

经全国中小学教材审定委员会
2005 年初审通过

普通高中课程标准实验教科书

化学

选修 6

实验化学

人民教育出版社 课程教材研究所 编著
化学课程教材研究开发中心



人民教育出版社

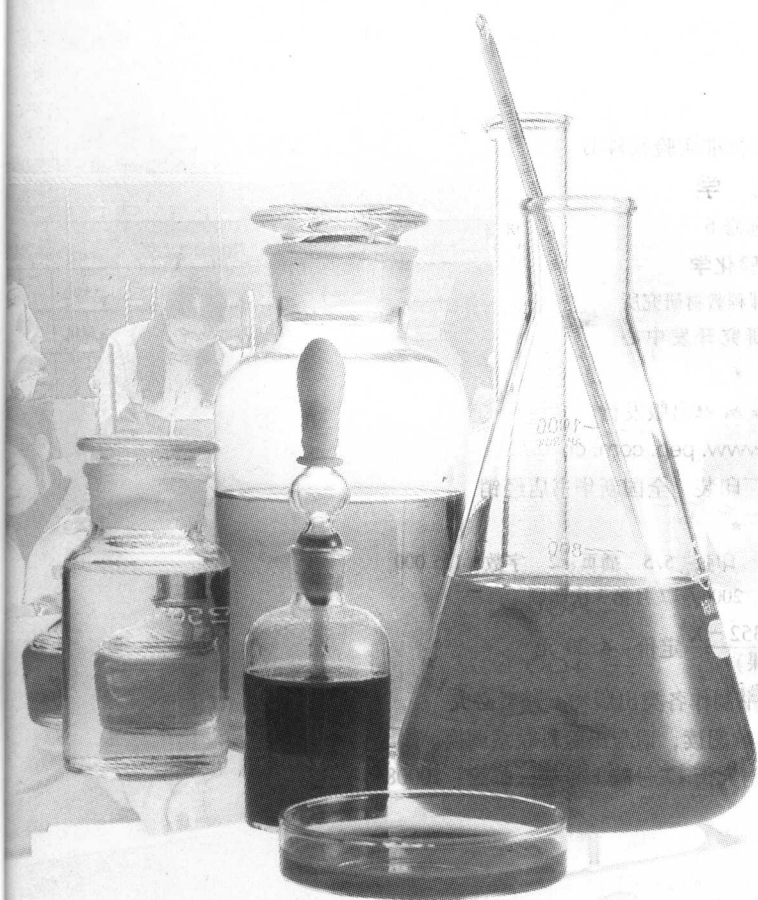
普通高中课程标准实验教科书

化学

选修 6

实验化学

人民教育出版社 课程教材研究所 编著
化学课程教材研究开发中心



 人民教育出版社

普通高中课程标准实验教科书

化 学

选修 6

实验化学

人民教育出版社课程教材研究所 编著
化学课程教材研究开发中心

*

人民教育出版社出版发行

网址: <http://www.pep.com.cn>

人民教育出版社印刷厂印装 全国新华书店经销

*

开本: 890 毫米×1 240 毫米 1/16 印张: 5.5 插页: 2 字数: 115 000

2005 年 12 月第 1 版 2006 年 7 月第 3 次印刷

ISBN 7-107-19352-X 定价: 4.20 元
G·12442 (课)

