

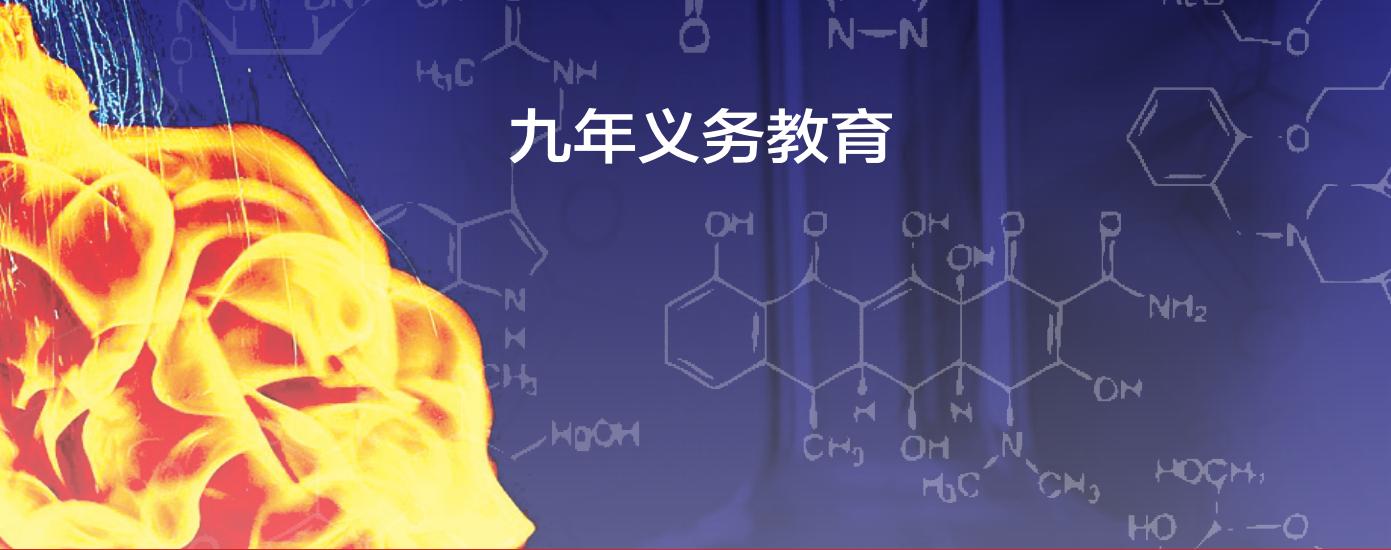


九年义务教育

中学化学 实验手册

初中（试验本）

上海教育出版社



九年义务教育

中学化学实验手册



初中(试验本)

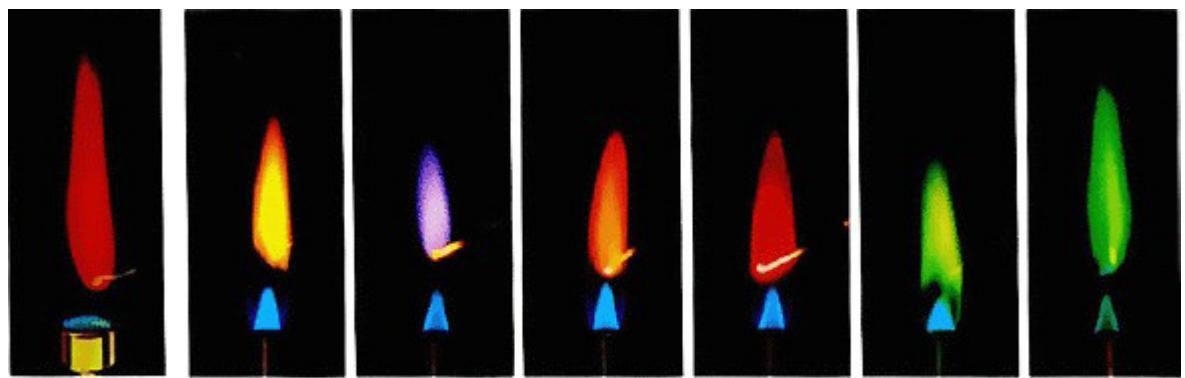
上海教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

九年义务教育中学化学实验手册.初中:试验本 / 上海市中小学(幼儿园)课程改革委员会编. —上海: 上海教育出版社,
2015.7(2024.7重印)
ISBN 978-7-5444-6315-7

I .①九... II .①上... III .①化学实验—初中—教学参考资料
IV .①G634.83

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第130171号



Li

Na

K

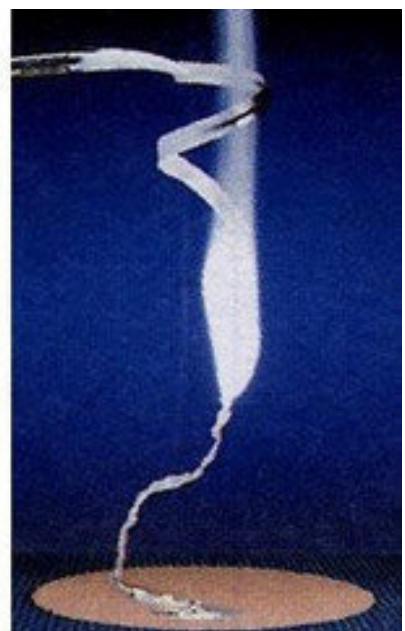
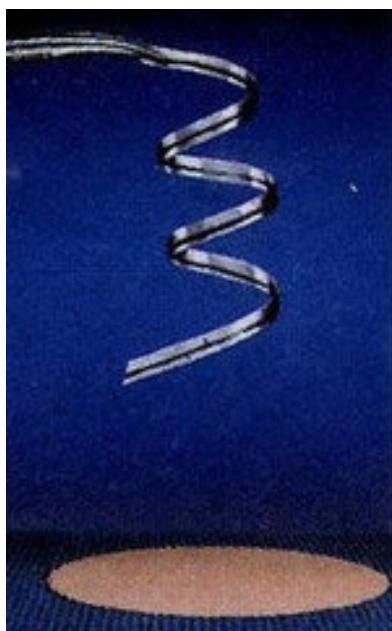
Ca

Sr

Ba

Cu

焰色反应



镁带燃烧实验



食盐晶体



硫酸铜晶体



自制酸碱指示剂



白糖晶体

前 言

化学的学科特征决定了实验在教学中的重要地位。化学实验能创设生动活泼的教学情境，激发学生学习化学的兴趣，转变教与学的方式，帮助学生理解和掌握化学基础知识和基本技能，开展化学实验探究，启迪学生的科学思维，培养科学的态度和价值观，对提高学生的创新精神和实践能力有着特殊的教育价值。

《中学化学实验手册》是一本为一线教师和实验员提供对教材中化学实验解读和分析的工具用书，也是一本指导教师进行实验教学的参考用书，更是一本化学实验改进与创新探索的研究用书。本书以上海教育出版社九年级《化学（试用本）》和上海科学技术出版社高中《化学（试用本）》教材为依据，对教材中涉及的实验进行全面梳理、细化解读和深入分析，以帮助教师更好地理解实验目的和原理、实验在教材和教学中的地位和作用，通过进一步细化和优化实验过程、实验步骤和实验操作，让教师能更可靠、更成功地完成教材所要求的实验内容，进一步发挥实验在化学教学中的功效。

本实验手册的编写以初中、高中四个年级的课堂实验、学生实验和拓展实验为蓝本。其中，课堂实验是教材中的“课堂实验”部分，可作为教师演示实验，也可作为学生实验；学生实验是教材和配套练习部分中所规定和必须完成的“学生实验”部分，是教学过程中应让学生动手必做的实验内容；拓展实验包含教材中“探究与实

践”“拓展视野”“资料库”“思考与复习”等部分的实验，教师可根据实际教学时需要选择性地开展课堂实验探究或课后实验作业。

本书主要体现以下三个特点：

1. 详细、具体、完整地介绍实验过程。在尊重教材对实验的安排与设计的基础上，对教材中绝大部分实验所涉及的实验仪器和试剂、实验装置、实验步骤、实验现象进行详细、具体、完整描述，尤其对实验中试剂配制的要求、操作及注意事项和影响实验成功的关键要素进行具体解析；对定量实验过程中可能造成的误差进行原因分析；对学生第一次使用的实验器材进行详细介绍。在本书的第二和第三部分，也对化学实验仪器和试剂、化学实验室中常用的试剂配制和实验相关的常用基础数据进行适度介绍，给教师和实验员更多支持和帮助。本书也对教材中个别实验成功率很低或课程标准不要求的实验进行适当调整。

2. 给实验教学的建议和指导。化学实验是日常教学的重要组成部分，教师不仅要在时间上、数量上给化学实验充分保证，更要在转变对实验的认识、优化实验教学过程上下工夫。本书将每个实验都放在整个化学教学系统中认识，放在日常教学的整个过程中思考，不为实验而实验，而是从实验的地位和作用、实验的育人功能的角度审视实验的意义，希望实现从重实验操作转变为重实验能力提高，从重实验证证转变为重实验探究过程，从重实验知识掌握转变为重思维方法培养，改变学生学习方式，促进学生理解知识的本质。

3. 进行实验改进与创新设计。现行教材中的某些实验，因各种原因，或是实验现象不明显，或是实验成功率不高，或是实验趣味

性不够，或是实验手段较传统，或是实验方法单一，或是实验不够环保等。因此，通过查阅文献、开展实验研究等方式，对教材中部分实验进行改进与创新设计，增加实验的趣味性、直观性、简约化、绿色化。同时，本书也关注基于数字技术的实验改进与创新设计，将先进的计算机技术、手持技术、传感技术等运用于化学实验，数字技术所特有的数据化、图形化、直观化和定量化的研究手段，能弥补传统实验条件的不足和限制，也为一线教师提供更丰富的实验资源。

使用说明

《中学化学实验手册》分为初中、高中、高中拓展三册（以下简称“实验手册”）。初中分册是初中九年级化学的实验内容，高中分册是高一、高二年级化学的实验内容，高中拓展分册是高三年级化学的实验内容，为了便于化学教师和实验员更多了解、更好地使用本书，现将手册的使用建议进行简要说明，对促进学生德、智、体、美、劳的全面发展具有积极意义。

1. “实验手册”是以现行的中学化学教材中实验为依据编写的，是对中学化学教材中实验进行全面梳理和细化解读，共涉及初中九年级实验 53 个，高一年级实验 50 个，高二年级实验 34 个，高三年级实验 50 个，不同年级的教师可以根据自己所任教年级教学需要进行针对性查阅和参考。在“实验手册”的“实验地位和作用”部分，标明本实验在教材中的对应章节，所以教师可通过“实验手册”快速查阅本实验在教材中的相关内容。

2. “实验手册”中论述的每个实验，分别从实验目的、实验地位和作用、实验原理、实验过程、实验关键及注意事项、教学建议、实验改进与创新等七大部分进行详细分析，以帮助教师深入理解和顺利完成有关实验。

- 成功做好实验

对“实验手册”中论述的每个实验，建议教师在了解“实验目

的”和“学习实验”原理的同时，仔细阅读“实验过程”和“实验关键及注意事项”的内容，这两部分内容是实验能否顺利完成的关键，每个实验编者都尽可能详尽完整地对实验仪器的选择、实验试剂的要求、实验装置图、实验步骤等进行介绍，也对实验过程中产生的实验现象、实验数据、误差产生原因等进行必要的实验分析，尤其是对影响每个实验成败的关键因素和实验操作的注意事项进行说明，确保实验的可操作性和成功率。

• 开展实验教学

化学实验有其特殊的教育功能和育人价值，“实验手册”编写遵循《上海市中学化学课程标准（试行稿）》要求（以下简称“课程标准”），明确了“课程标准”中每个实验所涉及的学习内容及其知识和技能学习水平要求，学习水平以“A”（知道/初步学会）、“B”（理解/学会），“C”（掌握/设计）分类，体现“课程标准”与教材中实验衔接和贯通。为了更好地将实验应用于教学，编者也对实验在教材前后的联系和作用，对不同实验的教学设计给出了一定建议，试图体现通过实验教学过程的优化设计培养学生的实验操作、实验分析、实验设计、实验评价、实验创新等能力的教学思想，供广大教师参考借鉴。

• 改进优化实验

在尊重教材对实验整体要求的基础上，“实验手册”对部分实验提供了优化改进方案，旨在拓展教师视野，提供实验改进思路，鼓励创新实验设计，供教师根据所教学生基础和教学需要选择性使用。因限于篇幅，本部分内容从实验装置、实验步骤和实验改进与创新

之处等方面简要介绍实验改进的方法。

3.“实验手册”作为中学化学实验的指导用书，每册书都由两部分组成，第1部分都是“实验设计与教学建议”，初中分册第2部分是“实验基本操作”，通过对试剂的取用、气体的制备、物质的分离等介绍化学实验基本操作；高中分册第2部分为“实验仪器与实验试剂”，其中包含了玻璃实验仪器、测量实验仪器、数字实验仪器等，也提供了常用酸、碱、盐溶液和一些特殊试剂溶液的配制方法；高中拓展分册第2部分为“附录”，提供了一些在实验中可能需要查阅的化学基础数据。

实验安全注意事项

化学是一门实验为基础的自然科学。许多化学现象只有通过实验才能得到解释，很多化学原理和结论都要通过实验进行验证。化学实验是学生获取化学知识最有效手段之一，对学生整体素质的提高起非常重要的作用，所以实验教学在化学教学中占有非常重要的地位。

化学实验教学主要目标是让学生初步获得化学实验的基本技能，积极参与和亲身体验化学探究活动，进行简单的化学科学探究实践；初步养成求真务实的科学态度和勤于实践、乐于探究的科学精神；通过共同探究活动，懂得尊重他人，学会与他人合作。但是，化学实验具有一定的危险性和不确定性，所以一定要培养学生具有良好的实验习惯、规范的实验操作技能，确保实验的安全性。因此，提出下列实验安全注意事项。

