的不断进行, 溶液损失比较严重, 实验数据的误差变大, 准确度降低。

(2) 强酸滴定弱碱(或弱碱滴定强酸)时, 考虑所生成的盐的水解问题, pH 变化的范围小于 7, 一般选用甲基橙或甲基红作指示剂。强碱滴定弱酸(或弱酸滴定强碱)时, 考虑所生成的盐的水解问题, pH 变化的范围大于 7, 一般选用酚酞作指示剂。酸碱滴定与酸碱是几元没有关系。

(3) 参见本实验“建议与改进”(4)、(5)。

实验 3-5 比色法测定抗贫血药物中铁的含量

1. 实验目标

(1) 练习用比色管配制一定物质的量浓度的溶液, 并用目视比色法测定待测溶液某组分的含量。

(2) 练习利用滴定管、容量瓶量取、配制一定物质的量浓度的溶液。

(3) 灵活运用有关化学计算技能, 进行实验结果分析。

2. 预习指导

(1) 实验原理: 许多物质本身具有明显的颜色, 如 KMnO_4 溶液显紫色, CuSO_4 溶液显蓝色; 有些溶液本身无色, 但加入其他试剂后, 具有明显的颜色, 如 Fe^{3+} 中加入 SCN^- [$\text{Fe}^{3+} + 3\text{SCN}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{SCN})_3$], 显红色。上述溶液颜色的深浅和溶液的浓度有关, 在一定条件下, 这些溶液的颜色越深, 浓度越大, 故可以通过比较颜色的深浅来测定有色物质的含量, 这样的方法叫比色分析法。

比色法具体可分为目视比色法和分光光度法。目视比色法: 比较有色溶液对溶液透过光的强度, 如 CuSO_4 溶液透过蓝色光的强度。分光光度法: 比较有色溶液对某一波长光的吸收, 如 CuSO_4 溶液对黄色光的吸收强度的比较。

(2) 本实验利用反应 $\text{Fe}^{3+} + 3\text{SCN}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{SCN})_3$, 通过目视比色法测定含铁物质中的 Fe^{3+} 的含量。在制备色阶和待测溶液的过程中, 由于 Fe^{3+} 存在水解的可能, 所以应当加入适量盐酸, 使溶液的 $\text{pH} < 4.5$ 。如果待测溶液中含有 Fe^{2+} 化合物, 应当加入硝酸使其氧化为 Fe^{3+} 。

(3) 以复方硫酸亚铁片为例, 每片药片说明书标示含量(以 Fe^{2+} 计算)为 50 mg, 折算铁元素的物质的量约为 $8.9 \times 10^{-4} \text{ mol}$, 配制成 100 mL 溶液, 其物质的量浓度约为 $8.9 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ 。色阶溶液的配制应保证其处于色阶范围之内。

(4) 色阶溶液浓度的计算: 若 Fe^{3+} 标准溶液的物质的量浓度为 c_0 , 每次量取该标准溶液的体积为 $V \text{ mL}$, 比色管容积为 25 mL, 则比色管内标准溶液的物质的量浓度 c 为:

$$c = \frac{c_0 \times V}{25 \text{ mL}}$$

(5) 配制一定物质的量浓度的溶液使用比较精密的分析天平和容量瓶, 操作中注意操作



规范,以减小操作误差的发生。使用容量瓶时注意使用玻璃棒引流,以避免溶液的损失,提高实验的准确性。定容时,加入蒸馏水靠近刻度线 1~2 cm,改用胶头滴管滴加蒸馏水,使凹液面与刻度线相切。

(6) 比色时最好以白色背景为参照,可以有效地观察比色管的颜色。如果待测液的颜色深浅介于两种标准溶液之间,则该溶液的物质的量浓度取两种溶液物质的量浓度的算术平均值。

(7) 若测得待测液物质的量浓度为 $c(\text{Fe}^{3+})$, 药片质量为 m , 则该药片中铁元素的含量

$$w(\text{Fe}) = \frac{c(\text{Fe}^{3+}) \times M(\text{Fe}) \times 0.1 \text{ L}}{m}。$$

3. 实验要求

(1) 实验药品:

$2.00 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ 左右的 Fe^{3+} 标准溶液、蒸馏水、5% KSCN 溶液、 $\text{pH}=4$ HAc-NaAc 缓冲溶液、1:1 HNO_3 、抗贫血药物。

(2) 实验仪器:

分析天平、酸式滴定管、滴定管夹、铁架台、100 mL 容量瓶、胶头滴管、量筒、烧杯、25 mL 比色管 (4 支)、三脚架、石棉网、酒精灯、玻璃棒。

实验室如无比色管,可用透明度好的、同质地、同大小的试管或其他玻璃瓶代替。

(3) $2.00 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ 左右的 Fe^{3+} 溶液由实验室提供,配制方法如下:

用分析天平准确称取 3.25 g 左右的无水氯化铁,溶于 50 mL 6 mol/L HCl 中,移入 1 000 mL 容量瓶,加蒸馏水稀释至刻度,成为 $2.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ 左右的氯化铁溶液 (教师根据实验学生的多少,可适当增减溶液的配制量)。

最好由学生配制,如确实有困难,可由实验室统一提供,要求学生计算出各溶液中铁元素的物质的量浓度。

(4) 制取待测液:准确称量一片复方硫酸亚铁药片的质量,需使用天平,如实验室天平不够用,可由教师或实验员提前称量并标明准确质量,实验时分发给学生。

4. 实验评价

利用实验预习评价 (中期评价) 督促学生认真复习本实验涉及的溶液配制、天平使用的知识和技能,为实验的顺利进行做好准备。

对学生实验的评价应当重点在实验操作的过程,如使用分析天平对样品的称量、使用容量瓶配制一定物质的量浓度溶液、使用比色管进行颜色的比对等。此外,对实验过程与结果的分析也是学生实验效果的评价重点,其中包括认真完成实验报告,并对实验中存在的问题设计改进方法,尝试应用此实验方法解决在生活中的实际问题等。

5. 建议与改进

(1) 本实验的难点在于标准溶液和待测溶液的配制,要求多次反复使用容量瓶进行溶液的准确配制。实验前应指导学生重点复习本套教科书必修 1 中“一定物质的量浓度溶液的配制”中的相关内容。将分析天平使用说明书的有关内容制成学习资料发放给学生,要求学生仔细预习,有条件的学校可以安排学生进行操作练习。

标准溶液的配制以 0.02 mol/L 为宜,浓度过大使比色管中的色阶差变大,实验误差加大。浓度过小使比色管中色阶的颜色差变小,不易观察。

教师应预先根据所使用的抗贫血药物的药品说明书进行计算,并实施该实验,以保证配制的标准溶液的物质的量浓度符合实验要求,保证待测液的物质的量浓度介于标准溶液的物质的量浓度之间。

制取待测液的具体方法可改进如下:取1~2片复方硫酸亚铁药片,在研钵中粉碎,取用其中粉碎较好的部分样品,准确称量其质量,置于50 mL烧杯中,加入2 mL蒸馏水使其溶解,加入2 mL 1:1的 HNO_3 溶液,于酒精灯上稍稍加热2~3分钟,可以使全部样品溶解,注意温度不要过高,以不使硝酸分解为宜。待溶液冷却后,移入100 mL容量瓶中,用蒸馏水多次润洗烧杯及玻璃棒,洗液完全移入容量瓶中。再加入4.0 mL 5%的KSCN溶液和10.0 mL HAc-NaAc缓冲溶液,加蒸馏水稀释至刻度,摇匀,制得待测溶液。

配制待测液时,使样片溶解和氧化,应注意硝酸的用量和加热操作,做好学生实验前的安全教育,避免事故的发生。也可以选用一些溶液颜色较浅的口服液进行实验,但仍然要用硝酸将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} 。

(2) 比色管中加入标准溶液的体积取决于试样中铁元素的含量。若试样中的铁元素的质量(以 Fe^{2+} 计算)为 a mg,配制成100 mL待测液,标准溶液的物质的量浓度为 c mol/L,则比色管中加入标准溶液的体积 $V(\text{mL})$ 约为:

$$V = \frac{a \times 25}{5600 \times c}$$

由于 SCN^- 的物质的量浓度对实验颜色也有较大的影响,为保证实验的有效性和准确性,在配制100 mL待测溶液时不应加KSCN溶液和HAc-NaAc缓冲溶液。应于比色前,量取一定体积的待测液于比色管中,加入1.0 mL 5%的KSCN溶液和2.5 mL HAc-NaAc缓冲溶液,加入蒸馏水稀释至刻度,摇匀,制得待测液。但如此操作会增加实验的难度和计算的难度,教学中教师可以根据学生的学习情况和学校的实验条件加以适当改进。

(3) 有条件的学校可以考虑使用分光光度法进行精确实验。使用分光光度计制作吸收曲线,可以比较精确地得到试样的物质的量浓度。如果使用分光光度法,制作的标准色阶的物质的量浓度差可以加大,试样的选择将更加广泛。

6. 问题与讨论

(1) 抗贫血药物溶于水后,加入硝酸并加热的目的是:抗贫血药物中的铁元素主要以 Fe^{2+} 的形式存在,但本实验通过 Fe^{3+} 的显色反应检测 Fe^{3+} ,所以要利用硝酸的氧化性将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} 。

(2) 本实验量取标准溶液必须使用酸式滴定管,量取硝酸和HAc-NaAc缓冲溶液不必使用酸式滴定管,使用量筒或胶头滴管就可以,因为标准溶液的浓度直接影响实验的结论,硝酸和HAc-NaAc缓冲溶液只是辅助试剂,所以不必很精确。KSCN溶液的物质的量浓度对本实验的结果也存在一定影响,但由于本实验精确性的限制,KSCN溶液的浓度变化可以忽略不计,所以也不必使用滴定管。

实验 3-6 食醋中总酸量的测定

1. 实验目标

- (1) 进一步规范滴定管、容量瓶的使用。练习酸碱滴定的基本操作,了解其应用。
- (2) 学习食醋中总酸量测定的原理、方法和操作技术。



(3) 熟悉液体试样中组分含量的测定方法, 体验用化学定量分析方法解决实际问题的过程。

(4) 培养学生实事求是的科学态度。

2. 预习指导

(1) 测定原理

醋酸为一弱酸, 其电离常数 $K_a = 1.76 \times 10^{-5}$, 可用标准碱溶液直接滴定, 反应如下:



化学计量点时反应产物是 NaAc, pH 在 8.7 左右, 可采用酚酞作指示剂。

食用醋中的主要成分是醋酸(乙酸), 同时也含有少量其他弱酸, 如乳酸等。凡是 $K_a > 10^{-8}$ 的一元弱酸, 均可被强碱准确滴定。因此在本实验中用 NaOH 滴定食用醋, 测出的是总酸量, 测定结果的单位为 g/100 mL, 计算式如下:

$$\text{总酸量 (g/100 mL)} = \frac{c(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH}) \cdot M(\text{HAc})}{V(\text{试样})} \times \frac{100 \text{ mL}}{1000 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1}} \times \text{稀释倍数}$$

为方便计算, 一般将食醋稀释 10 倍后, 制得试样。

(2) 操作技能

① 复习酸式滴定管和碱式滴定管的基本使用方法。使用碱式滴定管时, 左手拇指在前, 食指在后, 握住橡皮管中玻璃珠稍上的部位。

② 练习酸式滴定管和碱式滴定管赶气泡的方法。挤压时, 不要用力按玻璃珠以下部位, 否则, 放开手时, 空气将进入出口管形成气泡。

③ 半滴操作。

(3) 操作要点

① 终点颜色的判断, 强调 30 s 不褪色为终点。

② 已达滴定终点的溶液, 由于空气中的二氧化碳影响, 放久后仍会褪色, 这并不是中和反应不完全。

③ 滴定管和容量瓶是配套使用的量器; 记录时应记录 4 位有效数字, 实验记录表的统计可参考下表:

试验序号	$V(\text{试样})/\text{mL}$	$V(\text{NaOH})/\text{mL}$	$c(\text{试样})/(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$
1			
2			
3			

(4) 操作不当引起的误差

① 滴定前未用试样润洗酸式滴定管, 使注入的试样被滴定管内壁附着的水冲稀, 消耗 NaOH 溶液偏少, 计算值偏低。

② 盛 NaOH 溶液的碱式滴定管未用标准液润洗, 使注入的 NaOH 溶液被滴定管内壁附着的水冲稀, 消耗 NaOH 溶液偏多, 计算值偏高。

③ 若将盛待测液的锥形瓶也用待测液润洗了, 结果由于锥形瓶内壁已沾有一定体积的待

测液,使待测液中溶质量增多,浓度计算值偏高。

④滴定过程中,锥形瓶振荡太剧烈,溅出一些待测液,结果会使待测液浓度计算值偏低。

3. 实验要求

(1) 制备试样:用 25.00 mL 移液管吸取食醋试液一份置于 250 mL 容量瓶中,用水稀释至刻度,摇匀(若无移液管,可以用酸式滴定管代替)。

(2) 标准溶液的制备:用分析天平准确称量 1 g 左右的 NaOH 固体。溶解冷却后,置于 500 mL 容量瓶中,用水稀释至刻度,摇匀备用。

(3) 用酸式滴定管量取 20.00 mL 稀释后的试液置于 250 mL 锥形瓶中,加入 0.2% 酚酞指示剂 1~2 滴,用 NaOH 标准溶液滴定,直到加入半滴 NaOH 标准溶液使溶液呈现微红色,并保持半分钟内不褪色即为终点,读取数据。重复操作,测定另两份试样,记录滴定前后滴定管中 NaOH 溶液的体积。测定结果的相对平均偏差应小于 0.2 mL。

(4) 根据测定结果计算试样中酸的总含量,以 g/100 mL 表示。

(5) 若选择使用 25 mL 滴定管,则取样 10.00 mL,其他要求相同。

4. 实验评价

(1) 参考实验数据报告表格

(2) 数据评价

①实验中消耗的原始数据 NaOH 体积最大值和最小值之差应小于 0.2 mL。

②通过上述原始数据得到的食醋总酸度的最大值和最小值之差应小于 0.1 g/100 mL。

③学生实验后的自我评价:注重评价学生实验数据的真实性,实验数据不可有改动痕迹,保证实验数据的真实性、可靠性。实验结果出现比较大的偏差时,学生不应当回避问题,而应当探讨实验过程中的一些干扰因素,进行必要的误差分析。

5. 建议与改进

(1) 食醋的选择

最好选用白醋,达到滴定终点时颜色变化明显,实验效果比较好。使用米醋和陈醋时,由于醋的颜色比较深,会影响滴定终点颜色的观察,需要进行脱色。但陈醋经几次脱色后颜色仍然很重,不利于观察,滴定误差比较大。

(2) 食醋的处理

为便于计算,一般将食醋稀释 10 倍。使用米醋要用活性炭脱色,脱色时,在稀释后的试样中加入少量的活性炭,振荡约 4~5 分钟后过滤。如果试样颜色仍然较深,需重复上述操作 2~3 次,使用陈醋时经过三次脱色后,颜色仍然很深,可以棕红色作为滴定终点判定颜色。

(3) 为消除 CO_2 对实验的影响,所使用的配制 NaOH 溶液和稀释食醋的蒸馏水应经加热煮沸 2~3 分钟,以尽可能去除溶解的 CO_2 。

6. 问题与讨论

(1) 稀释食醋所用蒸馏水要先煮沸驱赶 CO_2 ,是因为碳酸会消耗一定量 NaOH 溶液,产生误差。

(2) 食醋标签上所注总酸量均为不少于一定质量,故只讨论低于标签所注的原因。不一致可能的原因有:食醋稀释时体积控制不当,实际稀释倍数大于理论稀释倍数;试样量取体积偏小;滴定终点颜色不足 30 秒后退去;滴定结束后在碱式滴定管的尖嘴处有气泡等。



(3) 由于食醋颜色较深且难以除去, 不宜使用指示剂酸碱滴定法测定时, 可使用 pH 滴定法进行测定。

7. 拓展实验

(1) 胃药中抑酸剂含量的测定: 胃药抑酸剂主要是 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 或 NaHCO_3 与淀粉及其他辅助药品的混合物, 每片药片中 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 的含量在 140~200 mg 之间。直接滴定有困难, 可采用间接滴定法: 将药片在研钵中研细, 溶于过量的已知物质的量浓度的盐酸中, 再用标准 NaOH 溶液滴定剩余盐酸, 至恰好有白色絮状沉淀生成, 以差量计算 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 的质量。

(2) 测定不同土壤样本的 pH: 取得不少于三份的不同地点的土壤样品, 用量样器取 10 mL 土样放入样品杯中, 用浸提液加液器加入 25 mL 经煮沸冷却后的纯水, 在搅拌机上搅拌 10 min, 放置 30 min, 然后用 pH 计或 pH 试纸测定 pH。

(3) 蛋壳主要成分的检测: 鸡蛋壳含碳酸钙量极高, 据检测, 鸡蛋壳中碳酸钙的含量高达 91.96%~95.76%。此外, 其中还含有 3.55%~6.45% 的有机物等。直接滴定有困难, 可采用间接滴定法: 将鸡蛋壳在研钵中研细, 溶于已准确测定物质的量浓度的过量的 1:1 的盐酸中, 再用标准 NaOH 溶液滴定剩余盐酸, 若盐酸的物质的量浓度仍较大, 可以取一定量的溶液经稀释后再进行滴定, 以酚酞为指示剂, 以差量计算 CaCO_3 的质量。