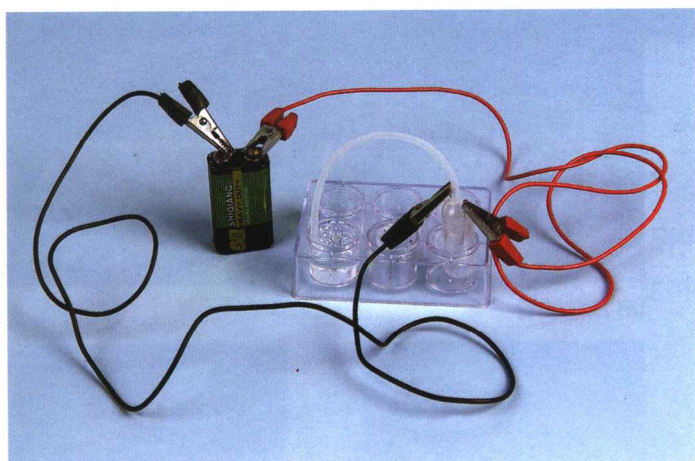
著作权所有·请勿擅用本书制作各类出版物·违者必究

如发现印、装质量问题,影响阅读,请与出版科联系调换。

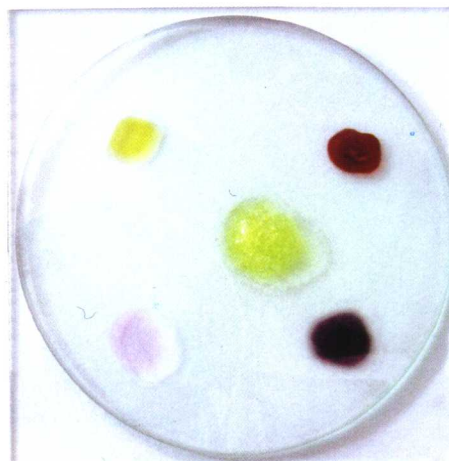
(联系地址:北京市海淀区中关村南大街 17 号院 1 号楼 邮编:100081)



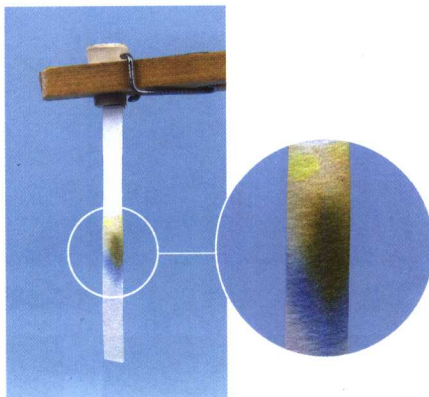
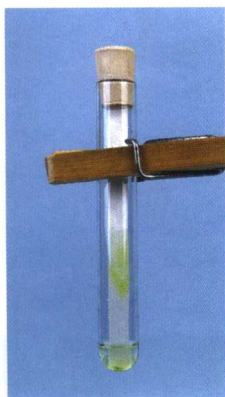
蓝瓶子实验