实验前，一定要做到：

- 对学生开展必要的实验安全注意事项教育。
- 要求学生戴好护目镜，穿好实验服等。
- 指导学生做好实验预习及相关准备工作。

实验中，一定要做到：

- 严格要求学生规范实验操作。
- 注意实验试剂的取用安全。

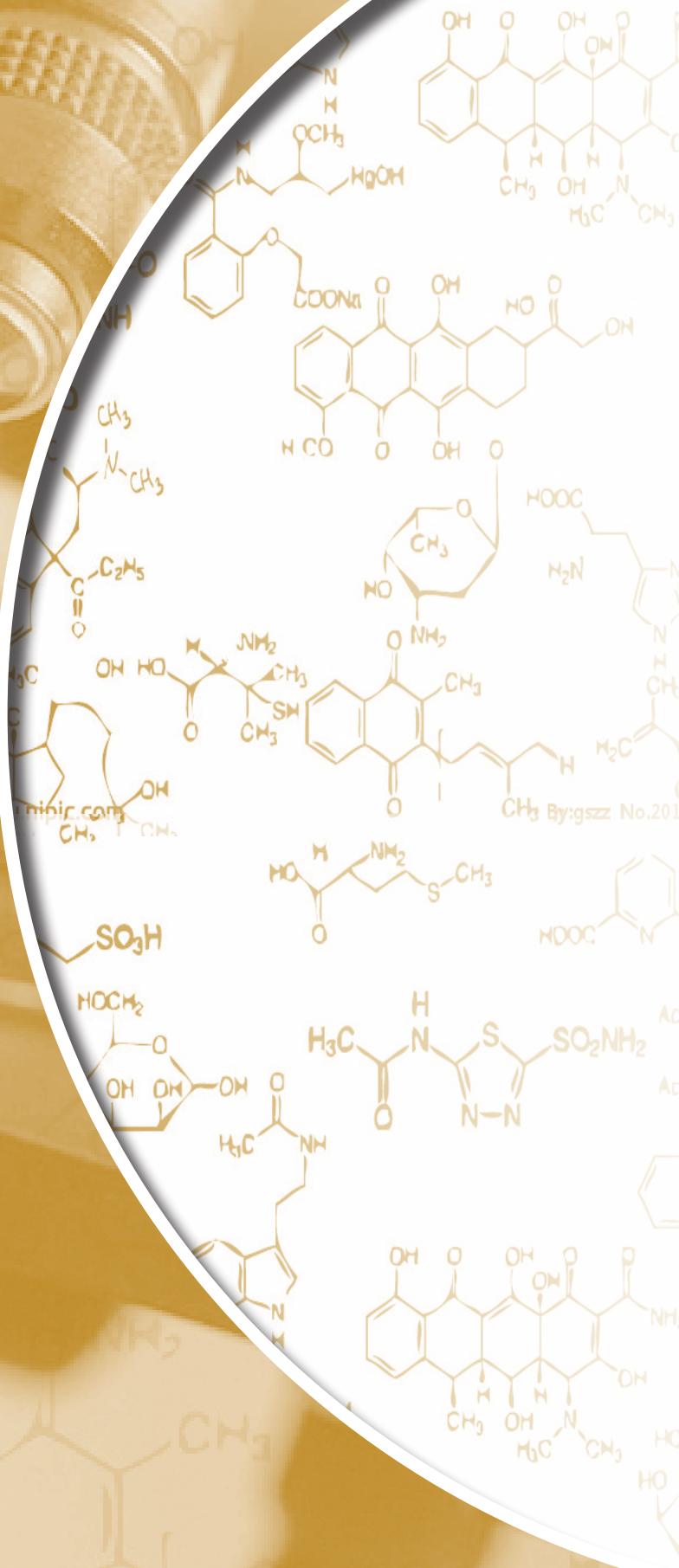
- 指导学生按照步骤和要求认真进行实验。
- 对有毒、有害气体等实验需安排在通风橱中进行，做好防护措施。
- 提醒学生加热时切勿将试管口对着他人或自己，并谨防火灾隐患。
- 遇到突发实验事故，需正确、快速进行处理。

实验后，一定要做到：

- 要求学生洗涤实验仪器、清理实验桌面。
- 为保护环境，对废弃物需分类处理。

目 录

目 录



第1部分 实验设计与教学建议

◆ 九年级化学实验 / 003

1. 体验化学变化（课堂实验） / 003
2. 观察化学变化的现象（学生实验） / 007
3. 含泥沙的水的过滤（课堂实验） / 011
4. 蒸发食盐溶液（课堂实验） / 016
5. 怎样制得蒸馏水（拓展实验） / 019
6. 粗盐提纯（学生实验） / 022
7. 磷与氧气的反应（课堂实验） / 025
8. 物质在氧气中燃烧（学生实验） / 030
9. 用氯酸钾制取氧气（学生实验） / 035
10. 用过氧化氢制取氧气（课堂实验） / 038
11. 探究物质在化学反应前后的质量变化（课堂实验） / 041
12. 水的分解实验（课堂实验） / 047
13. 水的组成（课堂实验） / 052
14. 生石灰、硫酸铜粉末跟水反应（学生实验） / 055
15. 白糖、食盐和淀粉溶解性的比较（学生实验） / 059
16. 物质的溶解性（拓展实验） / 062
17. 晶体与非晶体（学生实验） / 065
18. 溶液的酸碱性和pH——用酸碱指示剂测定溶液的酸碱性（学生实验） / 068

19. 溶液的酸碱性和pH——用pH试纸测定溶液的酸碱性和pH(学生实验) /072
20. 自制酸碱指示剂(拓展实验) /075
21. 可燃物燃烧的条件(课堂实验) /078
22. 可燃物的燃烧(课堂实验) /082
23. 自燃现象(课堂实验) /087
24. 自制灭火器(课堂实验) /089
25. 石墨的性质(课堂实验) /091
26. 木炭的吸附作用(学生实验) /093
27. 木炭还原氧化铜(课堂实验) /095
28. 碳及其化合物的性质(学生实验) /098
29. 一氧化碳的性质(课堂实验) /101
30. 碳酸钙的分解(课堂实验) /104
31. 碳酸钙与稀盐酸的反应(课堂实验) /108
32. 实验室制取二氧化碳(学生实验) /112
33. 氢气的可燃性(课堂实验) /116
34. 酸碱反应的探究(学生实验) /119
35. 动手做一杯草莓酸牛奶(拓展实验) /122
36. 水对酸的化学反应的影响(课堂实验) /124
37. 浓盐酸与稀盐酸、浓硫酸与稀硫酸性质的比较(学生实验) /126
38. 盐酸或稀硫酸与氧化铁、氧化铜的反应(学生实验) /129

目录 / 005

- 39. 几种碱的物理性质（学生实验） /131
- 40. 氢氧化钠溶液与二氧化碳气体的反应（课堂实验） /133
- 41. 金属与稀盐酸、稀硫酸的化学反应（学生实验） /137
- 42. 探究铁、铜、银金属活动性强弱（学生实验） /139
- 43. 用硫酸铜晶体制取无水硫酸铜粉末（课堂实验） /143
- 44. 焰色反应（课堂实验） /147
- 45. 硝酸银溶液与盐酸的反应（学生实验） /152
- 46. 硝酸钡、氯化钡溶液与稀硫酸的反应（学生实验） /154
- 47. 硫酸铜溶液、硫酸铁溶液分别与氢氧化钠溶液、石灰水反应
（学生实验） /156
- 48. 碳酸钠溶液、硫酸钠溶液和氯化钠溶液的鉴别（学生实验）
/158
- 49. 合理使用铵肥（学生实验） /160
- 50. 有机化合物的性质（学生实验） /162
- 51. 甲烷的燃烧（课堂实验） /165
- 52. 葡萄糖的检验（课堂实验） /168
- 53. 用碘水检验食物中的淀粉（课堂实验） /170

第2部分 化学实验基本操作

实验仪器的装配 /175

- 1. 仪器的连接 /175

2. 实验装置的装配 /175
3. 检查实验装置气密性的方法 /176

◆ 玻璃仪器的洗涤 /179

1. 普通洗涤法 /179
2. 特殊洗涤法 /179

◆ 试剂的取用 /180

1. 液体试剂的取用 /180
2. 液体体积的度量 /181
3. 固体试剂的取用 /183
4. 固体试剂的称量 /184

◆ 气体的制取 /186

1. 气体的发生 /186
2. 气体的净化 /187
3. 气体的收集 /188
4. 气体的吸收 /189
5. 气体的储存 /189

◆ 化学反应条件的控制 /191

1. 振荡和搅拌 /191
2. 加热 /192

- 3. 冷却 /194
- 4. 温度的测量 /195

- 物质的分离和精制 /196
 - 1. 过滤 /196
 - 2. 蒸发 /198
 - 3. 结晶 /198
 - 4. 蒸馏 /198
 - 5. 萃取 /199
 - 6. 分液 /200
 - 7. 升华 /200
 - 8. 层析 /201



第部分

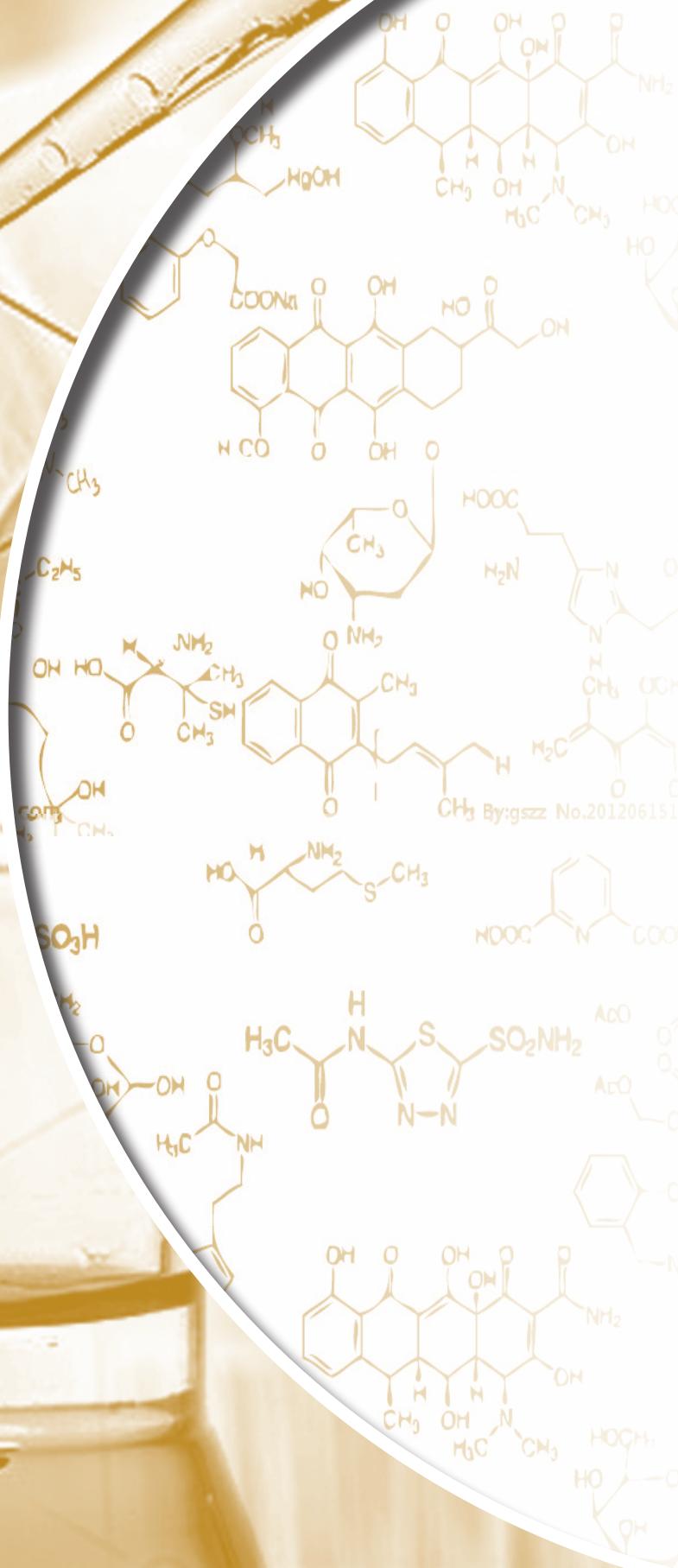
实验设计与教学建议

化学是一门以实验为基础的自然科学。许多化学现象只有通过实验才能得到解释，很多化学原理和结论都要通过实验进行论证。化学实验是学生获取化学知识的最有效手段之一，对学生整体科学素质的提高起重要的作用，所以实验教学在化学教学中占有非常重要的地位。

根据《上海市中学化学课程标准(试行稿)》的要求，本部分内容除了对初中九年级化学教材中所有实验的目的和意义、原理、过程进行介绍外，还进一步分析指出实验成败的关键及注意事项，实验改进的方法与拓展创新，并结合学校实际提出一些行之有效的教学建议，供广大化学教师参考，以帮助化学教师能深入理解和顺利完成有关实验。

第 一 部分

实验设计与教学建议



九年级化学实验

1. 体验化学变化（课堂实验）

实验目的

实验地位与作用

本实验是九年级第一章“1.1 化学使世界更美好”中的课堂实验，学习水平要求是B级。

本实验内容是关于物质的变化，根据物质变化产生的现象判断有新物质生成，体验化学变化。通过实验观察，知道化学试剂取用的基本操作。

- 感受化学变化的特征（产生新物质）。
- 学会观察化学变化伴随产生的现象。
- 学会描述化学实验现象。

实验原理

物质是否发生了化学变化，先要判断物质在变化过程中是否有新物质生成。

实验一中大理石与盐酸作用放出气体（二氧化碳），实验二中二氧化碳与石灰水作用产生白色沉淀（碳酸钙），实验三中镁带燃烧发出耀眼白光生成白色粉末（含氧化镁）。以上各种物质在变化后都有新物质生成，有新物质生成的变化都是化学变化。