归纳与整理

通过本单元的学习, 学生初步了解了物质组成、结构和含量的检测方法, 知道物质的检测既有依据物质的化学性质通过实验进行分析的化学方法, 也有依据物质的物理性质通过仪器进行分析的物理方法。学生通过本单元所安排的具体的实验, 初步掌握了一些定性和定量的基本实验方法和思路, 了解了一些常用仪器的原理和使用方法, 并尝试应用所学的知识去探究生活中的一些实际问题, 从中体验化学实验的乐趣和进一步认识实验在化学科学中的地位, 初步形成了运用化学实验解决实际问题的能力。

教学建议如下:

1. 学习了本单元之后, 从学生的知识基础出发, 引导他们归纳、总结对物质进行定性检测的主要方法, 使知识和实验技能系统化、规律化。

对物质进行定性检测的基本方法主要有以下几种:

(1) 物理法

- ①观察法: 通过观察被检物的颜色、状态、气味、晶形、挥发性等外部特征进行检验。
- ②灼烧法: 根据被检物灼烧时产生的实验现象(焰色反应、升华等)的差异进行检验。
- ③水溶法: 根据被检物在水中的溶解情况进行检验。

(2) 化学法

- ①加热法: 根据被检物点燃或受热后产生的不同现象进行检验。
- ②试剂法: 选用合适的试剂(通常只用一种)与被检物反应, 根据产生的实验现象进行检验。常用的试剂有: 指示剂、强酸、强碱液或氨水、盐溶液、特定试剂等。
- ③分组法: 被检物质较多时, 可选择合适试剂把被检物质分成若干组, 然后对每组物质

进行检验。

(3) 仪器分析法：光谱、质谱，核磁共振等。

2. 可根据被检物的特点从选用试剂，反应原理、检验方法，实验现象、适用范围等方面进行列表归纳总结，并对比它们的异同，使学生全面掌握本单元的知识。可选择其中优秀者在全班展示。

(1) 无机物、有机物的检验在原理和方法上的异同：

被检物	原理		方法	
	同	异	同	异
无机物	都是利用物质的特征性质或反应作为检验的依据	通常是利用组成物质的阴、阳离子的特征性质进行检验	都可利用物理法、化学法、仪器分析法进行检验	(1) 通常利用灼烧法（焰色反应）和试剂法（离子反应）进行检验 (2) 当被检物有多种离子存在时，要排除离子间的相互干扰
有机物		通常是利用有机物中官能团的特性进行检验		(1) 通常要先观察有机物的外部特征，如颜色、气味、密度、液体的黏度、燃烧时的现象等，然后再利用官能团的特性进行检验 (2) 有机物的空间结构特征多用仪器分析法确定

(2) 混合物、纯净物在检验方法上的区别

纯净物：被检验的物质是一种时，应利用物质中所含各组分的特征反应，先进行每个组分的单独检验，然后利用对各组分的检验结果确定物质的组成。

混合物：当被检物质是混合物时，应利用物质的特性确定每种物质是什么，将它们一一区别开来。通常是先利用物理性质（颜色、状态、气味、密度、溶解性）进行初步检验，再利用化学性质进行检验。若被检物质的离子存在相互干扰时，应按性质相同与否将离子逐次分组分离，再分别逐一检验。

(3) 对比定性检测与定量检测的特点和联系。比较常用的两种定量检测方法——中和滴定法和比色法的原理、方法特点及适用范围。（参见课题二中的思考与交流2）。

教学资源

参考习题

1. 有一瓶绿色的硫酸亚铁晶体，由于保存不善，又放置较长时间，怀疑它可能被氧化。试用实验证明它是部分被氧化，还是全部被氧化？简要写出实验主要步骤、结论和报告。

2. Cu^+ 在酸性溶液中不稳定，可发生自身氧化还原反应，生成 Cu^{2+} 和 Cu 。现只有稀硫



酸、浓硝酸、稀硝酸、氯化铁溶液和 pH 试纸，而没有其他试剂，简述用最简便的实验方法来检验 CuO 经氢气还原后所得的红色产物中是否含有碱性氧化物 Cu_2O 。

3. 有五种白色粉末，已知它们分别是 MgCl_2 、 NaCl 、 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 、 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 、 KNO_3 。试设计实验鉴别它们。

4. 有 6 瓶白色固体试剂，分别是氯化钡、氢氧化钠、硫酸钠、硫酸铵、无水硫酸铜、碳酸钠，现只提供蒸馏水，通过下面的实验步骤即可鉴别它们。请填写下列空白：

(1) 各取适量固体试剂分别加入 6 支试管中，加入适量蒸馏水，振荡试管观察到的现象是_____；被检出的物质的化学式（分子式）是_____。

(2) 分别向未检出的溶液中加入上述已检出的溶液，观察到的现象和相应的离子方程式是：

1 支试管中有白色沉淀生成，_____；

2 支试管中有蓝色沉淀生成，_____、_____。

被检出的物质的化学式（分子式）是_____。

(3) 鉴别余下未检出物质的方法和观察到的现象是：

(i) _____；

(ii) _____。

5. 某烧碱样品含有少量不与酸作用的杂质，为了测定其纯度，进行以下滴定操作：

A. 在 250 mL 的容量瓶中定容配成 250 mL 烧碱溶液；

B. 用碱式滴定管量取 25 mL 烧碱溶液于锥形瓶中，并滴入几滴甲基橙做指示剂；

C. 在天平上准确称取烧碱样品 m g，在烧杯中用蒸馏水溶解；

D. 将物质的量浓度为 c 的标准硫酸溶液装入酸式滴定管，调节液面，记下开始读数为 V_1 mL；

E. 在锥形瓶下垫一张白纸，滴定到溶液呈橙色为止，记下读数为 V_2 mL。

就此实验完成下列填空：

(1) 正确的操作步骤是_____（用编号字母填写）；

(2) 观察滴定管里的液面高度时应注意_____；

(3) E 步骤的操作中在锥形瓶下垫一张白纸的作用是_____；

(4) D 步骤的操作中液面应调节到_____，尖嘴部分应_____；

(5) 某学生实验时把锥形瓶用烧碱溶液洗涤，使测定结果_____，原因是_____；另一学生的酸式滴定管用蒸馏水洗涤后未用标准液洗涤，使测定结果_____，原因是_____；

(6) 该烧碱样品纯度的计算式为_____。

6. 维生素 C 是一种水溶性维生素（其水溶液呈酸性），它的分子式是 $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$ ，具有较强的还原性，放置空气中易被氧化。在新鲜的水果、蔬菜、乳制品中都富含维生素 C。如在新鲜的橙汁中维生素 C 的含量为 500 mg/L 左右。

某课外活动小组测定了某一品牌的橙汁中维生素 C 的含量。下面是测定实验的分析报告，请填写有关空白。

(1) 测定目的：测定该品牌橙汁中维生素 C 的含量

(2) 测定原理: $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_5 + \text{I}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_6\text{O}_6 + 2\text{H}^+ + 2\text{I}^-$

(3) 实验用品及试剂:

① 仪器和用品: _____;

② 药品: $7.50 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ 标准碘溶液、蒸馏水、指示剂、_____。

(4) 实验步骤

① 洗涤仪器, 检查滴定管是否漏水, 润洗后装好标准液碘溶液待用。

② 打开橙汁包装, 目测: 颜色——橙黄色, 澄清度——好。用_____ (填仪器名称) 向锥形瓶移入 20.00 mL 待测橙汁, 滴入 2 滴指示剂。

③ 用左手控制滴定管活塞, 右手摇动锥形瓶, 眼睛注视_____直到滴定终点。滴定至终点的现象是_____。

(5) 数据记录与处理: 若经数据处理, 滴定中消耗标准碘溶液的体积为 15.00 mL, 则此橙汁中维生素 C 的含量是_____ mg/L。

(6) 问题讨论

① 滴定时能否剧烈摇动锥形瓶? 为什么? _____

② 从分析数据看, 此橙汁是否是纯天然橙汁? _____

A. 是 B. 可能是 C. 不是

③ 制造商可能采取了下列措施中的_____。

A. 加水稀释天然橙汁 B. 橙汁被浓缩 C. 加入维生素 D. 加入添加剂

习题参考答案

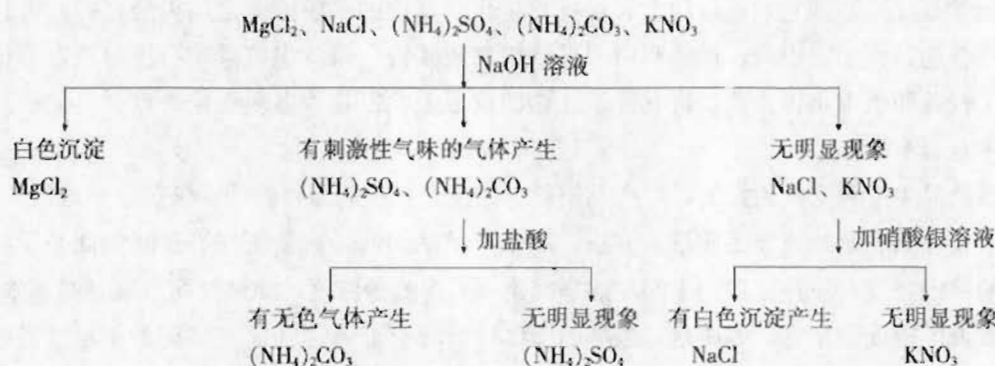
1. 依据 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 的性质和实验目的, 从试验报告的要求出发, 写出试验报告。(应包括实验目的、实验原理、实验药品、实验步骤、实验结论、实验评价等。)

主要操作步骤是: (1) 取少量晶体溶于水, 加稀硫酸酸化, 分装于 a、b 两支试管中, 在 a 管中滴入高锰酸钾溶液, 若紫色褪去, 即证明晶体中有 FeSO_4 存在; (2) 在 b 试管中滴入 KSCN 溶液, 若溶液出现血红色, 证明有 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 存在, 说明 FeSO_4 发生了氧化。

实验结论: 根据实验 (1) (2), 若既可使酸性高锰酸钾溶液褪色, 又可出现血红色物质, 则证明 FeSO_4 部分被氧化; 若无血红色物质出现, 说明 FeSO_4 没有被氧化; 若不能使酸性高锰酸钾溶液褪色, 说明 FeSO_4 全部被氧化。

2. 取少量待测物加入稀硫酸, 充分搅拌, 若溶液出现蓝色, 则证明有 Cu_2O , 反之没有。

3. 首先五种白色固体各取少量分装于五支试管中, 加入蒸馏水溶解, 配成五种溶液。按下列实验步骤进行实验:



4. (1) 六种固体全部溶解, 5 支试管中得到无色溶液, 1 支试管中得到蓝色溶液; CuSO₄。

(2) $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow$; $\text{Cu}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow$; $\text{Cu}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} = \text{CuCO}_3 \downarrow$; BaCl₂。

(3) i. 分别取 (2) 中能产生蓝色沉淀的两种溶液, 向其中加入氯化钡溶液, 有白色沉淀生成的是碳酸钠溶液, 无沉淀生成的是氢氧化钠溶液。ii. 分别取少量未检出的溶液, 加入氢氧化钠溶液, 无明显现象的是硫酸钠溶液, 有刺激性气味气体产生的是硫酸铵溶液。

5. (1) C→A→B→D→E; (2) 滴定管读数时应直立; 读数时视线应与溶液凹面最低点相切; 读数时应准确到 0.1 mL, 估读到 0.01 mL; (3) 有利于更好观察指示剂的颜色变化, 以便于准确的判断滴定终点。 (4) 0 刻度或 0 刻度以下的某一刻度; 充满溶液, 无气泡; (5) 偏高; 锥形瓶中待测液含氢氧化钠的量, 耗用盐酸的体积偏大; 偏高; 会使标准液稀释, 耗用盐酸体积偏大。

$$(6) \frac{80c(V_2 - V_1)}{m} \%$$

6. (3) ①酸式滴定管、锥形瓶、烧杯等; ②淀粉溶液。(4) ②酸式滴定管; ③锥形瓶中溶液颜色的变化和滴定管中液体流下的速度; 溶液变蓝且在 30 秒内不褪色; (5) 990; (6) ①不能剧烈摇动锥形瓶。因为剧烈摇动, 会增大溶液与空气的接触面积。使维生素氧化, 影响测定结果。② C; ③ C。

资料

1. 早期的分析化学

早在中世纪, 化学还没有形成一门独立学科, 但分析检验的课题在人们的生产和社会活动中已经提出来了。

首先分析检验是生产上的需求, 例如, 人们要烧制陶瓷, 就需要懂得如何识别黏土、高岭土; 为了从事玻璃生产, 就要能识别天然碱; 为了冶炼各种金属, 就要能鉴别有关的矿石。另外, 在人类与疾病进行斗争的过程中, 逐步利用了一些天然矿石作药物, 为了采集这些矿物, 需要总结识别它们的经验。正是在这些实践中, 人们逐步积累并不断丰富识别各种矿物的知识。古人对矿物、岩石的识别, 是从外貌特征开始的, 我国古代对一些矿物的命名和性能描述, 就反映了人们最初的矿物鉴别知识。例如, 水银又名“流珠”, “其状如水似银”, “熔化还复为丹”; 硫化汞名为“朱砂”“丹砂”; 云母“作片成层可析”。之后在制陶、冶铁、制药和炼丹的实践活动中, 人们对矿物的认识逐步深化, 能进一步通过它们的一些其他物理

特性和化学变化来鉴别它们，最初引起物质发生化学变化的手段主要是用火烧，因此古代火法试验很普遍。例如，中国古代曾利用“丹砂烧之成水银”来鉴定硫汞矿石；埃及古书记载有：为了检验胆矾中是否含铁，将它置于红热的铁板上，以是否出现红色斑点（氧化铁）来判断其中是否有铁。

随着商品生产和交换的发展，对产品质量、纯度进行控制和检验的要求很自然地被提出，这催生了检验某种货物或商品质量的方法，产生了早期的商品检验工作。这时的商品检验主要是用简单的密度（原称比重，下同）法来确定一些溶液的浓度，如通过测量酒、醋、牛奶、蜂蜜、食油的密度衡量它们的质量。最早的密度计出现于4~5世纪，6世纪的密度计已经类似我们现在所用的，到了10世纪，密度的测量已经相当准确了。

商品交换的发展促进了货币的流通，早期的高值货币常常是贵金属制品，这种情况下，权贵们不仅依赖战争和残酷的剥削掠夺财富，而且纷纷招募炼金术士，期望能变贱金属为贵金属，制作出多种伪金。他们一方面要千方百计地以伪造黄金欺骗别人，另一方面又要防备他人的欺骗，因此早期的国家常常有主持货币检验的政府官员，试金分析也就此发展起来，成为一门专门技艺，在中世纪各国受到高度重视。最初检验黄金的方法主要有火烧、观色、划痕等，如古书载有：“金入于猛火，色不夺精光”；黄金入火，若“生五色气”则说明含有铜，是为“药金”。古代谚语：“七青八黄九紫十赤”，是人们于长期制作、观察金铜合金或伪造黄金过程中总结出的鉴别黄金成色的经验。还有利用黄金在试金石上划痕的颜色和深度判断黄金成色的经验方法。

到了16世纪，随着有关各类矿泉水药理性能研究的兴起，水溶液中各种定性检验反应逐步积累起来，促进了水溶液分析的发展。开始人们只是简单地把一定量的水样蒸发至干，根据残渣的质量推断矿泉水中溶解物质的总量。后来借鉴前人利用五倍子的浸出液检验胆矾液中铁的方法，用五倍子的浸出液检验矿泉水中的铁，至17世纪这类方法有了较为系统的研究和应用，1685年，在英国化学家波义耳（Robert Boyle，1627—1691）的一本关于矿泉水的专著《矿泉的博物学考察》中，相当全面地概括总结了当时已知的关于水溶液的各种检验方法和反应。波义耳在前人经验的基础上，作了大量的研究（例如他试验用多种植物、动物浸液检验水的酸碱性），不仅总结、丰富了定性分析的反应，而且对这些反应的本质提出了新的见解。他给酸和碱下了更加确切的定义，指出：“酸类能使一些植物浸液的颜色改变为红色，还能使事先已被碱改变了颜色的浸液恢复其原来的颜色”，并建议用这类植物浸液作酸碱指示剂。他还研究了沉淀作用的过程，解释了沉淀作用发生的原因，并注意到沉淀作用中量的变化，指出：“在沉淀过程中，溶解的金属与一部分沉淀剂结合，因此沉淀的质量常常超过原溶解的金属的质量”。

这一时期，溶液检验的方法还比较零散，又因研究是围绕着矿泉水和一些饮料进行的，检验项目的范围也较狭窄，但是与中古时期相比，分析检验的方法从适用范围有限的火法试金中突破了出来，从过去利用物质的一些物理性质为主，发展到广泛利用化学反应为主，使分析检验方法的多样性、可靠性和灵敏性都大大提高了，为近代分析化学的产生奠定了基础。

18世纪之后，冶金、机械工业的巨大发展，推动了以分析化学发展为前提的地质学、地球学的发展，这一时期，化学分析的对象从矿泉水发展转移到以矿物、岩石和金属为主，且从定性分析逐步发展到定量分析。一方面，分析检验项目范围的迅速扩充和分析课题的复杂