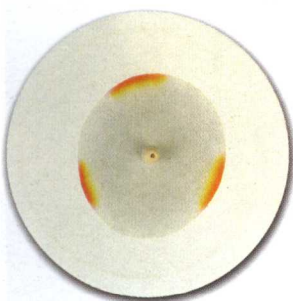
电解水的微型实验



氯气的生成及性质



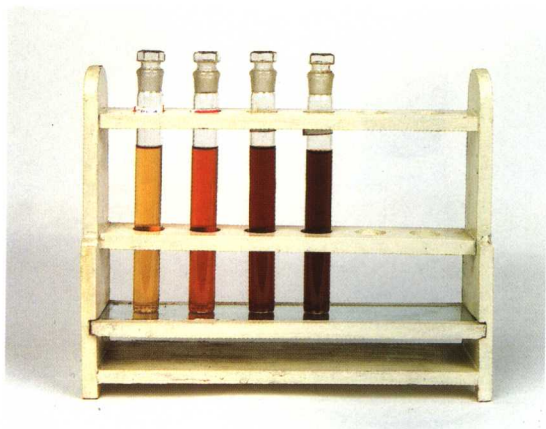
纸上层析分离 Fe^{3+} 和 Cu^{2+}



纸上层析分离甲基橙和酚酞



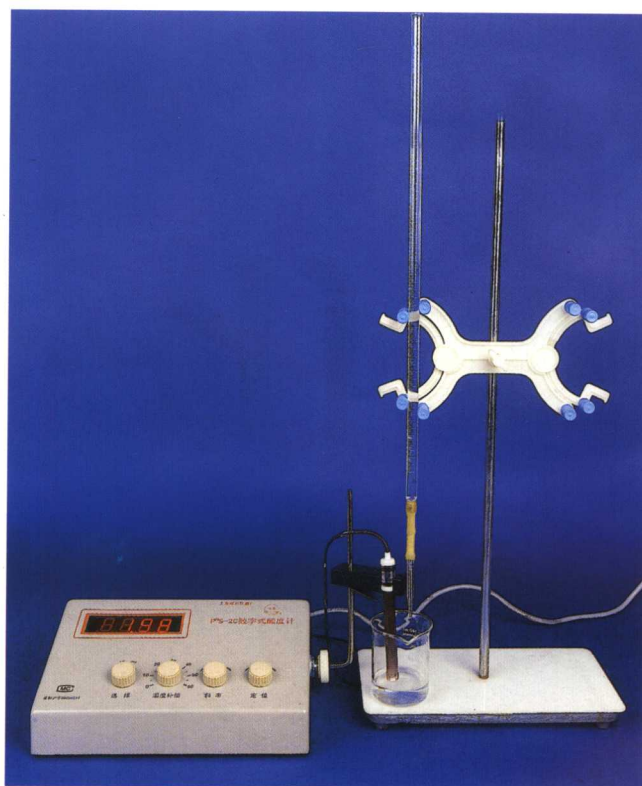
废旧泡沫塑料制燃油、燃气



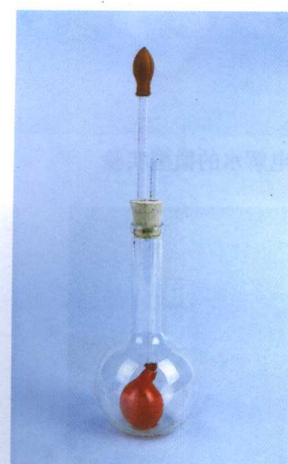
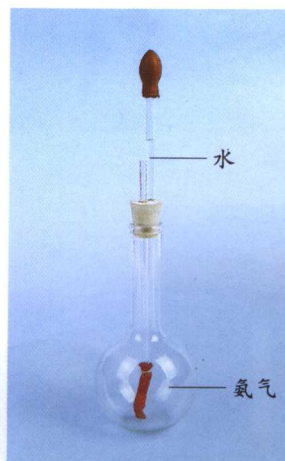
比色分析法测定 Fe^{3+} 含量



彩色喷泉



pH 滴定装置



气球自胀



空瓶生烟



主 编：宋心琦

副 主 编：王 晶 李文鼎

本册主编：宋心琦 周宁怀

副 主 编：冷燕平

编写人员：周宁怀 李文鼎 申敬红 冷燕平 宋心琦（按编写顺序）

责任编辑：李文鼎 冷燕平

美术编辑：李宏庆

摄 影：朱 京

绘 图：李宏庆 刘 菊

目 录

第一单元 从实验走进化学

课题一 实验化学起步	1
实验 1-1 蓝瓶子实验	5
课题二 化学实验的绿色追求	7
实验 1-2 氯气的生成及其性质的微型实验	9
实验 1-3 污水处理——电浮选凝聚法	10
归纳与整理	12

第二单元 物质的获取

课题一 物质的分离和提纯	14
实验 2-1 纸上层析分离甲基橙和酚酞	17
实验 2-2 海水的蒸馏	18
实验 2-3 从海带中提取碘	20
课题二 物质的制备	22
实验 2-4 硫酸亚铁铵的制备	25
实验 2-5 乙酸乙酯的制备及反应条件探究	27
实验 2-6 氢氧化铝的制备	28
归纳与整理	30

第三单元 物质的检测

课题一 物质的检验	32
实验 3-1 几种无机离子的检验	37
实验 3-2 几种有机物的检验	38
实验 3-3 植物体中某些元素的检验	39
课题二 物质含量的测定	41
实验 3-4 酸碱滴定曲线的测绘	49
实验 3-5 比色法测定抗贫血药物中铁的含量	52
实验 3-6 食醋中总酸量的测定	53
归纳与整理	55

课题一 物质性质的研究	56
实验 4-1 纯净物与混合物性质的比较	57
实验 4-2 金属镁、铝、锌化学性质的探究	58
课题二 身边化学问题的探究	59
实验 4-3 含氯消毒液性质、作用的探究	60
实验 4-4 饮料的研究	62
课题三 综合实验设计(选学)	63
实验 4-5 综合实验设计实践	65
归纳与整理	67