实验过程

【实验装置及步骤】

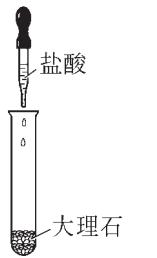


图 1-1 把盐酸滴在大理石上

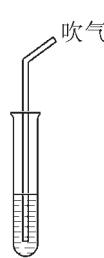


图 1-2 向石灰水中吹气



图 1-3 镁带燃烧

【仪器和试剂】

【仪器】

试管（ $18\text{mm} \times 180\text{mm}$ ）、胶头滴管、坩埚钳、酒精灯、石棉网、砂纸、导管、火柴。

【试剂】

大理石、3% 稀盐酸（或 10% 醋酸）、石灰水、镁带。

实验一 把盐酸滴在大理石上

如图 1-1 所示，试管中放入少量大理石碎块，用胶头滴管逐滴滴入盐酸（醋酸），观察实验现象。

实验二 向石灰水中吹气

如图 1-2 所示,向洁净的试管中加入少量澄清石灰水,通过导管向石灰水中吹气,观察实验现象。

实验三 镁带燃烧

如图 1-3 所示,取一小段镁带,用砂纸擦亮,再用坩埚钳夹住,放在酒精灯火焰上点燃,观察实验现象。

【实验现象】

实验一中,大理石表面产生大量气泡,固体逐渐溶解。

实验二中,澄清石灰水变浑浊,静置后白色沉淀沉于试管底部。

实验三中,镁带剧烈燃烧,发出耀眼白光,生成白色粉末,放出大量热。

【实验分析】

实验一中,大理石(主要成分是碳酸钙)跟盐酸反应产生二氧化碳。但选用的大理石材质不佳或盐酸浓度过低,都会影响对实验现象的观察。

实验二中,如果没有看到澄清石灰水变浑浊,说明石灰水已经变质,建议改用新配制的饱和澄清石灰水重新做实验。如果吹的时间过长,浑浊液会变澄清,原因是难溶于水的碳酸钙在过量二氧化碳气体和水作用下变成可溶性碳酸氢钙。

实验三中,镁带燃烧生成白色粉末(主要成分是氧化镁)。如果镁带过长,会有镁熔化的现象发生。镁的熔点约为 649℃。

实验关键及注意事项**【安全提示】**

不能用手触摸实验室中的药品,更不得尝药品的味道,也不能将鼻子凑到试剂瓶口闻试剂的气味。绝对不允许把不同药品任意混合。用剩的药品应该交还实验室,未经教师允许,不能将药品带出实验室。

【实验操作的注意事项】

1. 实验二中的石灰水,最好是新配制的饱和澄清石灰水。做向石灰水中吹气的实验时,石灰水的用量不易过多(建议取最少量),向石灰水中吹气时用力不能过猛,要控制好吹气的速率,以免液体溅出试管。
2. 镁带燃烧过程中,“耀眼白光”太强烈,眼睛不要一直盯着看,以免光线过强损伤眼睛。
3. 本实验使用仪器以及基本操作,简要介绍如下:

(1) 试管

试管常用作少量试剂的反应容器，收集少量气体，装配小型气体发生器等。

实验一中把块状固体放入试管时，试管先横放，用镊子夹住块状固体送进试管口，再把试管缓缓竖直（如图1-4所示），让固体沿试管壁慢慢滑到试管底部，以免打碎试管。

(2) 胶头滴管

取用少量液体试剂用胶头滴管，胶头滴管分胖肚滴管和常用滴管。由橡胶乳头和尖嘴玻璃管构成。使用胶头滴管时，大拇指和食指挤压橡胶乳头，中指和无名指夹住玻璃管部分。滴加时，滴管要保持垂直，避免倾斜，切忌倒立，管尖不能接触容器，以免被杂质玷污。

实验一中，向试管中滴加盐酸时，注意将滴管从滴瓶中取出，挤去空气，插入待取试剂中，使试剂吸入滴管。将滴管置于试管口正上方，挤压橡胶乳头，使液体试剂滴入试管中

[如图1-5(a)所示]，滴管不可接触试管内壁。

实验二，取用液体试剂还可用倾倒法。取下细口瓶瓶塞，倒放在桌面上，把细口瓶上的标签对着手心，瓶口紧挨试管口，使液体试剂沿试管内壁慢慢流下[如图1-5(b)所示]。

(3) 酒精灯

酒精灯由灯体、灯芯管和灯帽组成。酒精灯熄灭后才能向灯体内添加酒精，添加时要拔起灯芯管，插入小漏斗，酒精从小漏斗中注入。加入的酒精量不应超过其容积的 $\frac{2}{3}$ ，但也不能少于 $\frac{1}{4}$ 。

酒精灯不用时必须盖上灯帽，防止酒精挥发。点燃酒精灯时，先取下灯帽，用镊子调节灯芯高度，以控制火焰大小，然后用火柴点燃，严禁用燃着的酒精灯去点燃另一盏酒精灯。

酒精灯火焰温度一般在 $500^{\circ}\text{C} \sim 600^{\circ}\text{C}$ ，适用于温度不太高的实验。试管、蒸发皿等仪器可以用酒精灯火焰直接加热。酒精灯火焰分为外焰、内焰和焰心三部分，外焰温度最高，焰心温度最低，加热物体时一般用外焰。

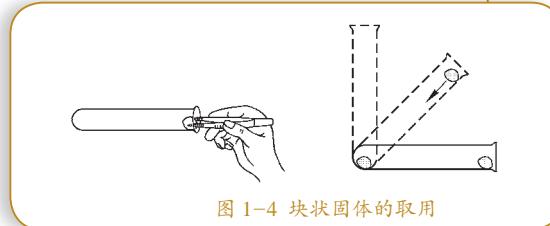


图 1-4 块状固体的取用

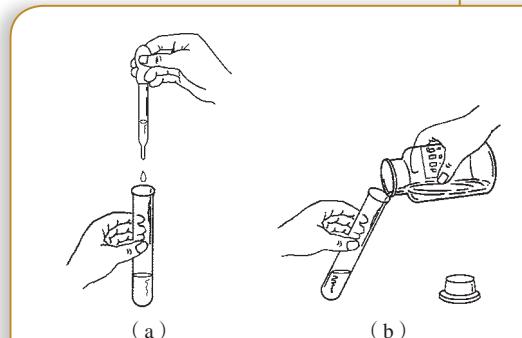


图 1-5 液体试剂的取用

实验三中用石棉网承接燃烧后的产物，同时石棉网还可以用来放置坩埚钳。坩埚钳一般用于夹持高温物体，而镊子一般用于夹持块状固体。

教学建议

上述实验的目的是使学生感受化学变化的特征(产生新物质)，化学变化伴随产生的现象以及如何观察和描述实验现象。建议在实验过程中渗透化学实验基本操作的教学。

做化学实验时，引导学生重点观察试剂的颜色、状态等在实验前后发生的变化，并做好实验记录。

实验序号	变化前的物质	变化时观察到的现象	变化后的物质	变化后有无新物质生成
一	块状大理石		二氧化碳气体等	
二	石灰水 (氢氧化钙溶液)		碳酸钙等	
三	镁带		氧化镁等	

“向石灰水中吹气”操作简单现象明显，建议将教材中的实验一和实验二顺序对换，并且在完成这两个实验分析之后补充“向吹气后的石灰水中滴加稀盐酸”的实验，能使学生对碳酸钙与盐酸的反应印象更深刻。这样的调整有利于学生感受实验是解决问题的良好途径，最大限度地发挥实验的功能。

另外，观察镁带燃烧时，建议教师引导学生重点观察耀眼白光，生成白色粉末的现象。

2. 观察化学变化的现象(学生实验)

实验目的

- 学会观察和记录化学变化中发生的各种现象。
- 体验化学变化，进一步理解化学变化的特征。
- 学会取用液体试剂、取用固体试剂(块状、粉末)、加热等基本操作，熟练使用试管、胶头滴管、酒精灯等仪器。

实验地位与作用

本实验是九年级第一章“1.1 化学使世界更美好”中的学生实验，学习水平要求是B级。

本实验内容是关于物质的变化，根据物质变化产生的现象判断有新物质生成，体验化学变化。通过实验学习实验观察方法。观察是学习化学的重要方法，在观察中思考，对物质的变化条件、现象和结论进行科学的分析和归纳。

实验原理

化学变化的基本特征是有新物质生成，在化学变化过程中常伴随有发光、发热、颜色变化、气体生成、沉淀生成等现象。我们通过观察现象来推断是否发生了化学变化。

实验一中由溶液颜色的变化推断发生了化学变化。酚酞试液在酸性、碱性溶液中显不同颜色。

实验二中由沉淀的生成和溶解推断发生了化学变化。

实验三中由气体生成推断发生了化学变化。

实验四中由热量的变化推断发生了化学变化。

实验过程

【实验装置及步骤】

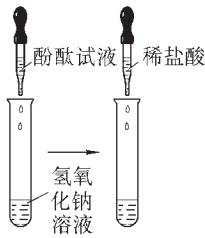


图 2-1 化学变化中的颜色变化

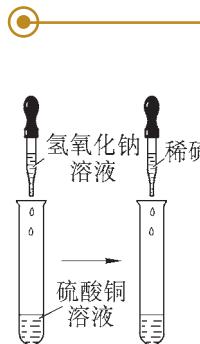


图 2-2 沉淀的生成和溶解

【仪器和试剂】

【仪器】

试管(15mm×150mm)、酒精灯、铁架台(带铁夹)、胶头滴管、药匙、镊子、火柴。

【试剂】

5% 氢氧化钠溶液、5% 稀盐酸、2% 硫酸铜溶液、5% 稀硫酸、高锰酸钾、生石灰、酚酞试液、蒸馏水。

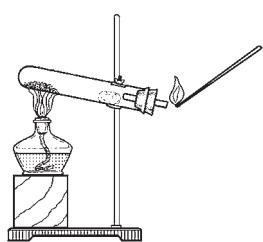


图 2-3 加热高锰酸钾生成气体

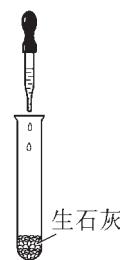


图 2-4 放出热量的化学变化

实验一 颜色的变化

步骤 1 如图 2-1 所示, 在洁净的试管中加入 2mL 氢氧化钠溶液, 用胶头滴管滴加 1~2 滴酚酞试液, 观察现象。

步骤 2 再逐滴滴加稀盐酸, 边滴边振荡, 观察现象。

实验二 沉淀的生成和溶解

步骤 1 如图 2-2 所示, 取 2mL 硫酸铜溶液于试管中, 用胶头滴管逐滴滴加约 1mL 氢氧化钠溶液, 观察现象。

步骤 2 再逐滴滴加稀硫酸, 边滴边振荡, 观察现象。

实验三 气体的生成

如图 2-3 所示, 取少量高锰酸钾固体放入干燥洁净的试管中, 将试管固定在铁架台上, 用酒精灯缓缓加热, 把带火星的木条放在试管口, 观察现象。

实验四 热量的变化

如图 2-4 所示, 在干燥洁净的试管中, 加入少量生石灰, 用胶头滴管滴加少量蒸馏水, 观察现象并用手触摸试管外壁。

【实验现象】

实验一 步骤 1 中, 滴入酚酞试液后, 溶液由无色变红色。

步骤 2 中, 滴加一定量稀盐酸后, 溶液由红色变无色。

实验二 步骤 1 中, 硫酸铜溶液呈蓝色, 滴加氢氧化钠溶液后, 出现蓝色沉淀。

步骤 2 中, 滴加稀硫酸, 沉淀溶解, 溶液又变成蓝色。

实验三 高锰酸钾为紫黑色固体, 加热后试管中残留黑褐色固体, 带火星的木条移近试管口能复燃。

实验四 块状生石灰跟水剧烈反应, 触摸试管外壁有发烫感觉(试管中有蒸气出现), 块状固体变成糊化状。

【实验分析】

实验一中, 氢氧化钠和稀盐酸发生反应时, 如有冒气泡现象产生, 可能

的原因有两种：

1. 氢氧化钠久置而变质(即氢氧化钠与空气中二氧化碳气体反应生成碳酸钠), 碳酸钠与稀盐酸反应生成二氧化碳气体, 所以有气泡产生。
2. 氢氧化钠与稀盐酸发生中和反应, 中和反应放出的热量使部分水汽化或使溶解在水中的其他气体逸出, 所以有气泡产生。

实验四中, 如果生石灰遇水没有放热现象, 可能原因是生石灰已经变质, 即由于保存不当或者保存时间太长, 导致生石灰与空气中的水蒸气发生反应而变质, 生成的氢氧化钙也可能进一步和空气中的二氧化碳气体反应, 生成碳酸钙。因此, 本实验建议采用新购置的生石灰或者把原料用酒精喷灯高温煅烧后再用于做学生实验。

实验关键及注意事项

【安全提示】

加热高锰酸钾结束后切不可用手直接接触试管外壁以免烫伤, 等试管冷却后才能从铁架台上取下清洗。

高锰酸钾有很强的氧化性。因此, 清洗时注意不要把清洗液溅到衣物或皮肤上。

【实验操作的注意事项】

实验一中, 向滴有酚酞试液的氢氧化钠溶液中滴加稀盐酸时, 请注意控制滴加稀盐酸的速率, 边滴边振荡, 有利于现象的观察。

用高锰酸钾制取氧气前, 先检验装置气密性。试管口放一团棉花, 防止加热时高锰酸钾固体进入导管。

本课四个实验包括了化学实验的主要基本操作。如正确使用胶头滴管取用液体试剂, 使用药匙或镊子向试管中加入固体, 使用酒精灯加热固体等(参见第2部分“化学实验基本操作”); 学会氧气的检验, 观察和记录化学变化的实验现象。

教学建议

以四个实验为载体, 学会观察化学变化中发生的现象, 同时学会实验的基本操作。教学中指导学生学会细致观察和确切描述。观察化学变化中发生的现象时, 并不是孤立地关注物质的某种变化, 而是要关注物质在变

化前、变化中、变化后发生的变化。观察后要指导学生学会用精炼的语言描述实验现象，并用规范的词汇记录实验现象。

为使学生能够直观地观察到有气体产生，建议将出气导管伸入盛有水的水槽或烧杯中，水中出现气泡，证明有气体生成。再用带火星的木条检验，木条复燃则证明有氧气生成。

引导学生将实验现象的观察融入日常生活中，体验生活中的化学变化。例如，84 消毒液原液可以使深色衣物褪色。可以尝试用家中物品进行实验。例如，在高锰酸钾溶液中放入维生素 C，观察溶液紫色褪去等。