程度的增加,推动了化学家、地质学家更为广泛地研究各种元素的化学反应,寻找更多、更灵敏的分析检验方法和试剂,使利用溶液中反应的定性分析以更快的速度发展起来,并逐步趋向系统化;另一方面,新元素、新化合物的发现和研究,使新试剂和新的检验方法大大丰富。在这一时期,人们不仅广泛利用盐酸与银盐溶液、硫酸与铅或钙的溶液生成白色沉淀的特征反应进行检验,而且系统研究了各种金属溶液分别以碱液和氨水处理时所表现的性质;合成了“普鲁士蓝”,并将其用于铁的检验;此外还有以黄血盐检验铜和锰,以硫酸检验钡和碳酸盐,以草酸及磷酸铵钠检验钙,以石灰水检验碳酸盐,以氯化钡检验硫酸和芒硝,以醋酸铅区别盐酸和硫酸;以焰色反应鉴别钠盐、钾盐等等方法。在定量分析方面,已明确:“为了测定金属的含量,并不需要把这些金属转变为单质状态,只要把它们以沉淀化合物的形式分离出来。”根据“事先测知的沉淀的组成,就可以进行换算”。1780年,瑞典分析化学家贝格曼(T. Bergman, 1735—1784)在其所著《矿物的湿法分析》中所介绍的湿法重量分析法涉及到银、铂、汞、铅、锌及铁等矿物的分析,所测定的组分包括金、银、铂、汞、铅、铜、铁、锡、铋、镍、钴、锌、铈、锰和砷。下表为1799年贝格曼发表的对某些沉淀化合物组成的测定结果。

表 3-1 贝格曼对金属沉淀化合物组成的测定

每 100 份金属 所得沉淀份数 被沉淀金属	沉 淀 剂	苏打	苛性碱	黄血盐	水解产物
铅		132	116	143	113
铜		194	158	530	
银		129	112		
铁		225	170	590	
锡		131	130	250	
铋		130	125	180	
镍		135	128	250	
砷		180			
钴		160	140	142	
锌		193	161	495	
铈		140	138	138	

2. 滴定分析法

将一种已知准确浓度的溶液(标准溶液),通过滴定管逐滴滴入待测溶液中,直到标准溶液与待测溶液中被测组分完全反应(标准溶液与被测组分的物质的量之比等于滴定反应式中二者所表示的计量关系),利用二者反应的计量关系,并根据滴定中标准溶液的用量和浓度,计算出所测溶液中被测组分的含量。这种方法叫做滴定分析法又称容量分析法。将标准溶液滴加到待测溶液的过程叫做滴定,标准溶液与待测溶液恰好完全反应时,称反应达到了化学计量点(或理论终点)。实际操作中,滴定是否达到化学计量点,需要借助一种辅助试剂的颜色变化来判断,这种辅助试剂叫指示剂。指示剂颜色发生突变时的那一点叫滴定终点,是滴定终止的信号。滴定终点与化学计量点不一定完全吻合,由此引起的分析误差叫终点误差。为了减小终点误差,需要选择合适的指示剂。

滴定分析法具有仪器简单,操作简便、快捷,分析结果准确度高(相对误差一般在

0.1%左右)的特点,在科研和生产中具有很高的实用价值。但此法灵敏度较低,只适于常量分析,不适于微量组分的测定。

根据滴定中标准溶液与待测溶液所发生反应的类型,滴定分析法可分为酸碱滴定法(也称中和滴定法)、氧化还原滴定法、配位滴定法和沉淀滴定法。用于滴定法的反应必须具备下列条件:

- (1) 反应必须是定量完成的且无副反应,反应完全程度通常要求达到 99.9% 以上,即反应按一定的化学方程式进行,反应物之间有确定的计量关系。这是定量计算的基础。
- (2) 反应速率要快,对于速率慢的反应,要采取措施以提高反应速率。
- (3) 有适当的指示剂或其他物理化学方法用来确定滴定终点。

在滴定分析中,标准溶液浓度的准确度直接影响测定结果。标准溶液的配制,一般有两种方法:直接法和间接法。

直接法 准确称取一定质量的纯物质(基准物),完全溶解于蒸馏水中,在室温下定量转移至容量瓶中,并稀释至刻度,根据所称取物质的质量和所配溶液的体积,直接计算出标准溶液的准确浓度。能够直接用于配制标准溶液的物质叫做基准物,作为基准物质必须符合下列条件:

- (1) 必须具有足够的纯度,一般要求纯度达 99.9% 以上;杂质含量应少到滴定分析所允许的误差限度以下。
- (2) 物质的组成与化学式完全相符,包括结晶水。
- (3) 物理、化学性质稳定,如不挥发、不吸湿,不与空气中的氧气、二氧化碳反应等,因而在贮存和配制过程中不会变质。
- (4) 尽可能选用摩尔质量较大的物质,以减少称量误差。

许多用来配制标准溶液的物质不符合上述基准物的条件,如 NaOH 极易吸收空气中的 CO_2 和水分,称量的质量不能代表纯 NaOH 的质量。对于这类物质,不能用直接法配制标准溶液,可以用间接法配制。

间接法 先用这类物质配制成一接近所需浓度的溶液,然后选用另一基准物或已知准确浓度的标准溶液来测定其准确溶液,这一测定过程叫做标定,因而间接法又称标定法。

表 3-2 酸碱滴定分析中常用基准物质的干燥处理、保存及应用范围

基准物质	干燥处理及保存	标定对象
碳酸钠 (Na_2CO_3)	铂坩埚中 500~650 $^{\circ}\text{C}$ 保持 40~50 min, 之后于硫酸干燥器中冷却	酸
邻苯二甲酸氢钾 ($\text{KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4$)	110~120 $^{\circ}\text{C}$ 下干燥至恒重, 于干燥器中冷却	碱
硼砂 ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$)	室温下 (<35 $^{\circ}\text{C}$), 在盛有氯化钠和蔗糖饱和溶液的干燥器(湿度 70%)中干燥	酸
二水合草酸 ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)	室温空气干燥	碱, KMnO_4
氨基磺酸 (HOSO_2NH_2)	于真空硫酸干燥器中保持 48 h	碱



3. 定量分析中的误差及相关概念

(1) 误差的表示方法

① 误差与准确度

测量结果与真实值之间的差值叫做误差；测量结果与真实值的接近程度叫准确度，误差越小，测量结果与真实值越接近，准确度越高。

准确度的高低可以用误差（ E ）表示，而误差又可用绝对误差（ E_a ）或相对误差（ E_r ）来表示。

绝对误差是指测定值（ x ）与真实值（ Y ）之差： $E_a = x - Y$ ，

相对误差是指误差在真实值中所占的比例： $E_r = \frac{E_a}{Y} = \frac{x - Y}{Y}$ 。

② 偏差与精密度

在分析工作中，同一工作人员在相同条件下通常要进行多次重复测定，各次测定值之间的差值叫偏差；各次测定值间相互接近的程度叫精密度，偏差越小，精密度越高。

精密度的高低用偏差表示，偏差有下列几种不同的表示方式：

绝对偏差（ d_i ） 个别测定值（ x_i ）与算术平均值（ $\bar{x}$ ）之差： $d_i = x_i - \bar{x}$ ；

相对偏差（ d_r ） 绝对偏差在平均值中所占的比例： $d_r = \frac{d_i}{\bar{x}}$ ；

平均偏差（ $\bar{d}$ ） 各次偏差绝对值的平均值： $\bar{d} = \frac{d_1 + d_2 + d_3 + \cdots + d_n}{n}$ ；

相对平均偏差（ $\bar{d}_r$ ） 平均偏差在平均值中所占的比例： $\bar{d}_r = \frac{\bar{d}}{\bar{x}}$ 。

③ 准确度与精密度的关系

精密度是保证准确度的前提，精密度差说明测定结果的重现性差，所得结果不可靠。但是由于系统误差的影响，精密度高的准确度并不一定高，只有在消除系统误差后，精密度高的分析结果，才是既准确又精密的。

(2) 误差产生的原因及其减免

误差根据产生的原因和性质可分为系统误差和随机误差两类。

① 系统误差

系统误差又称可测误差，是指测定条件下由于某种固定因素引起的误差。系统误差在同一条件下重复测量时可重复出现，且其影响较为固定，大小也有一定规律。系统误差根据其产生的原因又可分为：

方法误差 由于分析方法本身不够完善所产生的误差。如分析测定过程中不能完全消除干扰离子的影响，反应不完全或滴定终点与理论终点不吻合等，都会系统地影响测定结果，使结果偏高或偏低；

仪器和试剂误差 由于所用仪器本身不够准确及所用试剂纯度不够高所引起的误差。如砝码锈蚀、滴定管粗细或刻度不均匀、蒸馏水不纯，及试剂中含有干扰杂质等；

操作误差 在正常分析测定过程中，由于操作者习惯或主观上的原因所造成的误差。如操作者视觉对色彩不敏感或读数方法不正确等。

系统误差一般可通过适当措施来减小或校正，例如：

对照试验 选用公认的标准方法与所采用的方法进行对比, 检验分析方法是否存在问题, 并找出校正方法;

空白试验 在不加试剂的情况下, 按所选用的测定方法, 以同样条件和试剂进行分析, 以检验试剂、蒸馏水及容器引入杂质等所引起的误差, 并从试样分析结果中扣除空白值。

仪器校正 仪器在使用一段时间后要定期进行校正, 必要时在测定分析之前也要进行校正。

② 随机误差

随机误差又称偶然误差, 是分析测定过程中因一些不确定因素的影响而造成的误差。例如实验室中温度、气压、湿度等的微小波动, 仪器的微小变化; 或者是分析者个人一时辨别的差异使读数不一致 (如在读取滴定管读数时, 最后一位数往往不能取得一致) 等等, 由于这些因素, 即使是一个有经验的分析者, 仔细操作, 对同一试样进行多次测定, 所得结果也不能完全一致, 而是在一定范围内波动, 也就是说, 随机误差是无法避免的。又由于随机误差是偶然的、未定原因造成的, 因此它是可变的, 对分析结果的影响时大时小, 时正时负, 从单次测定值看随机误差是无规律的, 但是如果进行多次重复测定, 其测定值在消除系统误差之后, 符合正态分布的统计规律。

在消除系统误差后, 通过适当增加平行测定的次数 (一般为 3~5 次), 可以减小随机误差。

4. 一种鉴定铝离子的方法

向含有铝离子的溶液里加入 2~3 滴硝酸钴 $[\text{Co}(\text{NO}_3)_2]$ 水溶液和少量氨水, 把生成的沉淀过滤。叠起沾着沉淀的滤纸, 用铂丝缠起来, 在煤气灯 (可用酒精喷灯或多头酒精灯代替) 的火焰上烧, 生成蓝绿色的铝酸钴 $[\text{Co}(\text{AlO}_2)_2]$, 证明溶液含有铝离子。相关反应方程式如下:



生成的 $\text{Co}(\text{AlO}_2)_2$ 叫泰纳尔蓝, 常用于铝离子的鉴定。

5. 几种常见抗贫血药物中的主要成分及含量 (以下含量均为以 Fe^{2+} 计算)

(1) 复方硫酸亚铁片, 主要成分为硫酸亚铁, 每片含 50 mg。

(2) 琥珀酸亚铁片, 主要成分为琥珀酸亚铁 ($\text{FeC}_4\text{H}_4\text{O}_4$), 每片含 100 mg。

(3) 葡萄糖酸亚铁胶囊, 主要成分为 D-葡萄糖酸亚铁盐二水合物 ($\text{FeC}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{14} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), 分为三种规格, 每片分别含 250 mg、300 mg 和 400 mg。

(4) 乳酸亚铁口服液, 主要成分为乳酸亚铁三水合物 ($\text{FeC}_6\text{H}_{10}\text{O}_6 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$), 每 10 mL 中含 0.1 g。

(5) 山梨醇铁注射液, 主要成分为枸橼酸铁络合物, 每 2 mL 含 50 mg。



6. 测定醋酸中的总酸含量为什么选用酚酞作指示剂

醋酸为有机弱酸 ($K_a=1.8\times 10^{-5}$), 与 NaOH 反应的化学方程式为:



$$[\text{OH}^-] = \sqrt{c \cdot K_b} = \sqrt{c \frac{K_w}{K_a}} = \sqrt{\frac{1.0 \times 10^{-14}}{1.8 \times 10^{-5}} \times 5.000 \times 10^{-2}} = 5.3 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$$

产物为一元弱碱, 计量点时:

计算得到 $\text{pOH}=5.28$, 即 $\text{pH}=8.72$, 所以选酚酞为指示剂。

7. 食醋中总酸含量的快速测定

食醋中主要成分是乙酸, 含有少量其他有机酸。国家标准 GB 12719—81、GB 18187—2000 规定, 食醋总酸 (以乙酸计) 每 100 mL 食醋中总酸含量应 $\geq 3.5 \text{ g}$ 。并应符合成品醋标签上标示的总酸含量。

操作与计算: 取 1.0 mL 样品到 10 mL 比色管中, 加水到 10.0 mL 刻度, 盖盖后混匀, 从中取 1.0 mL 放入另一支比色管或试管中, 加 4 滴显色剂, 用总酸测定液滴定, 每滴一滴测定液后都要摇动几下, 当测定液消耗 12 滴以上、溶液变为红色 (深色食醋变为棕红色) 时, 可以认为样品中的总酸含量符合国家标准规定。

是否符合产品标签上标示的总酸含量, 可以按每 1 滴测定液消耗 100 mL 食醋中的总酸 0.3 g 进行计算。比如, 仅消耗了 8 滴测定液, 这份样品中总酸的含量为每 100 mL 食醋中含酸 $8 \times 0.3 \text{ g} = 2.4 \text{ g}$, 为不合格产品。测定液消耗的越少, 乙酸含量越低。

总酸测定液为 0.100 0 mol/L 的氢氧化钠溶液。

第四单元 研究型实验

本单元说明

一、教学目标

1. 学习综合运用已有知识、技能进行实验探究的一般思路和方法。
2. 培养通过科学实验获取新知的意识和基本能力，并体验其过程和乐趣。
3. 启发、培养创造性思维和实践的灵感和兴趣，促进学生的个性发展。

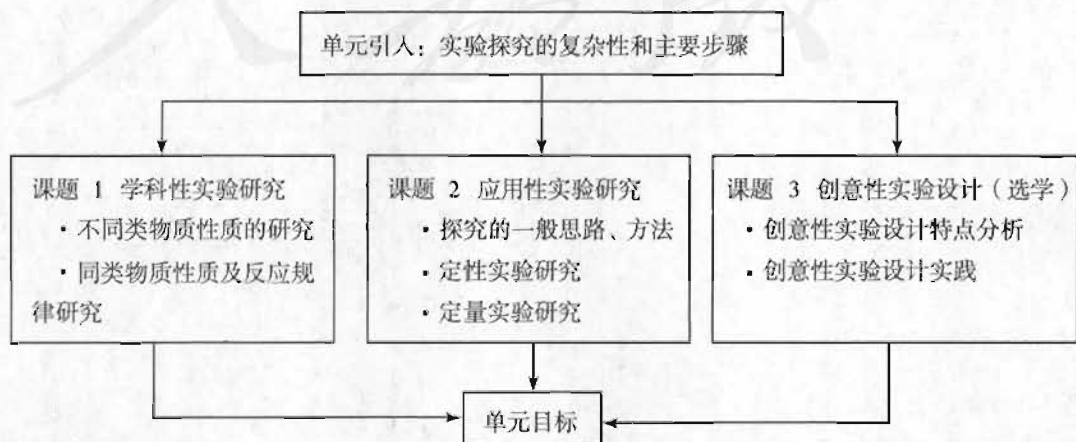
二、内容分析

1. 地位和功能

作为本课程的最后一个单元，在学习、掌握一定的实验技能和方法，并经一定的实验方案设计训练之后，本单元的研究型实验为学生营造了一个演练所学、充分展示所长的空间与机会，体现了本课程的最高要求与目标——认识通过实验可以探索新知，并学习其基本的思路和方法。因此，本单元内容是全书内容的综合、提高与发展。不同层次的学生，在原有基础上，其综合实践能力及对实验探究的全面认识与把握都会有所提高，并能由此感受到自我提升的自豪与快乐。

2. 内容结构

本单元分为三个课题，三个课题均突出了实验“研究”这一主题，但又各有不同侧重且综合性逐渐增强。课题1侧重物质物理、化学性质的研究，体现学科特点；课题2侧重生活中相关问题的发现和探究，体现学科的应用价值；课题3侧重激发学生创造性思维和实践的灵感与兴趣，体验创新的乐趣（针对化学特别感兴趣的部分学生，发挥其特长）。在单元和每一课题之前都安排有引言和相关的学生活动，从思路、方法上分别对单元和各课题的学习起一个引导、铺垫作用。本单元各部分内容之间的关系和功能可表示如下：





3. 编排特点

(1) 统筹课题内容,既注重全体学生实验研究能力的整体提高,又兼顾学有所长者的进一步发展的能力培养。本单元三个课题的不同侧重和顺序,在实验研究能力的培养上,构成一种品字形结构。课题1、课题2针对选读本课程的全体学生,着力于学科实验研究基础的训练和实际应用能力的发展,在研究内容和思路上,学科训练与实际应用并重,力求提高学生对实验研究的全面理解、认识,及综合运用所学知识、技能探究未知的水平。相对于前三个单元,这两个课题在实验探究的综合性、自主性等方面有一个明显的提升,是全书各单元教学目标的集中体现与升华;相对于后面的课题3,这两个课题为进一步发展学生实验能力、挖掘学生的创造性潜能,提供了相对高一层次的知识、能力训练基础和自主实验探究的经验。在此基础上,课题3的设计,为部分对化学实验特别感兴趣的学生提供了更为广泛、自主展示才能、发展特长、发挥创造潜能的空间,以期达到增进学生化学方面的爱好、培养化学后备人才的理想目标。

(2) 循序渐进地安排、设计实验研究内容的深广度和开放程度,逐步开阔学生的视野、提高学生自主实验的能力。本单元三个课题,在实验内容的选择上,从学科性到应用性,再到创新性,研究涉及的范围及问题的发散性逐渐扩大。在实验内容的呈现上,从有具体步骤的规定型到无具体步骤的设计型;从有确定内容的设计到可选择内容的设计,再到完全自定内容的设计,对学生的引导作用逐步减弱,而给学生的自主性逐步增强。