附录

附录 I 化学实验规则	68
附录 II 化学实验中的一些常用仪器	69
附录 III 部分盐、氧化物、碱溶解性表	72
附录 IV 常见离子和化合物的颜色	73
附录 V 实验室常用酸、碱溶液的配制方法	74
附录 VI 一些酸、碱溶液中溶质的质量分数和溶液的密度	75
附录 VII 几种仪器分析方法简介	77
一、质谱分析法简介	77
二、红外光谱分析法简介	78
三、核磁共振谱分析法简介	80
附录 VIII 元素周期表	

第一单元

从实验走进化学

化学是一门实验科学，化学所取得的丰硕成果，是与实验的重要作用分不开的。归纳起来有以下几方面：

- 化学实验是人类认识自然、认识物质的有力工具；
- 化学的理论、规律及应用都是通过对大量实验事实、资料进行分析、概括、综合和总结而发现的；
- 化学家的设想、假说、理论都要求通过科学实验或实际生活的验证；

思考与交流

1. 在以前的化学课程中，你已经学过许多化学知识，做过一些化学实验，请举出几个通过化学实验认识物质性质的例子。

2. 在查阅资料，收集实例的基础上，交流对化学实验在促进社会、生产、科技发展方面重要作用的认识。以下是供选题目，你也可以自选课题来研究。

- (1) 科学家通过实验，发现并证实了门捷列夫预测的三种未知“元素”。
- (2) 科学家通过化学实验发明了合成氨技术。
- (3) 从乙烯到聚乙烯，从天然橡胶到合成橡胶，或其他有机合成技术的发展。

.....

实验化学不仅可以帮助我们学习一些新的化学知识，为正确认识物质及其变化规律提供实验事实，更重要的是通过学习和实践培养实验能力和科学素质。只有亲自动手实验，才能掌握实验的方法和技能，真实地体验实验探究的艰辛，真正感受发现的乐趣和科学的魅力。

课题一 实验化学起步

一、实验化学的目标、内容与学习方法

1. 实验化学的目标

(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相关问题的能力;

(4) 形成严谨求实的科学态度,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。

2. 实验化学的内容

(1) 通过实验活动,获得一些化学事实,再经过思考、归纳、小结,进一步认识化学变化的本质;

(2) 初步掌握分离、提纯、制备、合成物质的方法;

(3) 认识反应条件的控制在化学研究中的作用与意义;

(4) 认识定量分析在化学研究中的重要性;

(5) 学习实验设计的基本方法和思路。

3. 实验化学的学习方法

每门课程都有自身的特点,也有适合该课程的不同学习方法。要学好实验化学,建议你理论联系实际,把实验和化学原理的学习结合起来,充分利用现有的实验条件,勤于思索,勇于实践,有条不紊地进行探究。学习中一定要重视以下三个环节。

(1) 预习

- 认真阅读教科书,复习或学习相关的化学知识,查阅有关参考资料、数据;

- 明确实验目的、基本原理和实验内容;

- 设计实验(包括设计步骤、选择用品、绘制装置图、设计记录用表等)。

(2) 实验

- 严格遵守实验规则,注意安全;

- 按预习时所作设计进行实验,在实验过程中,认真操作、仔细观察、积极思考,及时并如实地记录实验现象和数据;

- 实验中出现异常现象或发现新问题时,应认真分析和检查原因,必要时可对原设计进行修改,经指导老师同意后重新实验;

- 实验后清洗仪器,整理实验台。

(3) 完成实验报告

- 认真分析实验现象及实验中出现的问題;

- 对实验数据进行处理(如计算、作图等),分析导致失败和产生误差的原因;

- 小结实验过程,完成“问题与讨论”;

- 进行自我评价,总结收获,对实验提出改进意见或建议;