3. 含泥沙的水的过滤（课堂实验）

实验目的

- 理解过滤操作基本原理，体验混合物初步提纯的过程。
- 学会制作过滤器。学会溶解、过滤等基本操作。
- 能表达可溶性物质中除去不溶性杂质的过程和方法。

实验地位与作用

本实验是九年级第一章“1.3 物质的提纯”中的课堂实验，学习水平要求是B级。

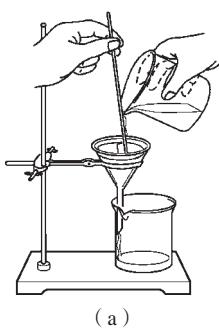
本实验内容是关于物质的提纯，是在学生认识纯净物与混合物的基础上开展的课堂实验，有助于学生辨别纯净物与混合物，同时学会除去混合物（溶液）中的不溶性固体，掌握物质提纯的方法（过滤）的基本操作。本实验是为粗盐提纯（学生实验）做铺垫。

实验原理

过滤的基本原理是让液体通过具有细微孔隙的材料（如滤纸），使不溶性固体截留而除去。过滤是分离固体（通常为难溶性的固体）和液体的操作。

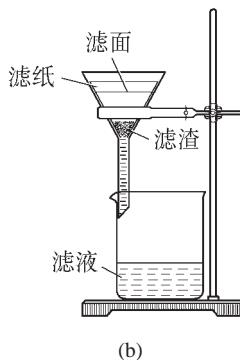
实验过程

【实验装置及步骤】



(a)

①



(b)

图 3-1 过滤

步骤 1 制作过滤器：在铁架台上放一只烧杯，固定好铁圈，在铁圈内放一漏斗，调节铁圈高度。取一张圆形滤纸按照图 3-2 (a)~(e) 的顺序制成一圆锥形，放在漏斗中，加少量水湿润，用玻璃棒压实，排去滤纸与漏斗内壁之间的气泡，将漏斗置于铁圈

仪器和试剂

【仪器】

漏斗、烧杯（50mL）、玻璃棒、药匙、铁架台（带铁圈）或漏斗架、滤纸、剪刀、火柴、洗瓶。

【试剂】

含泥沙的水。

中,使漏斗颈下端紧贴烧杯内壁[如图3-2(f)所示]。

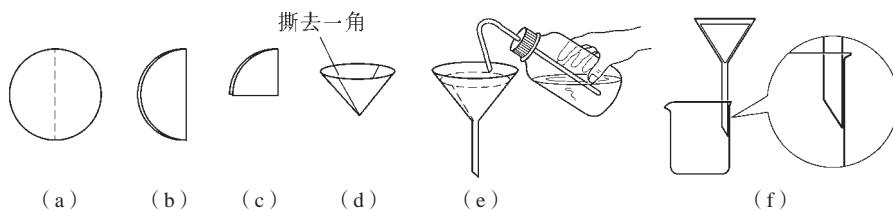


图3-2 过滤器的制作

步骤2 如图3-1(a)所示,用过滤器过滤含泥沙的水,仔细观察滤纸上剩余物及滤液的颜色。

【实验现象】

步骤2中,含泥沙的水浑浊,并有不溶性杂质沉于烧杯底部,过滤后滤液变澄清,呈无色透明状。有土灰色不溶性杂质残留在滤纸上。

【实验分析】

- 若滤纸和漏斗内壁之间留有气泡,会影响过滤速率。
- 过滤后,如果发现滤液中有浑浊情况,可再过滤一次。如果经两次过滤滤液仍浑浊,则应检查装置并分析原因。例如,滤纸是否破损,过滤时漏斗中液面是否高于滤纸边缘,仪器是否干净等,找出原因,重新操作。

实验关键及注意事项

【试剂配制】

本实验使用的含泥沙的水建议在自来水中加少量黄沙即可。不要掺加泥土,否则易形成土壤胶体,对过滤不利。

【实验操作的注意事项】

- 为了保证过滤快,滤液又不受损失,过滤过程中应注意一贴、二低、三靠。
 - (1) 一贴:滤纸紧贴漏斗内壁。滤纸折叠角度要与漏斗内壁口径吻合,使湿润的滤纸紧贴漏斗内壁而无气泡,有气泡会影响过滤速率。
 - (2) 二低:滤纸的边缘略低于漏斗口;漏斗内液面略低于滤纸边缘。这样可以防止杂质未经过滤而直接流入烧杯中,如果未经过滤的液体与滤液混在一起,会使滤液变浑浊,不能达到过滤的目的。
 - (3) 三靠:倒入液体时,盛有液体的烧杯尖嘴与玻璃棒相靠(玻璃棒引流),防止液体飞溅和待过滤液冲破滤纸;玻璃棒末端要轻靠在三层滤纸

处,以免碰破滤纸(三层滤纸比一层滤纸厚,三层滤纸不易被弄破);漏斗下端与盛放滤液的烧杯内壁相靠,以免影响过滤速率,防止液体溅出。

2. 提高过滤速率的措施还包括正确选择滤纸、正确装配过滤器等。

(1) 滤纸的型号及相关参数如下表所示:

指标	快速	中速	慢速
过滤速率(s)	≤ 35	≤ 70	≤ 140
型号	定性滤纸	101	102
	定量滤纸	201	202
孔径(μm)	80~120	30~50	1~3
圆形纸直径(cm)	5.5、7、9、11、12.5、15、18、23、27		

本实验中建议使用101号快速定性滤纸或201号快速定量滤纸。

(2) 过滤器装配质量的好坏直接影响过滤速率,实验室一般使用60mm长管漏斗(如图3-3所示),其漏斗截面为60°,与滤纸折叠展开后角度一致,但如果不是使用标准漏斗,滤纸折叠展开后的角度与漏斗可能不一致,不能使滤纸与漏斗紧贴,影响过滤速率。建议在折叠滤纸时先不要将折线压实,等放入漏斗后调整好角度,紧贴漏斗内壁后再压实[如图3-2(e)所示]。

3. 过滤要用到漏斗、烧杯和玻璃棒三种玻璃仪器,简要介绍如下:

(1) 漏斗。漏斗有短管和长管之分。规格以漏斗口直径表示。短管漏斗的长度跟漏斗口直径相同,长管漏斗的长度是漏斗口直径的2~3倍。漏斗常用于过滤操作和向小口容器中倾注液体,还可用于装配易溶于水的气体吸收装置。

(2) 烧杯。烧杯常用于配制、浓缩溶液,也可用作某些加热或不加热的反应器,具有搅拌方便的特点。在本实验中,一只烧杯用于溶解粗盐,另一只烧杯用于承接滤液。

(3) 玻璃棒。玻璃棒在本实验中有两个作用,一是用来搅拌,加快粗盐的溶解;二是在过滤操作中起引流的作用。

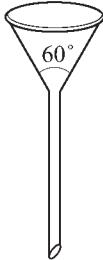


图3-3 长管漏斗

教学建议

本实验要求学生能做到课前预习，在进行过滤前思考：过滤需要哪些仪器？

在过滤时思考：1. 为使滤渣不混入滤液，过滤时应注意哪些操作？

2. 怎样使过滤快，滤液又不受损失？
3. 玻璃棒在过滤操作中起什么作用？
4. 你能用哪些物品代替实验室中的滤纸和漏斗过滤液体？

引导学生知道过滤的方法还有很多，如简易的过滤方法有：用棉花代替滤纸进行过滤，其原理与用滤纸相似。而过滤在生活中的应用也很多。例如，净化水时常采用纱布、小卵石、石英砂等代替滤纸，结合活性炭的吸附作用，可以达到净化水的目的（如图3-4所示）。另外，农村中使用的深井，就是利用了土壤的过滤作用，过滤地下水。

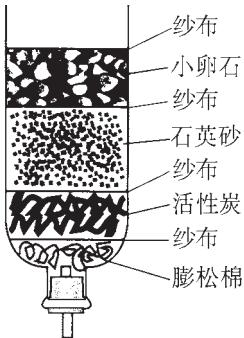


图 3-4 水的净化简易装置

实验改进与创新

过滤是常用的物质提纯方法，可以尝试过滤器的组装和改进，以达到难溶性固体和液体的分离。

1. 通常情况下，在漏斗颈中形成液柱，能加快过滤。将水倒入制作好的过滤器中，可用手指或者玻璃棒堵住漏斗颈的末端，使漏斗颈中形成液柱，漏斗颈中保持有连续的液柱，可以加速过滤。

2. 还可以改变滤纸折法^①。滤纸经过特殊折叠以增加其过滤的有效表面积，加快过滤。滤纸的折叠形状很多，菊花形滤纸是其中常用的一种。

(1) 菊花形滤纸的折叠方法如图3-5所示。先将圆形滤纸对折，再沿1-4折成 $\frac{1}{4}$ [如图3-5(a)所示]。然后再把1-2的边沿折至1-4，1-3的边沿折至1-4，分别在1-5和1-6处产生新的折纹。继续将1-2折向1-6，1-3折向1-5，分别得到1-7和1-8的折纹 [如图3-5(b)所示]。同样以1-2对1-5，1-3对1-6分别折出1-9和1-10的折纹 [如图3-5(c)所示]。最后在8个等份的每一个小格中间，以相反的方向折成16等份 [如图3-5(d)所示]。注：本方法中说的等份是指如图3-5(d)所示的半圆的等份数。打开滤纸，得到如图3-5(e)所示的滤纸。再在2-2'和3-3'处各向内折一小折面，即得到菊花形滤纸 [如图3-5(f)所示]。

^① 历廷有. 一种菊花形滤纸的折叠方法 [J]. 大学化学, 2011 (8).

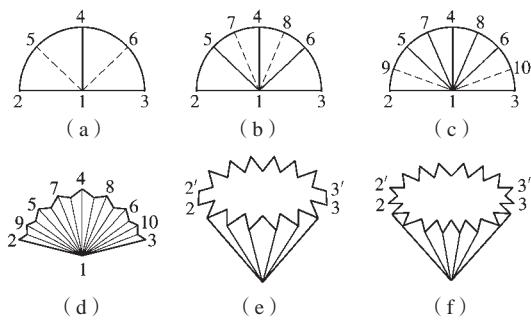


图 3-5 菊花形滤纸的折叠法一

(2) 菊花形滤纸的另一种折叠方法如图 3-6 所示。即：滤纸 [如图 3-6 (1) 所示] 沿直径 $1-1'$ 对折得 2 等份 [如图 3-6 (2) 所示]，再沿 $0-2$ 对折得 4 等份 [如图 3-6 (3) 所示]。注：此处所说的等份是指整个滤纸分成的等份数，下同。在如图 3-6 (3) 所示中， $1'$ ， 1 表示 $1'$ 在 1 的上面，下同。把 $0-1'$ 立起，与 $0-1$ 垂直，得 [如图 3-6 (4) 所示]。把 $0-1'$ 沿 $0-2$ 轻轻压下，即把 $0-2-1'$ 的左右两面均分，得到带折痕 $0-3$ 、 $0-3'$ [如图 3-6 (5) 所示]。把 $0-3$ 的边沿 $0-1'$ 折向 $0-3'$ [如图 3-6 (6) 所示]，再把 $0-3'$ 折向 $0-1$ 所在的平面下，再把 $0-1$ 立起，即得 [如图 3-6 (7) 所示]。把 $0-1$ 的边轻轻压下，得到 8 等份 [如图 3-6 (8) 所示]。把 $0-4'$ 立起 [如图 3-6 (9) 所示]，把 $0-4'$ 压下，得新增折痕 $0-5$ 、 $0-5'$ [如图 3-6 (10) 所示]。把 $0-5$ 折向 $0-5'$ [如图 3-6 (11) 所示]， $0-3$ 折向 $0-3'$ [如图 3-6 (12) 所示] 再把 $0-3'$ 立起 [如图 3-6 (13) 所示]，轻轻压下，得到新增折痕 $0-6$ 、 $0-6'$ [如图 3-6 (14) 所示]，重复图 3-6 (11) 至图 3-6 (14) 的动作，直至得到 16 等份 [如图 3-6 (15) 所示]。重复图 3-6 (8) 以后操作得到 32 等份 [如图 3-6 (16) 所示]，打开图 3-6 (16) 就得到了菊花形滤纸 [如图 3-6 (17) 所示]。

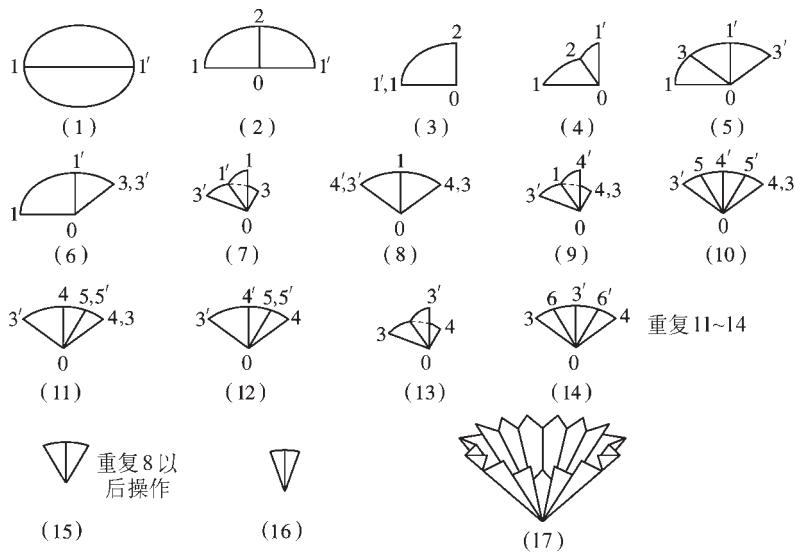


图 3-6 菊花形滤纸折叠法二

实验目的

- 理解蒸发操作的原理，体验从混合物(溶液)中获得可溶性固体的过程。
- 学会蒸发的实验基本操作。
- 巩固酒精灯的加热技术。

4. 蒸发食盐溶液(课堂实验)**实验地位与作用**

本实验是九年级第一章“1.3 物质的提纯”中的课堂实验，学习水平要求是B级。

本实验内容是关于物质的提纯，是在学生认识纯净物与混合物的基础上开展的课堂实验，有助于学生辨别纯净物与混合物，同时学会从混合物(溶液)中获得可溶性固体，掌握物质提纯的方法(蒸发)和基本操作。本实验是为粗盐提纯(学生实验)做铺垫。