(3) 丰富的内容与灵活的要求结合,提供多样化的选择,以求最大限度地适应于不同地区、学校、学生的实际条件和需求。本单元的选择性有几个层次:一是单元内三个课题里有一个选学课题;二是在必学课题中所安排的两个实验可以只任选一个;三是各必学课题中每个实验后都安排有供选择的拓展实验,而选学课题本身在实验内容和数量上就是完全放开的;四是每个实验在具体方法和内容上,又给出了或少或多的自主选择的余地。

三、课时建议

课题一	物质性质的研究	2 课时
课题二	身边化学问题的探究	2 课时
机动		2 课时
小计		6 课时

教学建议

本单元是学生在对以往化学学习和探究各种物质性质及其规律经验总结基础上的进一步发展、升华。学生通过实验来研究物质的性质,关注生活中的化学问题,在解决化学问题的过程中,运用已学得的知识去解决问题,使他们在科学态度、科学方法以及分析和解决问题的能力方面得到培养、训练,掌握探究化学问题的一般过程。这一过程中应注意与科学实验有机结合,强调化学实验的探索性。探究的要素是提出问题、猜想与假设、制定计划与设计实施、进行实验与收集证据、分析与论证、评估、交流与合作,学生经历与科学家的科学发现相似的过程,可以亲身体验科学探究的乐趣,锻炼探究能力,领悟科学思想和精神。学生是实验的能动参加者,只有学生亲身积极能动地参加,才能保证中学化学教学目的的有效

实施和落实。但是设计实验时，一定要注意的是教学中的实验与科学实验存在一定的差异，差异性主要表现在三个方面：教学实验的主体是学生，他们在知识基础和能力发展水平等各个方面都与科学工作者有着较大的差异。实验目的主要是为了使获得和运用知识，并在此过程中掌握实验技能、形成实验能力和科学的自然观，而不是为了探索未知的自然事物和现象；教学中的实验工具相对比较简单、易操作；实验教学中要求实验现象明显，要在较短的时间内就能取得比较显著的实验效果。此外还要考虑环境保护、学生健康、实验安全等因素。

本单元的教学应注意以下问题：

1. 实验探究的最终目标是通过实验，探求物质的性质与规律。在过程中掌握方法，提高对生活的关注、对探究自然世界的兴趣，而不仅是通过资料、教材学习前人已有的知识。

2. 注意理论与实践操作相结合，重视具体的实验设计与操作，学生对于设计理论方案，需要对比物质的哪些性质并不陌生，但涉及到具体的实验步骤与操作，往往出现漏洞或不能将所学理论知识与实践技能有机地结合起来。提高学生的实验水平（包括实验原理的设计、评价，实验装置的设计改进，实验步骤的合理安排，对实验操作的掌握等）是将理论与实践更好地结合起来的有效途径，是研究型实验的重要目的。

3. 探究型实验开放性强，应当注意提前布置课题，课上讨论过程中及时将学生的观点、方案加以总结、升华；实验操作前必须有详尽的实验设计，实验中才能避免课堂教学中的随意性，保证实验课的安全与质量。

4. 实验教学中学生受基础知识水平和实验技能熟练程度的限制，设计的实验可能存在问题，若不存在安全问题，教师实验前可以不加以提示或指正，这样实验中学生发现异常现象，能够引起进一步的思索与研究，从而修正方案，改进实验。如果教学时间与实验条件允许，应当允许学生发现错误，改正错误，充分发挥学生在实验中的主观能动性。

5. 对于开放性较强的探究型实验在教学中要重视实验方案的设计、实验方法的创新、重视对实验方案的优缺点分析。同时，重视学生间的交流，淡化老师的驾驭意识和教师的引导作用；把重心真正转移到创新上来。但这并不是不要引导，化学实验教学如果完全是学生之间的交流，虽然课堂气氛很活跃，学生参与其中，但缺乏教师的引导、分析，也不利于学生思维能力和分析能力的升华。

6. 实验探究教学往往易忽视知识的落实，知识是探究与创新的载体，在研究过程中，学生往往在注重过程的同时，忽视了结果。因此，在单元复习中，应在重视实验研究思路、方法总结的同时，注意知识、技能的落实与归纳。

单元引入

本单元教材引言中的【思考与交流】从学生熟悉的拉瓦锡测定空气中氧气含量的实验，引出实验研究中的关键，引导学生思考并学习实验探究中如何抓住关键。教学中要利用这一栏目组织深入的讨论，为本单元探究实验的开展做好铺垫。该【思考与交流】中问题的参考答案如下：

1. 拉瓦锡研究此问题时，人类对有关空气成分的认识是：已经了解氧气、氮气、汞的性



质，不知道空气组成。（在已有认识基础上，提出新问题是所有研究的特征。）

2. 拉瓦锡通过 4 个实验才得出最后结论。拉瓦锡设计的实验及分别要探究或解决的问题是：

加热汞——试验汞能否与空气发生反应；研究剩余气体——不反应的是什么；加热反应产物——汞与什么气体发生了反应及发生反应气体的体积（量）；复原空气——验证前面的结论。

3. 今天看来，拉瓦锡关于空气组成的结论并不准确（认为空气中只有氧气和氮气），但这并不影响他这项研究对化学发展的贡献。理由略（提示：从科学技术和认识水平的阶段性上说明）。

4. 不能，反应有气体生成。（体会设计实验时选择合适反应的重要性）

5. 昔日实验是科学研究，追求尽可能的精确，今日实验是教学重现，需要简便易行。实验目的的区别决定了两实验效果追求上的取舍。可见不考虑实验者水平限制的前提下，实验设计首先受实验目的影响，同时要受条件制约，教学实验还要考虑环境保护、学生健康、实验安全等因素。

课题一 物质性质的研究

一、课题引入

本课题是在学生已经了解了一些物质的性质、分类，掌握了一定的研究物质的方法的基础上，培养学生如何熟练掌握研究物质性质的一般过程与思路，通过运用对比、归纳等科学方法，结合已知物质性质，对物质性质与反应规律做系统比较与定性研究。在研究过程中获得化学知识、发展解决化学问题的能力是本课题的基本目标。

本课题在第四单元中是相对基础性的内容，不同类物质性质的研究、同类物质性质及反应规律研究都体现了分类、比较的科学方法，强调了对物质性质研究的系统化、规律化。培养学生系统研究物质性质的能力。教学中应着重于物质性质的研究过程，培养学生的研究意识。实验方案设计中通过问题的提出，充分调动学生参与教学的积极性，给学生以充分的思维空间，充分发挥研究型实验的功能。

问题的提出应充分适应学生的实际水平，在学生思维充分发展与发散的过程中，教师给予必要的引导、归纳，在学生实验方案设计中遇到难以解决的问题时，应适当加以点拨，或分解问题，降低问题的难度与层次，接近学生的思维水平，保护学生探究的积极性。

研究型实验的课题的提出应当具有开放性，要强调学生的主动参与、自主学习，培养学生的创新精神，使学生从被动接受知识向主动获取知识转化。在学生充分提出方案、讨论与评价的基础上，教师应注意引导学生对方案进行分类、归纳与优化，在此基础上再进行实验方案的实施，实施过程中应鼓励学生善于发现、提出新问题。最终形成研究本课题的一般程序：问题的提出→学生预习讨论→设计与评价→教师引导与归纳→具体实施→问题总结讨论→知识与方法总结归纳。

教学中首先通过本课题前的【思考与交流】，总结以往学习和探究各种物质的性质及其规

律的经验,明确研究物质性质的一般方法与规律,这对课题中后面的两个实验的方案设计起着启发引导的作用。

【思考与交流】

1. 我们研究某种物质,一般通过研究物理性质与化学性质两方面来了解某一物质,物理性质包括颜色、气味、状态、熔点、沸点、硬度、密度、溶解性、导电性等,化学性质包括通性、特性、氧化性、还原性、酸碱性等。

2. 通常从物质分类→通性(相同)→特性(差异)这样的基本思路来研究一类物质的性质。

二、实验4-1 纯净物与混合物性质的比较

实验4-1是对不同类物质的物理性质与化学性质的研究,具有较强的多学科综合性。虽然相当一部分内容是学生在小学、初中以及日常生活中能够接触到的,有一定的了解,但是大多数结论来自于书本结论,且缺少系统,更注重记忆性,如何通过实验探究,特别是如何设计研究型实验进行探究,对多数学生是很陌生的。

教学中主要应达到两个方面的目标:一是通过纯水与水溶液的凝固点比较,合金与成分金属的物理、化学性质的比较,在已有知识基础上将混合物与纯净物性质做较系统的比较与分类;二是通过上述实验,掌握比较研究不同类物质的方法,并运用这一方法研究、获得某些物质性质的知识;三是通过运用多学科知识与技能,提出化学问题,设计实验,提高综合解决实际问题的能力。相比其他实验,本实验需要落实的化学基础知识较少,所需相关学科综合知识较多,学科综合性较强,所应用的研究及实验方法较复杂,有一定难度。

本实验中,实验设计是难点,在实验设计中,选择不同物质的哪些方面的性质进行对比实验,如何控制实验条件,使实验科学性强,操作简便易行,现象明显,安全无害等,是实验设计过程中着重思考与研究的问题。

教学设计

提出课题:举出生活中你所知道的混合物、纯净物,对比性质差异,设计实验。

如学生在对比混合物、纯净物性质差异方面感到无从下手,可以将问题分解,把问题具体化,从而降低问题的难度,例如:

(1) 从学生最熟悉的水与食盐水的对比开始,提出问题:如何通过实验说明水和食盐水性质的差异?或从引导学生对比淡水与海水的性质差异开始,引起学生的讨论;

(2) 通过阅读我国古代关于铜锡合金成分与用途的记载,思考讨论相关问题;

(3) 对比纯铁、普通碳素钢、不锈钢的耐腐蚀的性质引起学生的疑问:三者主要成分都是铁元素,为什么抗腐蚀能力有很大的差异?

学生可能提出的不同回答是:密度不同,凝固点不同,沸点不同,渗透压不同,对金属的腐蚀性不同,合金的抗腐蚀性不同等。

教师在教学过程中将学生的回答总结分类为物理性质、化学性质几个方面的不同,进一步提出如何通过可行的实验,探究两者性质的差异。

对实验方案的设计,应更多地为下一课题作相应的铺垫,定性实验与定量、半定量实验相结合,如实验条件允许,可以较多地引入现代实验设备。



性质		实验探究
物理性质	密度	水与溶液、金属与合金的密度比较
	凝固点降低	金属与合金熔点、纯水与溶液凝固点比较
	沸点升高	纯水与溶液沸点比较
	溶液渗透压不同	纯水与溶液渗透压比较
化学性质	对金属腐蚀性不同	海水、河水对船体的腐蚀比较
	合金的耐腐蚀性不同	合金与纯净金属的耐腐蚀性比较

实验的实施

(一) 比较水和水溶液的凝固点

1. 原理

步骤1——液体的固化过程，即比较不同液体凝固温度或不同液体相同温度下凝固的难易程度。

步骤2——固体的液化过程，即比较不同条件下固体开始熔化的温度。

2. 实验材料

选择常温下为液态，且较易凝固的物质为实验对象。

3. 方案

方案①：取两种不同浓度的甘油溶液和蒸馏水各半试管，插入木条（或插入温度计），置于冰盐混合物中，观察现象。

	甘油溶液 1	甘油溶液 2	水
凝固温度			

方案②：比较冰盐混合物不同组成比例时可获得的最低温度。

	冰盐混合物 1	冰盐混合物 2	冰
最低温度			

(二) 比较单质金属与合金的某些性质

1. 原理：通过比较单质金属与合金在相同的加热条件下熔化的难易程度，比较两者熔点的高低。通过单质金属与不同合金在相同条件下与酸的反应，或将其浸泡在食盐水中一段时间后比较两者抗腐蚀能力。

2. 实验材料：选择熔点较低金属与合金为实验对象，可供选择的材料为相同规格的保险丝（成分为铅锡合金）、铅丝、锡丝。

3. 方案

(1) 取合金与组分金属同时在酒精灯火焰上加热，记录熔化的先后顺序，比较熔点高低。

(2) 取铁丝、纯铁、不锈钢分别浸泡在同浓度盐酸中，比较反应剧烈程度。

	铁丝	纯铁丝	不锈钢
现象			
解释、结论			

(3) 取铁丝、纯铁、不锈钢分别浸泡在同浓度食盐水中，比较生锈腐蚀程度。

	铁丝	纯铁丝	不锈钢
现象			
解释、结论			

学生通过讨论交流可以提出的方案一般多于教材提示的实验方案，例如，学生可能提出用将金属浸入食盐水、蒸馏水，模拟比较海水与河水对船体的腐蚀；比较纯水与溶液的沸点等实验。在设计合理、实验室条件允许、保证实验安全的前提下，每个教学班可分为多个小组，分别完成不同实验，通过汇报讨论，交流各组的收获体会。

活动建议

【学与问】

冰融化从环境吸收热量。为使试管温度下降更快，可采取以下措施：一是将盛有冰水混合物的大烧杯放入保温容器中，如纸箱中（内填碎纸屑），或在大烧杯外包裹上保温层（用多层报纸做保温层，廉价易得，保温效果较好），以便与环境隔离，减少混合物从环境中吸收热量。二是冰块与水的接触面积大，冷却效果较好，实验前将冰块敲碎，成黄豆大小（过大冷却较慢，过小融化较快，不能较长时间提供低温）。三是冰中加水至浸没碎冰块的二分之一至三分之一处冷却效果较好。四是加入的水应在实验前投入一定量冰块，冷却至 0°C 使用。五是加入的粗盐应当压碎成粉末。六是冰水混合物中加入粗盐后应充分搅拌。

【问题与讨论】

1. 物质的性质与其组成成分和混合状态有关。例如硫酸浓度不同（即水与硫酸的比例不同）沸点不同，冰盐混合时混合均匀可获得较低温度，合金性质与组分金属的差异等。

2. 在水中加入糖、醋、盐的比例不同，可以获得不同口味，还可以与家长共同烹制各种口味的菜肴与饮品，例如糖醋排骨、消暑运动型饮料、凉菜等，在生活中学习更多的化学知识，了解健康膳食的结构。在水中加入糖、醋、盐的比例相同时，如果每加入一种物质品尝一次，由于加入与品尝的顺序不同，也可以获得不同口感。

3. 甘油水溶液作汽车防冻液、氯化钠作融雪剂、冰盐水作制冷剂应用的都是混合物凝固点降低的性质。混合物的应用较为广泛，例如：制冰淇淋时所使用的稳定剂、各种合金制品、建筑涂料、各种食用调和油与调味剂、改变牛奶口感的添加剂、白酒的勾兑等等，因此研究混合物对生产、生活都有着重要意义。

实验说明

（一）比较水与水溶液的凝固点

1. 两支试管中的液体应等量，两支试管不能相互接触。准备的烧杯不应小于250 mL，以保证试管盛装液体的部分能完全浸没在冰水混合物中。



2. 甘油溶液的浓度为5%左右较适合。可使用氯化钠溶液代替甘油。

3. 为使实验更为精确,可以用温度计代替细木条插入试管的溶液中,优点是:一可定量观察,效果更好。二可以观察到蒸馏水的固定的凝固点,甘油溶液在凝结过程中凝固点在一定范围内变化。

4. 有条件的学校,两个实验都可以使用手持技术,利用温度传感器(温度探头)定量绘制水与水溶液的凝固过程的温度变化曲线,使学生体会现代实验技术在实验中的应用。

5. 如实验室没有冰箱等制造冰块的设备,可通过测试蒸馏水与水溶液的沸点、密度、渗透压,来比较两种物质的性质。

(二) 比较单质金属与合金的某些性质

1. 合金可供选择的有家用保险丝、焊锡条等。

2. 合金与组分金属条应相同粗细。

3. 取坩埚钳夹取合金与组分金属同时在酒精灯火焰上加热,按熔断顺序判断熔点高低。

4. 金属条熔断后应立即离开火焰,避免熔化的金属滴落在酒精灯上,发生意外事故。

5. 铁丝、纯铁、不锈钢浸泡在同浓度食盐水中,生锈腐蚀大约需要几个小时时间。

拓展实验

1. 比较蔗糖溶液与纯水的凝固点

实验基本程序与操作参见教材中实验4-1中比较水与水溶液的凝固点实验。

2. 自制等体积的纯水冰棍和糖水冰棍

(1) 可以配制较高浓度的糖水,建议浓度为20%。

(2) 取等体积纯水和糖水,观察凝固前后体积的变化。

(3) 两者凝固时均匀程度不同,纯水冰棍结晶均匀,糖水冰棍结晶不均匀,若糖水浓度较大,最终可能有晶体析出或不凝固的高浓度液体。糖水冰棍先凝固的部分糖含量低,后凝结的部分糖含量较高,通过品尝可以区分。与糖水凝固相比较,盐水的实验效果更好,一定浓度(23%)的盐水凝固时可以有氯化钠晶体析出。

(4) 实验所需时间较长,建议作为家庭小实验完成,由学生通过实验条件控制,得出在什么浓度下实验效果最佳。

3. 酸的性质研究

参考方案①:同种酸不同浓度时性质比较

例如,冰醋酸与1 mol/L的稀醋酸溶液导电性比较;冰醋酸稀释过程中导电性的变化;稀硫酸与浓硫酸性质比较等。

参考方案②:不同酸物理性质和化学性质比较,如苯甲酸、乙二酸、冰醋酸等。

4. 不同金属形成阳离子倾向比较

这里主要是溶液中不同金属形成阳离子倾向比较,即金属活动性的比较。可以将复习判断金属活动性顺序的方法作为问题的引入,以这些方法为依据,设计实验方案。

参考方案①:比较不同金属与酸的反应,由反应的剧烈程度判断不同金属形成阳离子的倾向。反应的难易与金属活动性和酸中氢离子浓度有关,因此可以观察不同金属与固定浓度盐酸的反应。还可以将酸滴入同体积的蒸馏水中,向蒸馏水中逐滴加入一定浓度的盐酸,不同金属开始出现气泡时,加入的盐酸的量不同,同样可以比较不同金属形成阳离子的倾向。