学习箴言

- “兴趣是最好的老师”,积极的态度是最有效的催化剂。

- “工欲善其事,必先利其器”,有了正确的学习方法,可以帮助你做到事半功倍。

- “胜不骄,败不馁”,成功固然令人兴奋,失败也不要气馁,要善于总结,从中汲取宝贵的经验教训。

- “Head + Hand + Hardworking = Success”这句话告诉我们成功是怎样得来的。



图 1-1 科学家的品质

● 独立完成实验报告，报告应实事求是、简明扼要。

思考与交流

阅读下面的科学史实，思考这段历史对我们有什么启示？科学家应具备哪些科技素质和优良品质？把你想到的填入图 1-1 的空白(网纹)处。

科学史话

第三位小数的胜利

1892 年，英国学者雷利发现从空气中除去氧气、二氧化碳和水蒸气得到的氮气的密度是 1.2572 g/L ；而从分解亚硝酸铵得到的氮气的密度为 1.2508 g/L 。为什么这两种不同来源的氮气会有不同的密度？他百思不得其解，便写了一封公开求助信。英国化学家拉姆塞认为，这种差异可能是由空气制得的氮气中还含有密度较大的不活泼气体引起的。于是他们相约进一步开展研究。拉姆塞把镁放在前者中燃烧，使镁与氮作用生成氮化镁 (Mg_3N_2) 以消除氮气，结果剩下一小部分气体；雷利用别的实验方法也证明了这剩下的气体占空气总体积的 $1/80$ 。通过对这种剩余气体进行光谱分析，确定该气体是一种新元素——氩。由于氩气的化学性质很不活泼，当时的元素周期表中还没有它的位置。这又启发他们去寻找氩的同族元素。经过 10 余年不懈努力，在众多化学家的协作下，终于发现了一整族的稀有气体元素，即周期表中的 0 族元素。0 族元素的发现以雷利利用实验探索两种不同来源氮气的密度差异为开端。这段史实被形象地称为化学史上“第三位小数的胜利”。

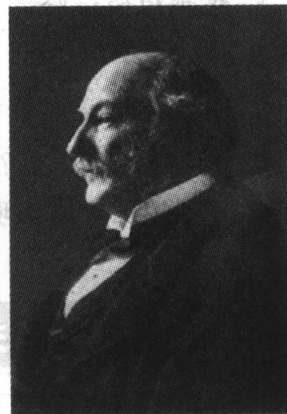


图 1-2 雷利

(J. W. S Rayleigh, 1842—1919)



图 1-3 拉姆塞

(W. Ramsay, 1852—1916)

二、保证实验安全

化学实验不仅要用到许多化学试剂(其中有些属于危险品)，而且要用到一些专门仪器(如易破裂的玻璃仪器和加热用的灯具)，它们有可能给使用者造成伤害。有毒气体的产生、实验废液的排放也会引发环境问题。所以正确使用各种仪器，避免身体与化学试剂直接接触，防止污染环境是科学实验工作者必须遵守的基本规则。对于初学者来说，则更应



重视实验安全。本书实验活动内容中将使用一些安全警示图标^①，用以提示在该活动中应当特别注意的安全问题。我们应当积极地理解并加强这种意识，认真学习和练习各种仪器的使用方法，安全地完成实验。

思考与交流

1. 根据你的经验，举例说明在实验活动中，哪些试剂(或实验)或哪些做法可能会导致事故。

2. 归纳在化学实验中保证安全的具体措施。例如，应如何使用有毒、有腐蚀性的试剂？怎样使用玻璃仪器？怎样闻气体的气味？点燃气体前应如何验纯？加热时应怎样保证安全？怎样防止污染环境？……

三、实验成功的关键

自然界中的变化或工业生产过程往往由多个因素所控制，在研究其变化规律时，为了避免各因素间相互作用带来的复杂性，在科学实验中，经常采取“逐个解决”的方法。如固定其他因素，只让一种因素变化的方法。例如，在必修化学的学习中，我们曾分别做过温度、催化剂、浓度等对化学反应速率影响的实验，综合考虑这些因素，我们对为什么化学反应进行的快慢不同有了初步的认识。这种控制一些条件不变，研究某一因素对反应影响的实验方法已经成为最常用的一种科学方法。

在以下科学探究活动中，你一定会有许多收获，也能初步体验控制实验条件的方法。对于每一个具体的化学实验而言，控制好实验的条件极其重要，是达到实验目标、完成实验的关键。