实验原理

蒸发是运用加热的方法将溶液中的溶剂(如水)气化除去，将溶液浓缩或析出溶质的过程。它是分离可溶性溶质(该条件下不分解)和溶剂的一种操作方法。

食盐溶液加热至沸腾，使水气化并不断除去，食盐随着水分的减少而结晶析出。

仪器和试剂**【仪器】**

蒸发皿、玻璃棒、铁架台(带铁圈)、酒精灯、坩埚钳、石棉网、火柴、洗瓶。

【试剂】

食盐溶液。

实验过程**【实验装置及步骤】**

步骤1 向蒸发皿中加入食盐溶液，观察液体颜色。

步骤2 将酒精灯放置在铁架台上，调节好铁圈高度，将蒸发皿放在铁架台的铁圈上，用酒精灯小火加热，同时用玻璃棒不断搅拌[如图4-1(a)所示]，待蒸发皿中出现较多固体时，停止加热。用坩埚钳取下蒸发皿，放在石棉网上冷却至室温。

【实验现象】

步骤2中，加热后食盐溶液沸腾，蒸发皿中逐渐有白色固体析出。

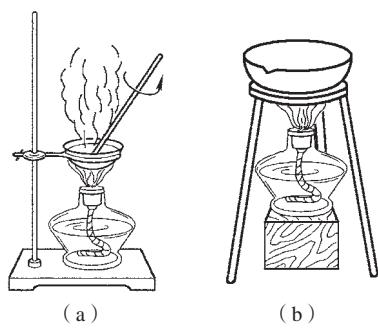


图 4-1 蒸发

【实验分析】

蒸发时先预热，再缓慢加热，然后集中加热，并用玻璃棒不断搅拌，防止蒸发过程中液滴或晶体受热不均匀而飞溅。

当蒸发皿中有较多食盐晶体析出时，应停止加热，利用蒸发皿的余热使残留的少量水分蒸发而得到干燥晶体。这样制备的食盐是白色的，否则温度过高会将食盐烤黄，效果不佳。

实验关键及注意事项

【安全提示】

1. 蒸发到后期，有少量固体飞溅，可以移走蒸发皿或者停止加热，不必惊慌。
2. 蒸发过程中应使用坩埚钳取用蒸发皿，不可用手直接接触蒸发皿，以免烫伤。
3. 将热的蒸发皿从铁圈上取下，应放置在石棉网上冷却，以免使实验桌面造成损害。特别小心在取下热蒸发皿后，手不能马上接触铁圈。

【试剂配制】

室温下食盐（氯化钠）的溶解度大约为36g/100g水。实验所用的食盐溶液最好是常温下的饱和溶液或者接近饱和的溶液，否则蒸发析出晶体的时间较长。

【实验操作的注意事项】

1. 注入蒸发皿中的溶液不能超过其容积的 $\frac{2}{3}$ ，以免沸腾时溶液溢出。
2. 本实验是蒸干操作，要蒸发至有较多量食盐晶体析出时停止加热，实际操作中观察到蒸发皿底部有较多量晶体出现，蒸发皿底部基本无水分存在，但晶体仍处于湿润状态，即停止加热，利用蒸发皿的余热蒸干水分。

【仪器介绍】

1. 蒸发皿

蒸发一般在蒸发皿中进行，蒸发皿是用于蒸发液体、浓缩溶液或烘干固体的器皿，口大底浅，有圆底和平底带柄两种，最常用的为瓷质蒸发皿。蒸发皿的规格以直径表示，有60~150mm等多种。能耐高温，但不能骤冷，加热时蒸发皿用铁架台[如图4-1(a)所示]或三脚架[如图4-1(b)所示]支

撑。蒸发皿上口有尖嘴，从蒸发皿中向其他容器中倾倒液体时应从尖嘴口处倒出。

2. 三脚架

三脚架是铁制仪器，用于搁置加热物体或仪器。

教学建议

本实验要求学生能做到课前预习，在进行蒸发前思考：蒸发需要哪些仪器？

在蒸发时思考：1. 蒸发操作时，怎样防止析出的晶体飞溅？

2. 玻璃棒在蒸发操作中起什么作用？

晶体是一种有规则几何外形的固体，初中化学中学生接触较多的晶体有：食盐晶体、硝酸钾晶体、硫酸铜晶体、碳酸钠晶体等。食盐晶体、硝酸钾晶体等不含结晶水，但硫酸铜晶体($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)和碳酸钠晶体($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$)含有结晶水。

一般情况下，在蒸发获得晶体时，为避免析出的晶体飞溅，在蒸发皿中留有少量水分时即停止加热，利用蒸发皿的余热蒸干水分，但是用此方法得到的食盐晶体往往是湿润的。因此，建议对于不含结晶水的晶体，尽可能用小火将水分蒸发掉(在少量可溶性杂质不析出的前提下)。而对于含有结晶水的晶体，则应在蒸发皿中析出大量晶体，还有少量水分时即停止加热。

5. 怎样制得蒸馏水(拓展实验)

实验目的

- 初步学会装配简单仪器装置的方法。
- 知道蒸馏实验的操作技能。
- 初步学会制取蒸馏水的实验方法。

实验地位与作用

本实验是九年级第一章“1.3 物质的提纯”中的拓展实验，学习水平要求是 A 级。

本实验内容是关于物质的提纯，是在学生认识纯净物与混合物的基础上开展的课堂实验，有助于学生辨别纯净物与混合物，知道物质提纯的一种新方法，初步学会蒸馏的基本操作和制取纯度较高的水——蒸馏水的方法。

实验原理

蒸馏是物质分离提纯的重要方法之一。利用混合液体或固液体系中各组分沸点不同，使低沸点组分首先气化，再冷凝，达到从混合物中分离出来的目的。把含有杂质的水放在蒸馏烧瓶中（蒸馏烧瓶上插有一支温度计），加热至水沸腾，产生的水蒸气流经冷凝管的内管，被冷凝管外管的水冷凝为液体，进入接液管再流至锥形瓶中。得到的即为蒸馏水。

实验过程

【实验装置及步骤】

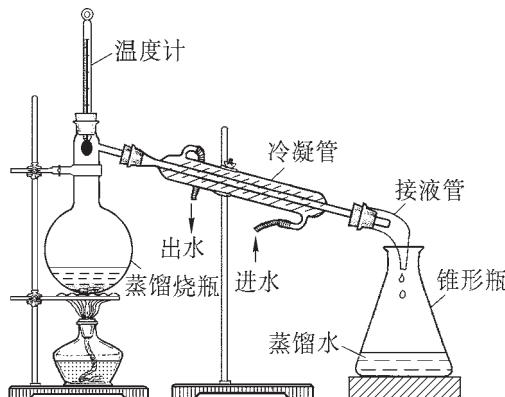


图 5-1 蒸馏

【仪器和试剂】

【仪器】

铁架台（带铁圈、烧瓶夹）、蒸馏烧瓶（250mL）、冷凝管（直形）（200mm）、锥形瓶（250mL）、接液管、酒精灯、石棉网、温度计、乳胶管、碎瓷片、火柴、橡胶塞。

【试剂】

含有杂质的水（自来水）。

步骤1 按图5-1搭建实验装置。

步骤2 检查装置气密性。

步骤3 在蒸馏烧瓶中加入自来水至其容积的 $\frac{1}{3}$ 处，再加入几片碎瓷片，然后用插有温度计(200℃)的橡胶塞塞紧连接好全套装置。打开冷凝管的进水开关，用酒精灯给蒸馏烧瓶加热。

步骤4 当水温达到约100℃时，水沸腾，水蒸气经过冷凝管冷凝后形成水滴流下，收集蒸馏水。

步骤5 停止加热，关闭自来水。

【实验记录】

蒸馏烧瓶内液体沸腾，冷凝管中有液体流出。

【实验分析】

1. 实验中所用的含有杂质的水，用普通自来水即可。
2. 若一开始有液体出现，后续没有液体出现，请检查冷凝管水流方向是否正确，务必保证进水口在冷凝管的下端。

实验关键及注意事项

【安全提示】

蒸馏结束后不可用手接触蒸馏烧瓶外壁以免烫伤，应等仪器冷却后再从铁架台取下。

【实验操作的注意事项】

1. 组装仪器的程序应先从酒精灯装起，根据酒精灯的高低确定蒸馏烧瓶的位置，然后再接冷凝管、接液管、锥形瓶，即“先下后上，从左到右”；拆卸蒸馏装置的顺序则刚好相反。
2. 一定要在蒸馏烧瓶中放入几片碎瓷片。
3. 加热时用酒精灯外焰加热，给蒸馏烧瓶加热需要垫石棉网。
4. 温度计在该实验中的作用是测量水的沸点，所以要严格置于蒸馏烧瓶的支管口。

教学建议

有条件的学校可以把本实验作为学生实验开展课外活动，丰富学生的业余生活，让学生从化学角度认识蒸馏水，同时锻炼学生的动手能力。

1. 为方便学生更直观地观察实验现象，建议在蒸馏前，往自来水中滴加2滴红墨水。通过蒸馏获得的蒸馏水是无色透明的，使学生更好地理解蒸馏的作用。
2. 为加深学生对蒸馏水与一般自来水不同特点的印象，还可以增加自制蒸馏水与自来水的比较实验。在两支试管中分别加入蒸馏水和自来水，再分别滴加酸化的硝酸银溶液，观察现象。帮助学生体会，通过蒸馏的方法可以有效除去自来水中含有的氯离子等杂质。或用蒸发的方法，观察比较有无“白斑”现象。
3. 由于学生很少接触大型仪器的组装，教师务必指导学生进行组装，讲清道理。同时要讲清楚在蒸馏烧瓶中要放少量碎瓷片的原因。蒸馏烧瓶中所盛放的液体，不能超过其容积的 $\frac{2}{3}$ ，也不能少于其容积的 $\frac{1}{3}$ 的原因。温度计水银球的位置应与支管口下缘位于同一水平线上的原因。还有冷凝管的使用方法，为什么要从下口进水，上口出水等问题。

实验目的

1. 学会称量、溶解、过滤、蒸发等基本操作。
2. 能完整表达从固体混合物中除去不溶性杂质的过程和方法。
3. 通过实验中产率的计算，初步体验化学实验中“量”的概念，分析实验中的损失，养成认真仔细的实验态度。

6. 粗盐提纯(学生实验)**实验地位与作用**

本实验是九年级第一章“1.3 物质的提纯”中的学生实验，学习水平要求是B级。

本实验内容是关于物质的提纯，是化学起始阶段的重点学生实验。在完成课堂实验含泥沙的水的过滤和蒸发食盐溶液之后，将溶解、过滤、蒸发等多种基本操作综合应用。让学生经历简单的物质分离过程，并学习数据的记录和处理。

本实验是用物理方法从固体混合物中除去不溶性杂质，也为今后用化学方法除去可溶性杂质埋下伏笔。体验化学实验的乐趣，认识化学实验是化学的主要研究方法。

实验原理

根据物质的溶解性、在不同温度下的溶解度等物理性质，采用溶解、过滤、蒸发等方法分离混合物。

粗盐中除含有一定量的难溶性杂质外，还含有其他可溶性盐类(如 CaCl_2 、 MgCl_2 、 Na_2SO_4 等)，本实验要求除去难溶性杂质，所以只要用溶解、过滤等操作即可。

本实验的核心操作是过滤和蒸发。

实验过程**仪器和试剂****【仪器】**

电子天平(精确到0.1g)、铁架台(带铁圈)或漏斗架、漏斗、蒸发皿、酒精灯、量筒(25mL)、烧杯(50mL)、胶头滴管、玻璃棒、剪刀、药匙、坩埚钳、

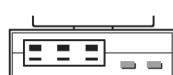
【实验装置及步骤】

图 6-1 称量



图 6-2 粗盐溶解

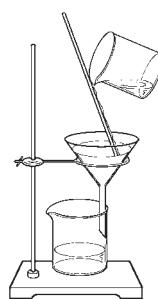


图 6-3 过滤

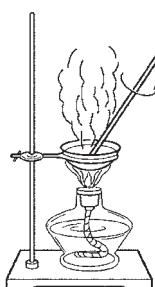


图 6-4 蒸发

 仪器和试剂

石棉网、滤纸、剪刀、纸片、火柴、洗瓶、称量纸。

【试剂】

粗盐或精盐中加细沙、蒸馏水。

步骤1 称量。在电子天平上放置称量纸，去皮，称量约5.0g粗盐（精确至0.1g）。

步骤2 溶解。把称得的粗盐放入烧杯中，用25mL量筒量取约15mL蒸馏水，倒入烧杯中。用玻璃棒搅拌，使粗盐充分溶解。

步骤3 过滤。如图6-3所示，制作过滤器，装配好过滤装置，过滤上述液体。

步骤4 蒸发。如图6-4所示，搭建好蒸发装置，将滤液转入蒸发皿中，在不断搅拌下加热，直到有较多食盐晶体析出时停止加热，利用余热将滤液蒸干。

步骤5 再称量。冷却后，将蒸发皿内精盐转移至称量纸上，再称量（精确至0.1g）。

【实验记录】

1. 粗盐质量 _____ g，精盐质量 _____ g。

2. 回收精盐占粗盐的百分率（产率）= $\frac{\text{精盐质量}}{\text{粗盐质量}} \times 100\% = \text{_____}$ 。

【实验分析】

1. 室温下氯化钠的溶解度约为36.0g/100g水，溶解5.0g纯净食盐最少需要水的质量为 $\frac{5.0}{36.0} \times 100 = 13.9$ g。所以本实验中用约15mL水足以使粗盐中氯化钠全部溶解。

2. 实验中回收精盐的产率偏高，可能原因有：①过滤时杂质未除尽。②蒸发时未蒸干。

3. 实验中回收精盐的产率偏低，可能原因有：①溶解不完全，将未溶解的精盐当成杂质过滤除去。②过滤时漏斗下端管口未紧靠烧杯内壁导致滤液飞溅。③转移过程中造成损失，滤液未全部转移入蒸发皿或蒸发完成后未将精盐全部转移至称量纸。④蒸发时未使用玻璃棒导致晶体飞溅……

实验关键及注意事项

【安全提示】

本实验用到蒸发操作中相关安全提示，详见九年级化学实验“4. 蒸发食盐溶液（课堂实验）”。



图 6-5 电子天平

- 【实验操作的注意事项】**
- 过滤过程中的注意事项，详见九年级化学实验“3. 含泥沙的水的过滤(课堂实验)”。
 - 蒸发过程中的注意事项，详见九年级化学实验“4. 蒸发食盐溶液(课堂实验)”。
 - 电子天平及其使用。称量固体物质，一般用电子天平。放上被称量物后，电子天平在几秒钟内达到平衡，直接显示示数，具有称量快，精确度高的特点。称量时需要先检验电子天平是否处于平衡状态，然后在电子天平上先放一张称量纸，去皮，再称量。如果是易潮解或具有腐蚀性的固体，需要放在玻璃器皿(烧杯或表面皿)中称量。
- 电子天平的使用方法详见第2部分“化学实验基本操作”。