设计方案如下：

金属	0.1 mol/L 盐酸 (记录反应的剧烈程度)	在约 2 mL 蒸馏水中加入金属后，滴加 0.1 mol/L 的盐酸 (记录出现气泡时，加入的盐酸的量)
Mg		
Al		
Zn		
Fe		
Cu		

说明：

- (1) 实验所使用的金属形状应相似，使用前要除去表面的氧化膜；
- (2) 金属与酸长时间反应后，因反应放热，溶液温度升高，反应可能十分剧烈，产生大量氢气，将酸液冲出试管，因此观察到金属与酸的反应后，应尽快中止反应；
- (3) 酸浓度不可过大，否则与活泼金属反应都比较剧烈，难以区分实验现象。盐酸浓度以 0.1~1 mol/L 较为适宜。

参考方案②：不同活泼金属与铜形成原电池的电压

金属				
电压				

说明：

- (1) 电压与金属的活动性有关，还与电极间距离和电极与溶液的接触面积有关，因此实验中应注意控制以上相关实验条件；
- (2) 若使用酸做电解质溶液，因在铜电极上有氢气生成，以及电极附近氢离子浓度的变化，电压表的示数变化较快，应注意观察记录形成原电池时的电压最大值；
- (3) 电压的测量可使用多用数字式测试仪。

三、实验 4-2 金属镁、铝、锌化学性质的探究

实验 4-2 是对同类不同种物质的性质的研究，学生已经通过铝、铁性质的学习，掌握了金属通性，在《实验化学》第三单元中掌握了 Fe^{3+} 、 Ag^+ 、 Ba^{2+} 、 Al^{3+} 等金属离子鉴定的一般方法，具有较好的知识基础与实验研究方法。教学中主要应达到两个方面的目标：一是通过镁、铝、锌化学性质的研究，系统总结掌握金属化学性质与反应规律；二是通过实验归纳研究同类不同种物质的性质的一般思路和方法。课前应从复习归纳常见金属入手：金属在化学反应中做还原剂——活泼金属能与水、酸、盐溶液发生置换；钠等活泼金属可与水剧烈反应；金属铝既能与酸反应又能与碱反应，具有两性；铁与水蒸气反应，生成四氧化三铁和氢气。对速率较慢的实验，常用的加快反应速率的方法一是升高温度以降低反应活化能，并加速粒子的运动，二是减小固体颗粒，增加反应粒子的接触面积，例如在铁与水蒸气的反应实



验中，用铁粉而不是铁片，是为了增加反应粒子的接触面积，该实验的另一加快反应速率的方法是使用酒精喷灯加热，提高反应温度。

教学设计

本实验中如何通过实验系统研究金属单质的性质是重点，实验方案设计相对较易。第一课时，在学生预习的基础上，只需通过：物质分类——→通性（相同）——→特性（差异）这样的基本思路来研究，由学生逐项提出想研究对比的问题，最后归类总结，选择可行方案，将方案整理表格化，第二课时完成实验。

实验中的难点是金属锌的两性， Zn^{2+} 的检验， $\text{Zn}(\text{OH})_2$ 的两性、特性。

镁、铝、锌单质化学性质的探究实验设计参考：

金属单质		Mg	Zn	Al
化合价				
化学性质（反应）	与 H_2O			
	与 O_2			
	与其他非金属（S、 Cl_2 ）			
	与盐溶液			
	酸	稀盐酸或稀硫酸		
		冷浓硫酸、硝酸	——	——
		稀 HNO_3	——	——
	碱	强碱		
		氨水		
	与氧化物			

拓展实验： Mg^{2+} 、 Zn^{2+} 、 Al^{3+} 的检验及 $\text{Zn}(\text{OH})_2$ 性质研究

取足量金属与稀盐酸充分反应后的澄清溶液		Mg^{2+}	Zn^{2+}	Al^{3+}
滴加适量 NaOH 溶液， 分为两份	继续滴加 NaOH			
	滴加盐酸			
滴加氨水				

活动建议

【问题与讨论】

1. 三种金属性质的相似与区别。具体内容略。
2. 金属在化学反应中通常体现还原性，一般可与非金属、水或酸、某些盐溶液等反应。

一定条件下易与其他各种氧化剂反应，如铁可被过氧化氢、高锰酸钾溶液等氧化，铝可发生铝热反应等。此外某些两性金属可以与碱反应。

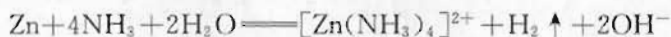
实验说明

1. 上述三种金属与酸反应较剧烈，注意控制酸的浓度。镁、锌与冷浓硫酸、硝酸的反应剧烈，产生大量有毒气体，建议不做该项实验，或改为演示实验。

2. 金属使用前需除去表面的氧化膜。

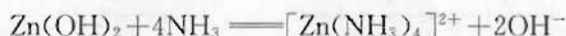
3. 镁与硫酸铜溶液反应时可能会产生氢气并生成蓝色沉淀，须注意溶液浓度，浓度为1 mol/L以下较适宜。镁与氯化铁溶液反应一般不发生与铁的置换，而是有氢气与氢氧化铁生成。

4. 锌是两性金属，能溶于强碱，锌离子能与氨分子形成配离子，因此锌可溶于氨水，铝离子不能与氨分子形成配离子，因此铝不溶于氨水。



5. 锌盐、铝盐与碱反应时，注意控制加入试剂的量与顺序。让学生通过实验体会反应物量的变化对化学反应的影响。

6. 氢氧化锌是两性氢氧化物，能溶于强碱，锌离子能与氨分子形成配离子，因此氢氧化锌可溶于氨水，这一点与氢氧化铝不同：



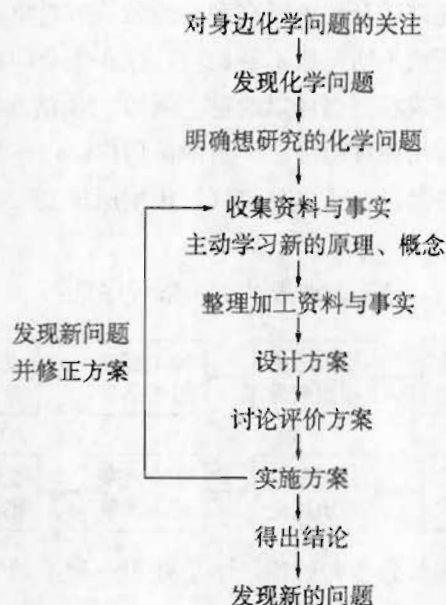
课题二 身边化学问题的探究

当代科技的进步，使人类社会进入了空前繁荣与发展的阶段。20世纪人类进步的一个表现是通过使用天然的与合成的化学物质解决迅猛增加的人口的生存问题；另外也迅速提高了人类的生活水平。但经过一百多年的发展之后，我们慢慢觉悟到生存、生活质量和安全是相互关联的，不可忽视其中任何一个方面。各种化学品的使用一方面使我们生活得更加舒适，但另一方面，不容忽视或小看化学技术的不稳定性，无限制和不合理地使用化学品以及某些人类活动使人暴露于某些化学物质中，又使我们处在对健康的威胁之中。因此，每个人都必须意识到这一点，明白什么东西宜用，什么东西不宜用，应该怎样用以及怎样合理地生活，以同时保证生活质量和安全。正因如此，化学与生活的关系就显得尤为密切。

一、课题引入

通过本课题的研究，使学生关注常用化学品在生活中的重要作用，正确使用化学品帮助我们的生活。让学生了解化学与生活的关系，一方面使学生能够将所学的理论知识用于实践，用于解释生活中的某些现象；另一方面，鼓励或启发学生能够积极地将某些化学成果用于改善我们的物质生活。这是本课题的教学目标。

本课题包括两部分内容，第一部分是引导学生对身边化学问题的关注，通过食物酸碱性的测定实验，使学生进一步清晰开放性更强的研究型实验的一般程序（如下列图示），明确定性实验与定量实验相结合的设计思想：



第二部分是实验设计。实验 4-3 含氯消毒液性质、作用的探究，参考本课程教材第三单元课题一物质的检验，以定性实验研究为主。实验 4-4 饮料的研究，结合本课程教材第三单元课题二物质含量的测定，侧重定量实验探究。

本节内容与社会、生活联系密切，学生通过课题一的学习，已经具备一定的实验探究能力，初步熟悉了探究的一般过程与原则，因此可提高教学的开放性与学生的自主参与程度。

教学中注意通过【思考与交流】，使学生明确认识未知事物、解决未知问题的态度与策略，体会不断探索、进取是科学的终极目标。

食物酸碱性的测定是对未知物质性质探究的范例，先明确原理、概念，根据原理设计定性检验，定量测定，为后续实验作好铺垫。

应当特别注意的是研究型实验的探究过程中，易忽视对知识和基本操作的落实、对方法的系统整理；此外，开放性较强的研究型实验的影响因素较多，操作程序较复杂，学生不易掌握。因此，探究过程中教师应注意加强引导学生对知识、方法的系统化、网络化的整理工作。

【思考与交流】

1. 关键的一步是明确食物酸碱性的概念、原理，不事先明确实验基本原理，就不可能选择到正确的探究途径，设计合理的实验方案并得实验结果。

2. 在实际问题的探究中，遇到未知的概念或原理是一种很普遍的现象，在学校所学知识有限，而实际生产、生活中的问题往往需要多方面的知识与方法才能解决，在学习过程中，除积累知识外，更重要的是掌握学习、研究的方法，形成终身学习的能力。在学习或研究过程中，会不断地产生新的问题，这些问题既可来自于知识本身，也可来自于科学实验、生产实践与生活实际。

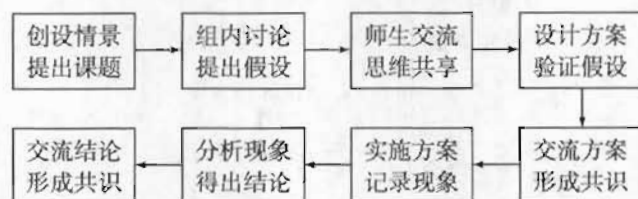
二、实验 4-3 含氯消毒液性质、作用的探究

教学设计

研究本实验应充分考虑学生水平与课堂教学特点。课堂教学不能等同于真正的科学研究，

并非所有身边发现的化学问题都适合作为研究型实验教学的对象。实验原理在现阶段难以为学生理解、操作过于复杂、现象不明显或不易比较,存在安全问题、实验条件不具备的实验方案和课题,建议不由学生完成或适当加以改进。例如,84 消毒液、漂白粉、双氧水、高锰酸钾等消毒试剂成分单一、作用原理明确、生活中使用广泛,作为研究型实验教学的对象比较适宜,而洗涤剂、季铵盐类消毒剂等成分多样,作用原理复杂,不适合做课堂教学的研究课题。

建议采用小组合作讨论法,这一教学模式的一般程序是:



这一过程要求学生有较多的思考和讨论,学生处于一种主动学习探索知识的状态,对培养学生的创新能力非常有利。它既要求教师根据教材内容选择探究课题,创设问题情景;又要求学生自主探究,合作交流,从问题情景中概括出实验结论。

首先向学生提出问题,问题应具有较强的开放性、指向性,例如:

你是否使用过消毒液?你了解哪些关于消毒液的知识?还想了解什么?

消毒液给你的生活带来了哪些益处?

生活用品中哪些用品有消毒、杀菌作用?哪些含消毒剂?

你想怎样研究消毒液?(程序、方法、内容)

更为吸引学生的是:消毒液、洁厕液等多种清洁用品混合使用是否可增强清洁效果?通过实验,学生发现 84 消毒液与洁厕液两种液体混合后产生了黄绿色的氯气,不但轻而易举地否定了“多种清洁用品混合使用可增强清洁效果”的假设,而且进一步产生疑问:“氯气是怎么产生的”,接着顺理成章地沿着原理分析、实验探究的思路了解消毒液的成分、性质、使用、制造等问题。

还可以指导学生阅读 84 消毒液的产品说明书,有意识地注意从中了解了什么信息,还想了解哪些性质?

在本套教科书必修 1 第二章中,学生掌握了物质及其变化的基本分类与研究物质化学性质的一般方法;在第四章中,已经初步了解了氯气的消毒、漂白,以及氯气对自来水消毒的同时会产生三氯甲烷等致癌物质等知识。在这些已有知识基础上,可于课前布置学生收集消毒剂的相关资料,提出问题,分类整理、筛选,分小组设计讨论后,在班级汇报交流,小组间评价、修正方案,教师批准后,实施方案。或提出其他生活中感兴趣的化学问题,按研究型化学实验的一般方法与程序实施。学生通过综合运用已学化学、生物学的知识、实验技能和方法,研究生活中的常用物质,培养科学探究实验的能力,学会制定课题研究计划。

通过对消毒剂性质研究实验方案的设计,学生学习了关于含氯化合物的诸多性质,但这些知识的获取是零散的,教师应引导学生通过实验验证,对含氯化合物的性质从通性、氧化还原性、特殊性等方面进行梳理归纳,知识从零散到条理系统化的过程,也是思维从发散到收



敛的过程，是学生的认识提炼升华的过程。通过归纳总结，梳理知识，落实教学目标。进行知识梳理时，应着重总结：(1) 问题发生发展的过程；(2) 得出结论的抽象归纳过程；(3) 得到这些结论时所涉及到的分析问题的思想方法。

实验的实施：

本实验专题涉及的内容较多，以 84 消毒液为例，首先通过阅读说明，明确消毒液的有效成分为 NaClO ，然后根据说明及物质分类获知 NaClO 为弱酸盐，在溶液中可以水解，呈碱性，可与较强的酸溶液反应；根据氯元素化合价又可推测 NaClO 有较强的氧化性。根据学生的知识与能力水平，大致可完成以下几方面的实验探究：

(一) 消毒液化学性质的探究实验

性质 实验	弱酸盐的性质					强氧化性			
	石蕊	酚酞	测 pH	稀 H_2SO_4	Fe^{3+}	$\text{Fe}^{2+}/\text{SCN}^-$	HCl	$\text{I}^-/\text{淀粉}$	金属
现象	先变蓝色后褪色	先变红色后褪色	约为 10	漂白效果提高	有红褐色沉淀	溶液出现红色	剧烈反应放出黄绿色气体	溶液由无色变蓝色	Fe 浸入消毒液中、酸化后可检验出 Fe^{3+}

(二) 研究实验条件对消毒液使用的影响

例如，浓度、温度、溶液酸碱性、保存条件等对消毒液灭菌效果或漂白效果的影响：

条件		温度				溶液酸碱性		保存条件	
		常温	t_1	t_2	t_3	酸性溶液	碱性溶液	露置空气中	光照
空白	蒸馏水								
对比	1:200								
	1:300								
	1:500								

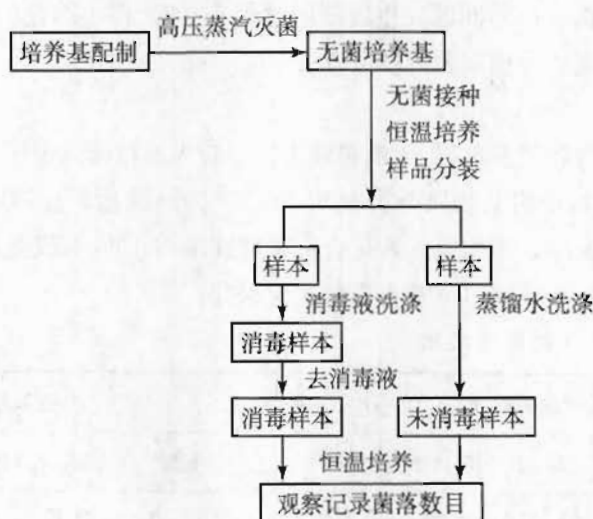
相同条件下培养菌落，记录菌落数目。也可以使用相同的有色布条浸入消毒液中，比较漂白效果。

(三) 消毒液灭菌效果检测实验

1. 消毒液对多种细菌的灭菌效果的实验检测



2. 消毒液对单一细菌的灭菌效果检测实验



(四) 评估报告

如对消毒液生产厂家的建议(对产品更详细的说明、新产品开发方向)、对消费者的建议(适度使用——量、浓度、次数、范围)、安全使用与储运。

教学中,不同小组可以做不同方向的研究,实验后,交流实验成果与问题。

活动建议

【问题与讨论】

1. 略。
2. 由消毒液说明中的成分、保存、使用注意等可以得到一定的关于消毒液性质方面的信息。例如,由某消毒液禁止与易燃、易爆及酸性物质存放在一起,可推测其具强氧化性、能与酸反应;由原液勿接触衣物,易导致脱色,可推测消毒液具有漂白性等。
3. 研究本实验后,又能想到许多值得进一步研究的问题,如消毒剂大量使用对水、土壤的污染,对生物的影响(三致:致癌、致畸、致基因突变)研究,经常性长期使用消毒剂对人体免疫系统的影响等等。

实验说明

1. 实验过程中注意消毒剂的安全使用,含氯消毒液一般具强氧化性,与某些有机物混合可能发生爆炸,如84消毒液原液与酒精混合后,加少量的酸可能会爆炸燃烧;84消毒液原液与浓盐酸混合剧烈反应,可产生大量氯气;消毒液对人体和金属有较强的腐蚀性。因此在学生动手实验前应充分进行实验方案的讨论与安全评价。教师应在学生实验前充分预见实验中可能出现的问题,控制好试剂浓度与使用量。