科学探究

一、铁的+2价化合物有较强的还原性，易被氧化。如 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 易被空气中的氧气氧化，甚至能被溶解于溶液中的氧气氧化。在必修化学课程中，我们曾做过 FeSO_4 溶液与 NaOH 溶液反应的实验，生成的灰白色沉淀迅速变成灰绿色，最后变成红褐色。

请根据以下提示，设法控制实验条件，制备较纯净的 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 白色沉淀。

1. 确定研究问题的突破口时，可以从考虑以下问题入手。

(1) FeSO_4 溶液中的 Fe^{2+} 可能已有少量被氧化，要设法除去，如何实现？

① 安全警示图标及含义：



- (2) NaOH 溶液中已溶解了少量氧气，如何除去？
- (3) 为了防止氧气参与反应，反应体系需隔绝空气，应如何操作？
- (4) 还应考虑哪些影响因素？
2. 设计实验步骤(可以用表格形式表示，下表供参考)。

实验方案设计与记录

编号	实验内容	操 作	现 象	结 论
(1)	除去 FeSO_4 溶液中的 Fe^{3+}			
(2)				
(3)				
(4)				

3. 进行实验探究，并把探究结果填入上表或你自己设计的表中。

二、回忆学习过的化学反应或化学实验，思考还有哪些因素可能对化学反应产生影响？举一些例子并对所举的例子分类，从中能否找出一些规律？

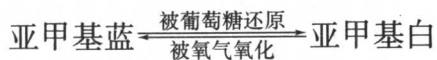
实验 1-1 蓝瓶子实验

实验目的

1. 了解控制化学反应条件的作用。
2. 通过观察亚甲基蓝和亚甲基白在不同条件下的相互转化，学习观察方法，体验对比实验法。

实验原理

亚甲基蓝^①是一种暗绿色晶体，溶于水和乙醇，在碱性溶液中，蓝色亚甲基蓝很容易被葡萄糖还原为无色亚甲基白。振荡此无色溶液时，溶液与空气的接触面积增大，溶液中氧气的溶解量就增多，氧气把亚甲基白氧化为亚甲基蓝，溶液又呈蓝色。



静置此溶液时，有一部分溶解的氧气逸出，亚甲基蓝又被葡萄糖还原为亚甲基白。若重复振荡和静置溶液，其颜色交替出现蓝色—无色—蓝色—无色……的现象，这称为亚甲基蓝的化学振荡。它是反应体系交替发生还原与氧化反应的结果。由蓝色出现至变成无色所需要的时间是振荡周期，振荡周期的长短受反应条件如溶液的酸碱度、反应物浓度和温度等因素的显著影响。当反应受到多个因素影响时，通常采用只改变某个因素，而维持其他因素不变的对照实验法来进行研究。

① 一种碱性染料，除用于丝、毛染色外，还用作组织切片和细菌的染色剂。

实验用品

0.1%亚甲基蓝溶液、30% NaOH 溶液、葡萄糖、蒸馏水。

锥形瓶、试管、滴管、橡胶塞、烧杯、酒精灯、量筒、托盘天平、温度计、计时器。

实验步骤



1. 在锥形瓶中加入 50 mL 水，溶解 1.5 g 葡萄糖，逐滴滴入 8~10 滴 0.1% 亚甲基蓝至溶液呈蓝色。振荡锥形瓶，观察并记录现象。
2. 加入 2 mL 30% NaOH 溶液，振荡、静置锥形瓶，观察并记录现象。再振荡锥形瓶至溶液变蓝，又静置锥形瓶，连续记录两次振荡周期。
3. 把锥形瓶中的溶液分别倒入两支试管：①号试管装满溶液并用橡胶塞塞紧；②号试管只装半试管溶液并用橡胶塞塞好。同时振荡两试管，观察现象，对有颜色变化的试管，连续观察并记录两次振荡周期。
4. 把①号试管中的溶液分一半到③号试管中，再向③号试管中滴加 2 滴 0.1% 亚甲基蓝，塞好两支试管。同时振荡，静置试管，观察并记录现象和振荡周期。
5. 把①号、③号试管置于 40 °C 的水浴中，约 10 min 后，再振荡，静置试管于水浴中，观察并记录振荡周期的时间。
6. 实验结束时，集中回收反应溶液，留作以后使用。