教学建议

实验前，可以利用教材中问题进行讨论：

- 粗盐提纯包含哪些分离操作？
- 请你设计实验操作步骤，与教材中实验步骤比较有何异同？
- 列出实验所需的仪器和试剂。

实验过程中，教师要不断巡视，及时纠正过滤、蒸发操作中的问题，同时防止仪器损坏与烫伤事故的发生。

实验后，让学生比较粗盐与精盐的性状差异，并计算产率。

那么，如何衡量学生的实验是否成功呢？一方面可以通过精盐的纯度(外观性状，颜色比较)来进行考量，提纯后仍含有大量杂质的实验为失败；另一方面可以通过精盐损失的质量进行考量，实验中引入“产率”，目的不是增加两次称量操作机会，而是要让学生初步具有“量”的意识。学生实验中对产率没有具体要求。但是，对于产率偏低的，可以引导学生分析实验中的损失，有助于培养学生认真仔细的实验习惯。

另外，通过实验活动引导学生拓展想象和思维的空间，联系社会生产、生活实际，掌握混合物分离和物质提纯的一般方法。教师可以结合“溶液”“盐”“海水的综合利用”等课题，引领学生通过课外阅读或在互联网上查找资料来了解有关知识，设计混合物分离的探究方案。

7. 磷与氧气的反应(课堂实验)

实验目的

实验地位与作用

本实验是九年级第二章“2.1 人类赖以生存的空气”中的课堂实验，学习水平要求是B级。

本实验是在提示磷能与氧气反应生成五氧化二磷的前提下设计的，是在学生学习了气体压强的知识后，进行的首个探究实验。通过本实验让学生寻找一种实证研究空气成分的方法。

根据实验现象推测空气中氧气的体积分数。认识用实验测定物质成分的方法。

1. 知道红磷燃烧的实验原理及实验现象。
2. 学会正确读取和记录有关体积数据，测定空气中氧气体积分数的方法。
3. 理解测定空气中氧气体积分数的原理，选择测定的实验装置。

实验原理

依据拉瓦锡钟罩实验的原理：利用过量的汞将密闭装置内空气中的氧气完全消耗后生成新的固体物质，使该装置内气体压强减小，通过一定的压强差将液体压入装置。根据压入装置内液体的体积，确定空气中氧气的体积分数。

关于空气中氧气体积分数的测定，新老教材中涉及两个实验。

一个是利用红磷燃烧耗氧的方案进行实验，如图7-1所示。红磷燃烧耗尽集气瓶内空气中的氧气，使集气瓶内气体压强减小，在外界大气压作用下，烧杯中的水进入集气瓶。根据进入集气瓶内水的体积，确定空气中氧气的体积分数。其化学方程式为： $4P + 5O_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2P_2O_5$ 。 P_2O_5 能溶于水，生成偏磷酸或磷酸。

另一个是利用金属（如铜）氧化的方案进行实验。灼热的金属铜氧化耗尽密闭容器内空气中的氧气，使密闭容器内压强减小，在外界大气压作用下，推动注射器上的活塞移动，测出气体体积变化。根据密闭容器内气体体积变化，确定空气中氧气的体积分数。其化学方程式为： $2Cu + O_2 \xrightarrow{\Delta} 2CuO$ 。

选用的试剂必须只和空气中的氧气完全反应。如果选用足量的细铁丝，则细铁丝只能在较纯氧气中燃烧，故达不到测定空气中 O_2 体积分数的目的。再如选用蜡烛的燃烧，当点燃的蜡烛消耗掉空气中氧气总量的 $\frac{2}{3}$ 时就会熄灭，故用蜡烛做本实验时误差较大。几种试剂相比，磷燃烧时耗氧率最高，可达到99%左右，因此尽管 P_2O_5 与 CuO 相比显得不太安全，但为了实验的精确度，大多数教材还是选择红磷耗氧的方案。

本实验利用红磷燃烧耗氧的方案。根据实验现象，集气瓶中液面上升约 $\frac{1}{5}$ ，说明空气中的氧气被消耗了，消耗的氧气体积约占空气体积的 $\frac{1}{5}$ 。

实验过程

仪器和试剂

【仪器】

酒精灯、集气瓶(250mL)、燃烧匙、橡胶塞、烧杯(100mL)、硬质玻璃管、乳胶管、弹簧夹、火柴。

【试剂】

红磷、水。

○【实验装置及步骤】

步骤1 将集气瓶的体积分为五等份，并且做好标记，检查装置气密性。

步骤2 用弹簧夹夹紧乳胶管，点燃燃烧匙内红磷，立即伸入集气瓶中，并把塞子塞紧(如图7-1所示)。观察并记录红磷燃烧的现象。

步骤3 待红磷燃烧熄灭并冷却后，打开弹簧夹，观察实验现象。

【实验现象】

步骤2中，红磷燃烧，产生大量白烟，放出大量热量。

步骤3中，冷却后打开弹簧夹，烧杯中的水沿着导管进入集气瓶中，最后上升至约占集气瓶容积的 $\frac{1}{5}$ 处。

【实验分析】

如果在实验中水进入的体积不是集气瓶容积的 $\frac{1}{5}$ ，可能的原因有：

1. 氧气没有完全耗尽，导致结果偏小。当燃烧持续进行时，氧气的浓度越来越小，氧化的反应速率也越来越小。一旦燃烧释放的热量不足以维持温度高于可燃物着火点时，燃烧便停止。所以即使红磷是足量的，但红磷燃烧耗氧率也不是100%，故最后仍有少量氧气残留在集气瓶中，导致结果偏小。

2. 装置因素，导致结果偏小。例如，烧杯中的水不足量，或伸入烧杯中的导管未深插入水面下，或当水倒吸入集气瓶时，由

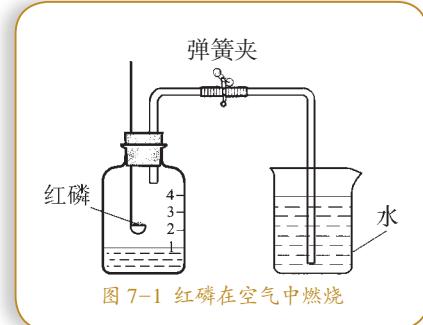


图7-1 红磷在空气中燃烧

于集气瓶和烧杯中的水面高度不一致造成两边压强不相等或导管中留有水分等。这些都会使结果偏小。

3. 由操作导致的误差。例如，装置气密性不好，导管或橡胶塞漏气，当瓶中氧气参与反应气压减少时，瓶外大气渗入瓶中以保持气压平衡，导致结果偏小。未经冷却至室温就打开弹簧夹，瓶内剩余气体没有完全冷却至室温而使气体体积膨胀，导致结果偏小。燃烧的红磷伸入集气瓶时，瓶内的空气因受热膨胀和对流的影响而外逸，导致结果偏大。

实验关键及注意事项

【安全提示】

红磷取黄豆粒大小(约0.5g)。使用酒精灯点燃红磷时，需注意安全，本实验易发生危险。

【实验条件】

红磷着火点为240℃，需要用酒精灯点燃。

【实验操作的注意事项】

1. 对反应物的要求：能与空气中的氧气反应而不与空气中的其他成分反应；反应物必须过量。
2. 生成物为固体，生成物为极易溶于水或能被某种溶液吸收的气体。
3. 装置的气密性要好。实验结束时，须等到装置冷却至室温后再打开弹簧夹。

教学建议

鉴于本实验活动在开展时，学生对氧气的化学性质了解甚少，因此建议将本实验活动延至学生学完“氧气的化学性质”后。活动开展的过程中，注意引导学生思考：

1. 集气瓶内水位为什么只能上升到一定高度？
2. 集气瓶内剩余的气体是什么？
3. 为测定空气中氧气的含量而运用化学方法除去氧气时，应注意哪些问题？
4. 上述实验在哪些环节上可能造成误差？如何避免或减小这些误差？
5. 引导学生从“反应原料的选择”“反应装置的选择”“实验成败的分析”“实验评价与改进”等角度对实验进行分析和探究，同时融入“氧气化学性质”的学生实验。

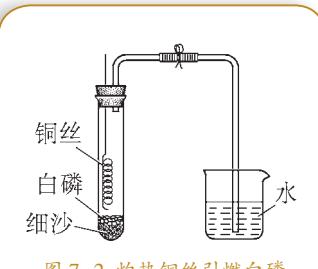
实验改进与创新^①**改进方法一****【实验装置】**

图 7-2 灼热铜丝引燃白磷

【实验步骤】

如图 7-2 所示,先关闭弹簧夹,将螺旋状的铜丝灼烧后迅速插入大试管中,并接触大试管底部的白磷,塞紧橡胶塞。待燃烧完毕,冷却至室温,打开弹簧夹,记录烧杯中的水倒吸入大试管内体积,确定空气中氧气的体积分数。

注: 将螺旋状的铜丝嵌在单孔橡胶塞上。

【实验改进与创新之处】

本实验利用白磷着火点(约 40℃)低的特点,借助铜丝上的热量引燃白磷,使燃烧的整个过程都在密闭容器中进行,避免容器中空气的流失。

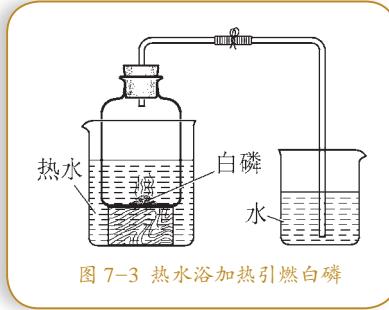
改进方法二**【实验装置】**

图 7-3 热水浴加热引燃白磷

【实验步骤】

如图 7-3 所示,用热水浴加热的办法使白磷燃烧,待燃烧完毕,冷却至室温,打开弹簧夹,记录烧杯中的水倒吸入集气瓶内体积,确定空气中氧气

^① 王程杰. 中学化学实验研究 [M]. 上海: 华东师范大学出版社, 2005.

的体积分数。

【实验改进与创新之处】

本实验利用白磷着火点低的特点，借助热水浴引燃白磷，使燃烧的整个过程都在密闭容器中进行，避免容器中空气的流失。

改进方法三

【实验装置】

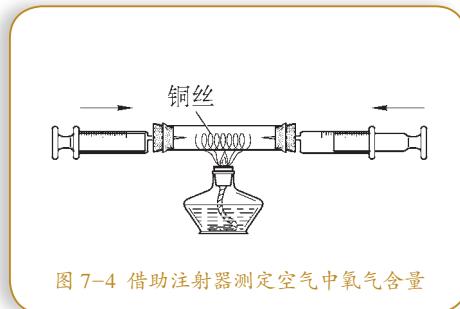


图 7-4 借助注射器测定空气中氧气含量

【实验步骤】

如图 7-4 所示，在硬质玻璃管的两端，通过橡胶塞连接两个注射器，检查装置气密性。在硬质玻璃管内装几团细铜丝，把由两个注射器组成的密闭系统内的空气体积调到约 50mL。用酒精灯加热硬质玻璃管中的铜丝，同时交替缓慢推动两个注射器活塞，至硬质玻璃管内铜丝变黑且较长时间内无进一步变化时停止加热。待冷却至室温将气体全部推至一个注射器内，观察密闭系统内空气体积变化。根据密闭系统内气体体积变化，确定空气中氧气的体积分数。

实验目的

1. 学会用带火星的木条检验氧气。
2. 学会观察和描述物质在氧气中燃烧时发生的现象。
3. 体验氧气是一种化学性质活泼的气体。
4. 学会使用燃烧匙、坩埚钳、集气瓶、镊子等仪器。

8. 物质在氧气中燃烧(学生实验)**实验地位与作用**

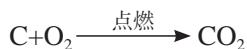
本实验是九年级第二章“2.2 神奇的氧气”中的学生实验，学习水平要求是B级。

本实验内容是关于氧气的化学性质，是氧气化学性质的学生实验，让学生亲身体验对物质性质的研究，体验实验过程和学习观察实验现象。根据木炭、硫、铁丝与氧气发生的化学反应，知道氧气是一种比较活泼的气体，它能跟自然界中许多金属和非金属发生化学反应。在实验中发现物质在空气中燃烧和在纯氧中燃烧的现象是不相同的，感悟氧气浓度越大燃烧越剧烈。在实验中学习观察、比较、分析和归纳的方法，通过检验生成物推导生成物的实验方法。

实验原理

氧气是一种比较活泼的气体，许多物质都可以与氧气发生化学反应。

木炭在空气(或氧气)中燃烧的化学方程式：



二氧化碳与澄清石灰水作用的化学方程式：



硫在空气(或氧气)中燃烧的化学方程式：



铁丝在纯氧中燃烧的化学方程式：



实验过程

【实验装置及步骤】

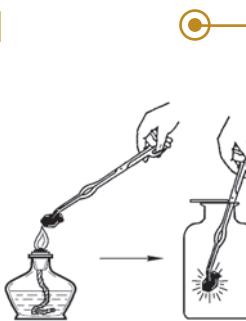


图 8-1 木炭在空气、氧气中燃烧

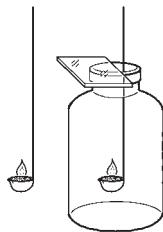


图 8-2 硫在空气、氧气中燃烧

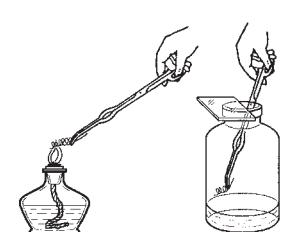


图 8-3 铁丝在氧气中燃烧

【仪器和试剂】

【仪器】
集气瓶(250mL)、坩埚钳、酒精灯、燃烧匙、石棉网、砂纸、火柴、毛玻璃片。

【试剂】

木炭、硫、铁丝、氧气、澄清石灰水、石蕊试液、水(或细沙)。

实验一 带火星的木条伸入氧气中

将带火星的木条伸到盛有氧气的集气瓶中，观察木条是否复燃。

实验二 木炭在空气、氧气中燃烧

步骤1 如图8-1所示，将一小块木炭用坩埚钳夹住，放在酒精灯火焰上加热至发红，迅速伸入盛有氧气的集气瓶中，观察比较木炭在空气和氧气中的燃烧现象。

步骤2 待燃烧停止后，取出燃烧匙，向集气瓶中倒入少量澄清石灰水，盖好毛玻璃片振荡，观察现象。

实验三 硫在空气、氧气中燃烧

步骤1 取少量硫放入燃烧匙中，加热至硫熔化并燃烧，观察硫在空气中燃烧时发生的现象。

步骤2 如图8-2所示，再将燃烧匙伸入盛有氧气的集气瓶中，再观察硫在氧气中燃烧时发生的现象。

实验四 铁丝在氧气中燃烧

如图8-3所示，取几根细铁丝，擦去表面铁锈，绕成螺旋状后在末端系上火柴梗，用坩埚钳夹住铁丝并点燃火柴梗。待火柴梗将燃尽时，伸入盛满氧气的集气瓶(预先放少量水或细沙)中，观察现象。