2. 实验涉及的生活中的应用实验,如漂白效果、去污效果等较难定量观察与评价,建议不做这方面的定量实验研究,只对现象进行定性的描述与分析。

3. 涉及与生物灭菌相关的简易实验可参考人教版《义务教育课程标准实验教科书生物学》(八年级上册)第四章56页“检测不同环境中细菌和真菌”实验。需要注意的是,用消毒剂消毒后的样品上含有一定量消毒剂,接种后会长时间抑制细菌生长,因此须经去消毒液处理,处理的方法一般是使用蒸馏水漂洗数次,还可以将消毒后的样品中浸入 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液



还原后再使用蒸馏水漂洗。

4. 实验需要两套装有培养基的培养皿，一套用来做消毒样本细菌培养实验，一套做未消毒样本细菌培养对比实验。干扰因素主要是有外界杂菌进入培养基干扰实验结果，培养条件不同也影响实验结果。为了消除干扰，①装有培养基的培养皿必须经过高温灭菌，以消除培养基中原有细菌干扰；②实验中使用到培养基之前不能打开培养皿，采集细菌所用的物品（如棉签等）必须是无菌的，以免外界杂菌进入培养基；③两套培养基接种后应密闭于培养皿中，控制相同的培养条件。

拓展实验

洗涤剂成分多样，作用原理复杂，一般不适合做课堂教学的研究课题。漂白粉、双氧水、高锰酸钾、过氧乙酸、 Na_2FeO_4 等消毒试剂成分清楚、生活中使用广泛，可以作为研究型实验的研究对象。

三、实验 4-4 饮料的研究

教学设计

人们对层出不穷的商品的了解和正确使用，最直接的途径就是商品的标签和说明书。来源于标签的信息，可以使学生了解生活中物质的成分，进而了解其性质，对人体、环境的作用等。在生活中，能了解商标的意义，读懂标签的内容，是生活在现代社会的人所应有的基本能力。

本实验的内容涉及对商品成分的分析，关于 V_C ，学生从生物学的学习中，以及对日常生活的关注中获得了一定的了解，在选修 1《化学与生活》的第一章第四节“维生素和微量元素”中也有所介绍，教师可结合选修 1 的相关内容与学生共同研究本实验。与实验 4-3 相比，本实验侧重定量测定。在本教材第三章物质的检测中，学生已经掌握了应用酸碱滴定法测定物质中酸含量的基本方法，且熟悉探究实验的一般过程，学生在本实验中设计探究方案以及测定饮料的 pH 或酸性实验中，通过复习整理，参考实验 3-6 食醋中总酸量的测定说明，可以较好的完成实验原理分析、安排实验步骤、掌握操作要领、排除干扰因素、分析实验误差、整理实验结果。因此在教学过程中教师不必直接指导学生的实验与操作，而是作为一个组织者、引导者，与学生平等交换意见，培养学生独立操作能力、实验设计能力、分析能力，实验前让各组学生充分汇报自己的实验方案，并组织学生对实验的方案进行分析和讨论，使学生在讨论中发现问题和解决问题，掌握解决一个问题的多种途径；实验后组织学生交流、评价实验结果。

本实验的难点是应用氧化还原法比较饮料中的 V_C 含量，其中反应物性质、氧化还原滴定法的原理、指示剂的选择，是学生较难理解的，在此只要求学生了解本实验的化学原理，并在酸碱滴定方法的基础上弄清本实验的操作原理和过程。可以采用三种方式处理，一是由教师讲授反应物性质，介绍滴定方法，由学生结合酸碱中和滴定分析总结滴定过程中应注意的问题后，教师指导学生实验；二是在第三单元物质的检测中，适当介绍氧化还原滴定法，为后续教学作好铺垫，在本单元学生自学反应物性质后，结合已有知识，研究操作注意事项，并实施实验；三是提出问题后，由学生通过小组合作，寻找方法，通过自评互评，完善实验方案。

	Vc 的性质	滴定方法	实验操作注意事项	开放程度	对学生的水平要求
方法一	教师介绍	教师介绍	学生分析总结	低 ↓ 高	低 ↓ 高
方法二	学生自学	学生结合已有知识回忆迁移	学生分析总结		
方法三	学生自学	学生通过自主学习获得	学生分析总结		

(一) 实验中应完成的教学目标如下:

1. 知识与技能

- (1) 了解 Vc 的分子式和结构简式。
- (2) 了解 Vc 的还原性及含量测定方法。

(3) 能将所学的“中和滴定”原理和操作技能应用于物质含量测定, 熟练利用滴定技能测定物质含量的基本方法。

2. 能力目标

(1) 学生通过设计方案和实验, 测定饮料中酸含量, 探究 Vc 的还原性, 设计 Vc 含量测定的实验方案。培养学生的滴定实验操作能力。

(2) 加深对科学探究一般过程的认识, 进一步提高提出问题、作出假设、制订并实施探究计划、处理数据和分析探究结果的能力。

(3) 通过研究 Vc 实验方案设计的原理, 培养学生获取、处理化学信息的能力。

3. 情感态度与价值观

通过小组活动, 培养学生的科学态度和合作精神。

教学难点是如何通过自主学习初步掌握 Vc 的化学性质, 如何半定量地分析实验数据及控制干扰因素。

(二) 教学方法和过程

教学方法: 实验探究法。

教学过程:

1. 教师提出问题并引入课题, 由学生在教师提供的情境下, 分析材料和说明研究的问题。具体情景的设置:

问题(1)——展示某种果汁饮料或碳酸饮料瓶, 阅读产品说明, 由产品说明可以获得什么信息? 你想研究饮料中的哪些性质?

问题(2)——人为什么要食用新鲜蔬菜与水果? 介绍 17、18 世纪长期在海上航行的船员患坏血症的症状: 早期有倦怠, 食欲不振, 烦躁或抑郁, 随后出现毛囊角化、牙龈炎和广泛出血症状(毛囊角化多见于前臂、腹部及大腿部, 形成角栓, 毛发卷于毛囊内, 称为螺旋状毛发, 皮肤亦干燥, 类似维生素 A 缺乏病; 牙龈炎表现为牙龈肿胀、发红、出血, 牙齿松动, 可因牙龈萎缩, 牙槽坏死而脱落, 常伴有口臭; 广泛出血表现为皮肤出现瘀点或瘀斑, 开始在毛囊周围, 后波及大腿和小腿处, 在撞击和受压处易发生带状或点状瘀点或瘀斑。)如有创伤, 其伤口愈合缓慢, 常伴有继发感染和出血。医生发现通过食用新鲜蔬菜和水果可以治疗坏血症。你从中发现什么问题? 想继续研究什么问题?



问题(3)——哪些性质的研究在现有实验条件与实验水平下可行?(酸度与Vc含量)
准备如何研究这种饮料中Vc的含量与酸含量?

这属于定量或半定量实验,解决该问题的关键是什么?可继续分解为以下问题:

- ① 测定Vc含量、酸含量的原理是什么?
- ② 需要测定哪些物理量?选用哪些测定方法?
- ③ 选择什么试剂和仪器?
- ④ 实验操作中注意什么?

2. 教学组织

(1) 将学生组合成小组,并分工协作提出问题、收集资料、设计方案,不同组间进行方案的交流、评价。

(2) 教师组织实验方案评价,提供实验用品,控制实验安全。

(3) 合作完成实验、记录、处理数据,发布实验结果与意见;组织实验结果评价。

3. 学生研究过程

(1) 调查、收集市售的各类纯果汁、果汁饮料、碳酸饮料、茶饮料的成分说明。

(2) 预习维生素相关的知识,上网查阅相关资料。

(3) 提出课题

① 定性或定量测定饮料的pH或酸性

② 饮料酸性与身体健康(如对牙齿的腐蚀作用、对骨骼中钙质的作用等)

③ Vc的含量测定可供选择的课题:

Vc的性质与测定原理、测定方法、实验用品、实验要点。

不同蔬菜、水果中的Vc含量。

不同成熟程度的水果与蔬菜中Vc含量的比较或测定。

药品Vc片中Vc含量测定。

不同加工、储存条件对Vc含量影响的比较。

(4) 方案展示与评价:各组学生展示实验方案并进行讨论、分析,讨论、分析主要围绕方案的原理、实验方法与操作、实验试剂的选用等进行。

(5) 教师组织学生实验的方案和结果进行讨论和分析。

(6) 学生实验:学生按自己所设计并经教师核准的方案,利用携带的材料进行分组验证实验。

(7) 各组汇报自己的实验结果,对各自的实验结果进行比较,并讨论实验误差产生的原因和减小实验误差的方法。提出实验中发现的问题,想继续研究的问题。例如,Vc极易受到热、光和氧的破坏,如何尽可能减少食物中Vc的损失?水果、蔬菜贮存越久,维生素损失越多,因此,尽可能吃最新鲜的水果、蔬菜,若需保存,请尽可能贮存在冰箱里。水果、蔬菜不要切得太细太小,切开的果蔬不要长时间暴露在空气中,以减少氧化机会。烧煮富含Vc的食物时,时间应尽可能短,并盖紧锅盖,以减少高温和氧的破坏。汤汁中Vc含量丰富,应尽可能喝掉。

(三) 实验方案分析

1. 饮料的 pH 或酸性

待测量	测定方法与操作	测定方法比较	
		优点	缺点
pH	用 pH 试纸测溶液 pH	简单、快速，饮料不必进行脱色处理	粗略，不宜用于区分不同饮料的酸度；测定的是 pH，而不是酸浓度
	用 pH 计测溶液 pH	精确、快速，饮料不必进行脱色处理	要求有必要的仪器，学生实验前须培训仪器的使用；测定的是 pH，而不是酸浓度
酸浓度	粗略测定：用滴管向加入酚酞的饮料中滴加 NaOH 溶液，记录酚酞变红时 NaOH 溶液的滴数	简单、快速、较粗略	某些饮料须进行脱色处理；适用于不同饮料的酸浓度比较
	滴定：用标准 NaOH 溶液进行酸碱中和滴定	精确	耗时长，要求学生滴定操作熟练；某些饮料须进行脱色处理或使用 pH 计滴定

2. 饮料中的 Vc 含量

(1) 不同饮料中 Vc 含量的比较

饮料			
I ₂ 标准液的体积			

(2) 饮料中 Vc 含量变化的影响因素

饮料	对照组	加热后	露置于空气中一段时间后	加入醋酸或氢氧化钠并露置
I ₂ 标准液的体积				

测定方法可以参照饮料的 pH 或酸性测定，根据课堂教学时间和学生情况，选择采用粗略测定或精确滴定的方法。

活动建议

【问题与讨论】

1. 研究结果与产品说明中的标注如不一致，原因一般可分为三方面：

- (1) 实验测定的误差，包括饮料体积量取不准确、露置于空气中时间过长、滴定终点判断不准确、滴定过程中剧烈摇动、体积读数不准确、标准液配制及标定不准确等；
- (2) 产品生产、储运、放置过程中的损耗；
- (3) 产品不符合标准。

2. 对生活中常用物质、食品的化学成分、性质、营养元素、功能等有更多关注。可以应用所学的知识用较简单的方法解决身边的化学问题。



实验说明

1. 分析测定 Vc 含量过程中的干扰因素及排除方法

干扰因素	误差	排除与预防
①包装破损或打开后长期放置	偏低	购买时注意外包装,开启后尽快使用
②稀释用的蒸馏水未加热煮沸	偏低	将蒸馏水加热煮沸
③未用标准液润洗滴定管	偏高	使用标准液润洗滴定管 2~3 次
④滴定时未加入醋酸	偏低	滴加几滴醋酸,使溶液呈弱酸性
⑤滴定时剧烈摇动锥形瓶	偏低	滴定时轻轻摇动锥形瓶,使反应液混合均匀
⑥滴定时未摇动锥形瓶	偏高	
⑦未滴定至溶液变为稳定的蓝色即读数	偏低	滴定至溶液变为稳定的蓝色后读数
⑧滴定结束后,俯视读数	偏低	按照规范正确读数
⑨滴定结束后,仰视读数	偏高	
⑩样品未完全转移至锥形瓶中	偏低	将样品完全转移至锥形瓶中,不使用黏度较大的饮料

2. 饮料中的 Vc 的含量在 100~1 000 mg/L 左右,滴定时,使用 0.05 mol/L 的 I_2 标准溶液,浓度略大,消耗标准液少于 10 mL,误差较大,可将浓度降低为 0.01 mol/L,使消耗的标准液体积大于 10 mL。

3. 饮料中的 Vc 的含量在 100~1 000 mg/L 左右,分析含量时若取样品 20 mL,再加水稀释,溶液体积过大,建议不必加水稀释。

4. 原汁果汁或果茶类饮料较黏稠,不利于取样,建议使用含果汁饮料做分析样品,或使用溶解有 Vc 的蒸馏水做分析样品。

拓展实验

市售 Vc 片的溶解性较好,取一定质量样品,须在碘量瓶中溶解,溶解振荡时塞紧玻璃塞。配制溶液时应使用新煮沸并冷却的蒸馏水,若冷却较慢也不可采用加热的方法加速溶解。配制时如有少量混浊,不影响后续实验操作,不必过滤。因过滤过程中,滤纸上沾有样品,接触氧气也会使部分样品被氧化,影响测定结果。

课题三 综合实验设计(选学)

中学化学的创新不同于科学研究的创新,学生在知识基础和能力发展水平等各个方面都与科学工作者有着较大的差异。无论是演示实验还是学生实验,其实验目的主要是为了使学生获得和运用知识,并在这一过程中掌握实验技能、形成实验能力和科学的自然观。

综合实验中的创新可以体现在以下几个环节中:

1. 确定实验问题中的创新

在确定化学问题中,学生的知识、技能基础和能力发展水平对实验问题的深广度具有制约

作用。如果教师提出的实验问题过深、过繁，超出了学生的知识、技能和能力水平，那么，学生不仅不能解决实验问题，无从发挥实验能动性，而且还会降低实验兴趣，影响实验教学效果。创新必须是在已有知识基础上的发展。确定实验问题中的创新主要体现在对生活与学习中的问题的发现过程中，如不同浓度硝酸与铜反应后的溶液颜色不同的原因、产物的探究等。

2. 实验设计中的创新

在独立进行实验设计的过程中，学生不仅要灵活地、创造性地综合运用所学的知识和技能，而且所作设计还要符合实验设计的科学性、可行性、安全性和简约性等原则，以及实验方案的优选标准。对于同一实验问题，每一学生所设计的实验方案也不尽相同，新颖、独特的实验方案，体现了学生思维的创造性。实验设计的创新包括以下几个方面：

- (1) 实验原理的创新，如与其他学科的综合、新反应的应用、新的检测手段应用等；
- (2) 实验装置、仪器的创新，如仪器的新用途、替代物、重新组合、装置的改进等；
- (3) 实验效果的创新，如视觉效果——实验现象明显（如颜色变化、能量变化、气体的产生等）、应用多媒体手段放大或模拟、现代实验技术（数字化采集器、光谱分析法）应用等；
- (4) 实验步骤与程序的创新，如简化、快速、安全等；
- (5) 实验安全的创新，如有毒药品的替换、消除实验污染、安全装置的设计等。

3. 实验操作中的创新

认真理解实验操作的每一个步骤和方法，而不是照方抓药，严格按照实验操作规程，对异常、不明显或结论错误的实验现象及时分析原因，找出实验操作中的不当之处等，都是学生的实验能动性的具体表现。有的学生在实验操作中，注意实验技巧，合理巧妙地组织和改进实验操作顺序和方法，使自己的实验能动性得到充分的发挥。

4. 处理实验结果中的创新

对于所获得的实验结果，能用化学知识解释（如用化学方程式表示），设计简明的表格，绘制规范、正确、美观的线图和实验装置图；认真分析实验现象产生的原因，并对其进行正确的理论解释，都可以体现学生的创新意识，也可以认为是创新的具体体现。

一、课题引入

教学中可以先由【思考与交流1】入手，提出问题，引导学生从以下方面分析比较：

- (1) 不同实验装置的原理、仪器、使用等方面的异同；
- (2) 评价优缺点；
- (3) 有哪些方面的创新；
- (4) 综合了哪些知识、技能等；
- (5) 是否可以加以改进或替换。

【实践活动】

1. 滴入水后，大量气体溶解于水，使烧瓶内压强减小，小于大气压，利用大气压使气球在烧瓶内膨胀，此实验与喷泉实验原理相似。

同理，可以利用大气压压瘪矿泉水瓶甚至铁皮油桶。具体方法是将水壶中的水加热至沸腾，将空的矿泉水瓶口与水壶口相对（注意防止烫伤），使水蒸气进入矿泉水瓶，一段时间后，旋紧瓶盖，静置一段时间后，水蒸气冷凝，瓶内压强降低，矿泉水瓶将被压瘪。



2. (1) 应将气压计与玻璃管的上端相连。

(2) 适用实验。

①溶解热效应实验。

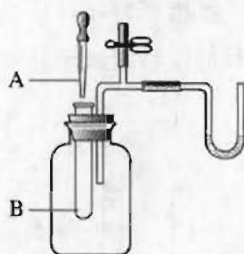


图 4-1 溶解热效应实验装置

用此装置实施放热、吸热反应的方法及现象如下表所示：

反应物		U 形管中现象	实验结论
A	B		
浓硫酸	水	U 形管中液面左低右高	浓硫酸与水混合放热
水	硝酸铵	U 形管中液面右低左高	硝酸铵与水混合吸热

②证明、测定空气中的氧气参与氧化还原反应实验。



图 4-2 证明空气中的氧气参与反应的实验

③仪器、装置气密性检验实验，例如用于生活中天然气管道的检查。

④生化综合实验。

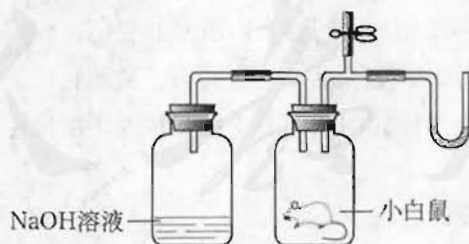


图 4-3 生化综合实验

总结其应用可以归纳为两类：有气体量变化（增加或减少）的实验，如上述实验②③④；有温度变化从而使气体体积发生变化的实验，如上述实验①。

3. 该测试笔以导线作为电极，纽扣电池作为电源，并利用了废旧材料，达到了绿色环保的目的，制作工艺简单，实现了导电性检测实验的微型化。主要在实验仪器替代方面实现了创新。