问题与讨论

1. 实验步骤 1 和步骤 2 的目的是什么？
2. 本实验探究了哪些因素对亚甲基蓝振荡反应的影响？请设计探究其他因素对此反应影响的实验方案。
3. 通过实验，你对“控制实验条件对化学反应会产生影响”是否有了新的理解？简述你的体会与感受。

实验报告 1-1 蓝瓶子实验^①

班级_____ 实验者_____ 合作者_____ 日期_____

实验目的

实验原理

亚甲基蓝 $\xrightleftharpoons[\text{振荡, 被氧气氧化}]{\text{静置, 被葡萄糖还原}}$ 亚甲基白

实验用品

实验步骤及记录^②

① 这是一种形式的实验报告示例。不同类型、不同内容的实验，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。

② 实验目的、实验原理、实验用品、实验步骤及记录（表格设计）等栏目应在预习时完成。

步骤	操作	实验现象		振荡周期		结 论
		静置	振荡	(1)	(2)	
1	锥形瓶中加入 50 mL 水, 1.5 g 葡萄糖, 逐滴滴入 8~10 滴 0.1% 亚甲基蓝, 振荡					
2	加入 2 mL 30% NaOH 溶液, 振荡、静置					
3	把溶液分别倒入两支试管, ①号试管装满, ②号试管只装半管, 都用塞子塞好, 振荡、静置	①				
		②				
4	把①号试管中溶液分一半到③号试管中, 再向③号试管中滴加 2 滴 0.1% 亚甲基蓝, 塞好两支试管, 振荡、静置	①				
		③				
5	把①、③号试管置于 40 °C 水浴中, 约 2~3 min 后, 振荡、静置	①				
		③				

实验小结

问题与讨论

- 1.
- 2.
- 3.

课题二 化学实验的绿色追求^①

化学制品的广泛应用, 促进了社会进步与发展, 提高了人们的生活质量, 但化学制品的不合理使用也给环境带来一定影响, 甚至造成危害。为了实现科技、社会与生态环境和谐发展, 可持续发展战略已成为世界各国的基本国策, 绿色化学应运而生。

绿色化学 green chemistry

绿色化学又称环境友好化学或清洁化学, 是从源头上防止污染产生或把化学过程对环境的负面影响降低到最低程度的化学。绿色化学要求原料和产品无害, 在化学过程中不产生“三废^②”或使“三废”降低到最低程度。这些原则不仅适用于化工生产, 同样是化学实验与日常生活中使用化学品时所应遵循的原则。

① 本课题安排的实验或拓展实验中, 每个学生至少应选做一个。

② 指废气、废水和废渣。

使用化学品的 5R 原则

(1) 拒用危害品 (reject)。严禁生产和使用对环境有严重危害或长期危害的产品, 如全国查禁毒鼠强, 一些省份停止含磷洗涤剂的生产与销售等。

(2) 减量使用 (reduce)。在实验、生产与生活中, 凡用到化学品时, 都在不影响效果的情况下, 尽量减少其用量。这样, 既节约资源又避免对环境造成污染。

(3) 再生 (regenerate)。要求在设计化工产品时, 就应考虑到原材料、产品的再生利用, 特别是高分子材料。再生是变废为宝, 节省资源、能源, 减少污染的有效途径。

(4) 循环利用 (recycle)。化学反应或化工生产中产生的副产物, 排放物甚至是冷却水等, 都应该回收循环使用, 决不能不经处理就排放到环境中去。

(5) 再生利用 (reuse)。对化学家而言, 世界上没有废物, 只有未被利用的物质。本着这个原则, 要尽可能地利用各种化学过程的“废物”。

化学实验的绿色化就是以绿色化学的理念和原则来指导实验工作, 使实验室的“三废”排放降低到最低程度并能得到妥善的处理, 实验室的安全性和环境质量得到提升, 师生的绿色化学和环保意识得到强化。这对于 21 世纪人才的重要意义是不言而喻的。

化学实验绿色化的途径有以下几个方面:

(1) 开发绿色实验, 如实验室以 H_2O_2 分解制氧取代氯酸钾分解法, 实现原料和反应过程的绿色化;