【实验现象】

实验一中，带火星的木条在氧气中复燃。

实验二中，步骤1中，木炭在氧气中燃烧比在空气中燃烧得更旺，并发出更明亮的光，放出热量。步骤2中，燃烧后生成的无色气体能使澄清石灰水变浑浊。

实验三中，步骤1中，硫在空气中燃烧发出微弱的淡蓝色火焰，放出热量，产生有刺激性气味的气体。步骤2中，硫在氧气中燃烧比在空气中燃烧得更旺，发出明亮的蓝紫色火焰，放出热量，产生有刺激性气味的气体。

实验四中，铁丝在氧气中剧烈燃烧，火星四射，放出大量的热量，生成的黑色固体溅落集气瓶底部。

【实验分析】

如果实验现象不明显或实验失败，请注意收集的氧气是否纯净，本实验对氧气的纯度有要求，所需氧气建议用排水集气法收集。

实验四中铁丝在纯氧中燃烧，如果只看到火柴梗在氧气中燃烧的现象，说明引燃使用的火柴梗太长。若观察不到火星四射的现象，可能是引燃使用的火柴梗太短，红热的铁丝散热很快；也可能铁丝上的铁锈或油漆没有擦尽；也有可能收集的氧气不纯或不足。

实验关键及注意事项

【环保注意事项】

硫燃烧实验中生成带有刺激性气味的二氧化硫，是污染空气引起酸雨的主要气体。因此，实验中取用硫粉的量要少（1~2粒黄豆大小即可）。燃烧匙柄上最好配有圆形铁皮，减少二氧化硫气体逸出而污染空气。盛有氧气的集气瓶底部最好预留少量水或氢氧化钠溶液，用于吸收二氧化硫。

建议硫燃烧实验由教师演示，并在通风橱中进行。

【实验操作的注意事项】

1. 实验四中铁丝在纯氧中燃烧，为保证实验成功要注意铁丝的粗细，建议用0.2mm左右的铁丝，并绕成螺旋状。集气瓶底部预先放少量水或细沙，防止高温生成物溅落炸裂瓶底。

2. 硫在加热条件下与铁、铜都会反应，铁制或铜制燃烧匙有可能被烧坏，实验三硫燃烧实验中，建议使用玻璃燃烧匙。

3. 本实验要用到燃烧匙、集气瓶、毛玻璃片等仪器。

(1) 燃烧匙由铁丝和铜质小勺铆合而成。用于盛放可燃性固体做燃烧实验，特别是固体在气体中的燃烧实验。

(2) 集气瓶用于收集气体、装配洗气瓶、进行物质跟气体之间的反应。集气瓶外形与广口瓶相似，但它的瓶口表面磨砂，能跟毛玻璃片保持严密接触，不易漏气。毛玻璃片一面光滑，一面磨砂，通常在收集气体后，将磨砂的一面盖在集气瓶口，适用于短时间保存气体。

教学建议

本实验属于学生实验，引导学生亲身体验物质性质的实验过程，学会观察并描述物质在氧气中燃烧时发生的实验现象。引导学生在实验过程中遵循实事求是的精神，当实验出现意外现象或未能成功时，能否主动地分析原因，找出解决方法（或者在教师的帮助下找出解决方法），进一步完成实验。

实验结束完成思考与讨论：

1. 为什么做硫在氧气中燃烧实验时，只能取少量硫？
2. 为什么做细铁丝在氧气中燃烧实验时，要预先在集气瓶中放少量的水或细沙？
3. 木炭、硫、铁丝在空气中和在氧气中反应剧烈程度不同，原因是什什么？

实验改进与创新

提高铁丝在纯氧中燃烧实验的成功率，可以尝试进行如下改进方法：

改进方法^①

【实验装置】

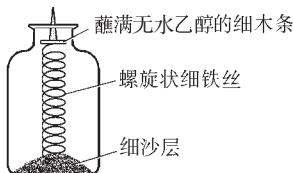


图 8-4 铁丝在氧气中燃烧

① 谭祥中, 涂红梅. 铁丝在氧气中燃烧实验的改进 [J]. 化学教学, 2008 (12).

【实验步骤】

步骤1 取一只320~500mL集气瓶，在底部铺上1cm厚的细沙层，然后用向上排空气法收集满氧气。

步骤2 取一根直径为0.38mm细铁丝(如用细钢丝代替细铁丝，效果会更好)，除去其表面铁锈，将细铁丝绕成螺旋状。

步骤3 取一根细木条，截取长约1.5~2cm，将细木条与螺旋状的细铁丝连接好。

步骤4 用小烧杯盛一定量的无水乙醇，将细木条蘸满无水乙醇，然后迅速拿掉集气瓶上的玻璃片，将细铁丝小心插入集气瓶内的细沙层中，如图8-4所示(如果细沙层太薄，螺旋状铁丝无法站立，可以在铁丝下端缠绕一块铁片后，再放入集气瓶中)。

步骤5 用一根燃着的木条点燃集气瓶口蘸满无水乙醇的细木条，待细木条即将燃烧完时，盖上玻璃片即可看到火星四射。

注意：细铁丝插入细沙层时要稳定且处于集气瓶的正中间位置，防止燃烧时集气瓶炸裂。连接在细铁丝上面的细木条要高出集气瓶口0.3~0.5cm。

【实验改进与创新之处】

改进后的实验中，以无水乙醇为铁丝引燃物，便于点燃，由于铁丝是从上往下燃烧，它是逐步消耗集气瓶中的氧气，因此实验现象持续时间较长，易于观察，且操作简单、安全，实验效果好，成功率高；不再为火柴梗燃烧的长度而担忧，且无污染，节约资源，更适合学生实验。

9. 用氯酸钾制取氧气(学生实验)

实验目的

- 知道实验室用氯酸钾制取氧气的原理，并选择氧气的发生装置。
- 学会装配和拆卸用氯酸钾制取氧气的装置。
- 学会用排水法收集氧气。

实验地位与作用

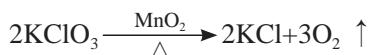
本实验是九年级第二章“2.2 神奇的氧气”中的学生实验，学习水平要求是B级。

本实验是关于氧气的制备实验，是固体加热制取气体的典型实验，重在实验方法和技能的学习。学生经历在实验室中利用化学变化制取氧气的过程，并规范完成实验操作。本实验是学生首次接触气体制取的探究过程，要对学生进行方法的指导。例如，通过对实验药品、反应条件、反应装置、收集方法的选择等方面分析，对后续学习二氧化碳气体的制取有借鉴作用。

实验原理

实验室常通过分解含氧化合物得到氧气，并根据不同情况储存在相应的容器中。

本实验中通过加热氯酸钾和二氧化锰的混合物制取氧气，同时还生成氯化钾。二氧化锰在反应中作催化剂。反应的化学方程式：



氧气不易溶于水，在室温和标准大气压下，1L水中只能溶解约30mL氧气。可采用排水集气法收集氧气。

实验过程

【实验装置及步骤】

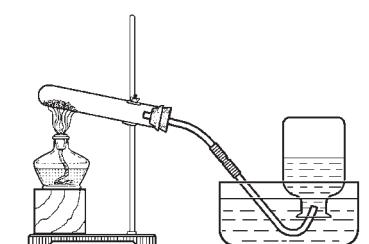


图 9-1 加热氯酸钾制取氧气

仪器和试剂

【仪器】

铁架台(带铁夹)、试管(20mm×200mm)、水槽、集气瓶(250mL)、导管、酒精灯、火柴、毛玻璃片、药匙。

【试剂】

氯酸钾、二氧化锰、水。

步骤1 如图9-1所示,搭建实验装置,检查装置的气密性。

步骤2 将氯酸钾和二氧化锰以3:1(质量比)的比例均匀混合,使之平铺在试管底部。根据酒精灯的位置将试管固定在铁架台上。

步骤3 将集气瓶盛满水,用毛玻璃片盖住集气瓶口。把盛满水的集气瓶连同毛玻璃片一起倒立在盛水的水槽中。

步骤4 点燃酒精灯并加热试管。开始时用酒精灯外焰对固体物质均匀加热,再对固体物质固定加热。

步骤5 当气泡连续均匀地逸出时,将导管伸入盛满水的集气瓶中。待集气瓶口有气泡向外逸出时,在水下用毛玻璃片盖住集气瓶口。小心地把集气瓶移出水槽,正放在桌面中央。

步骤6 实验结束,先将导管移出水槽,再熄灭酒精灯。

【实验现象】

开始时导管口(水槽中)缓慢不均匀产生气泡,后气泡连续而快速逸出。

【实验分析】

1. 若实验过程中发现气泡逸出速率减小,可改变酒精灯的加热位置,使未反应的氯酸钾继续分解。

2. 用氯酸钾制取的氧气可能略有刺激性气味,这是由副反应造成的,使氧气中含有少量氯气。

实验关键及注意事项

【安全提示】

1. 实验结束后,不可用手接触试管外壁,以免烫伤。应等试管冷却后再从铁架台上取下。

2. 二氧化锰要进行预处理。选用工业级二氧化锰时需进行预处理。原因是可能混有可燃性杂质,如炭屑、有机物等。这些杂质跟二氧化锰、氯酸钾混合加热时,可能引起爆炸。因此预先要把二氧化锰放在铁盘或蒸发皿中加热煅烧,除尽其中的还原性杂质。若选用化学纯以上级别的二氧化锰,不会引起爆炸,不必进行预处理。

【实验操作的注意事项】

1. 氯酸钾和二氧化锰的用量比,教师演示实验时为了加快反应,宜用

3 : 1 的质量比。二氧化锰颗粒要细，它的用量不宜太少，否则氯酸钾在加热过程中会熔化。

2. 给试管中固体加热，试管口应略向下倾斜，药品要平铺在试管底部。
铁夹要夹在离试管口 $\frac{1}{3}$ 处，导管伸出橡胶塞 1cm 左右。
3. 用排水法收集氧气，集气瓶中预先装满水，不能留有气泡。需要收集多瓶氧气时，建议把多瓶装满水的集气瓶一起倒扣在水槽的水中。
4. 实验结束后，为防止水倒流引起试管破裂，务必先将导管从水槽中取出，再熄灭酒精灯。

教学建议

如果本实验作为课堂实验时，为了使学生观察现象更清晰，建议适当增加药品用量，使用较大规格的仪器，如选择 250mL 集气瓶收集氧气。但在学生实验活动中，建议药品用量减半，使用 125mL 集气瓶收集氧气等。

另外，可以根据学生情况，选择适当的课题进行相应的实验探究，拓展学生视野，提升学生实验思维。例如：

1. 该反应中产生的氧气是来自于氯酸钾还是二氧化锰？
2. 如何证明二氧化锰在该反应中作催化剂？
3. 如何测定不同催化剂对氯酸钾分解催化的效果？
4. 如何证明二氧化锰在反应前后质量保持不变？
5. 如何证明二氧化锰在反应前后化学性质保持不变？

实验目的

- 知道实验室用过氧化氢制取氧气的原理，并选择适宜的氧气发生装置。
- 学会装配和拆卸用过氧化氢制取氧气的装置。
- 学会用向上排空气法收集氧气。

实验地位与作用

本实验是九年级第二章“2.2 神奇的氧气”中的课堂实验，学习水平要求是B级。

本实验是关于氧气的制备实验，是固体和液体不需加热条件下反应制取气体的典型实验。关注实验方法和技能的学习，引导学生从实验药品、反应条件、反应装置、收集方法等方面比较两种制取氧气的实验方法，培养学生分析比较的能力。

实验原理

在二氧化锰的催化作用下，过氧化氢迅速分解产生氧气和水，这一反应的化学方程式： $2\text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{MnO}_2} 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$

在标准状况下，氧气的密度是1.429g/L，比空气的密度(1.293g/L)略大，可采用向上排空气法收集氧气。

实验过程**仪器和试剂****【仪器】**

广口瓶(250mL)、分液漏斗、导管、集气瓶(250mL)、橡胶塞、橡胶管、毛玻璃片、药匙。

【试剂】

3%~5% 过氧化氢溶液、二氧化锰。

【实验装置及步骤】

步骤1 如图10-1所示，搭建实验装置，检查装置气密性。

步骤2 向广口瓶中加入少量二氧化锰，向分液漏斗中加入3%~5%过氧化氢溶液(双氧水)，连接仪器。

步骤3 打开活塞，向广口瓶中加入过氧化氢溶液，并调节滴液速率，使反应平稳进行。

步骤4 用向上排空气法收集氧气，并用带火星木条检验氧气是否收集满。

【实验现象】

广口瓶中产生大量气泡，产生的气体使置于集气瓶口带火星的木条复燃。

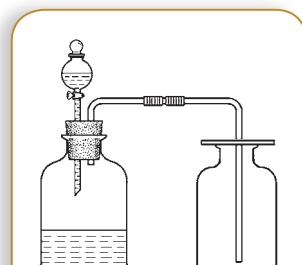


图10-1 过氧化氢制取氧气

【实验分析】

1. 实验过程中,如果产生氧气的气流不平稳,其可能的原因是过氧化氢溶液的浓度过大,加入过氧化氢溶液过快过多,或二氧化锰放入过多等。应调节滴加溶液的速率,使反应能保持较平稳地进行。
2. 实验过程中,如果发现带火星的木条较难复燃,可能是因氧气中混有较多水蒸气而引起的,建议将收集的氧气通过干燥装置后再检验。