【思考与交流 1】

1. 教材中图 4-1 中的两套装置实验原理相同, 仪器用途相同, 实验原理的创新主要体现在与物理学科的综合。两套气体发生装置的区别是仪器不同, 体现在仪器的替代、重新组合: I 装置复杂, 造价较高, 不易与其他仪器相互替换, II 装置的组成仪器简单, 造价低廉, 容易拆装。依据实验原理, 也可以使用其他仪器组成简易装置。例如如下几套装置:

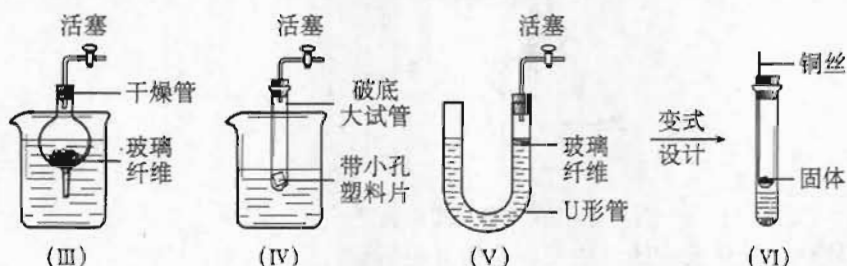


图 4-4 几种简易气体发生装置

2. 教材中图 4-2 的实验主要是实验原理的创新和实验效果的创新。实验原理是利用氨气极易溶于水, 向烧瓶内加入少量水后, 氨气大量溶解于水, 使烧瓶内压强降低小于外界大气压, 利用烧瓶内外压强差将烧杯中的加有酚酞的水压入烧瓶中, 形成红色的喷泉, 体现了与物理学科的综合; 实验效果的创新主要体现在视觉效果方面。图 4-3 是利用无色的两种气体氨气与氯化氢气体接触生成固体氯化铵, 悬浮于集气瓶内形成白烟, 利用良好的视觉效果强化对此化学反应的认识。两个实验原理巧妙, 所用仪器简单。

【思考与交流 2】

对教材中图 4-4 所示实验, 可以做两方面改进, 一是设法减小烧瓶内的压强, 二是设法检测烧瓶内压强的变化。减小烧瓶内的压强, 烧瓶中需制备收集的氨气或氯化氢, 有刺激性气味, 污染空气, 可以考虑改用二氧化碳, 同时滴管中的水改为氢氧化钠浓溶液。另外, 还可以使烧瓶中充满水蒸气, 待冷却后, 同样可发生气球自胀。检测烧瓶内压强的变化, 除可用气球外, 还可以使用图 4-5 的气压计。本实验与喷泉实验原理相同。

教材中图 4-5 的装置应用于图 4-4 的实验, 用气压计代替气球与装置连接, 通过观察气压计中液面变化, 了解容器内压强的变化。

教材中图 4-6 微型导电测试笔使用纽扣电池实现了微型化, 但纽扣电池的价格较普通电池高, 可以考虑使用废旧小手电与普通干电池组装导电测试笔。

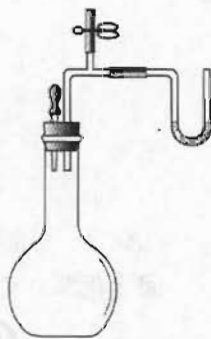


图 4-5 检测气压变化的装置

二、实验 4-5 综合实验设计实践

1. 实验目标

(1) 鼓励学生在实验设计中从实验原理、装置组合、实验程序等方面对实验进行创新设计。

(2) 培养学生在实验操作中, 合理巧妙地组织和改进实验操作顺序和方法。

(3) 培养学生对实验现象进行化学用语化、表格化、线图化处理, 并对其进行合理的理论说明, 发现新问题。

(4) 在实验创新过程中使学生体验创新的乐趣。



2. 实验设计建议

(1) 自制气体发生和贮存装置

为探究氯气的性质，用下图所示装置进行有关实验。A 中烧瓶内是 MnO_2 ，分液漏斗内是浓盐酸；D 中是氢氧化钠溶液。

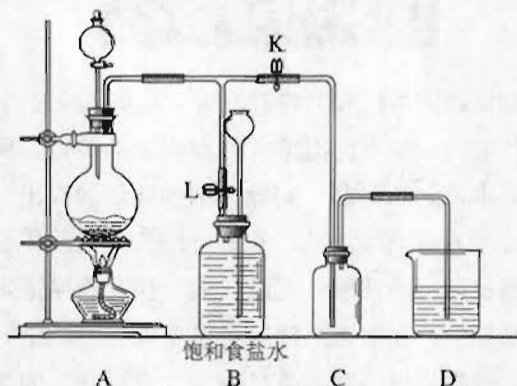


图 4-6 气体发生和贮存装置

装置 B 可用来贮存多余的气体。实验中 K、L 处于开启状态，若 C、D 装置出现堵塞，B 可以起到安全瓶的作用。当 C 中收集满氯气后，关闭 K，移去酒精灯，但由于余热的作用，A 处仍有气体产生，此时 B 中瓶内液面下降，漏斗内液面上升，起到储存、收集气体的作用。

(2) 气体扩散性质实验

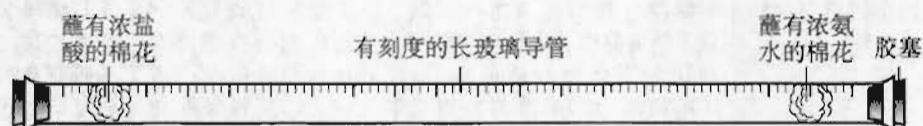


图 4-7 气体扩散性质实验

(3) 铜锌原电池为门铃供电

音乐卡所需电压较低，但声音较小，不适宜用做课堂演示试验。演示实验时可购买市售门铃，为使实验效果明显，须将 3 个以上的铜锌原电池串联。

(4) 冰醋酸稀释过程中溶液导电性实验 (见图 4-8)

(5) 利用有颜色变化的反应，设计可用于魔术表演的化学实验

实验原理： FeCl_3 溶液遇到硫氰化钾 (KSCN) 溶液显血红色，遇到亚铁氰化钾 [$\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$] 溶液显蓝色，遇到铁氰化钾 [$\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$] 溶液显绿色，遇苯酚显紫色。 FeCl_3 溶液喷在白纸上显黄色。

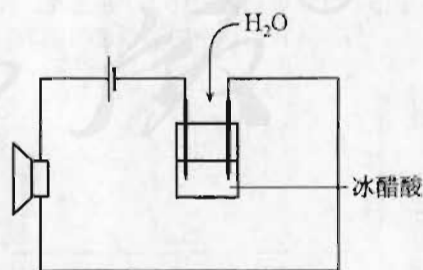


图 4-8 冰醋酸稀释过程中的导电性实验

实验用品：白纸、毛笔、喷雾器、木架、摁钉。

FeCl_3 溶液、硫氰化钾溶液、亚铁氰化钾浓溶液、铁氰化钾浓溶液、苯酚溶液。

实验步骤：

①用毛笔分别蘸取硫氰化钾溶液、亚铁氰化钾浓溶液、铁氰化钾浓溶液、苯酚浓溶液在

白纸上绘画。

②把纸晾干，钉在木架上。

③用装有 FeCl_3 溶液的喷雾器在绘有图画在白纸上喷上 FeCl_3 溶液。

归纳与整理

在本单元中，每个实验课题同为探究但各有侧重，知识系统较为零散，应通过总结归纳，系统复习相关学科知识与技能，比较不同类型探究型实验的特点。所有课题完成后，教师应引导学生按照教材顺序，对本单元的课题、实验分别按问题的提出、知识与技能、过程与方法、情感态度与价值观等几个方面进行总结，并进行综合对比。体会从学科性到应用性，再到创新性，研究涉及的范围及问题的发散性逐渐扩大，探究难度逐步提高的过程。也可以在完成每个课题时，加以总结归纳，在单元整理时将每个课题的总结归纳进行综合对比，分散难点。综合归纳与整理时，教师提出问题：通过本章（或课题）的学习你有哪些方面的收获与体会？学生在回答过程中，再按照知识技能、过程方法、情感态度与价值观逐项加以归类整理和对比，从而使达到掌握通过实验探求物质的性质与规律的方法，在探究过程中增长知识与提高技能，培养严谨的科学态度。使探究逐步成为学生自主的行为。

归纳整理参考如下：

课题	对象	知识、技能	过程与方法	体会
课题一 物质性质的研究	纯净物与混合物性质比较	对混合物与纯净物性质做较系统的分类、比较，掌握纯净物与混合物性质的差异，了解纯水与水溶液的凝固点变化，合金与成分金属的物理、化学性质的区别	掌握比较研究不同类物质的研究思路与方法，并运用这一方法研究、获得某些物质性质的知识	与物理学科的综合性较强，所应用的研究及实验方法较复杂，不易掌握
	金属镁、铝、锌化学性质的探究	通过实验研究镁、铝、锌的化学性质，系统总结、掌握金属化学性质与反应规律	掌握同类物质性质及反应规律研究的方法	学科内综合，有利于对同类物质性质的系统掌握
课题二 身边化学问题的探究	含氯消毒液的性质及其在生活中的应用	从通性、氧化还原性、特殊性进行梳理，归纳含氯化物的性质	提高对实验研究的全面理解、认识，及综合运用所学知识、技能探究未知的水平；了解探究型化学实验的一般方法与程序，提高综合解决实际问题的能力	通过小组活动，培养学生的科学态度和合作精神。进行知识梳理时，应着重总结问题发生发展的过程、得出结论的抽象归纳过程、得到这些结论时所涉及到的分析问题的思想方法
	饮料的成分与性质研究	了解 Vc 的分子式和结构简式，还原性及含量测定方法；将“中和滴定”原理和操作技能应用于物质含量测定，熟练掌握利用滴定测定物质含量的基本方法，学习分析定量实验误差及影响因素。通过	加深对科学探究一般过程的认识，进一步提高提出问题、作出假设、制定并实施探究计划、处理数据和分析探究结果的能力。通过研究 Vc 实验	



续表

课题	对象	知识、技能	过程与方法	体会
		设计方案和实验,测定饮料中酸含量,探究Vc的还原性,设计Vc含量测定的实验方案。培养学生的滴定实验操作能力。定性实验研究、半定量实验研究、定量实验研究的综合运用	方案设计的原理,培养学生获取、处理化学信息的能力	
课题三 综合实验设计	综合实验设计中的创新	灵活地、创造性地综合运用所学的知识和技能,实验设计要符合科学性、可行性、安全性和简约性等原则,以及实验方案的优选标准	学会分析创新性实验设计特点。从实验原理的创新、实验设计的创新、实验操作中的创新、处理实验结果中的创新等多角度深刻领会综合创新的实质	从与物理、生物、美术等学科的综合,领会创新的实质,从多个角度改进实验,激发创造性思维和实践的灵感与兴趣,体会创新的乐趣

教学资源

参考习题

1. 2003年,全国发生了严重的非典型肺炎疫情,消毒液一时成为抢手商品。“84”消毒液是市售主力军,其商标注明:①本品为无色液体,呈碱性,②使用时加水稀释,③可对餐具、衣物消毒,可漂白浅色衣物。其有效成分是()。

- A. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ B. KMnO_4
C. NaClO D. $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$

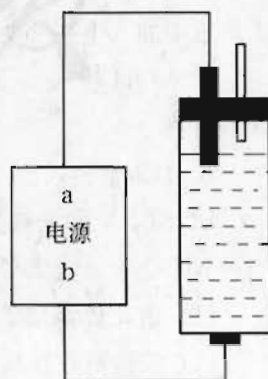
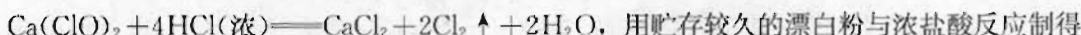
2. 世界卫生组织(WHO)将二氧化氯(ClO_2)列为A级高效安全灭菌消毒剂,它在食品保鲜、饮用水消毒等方面有着广泛应用,由此可判断二氧化氯()。

- A. 是强氧化剂 B. 是强还原剂
C. 是离子化合物 D. 分子中氯为-1价

3. 某学生想制作一种家用环保型消毒液发生器,用石墨作电极电解饱和氯化钠溶液,通电时,为使 Cl_2 被完全吸收,制得有较强杀菌能力的消毒液,设计了如右图的装置,对此,下列有关电源电极名称和消毒液的主要成分的判断正确的是()。

- A. a为正极, b为负极; NaClO 和 NaCl
B. a为负极, b为正极; NaClO 和 NaCl
C. a为阳极, b为阴极; HClO 和 NaCl
D. a为阴极, b为阳极; HClO 和 NaCl

4. 浓盐酸与次氯酸钙能发生如下反应:



的氯气中,可能含有的杂质气体是① CO_2 ② HCl ③水蒸气 ④ O_2 中的()。

- A. ①②③ B. ②③④ C. ②③ D. ①③

5. 在制 Cl_2 的反应中,若 0.048 mol RO_3^- 与 $100 \text{ mL } 12 \text{ mol/L}$ 的盐酸恰好完全反应,得标准状况下 Cl_2 体积 2.688 L ,在还原产物中R的化合价为()。

- A. +4 B. +3 C. +2 D. 0

6. 用氯气消毒的水常有异味,长期食用氯气处理过的食物可能导致人体摄自食物的不饱和和脂肪酸活性减弱,产生活性毒素,对人造成潜在危害。约从20世纪40年代起,国外就有用 ClO_2 来消毒饮用水的。 ClO_2 是一种广谱型的消毒剂,根据世界环保联盟的要求, ClO_2 将逐渐取代 Cl_2 ,成为生产自来水的消毒剂。工业上 ClO_2 常用 NaClO_3 和 Na_2SO_3 溶液混合并加 H_2SO_4 酸化后反应制得,在这个反应中 NaClO_3 和 Na_2SO_3 的物质的量之比为()。

- A. 1:1 B. 2:1 C. 1:2 D. 2:3

7. 生活中的一些问题常涉及到化学知识,下列叙述不正确的是()。

- A. 糯米中的淀粉一经发生水解反应,就酿造成酒
B. 福尔马林是一种良好的杀菌剂,但不可用来消毒饮用水
C. 棉花和人造丝的主要成分都是纤维素
D. 室内装饰材料中缓慢释放出的甲醛、甲苯等有机物会污染空气

8. 可用于鉴别 MgCl_2 、 AlCl_3 与 ZnCl_2 溶液的试剂组是()。

- A. 盐酸、氢氧化钠 B. 氢氧化钠、氨水
C. 盐酸、氨水 D. 硝酸银、氢氧化钠

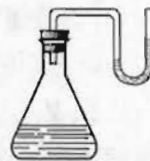
9. 可用于分离 MgCl_2 与 AlCl_3 混合溶液的是()。

- A. 氢氧化钠、盐酸 B. 盐酸、氨水
C. 氢氧化钠、氨水 D. 氢氧化钠、二氧化碳

10. 人体血红蛋白中含有 Fe^{2+} ,如果误食亚硝酸盐,会使人中毒,因为亚硝酸盐会使 Fe^{2+} 转变成 Fe^{3+} ,生成高铁血红蛋白而丧失与 O_2 结合的能力,服用维生素C可缓解亚硝酸盐的中毒,这说明维生素C具有()。

- A. 酸性 B. 碱性 C. 氧化性 D. 还原性

11. 把下列物质分别加入盛有水的锥形瓶内,立即塞紧带U形管的塞子。已知U形管内预先装有少量水且液面相平(为便于观察,预先染成红色),向锥形瓶中加入下列哪些物质后,发生如右图所示变化()。



- ① NaOH 粉末 ② 18 mol/L 的硫酸 ③ NH_4NO_3 晶体 ④ Na_2O_2 固体
⑤生石灰

- A. ①②④⑤ B. ①②③ C. ②③⑤ D. ③④⑤

12. KClO_3 和浓盐酸在一定温度下反应生成绿黄色的易爆物二氧化氯。其变化表述为:



(1) 请完成该化学方程式并配平(未知物化学式和化学计量数填入空格)。

(2) 浓盐酸在反应中显示出来的性质是(填编号)。

- ①只有还原性 ②还原性和酸性 ③只有氧化性 ④氧化性和酸性

(3) ClO_2 具有很强的氧化性。因此,常被用作消毒剂,其消毒的效率(以单位质量得到

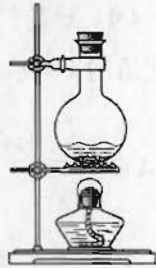


的电子数表示)是 Cl_2 的____倍。

13. 据报载,一家庭主妇在家中打扫卫生时,为了获得更强的去污能力,把洁厕液(用盐酸勾兑成)与漂白粉(有效成分为次氯酸钙)混合使用,致使发生化学反应产生氯气,导致氯气中毒。试写出产生氯气的化学方程式:_____。