(2) 防止实验过程中尾气、废物等对环境的污染, 实验中有危害性气体产生时要加强尾气吸收, 对实验产物尽可能再利用等;

(3) 在保证实验效果的前提下, 尽量减少实验试剂的用量(如降低试剂浓度, 减少用量等), 使实验小型化、微型化;

(4) 对于危险或反应条件苛刻, 污染严重或仪器、试剂价格昂贵的实验, 可采用计算机模拟化学实验或观看实验录像等办法;

(5) 妥善处置实验产生的废物, 防止污染环境。

实践活动

用塑料多用滴管吸入 5% NaOH 溶液, 两侧各斜插入一个大头针 (互不接触) 作电极, 弯曲滴管斜置于 6 孔井穴板上 (如图 1-4), 管口所在的井穴内加入 4~5 mL 水和 2 滴洗涤剂。把 9 V 电池两极与电极联通, 电解开始。待井穴水面布满气泡时, 用点着的火柴靠近气泡, 可听到尖锐的爆鸣声。

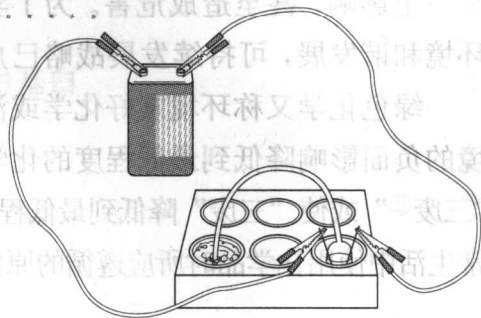


图 1-4 水的电解与氢氧混合气爆鸣的微型实验

思考与交流

上面活动中的实验是否体现了绿色化学的思想？与初中曾做过的电解水实验相比，有哪些优点？

实验 1-2 氯气的生成及其性质的微型实验

实验内容

氯气的生成与重要性质的微型实验。

实验目的

1. 通过微型实验复习 Cl_2 的制取并试验其性质。
2. 体验实验微型化与规范化的关系。
3. 培养进行化学实验创新设计的意识。

学 与 问

氯气有哪些物理性质和化学性质？它能与哪些物质发生反应？

实验原理提示

KClO_3 晶体与浓盐酸反应时，会立即产生氯气。

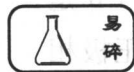
本实验利用表面皿与玻璃片之间形成的一个相对密闭的小气室，使生成的少量氯气在密闭空间扩散，与各试剂液滴迅速反应，现象明显，并可防止氯气泄漏。

实验用品

$0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ KBr 、 KI 、 NaOH 、 FeSO_4 溶液、 KClO_3 晶体、浓盐酸、淀粉液、酚酞、 KSCN 溶液、 pH 试纸。

滴管、白纸、表面皿、玻璃片。

实验步骤



1. 在一块下衬白纸的玻璃片的不同位置上分别滴加浓度为 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 KBr 、 KI （含淀粉溶液）、 NaOH （含酚酞）、 FeSO_4 （含 KSCN ）溶液各 1 滴，每种液滴彼此分开（应在下衬的白纸上编号，记清各液滴的位置），围成半径小于表面皿的圆形（如图 1-5 所示，你可以任意补充几种反应物，使各液滴排成圆形）。在圆心处放置 2 粒芝麻大小的 KClO_3 晶体。盖好表面皿。

2. 打开表面皿，向 KClO_3 晶体滴加一滴浓盐酸，

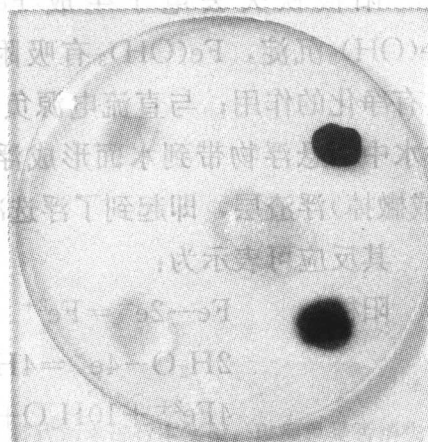


图 1-5 氯气生成及性质