14. 将氯气用导管通入较浓的 NaOH 和 H_2O_2 的混合液中,在导管口与混合液的接触处有闪烁的红光出现。这是因为通气后混合液中产生的 ClO^- 被 H_2O_2 还原,发生激烈反应,产生能量较高的氧分子,它立即转变为普通氧分子,将多余的能量以红光放出。

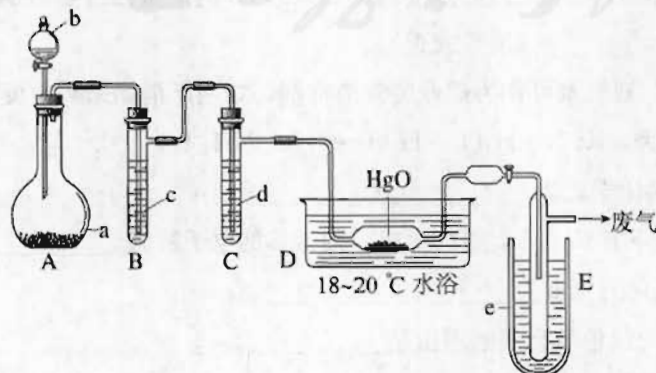
进行此实验,所用的仪器列于下表中。

编号	①	②	③	④	⑤	⑥
仪器及导管				 (1个)	 (1个)	 橡皮管

根据要求填写下列空白:

- 组装氯气发生器时,应选用的仪器及导管(填写图中编号)是_____;
- 实验进行中,按气流方向从左到右的顺序,气体流经的各仪器及导管的编号依次是_____;
- 仪器①的橡皮塞上应有____个孔,原因是_____;
- 实验时,仪器①中除观察到红光外还有_____现象;
- 实验需用约 10% H_2O_2 溶液 100 mL,现用市售 30% (密度近似为 1 g/cm^3) H_2O_2 来配制,其具体配制方法是_____;
- 实验时仪器①中 ClO^- 与 H_2O_2 反应的离子方程式是_____。

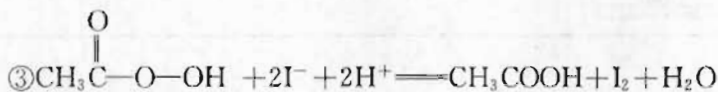
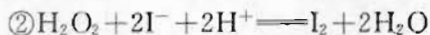
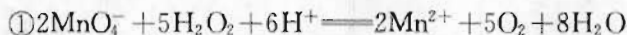
15. 氧化二氯是具有刺激性气味的棕黄色气体,沸点 3.8°C ,熔点 -116°C 。制备时生成的 Cl_2O 要冷却成固态以便操作和贮存。它与一般有机物接触会发生爆炸,遇水较易溶解(1:100)生成次氯酸溶液。制备少量固态 Cl_2O 可用干燥的 Cl_2 与 HgO 反应,生成 Cl_2O 和 $\text{HgO} \cdot \text{HgCl}_2$ 。装置示意图如下。



试回答：

- (1) A 中盛有的深紫色固体粉末 a 是_____，分液漏斗中试剂 b 是_____；
- (2) C 中盛有液体是_____，作用是_____；
- (3) D 中发生反应的化学方程式是_____；
- (4) 保温瓶 E 中盛有的制冷剂是_____（提示：在干冰、冰盐水、液氮中选择）。E 中得到的氧化二氯中的杂质主要是_____；
- (5) D 后的活塞采用高度氯化的凡士林（凡士林成分与石蜡相似）润滑和密闭，为什么不用普通的凡士林：_____。

16. 抗击“非典”期间，过氧乙酸（ $\text{CH}_3\text{C}(\text{O})\text{OOH}$ ）是广为使用的消毒剂。它可由 H_2O_2 和冰醋酸反应制取，所以在过氧乙酸中常含有残留的 H_2O_2 。测定产品中过氧乙酸浓度 c_0 ，涉及下列反应：



请回答以下问题：

- (1) 用 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液滴定 I_2 时（反应④）选用的指示剂是_____。
- (2) 取 b_0 mL 待测液，用硫酸使溶液酸化，再用浓度为 a_1 mol/L 的 KMnO_4 标准溶液滴定其中的 H_2O_2 ，耗用的 KMnO_4 体积为 b_1 mL（反应①，滴定过程中 KMnO_4 不与过氧乙酸反应）。

另取 b_0 mL 待测液，加入过量的 KI，并用硫酸使溶液酸化，此时过氧乙酸和残留的 H_2O_2 都能跟 KI 反应生成 I_2 （反应②和③）。再用浓度为 a_2 mol/L 的 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液滴定生成的 I_2 ，耗用 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液体积为 b_2 mL。

请根据上述实验数据计算过氧乙酸的浓度（用含 a_1 、 a_2 、 b_0 、 b_1 、 b_2 的代数式表示）。

$c_0 =$ _____。

- (3) 为计算待测液中过氧乙酸的浓度 c_0 ，加入的 KI 的质量已过量但没有准确称量，这是否影响测定结果_____（填是或否）。

17. “绿色试剂”双氧水可作为矿业废液消毒剂，如用于消除采矿业废液中的氰化物（如 KCN），化学方程式为： $\text{KCN} + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{A} + \text{NH}_3 \uparrow$

- (1) 生成物 A 的化学式为_____；
- (2) 在标准状况下有 0.448 L 氨气生成，则转移的电子数为_____；
- (3) 反应中被氧化的元素为_____；
- (4) H_2O_2 被称为绿色氧化剂的理由是_____。



参考答案:

1. C 2. A 3. B 4. A 5. C 6. B 7. A 8. B 9. A 10. D 11. A
12. (1) 5, 6, 5, 6, $3\text{H}_2\text{O}$ (2) ② (3) 2.63 倍
13. $\text{Ca}(\text{ClO})_2 + 4\text{HCl} \longrightarrow \text{CaCl}_2 + 2\text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
14. (1) ③②⑤ (2) ②⑤⑥④① (3) 2, 其中一孔使瓶内外压强相等 (4) 冒气泡 (5) 用量筒量取 33 mL 30% H_2O_2 溶液加入烧杯中, 再加入 67 mL 水 (或加水稀释至 100 mL), 搅拌均匀 (6) $\text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow \text{Cl}^- + \text{O}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
15. (1) KMnO_4 , 浓盐酸 (2) 浓硫酸, 作用是干燥 Cl_2
- (3) $2\text{Cl}_2 + 2\text{HgO} \longrightarrow \text{Cl}_2\text{O} + \text{HgO} \cdot \text{HgCl}_2$ (4) 液氮。液氯 (5) Cl_2O 与一般有机物接触会发生爆炸, 用普通的凡士林接触 Cl_2O 后会爆炸
16. (1) 淀粉溶液 (2) $\frac{a_2b_2 - 5a_1b_1}{2b_0}$ (3) 否
17. (1) KHCO_3 (2) 2.4×10^{22} (3) 碳 (C) (4) H_2O_2 作氧化剂, 其产物是 H_2O ; H_2O 没有毒性及污染性

资料

1. 几种消毒剂的成分、性质与使用注意的问题

名称、成分	性质及使用范围、使用注意的问题
过氧乙酸 $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_3$	易燃易爆, 具有较强的腐蚀性, 对人体皮肤、黏膜和眼睛具有刺激性。按规定的比例配制, 不可用于浸泡、洗涤衣服
84 消毒液 NaClO	略有漂白粉气味。对特殊污物有去除的功效, 能快速灭杀各类致病菌。需加水稀释使用。用于瓜果、餐具消毒; 对棉织品、蚕丝织品有腐蚀脱色作用; 对金属制品有腐蚀, 金属器械消毒后要取出擦干存放。只能外用, 禁止内服。勿用 50℃ 以上热水稀释。本品需在 25℃ 以下避光保存
来苏水 苯酚钠盐的稀溶液	有特殊气味的红褐色透明油质液体, 它是甲酚和肥皂的混合液。甲酚又称煤酚。它可以使微生物原浆蛋白质变性、沉淀而起到杀菌或抑菌作用, 能杀死一般细菌, 对芽孢和病毒无效
二氧化氯 ClO_2	是一种优良消毒剂 and 强氧化剂。用于纸浆和纤维漂白, 饮用水消毒, 食品加工, 肉类、水果、蔬菜和水产品灭菌与保鲜, 工业冷却水和废水处理, 食品包装纸消毒和漂白, 临床医疗中的消毒灭菌, 卫生防疫消毒, 油脂脱色, 面粉和大米加工中的漂白和杀菌, 水产养殖中的水体消毒和畜牧业的防病治病以及水厂杀藻, 控制生物污染和管道淤塞等 二氧化氯的特点: 1. 高效灭菌剂, 在极低浓度即可杀灭所有微生物; 2. 无“三致效应”, 其在消毒过程中, 不会反应生成三氯甲烷等对人体有害的有机氯化物; 3. 不会与水反应生成次氯酸或氯气, 腐蚀性低于氯气; 4. 能在很宽的 pH 范围内保持很高的杀菌效率; 5. 强氧化剂和漂白剂, 能分解破坏酚、硫化物、氰化物和许多有害有机物

续表

名称、成分	性质及使用范围、使用注意的问题
漂白粉、漂粉精 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$	为白色粉末状固体,具有强烈气味,化学性质不稳定,对外界的影响极为敏感,容易分解而失效,遇水或乙醇也会分解,能使有机色彩氯化褪色或漂白。在某些有机物存在时,100℃以下的温度亦能引起燃烧。作漂白剂用于造纸、纺织工业的木浆、丝、布、纤维漂白,用于上、下水的消毒、杀菌,以及环境卫生消毒等
PP粉 KMnO_4	紫黑色晶体,具强氧化性,最适合用于瓜果、蔬菜的消毒,但浸泡的时间必须在5分钟以上
双氧水 H_2O_2	最大特点是对人畜无害,对环境无污染、无残留,具有杀菌高效广谱、药效稳定持久、无毒无害、成本低廉等特点。产品具有安全无毒、除臭、灭杀细菌和真菌等功效。其最大的优点在于:它是一种高效绿色消毒液,在完成灭菌后与阳光、空气、有机物等结合,可还原成普通水,无毒无刺激,对人体无副作用,对环境无污染,应用领域广泛
75%卫生酒精 乙醇	肠道传染病病菌,一旦接触到75%的酒精,都能被立即消灭
过氧戊二酸	除具有强效消毒杀菌效能外,还具有绿色、环保、无毒无害、无污染、长效缓释的特点 用途:医疗器械浸泡灭菌、消毒,餐具浸泡消毒、环境表面消毒、空气消毒,应急条件下个人饮水消毒,用具、茶具、水果、蔬菜、人体皮肤表面及肠道杀菌消毒。按以上用途使用消毒剂后,无需再用水清洗
Na_2FeO_4	紫色物,具有强氧化性,溶于水呈紫红色,能氧化细菌消毒并转化为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体,然后利用胶体可以继续起到净水作用
臭氧	无色、有特殊臭味的气体,易与各种物质化合还原成氧,具有强氧化作用。可用于空气、餐具、蔬菜消毒

2. 几类常见消毒剂的性能比较

消毒剂型	杀菌能力	安全性	有机物干扰	pH影响	腐蚀性	残留	三致效用	使用成本
二氧化氯	高效	无毒	小	小	微	无	无	较低
臭氧	高效	—	—	大	强	无	有	较高
过氧乙酸	高效	低毒	较小	小	强	无	无	较高
双氧水	高效	低毒	小	大	强	无	有	较高
无机氯制剂	中效	低毒	大	大	强	有	有	低

3. 我国古代高超的合金生产技术

春秋时期的《考工记》一书中,提出了配制不同青铜器的6种铜锡比例,称为“六齐”规则,这是世界上最早论述合金成分的著作。书中把所有青铜器归纳成6大类,每类的含锡量依次递增,使合金的性能和色泽发生变化,以适合不同方面的用途。“六齐”规则是“六分其金而锡居一,谓之钟鼎之齐;五分其金而锡居一,谓之斧斤之齐;四分其金而锡居一,谓之戈戟之齐;三分其金而锡居一,谓之大刃之齐;五分其金而锡居二,谓之削杀矢之齐;金锡半,谓之鉴燧之齐”。近年来,有关人员检验了600多件古代青铜器,成分都很合理。古代



没有任何分析手段，却能将青铜器的成分掌握得如此准确，令人惊奇。

4. 锌元素简介

(1) 锌族元素的通性

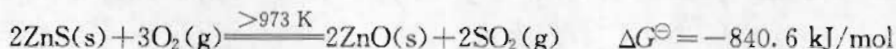
锌属于周期表中ⅡB族元素，它包括锌(Zn)、镉(Cd)、汞(Hg)三种元素。锌族元素性质上具有以下特点：

- ① 锌族元素的金属性较铜族强，除Hg外，Zn、Cd是较活泼金属；
- ② 锌族元素的金属性随原子序数的增加而减弱，锌最活泼，镉次之，汞最不活泼。锌和镉在化学性质上相近，汞和它们相差较大，在性质上汞类似于铜、银、金；
- ③ 锌族元素常见的氧化态为+2，但汞能形成汞(I)化合物，Zn(I)、Cd(I)化合物仅存在于高温且不稳定。汞(I)化合物具有相当的共价性；
- ④ 锌族元素的水合离子一般无色；
- ⑤ 锌族元素一般均能形成较稳定的配合物。

(2) 单质

① 制备——从闪锌矿制锌。

闪锌矿主要成分是ZnS，此外还含有CdS、Ga₂S₃等。冶炼之前，常用浮选法从矿石中得到ZnS(CdS)，然后经焙烧得到ZnO(CdO)。



ZnO(CdO)用炭还原为金属单质Zn(Cd)，目前认为还原过程反应如下：

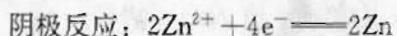
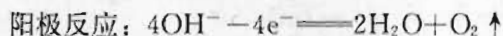


$$\Delta H^\ominus = 368 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta S^\ominus = 0.295 \text{ kJ/mol}$$

反应的焓变、熵变均为正值，需于高温(~1 373 K)下进行，此时Zn(Cd)以蒸气逸出，冷凝得Zn粉(颗粒大小2~10 μm)，含杂质的Zn经分级蒸馏可得纯度为99.9%的Zn。

如把焙烧得到的ZnO溶于稀硫酸，加入Zn粉除去杂质(包括Cd)，再电解上述溶液可得纯度为99.95%的Zn。

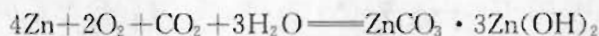


也可将用炭还原得到的Zn铸成锭作阳极进行电解(电解原理和电解法制精铜的相似)阴极得到纯Zn。

区域熔炼法可获得极纯的Zn，纯度为99.999 9%。

② 化学性质。

在常温下锌比较稳定，在潮湿含有CO₂的空气中，表面因形成一层氧化物薄膜而失去光泽，可生成碱式盐。



锌在加热的条件下可与绝大多数非金属发生化学反应。当锌加热到1 273 K时，即在空气中燃烧，发出明亮的蓝绿色火焰并形成氧化锌：



将锌粉与硫粉共热可生成硫化锌：



从 $E^\ominus$ 看 ($\text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Zn}$, $E^\ominus = -0.763 \text{ V}$)，锌易与稀盐酸或硫酸反应，放出氢气：



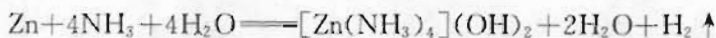
但实际上，纯锌不易溶于稀酸，含有杂质的锌才与酸有较快的作用。这是因为纯 Zn 与酸反应生成微量的氢气附着在锌的表面上，阻止锌与酸的接触，使反应停顿下来。氢气在锌上的超电位约为 0.70 V，这就是说，对于纯锌， $E^\ominus\{\text{H}^+|\text{H}_2\}$ 和 $E^\ominus\{\text{Zn}^{2+}|\text{Zn}\}$ 的差值事实上不是 0.763 V，而约是 0.06 V，因差值太小，纯锌与 H^+ 难于发生反应。

为了使纯锌在稀酸中迅速溶解，在酸中加入几滴硫酸铜溶液。溶液中的 Cu^{2+} 离子被 Zn 还原为 Cu 而镀在锌上。形成铜-锌的局部电池，氢气在铜的表面放出，由于氢在金属铜上的超电位约为 0.23 V，因此使 $E^\ominus\{\text{Zn}^{2+}|\text{Zn}\}$ 和 $E^\ominus\{2\text{H}^+|\text{H}_2\}$ 的差值约为 0.53 V，差值较大，所以不纯的锌与 H^+ 易发生反应。

应该指出，锌与铍、铝相似，是两性金属，锌不但能溶于酸，而且还能溶于强碱中形成锌酸盐：



但锌又不同于铝，锌与氨水能形成锌氨配离子而溶解，而铝不能与氨水形成配离子，因而不溶于氨水。



(3) 主要化合物

锌的常见化合物中氧化数为+2。

① 氢氧化物和氧化物。

在可溶性锌盐溶液中，加入适量的强碱，可沉淀出相应的氢氧化物：



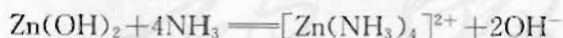
它的氢氧化物在加热时易于脱水生成 ZnO。

$\text{Zn}(\text{OH})_2$ 和 ZnO 显两性，在饱和溶液中存在下列平衡：



加酸，平衡向左移动，生成 Zn^{2+} 离子；加碱，平衡向右移动生成 ZnO_2^{2-} 离子。

此外， $\text{Zn}(\text{OH})_2$ 可溶于氨水中，生成氨合配离子：



ZnO 较难分解。ZnO 俗称锌白，用作白色颜料。最突出的优点是遇到硫化氢气体不变黑，因为 ZnS 也是白色。

② 配合物。

Zn^{2+} 可与氨水反应，形成无色的氨配合物：