实验关键及注意事项

【安全提示】

浓度较大的过氧化氢溶液有较强腐蚀性,稀释过程中应尽量避免接触皮肤。

【试剂配制】

用过氧化氢制氧气。过氧化氢溶液浓度太低,反应很慢,无法较快制得一定量的氧气;而过氧化氢溶液浓度太高,由于过氧化氢的分解是放热反应,随着反应进行,反应液温度会迅速上升,甚至达到沸腾状态,导致产生大量水蒸气,可能使液体冲出容器。一般情况下,浓度为3%~5%过氧化氢溶液较适合于观察气泡的产生,而浓度为10%~20%过氧化氢溶液则比较适合气体的收集。因此,建议教师根据不同需要选择适当浓度的过氧化氢溶液进行实验,过氧化氢溶液浓度不宜过高。

【实验操作的注意事项】

1. 过氧化氢溶液的浓度不能太大,否则反应太快不利于氧气的收集,其次剧烈反应放出大量的热会使氧气中混有较多的水蒸气,导致装置内压强骤然增大,使液滴受阻,给操作带来不便。
2. 检验收集的气体是否为氧气,可以将带火星的木条伸入集气瓶中,观察是否复燃;检验氧气是否收集满,则需将带火星的木条置于集气瓶口,看是否复燃。
3. 本实验使用了分液漏斗。分液漏斗一般用于两种互不相溶的混合液体的分离,也用于萃取分离。在合成反应中,用它来组装反应器,可以随时控制加入反应液的量。使用前要检查活塞处是否漏水。

有关分液漏斗及其使用详见《中学化学实验手册(高中)》中高一化学实验“7. 从海带中提取碘(学生实验)”。

教学建议

1. 可以根据学生情况, 进行适当的实验探究。例如, 探究影响过氧化氢分解速率的因素, 可以从有无催化剂、催化剂种类(如: MnO_2 、氧化铁等)、催化剂的用量、溶液浓度、反应条件等角度进行实验探究, 同时巩固学生运用控制变量法进行实验探究。

2. 实验室制气体的思路分析。

在实验室中制取气体时, 首先要选择反应物, 知道如何控制反应条件, 然后要确定气体发生和收集装置, 最后要审查整个反应体系是否符合环保、安全的要求。并认真思考下列问题:

(1) 你认为下列哪些物质不能作为实验室制取氧气的反应物? 依据是什么?

①水(H_2O) ②高锰酸钾(KMnO_4) ③氯化钠(NaCl)

(2) 某学生认为: 确定实验室制取气体的化学反应时, 应考虑以下几方面因素。你是否同意他的观点? 你应考虑哪些因素?

- | | |
|---------------|---------------|
| A. 原料是否容易获得 | B. 实验条件是否容易控制 |
| C. 实验装置是否容易装配 | D. 实验操作是否安全可靠 |

(3) 选择气体发生装置和收集装置的依据分别是什么?

11. 探究物质在化学反应前后的质量变化 (课堂实验)

实验目的

- 通过实验探究，认识化学反应中各物质质量之间的关系，理解质量守恒定律的含义。
- 在探究实验设计过程中，进一步体验科学探究的过程，寻找不同类型实验验证自己的猜想。
- 通过实验设计及相关数据记录，逐步养成尊重客观事实的科学精神以及认真严谨的科学态度。

实验地位与作用

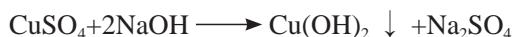
本实验是九年级第二章“2.3 化学变化中的质量守恒”中的课堂实验，学习水平要求是B级。

学生在第一章知道了化学变化的本质是有新物质生成，是质的变化，本节将探讨量的变化。本实验通过探究物质化学反应前后的质量关系，归纳、总结质量守恒定律。质量守恒定律将微观的分子、原子以及宏观的物质变化联系在一起，是化学方程式书写以及相关计算的基础。通过实验得出本结论不仅有利于学生“发现”和理解质量守恒定律，也能让学生体会科学的研究的过程。认识化学反应中的定量关系，体会定量研究的重要性。

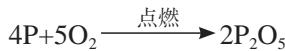
实验原理

本实验选取了三个具有代表性的化学反应来探讨反应前后的质量变化。

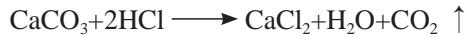
实验一 溶液与溶液的化学反应。比较硫酸铜溶液和氢氧化钠溶液反应前后的质量关系，反应的化学方程式：



实验二 有气体参与的化学反应。在密闭容器中比较白磷燃烧前后的质量关系，反应的化学方程式：



实验三 有气体生成的化学反应。在密闭容器中比较大理石与盐酸反应前后的质量关系，反应的化学方程式：



仪器和试剂**【仪器】**

试管
($18\text{mm} \times 180\text{mm}$)、烧杯、锥形瓶(250mL ,配橡胶塞,内装细沙)、镊子、滤纸、石棉网、三脚架、酒精灯、火柴、电子天平(精确到 0.1g)、饮料瓶(500mL ,带盖子)。

【试剂】

2% 氢氧化钠溶液、 5% 硫酸铜溶液、白磷、大理石块、 10% 稀盐酸。



图 11-3 放入大理石和小试管的饮料瓶

实验过程**● 【实验装置及步骤】****实验一 溶液与溶液的化学反应**

步骤 1 如图 11-1 所示,在两支试管中分别加入 10mL 2% 氢氧化钠溶液与 10mL 5% 硫酸铜溶液,并将试管放入一只空烧杯中,称量总质量并记录。

步骤 2 将两支试管中的溶液同时倒入烧杯中,并将试管放回烧杯,再称量总质量并记录。

实验二 有气体参与的化学反应

步骤 1 如图 11-2 所示,从冷水中取出一小块绿豆大小的白磷,将白磷小心地放入内装细沙的锥形瓶中,塞紧橡胶塞,称量锥形瓶总质量并记录。

步骤 2 在铁架台的铁圈上放石棉网,小心加热锥形瓶,待反应结束并冷却至室温,再称量锥形瓶总质量并记录。

实验三 有气体生成的化学反应

步骤 1 如图 11-3 所示,在 500mL 饮料瓶中加入约 10g 大理石块,在试管中加入 5mL 10% 稀盐酸,将试管小心放入饮料瓶中(使试管中的稀盐酸与饮料瓶中的大理石块不接触),盖紧瓶盖,称量饮料瓶总质量并记录。

步骤 2 倾斜饮料瓶,使稀盐酸流出并与大理石接触发生反应,待反应结束并冷却至室温,再称量总质量并记录。

【实验现象】

表 11-1

序号	实验现象 数据记录	实验结论
实验一	硫酸铜溶液和氢氧化钠溶液反应,产生蓝色絮状沉淀 实验前总质量 ____ g, 实验后总质量 ____ g	实验前后质量关系 _____



图 11-1 NaOH 溶液与 CuSO_4 溶液

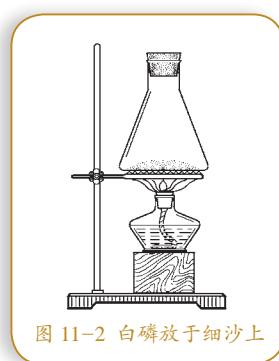


图 11-2 白磷放于细沙上

(续表)

序号	实验现象 数据记录	实验结论
实验二	微热后白磷燃烧，产生大量白烟。 实验前总质量 ____ g，实验后总质量 ____ g	实验前后质量关系 _____
实验三	稀盐酸与大理石接触后产生大量气泡 实验前总质量 ____ g，实验后总质量 ____ g	实验前后质量关系 _____

【实验分析】

实验一中，参加反应的硫酸铜与氢氧化钠质量总和等于反应后生成的氢氧化铜与硫酸钠质量总和。

实验二中，参加反应的白磷与氧气质量总和等于反应后生成的五氧化二磷的质量。若反应后总质量减小，原因可能是装置气密性不好，生成五氧化二磷颗粒散逸。

实验三中，参加反应的氯化氢与碳酸钙质量总和等于反应后生成的氯化钙、二氧化碳和水的质量总和。若反应后总质量减小，原因可能是装置气密性不好，生成的二氧化碳气体逸出。

总结归纳：参加化学反应的各物质质量总和等于反应后生成的各物质质量总和，这个规律叫做质量守恒定律。

实验关键及注意事项**【安全提示】**

白磷着火点低，容易发生自燃，微热即可燃烧。取用绿豆大小白磷即可，若白磷过多，燃烧后温度升高，易使橡胶塞弹出，注意安全。

【环保注意事项】

白磷燃烧产生的五氧化二磷有毒，散逸后会造成室内空气污染，注意装置气密性，保持实验室通风。

【试剂配制】

大理石与稀盐酸反应产生二氧化碳气体使瓶内压强增大，选用饮料瓶作为反应装置可以微调压强，同时加入的试剂不宜过多，取用 10g 大理石与 10% 的稀盐酸 5mL 较为合适。

【实验条件】

白磷燃烧实验中，锥形瓶底部平铺约2mm厚的干燥细沙即可，太厚不利于热传递而导致实验等待时间较长。

【实验操作的注意事项】

实验前后质量的称量，须包括参加反应的实验药品及实验仪器。

装置必须确保气密性良好，白磷燃烧时需小心，因气体受热膨胀橡胶塞弹出而导致质量损失。大理石与稀盐酸反应时要盖紧饮料瓶瓶盖，选用壁较厚的碳酸饮料瓶较安全。

不可使用带气球的橡胶塞来调节压强，避免因浮力导致反应前后总“质量”不相等。

【仪器介绍】

锥形瓶又称三角烧瓶（如图11-4所示），常用于滴定操作，也可作防止溶液大量蒸发的反应器和装配气体发生器。加热时应垫石棉网，也可以在小火上直接微热。

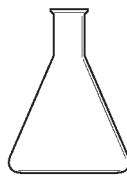


图11-4 锥形瓶

教学建议

通过实验探究活动让学生“发现”和理解质量守恒定律，是“二期课改”的基本理念。如何在有限的教学时间里开展尽可能多的实验探究活动，精心设计实验是十分重要的。设计装置简洁、操作简单、反应快、结果准确、现象明显、药品用量少、符合环保要求、适合学生操作的实验探究活动，通过实验探究活动让学生“发现”和理解质量守恒定律。

本实验将“探究硫酸铜溶液和氢氧化钠溶液反应前后的质量变化”（课堂实验）和“探究与实践”整合，选取三个具有代表性的化学反应来探讨反应前后的质量变化，因此教师可先不提出“质量守恒”的概念，以免学生先入为主。设计中充分体现探究活动在发现问题、获取信息、提出假设、收集证据、反思评价等方面的作用。

实验一、二教师进行演示实验，实验三可提供学生足够的实验用品，由

学生自行设计实验方案并进行探究实验，可以由3~5人一组共同设计探究。实验探究过程中可能会有学生没有使用密闭装置，没有称量参与反应的气体或反应生成的气体质量，最终导致反应前后质量不相等，此时可引导学生寻找结果异常的原因，从而强化学生成对质量“总和”的认识。

需要注意的是，虽然在整个实验过程中称量的都是反应前后反应体系的总质量，但质量守恒定律是“参加化学反应的各物质”的质量总和等于反应后“生成的各物质”的质量总和。为帮助学生抓住概念关键词，让学生罗列反应前后称量的所有物质，对比质量发生变化的是哪些物质，突出质量守恒的主体。

实验改进与创新

实验二改进方法

【实验步骤】

把一束约1g的废铜丝揉成一个稀松的小球后与石棉网一起放在天平上称量总质量并记录。用坩埚钳夹起铜丝球放在酒精灯火焰上灼烧至全部变黑后，放在石棉网上冷却后再次称量总质量并记录。

【实验改进与创新之处】

用废铜丝（由学生自己准备）加热比铜块和镁带效果好，一是废物利用，培养学生的环保意识，二是增重效果明显，三是没有镁带燃烧时的光污染和烟污染等。

实验三改进方法一

【实验步骤】

在50mL小烧杯中加入10mL食用白醋，将碎蛋壳（要求剥去内膜并清洗干净）与该烧杯一起放在天平上称量总质量并记录。把碎蛋壳放入烧杯里的白醋中，振荡，使白醋与碎蛋壳充分接触反应，继续称量总质量并记录。

【实验改进与创新之处】

使用生活中物品食用白醋与生活中废弃物碎蛋壳反应，使学生关注身边的化学现象；蛋壳要剥去内膜并清洗干净，使其与醋更好接触，增大反应速率；白醋与蛋壳由学生自己准备，增加学生动手动脑机会。

实验三改进方法二

“碳酸钙与盐酸反应”实验常用如图11-3所示的装置：实验中倒立（或倾斜）饮料瓶即反应，反应前后质量不变；若打开瓶盖放气后，天平称

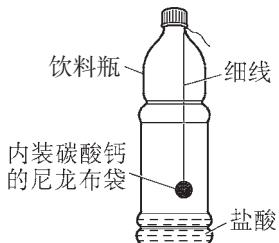


图 11-5 “碳酸钙与盐酸反应”实验的改进装置

量质量将发生变化。但它是一次性实验装置，在多个班级的连续授课中不方便，也浪费药品。

现改为如图 11-5 所示的装置：实验时倾斜饮料瓶即反应。改进设计中保留了如图 11-3 所示的装置优点，装置封闭、反应前后装置外形不变、倾斜饮料瓶即反应。

12. 水的分解实验(课堂实验)

实验目的

- 认识水电解装置中的正极和负极。
- 学会观察、记录电解水的实验现象，分析并尝试推测水的组成元素。
- 认识用实验测定物质元素组成的方法。

实验地位与作用

本实验是九年级第三章“3.1 水”中的课堂实验，学习水平要求是B级。

在物质的组成和分类学习的基础上，本实验是对具体物质——水进行分析、研究。水是学生非常熟悉的物质，通过观察电解水的实验，引导学生根据实验现象推测水的组成元素。认识用实验测定物质元素组成的方法。

通过本实验，练习氧气和氢气检验的基本操作方法，学会观察并完整记录实验现象。

实验原理

探究水组成的相关反应的化学方程式有：

1. 水在直流电(一般用6~12V)作用下分解。



2. 氢气在空气中燃烧： $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{H}_2\text{O}$ ，用于氢气的检验。带火星的木条遇到氧气复燃，用于氧气的检验。

实验过程

【实验装置及步骤】

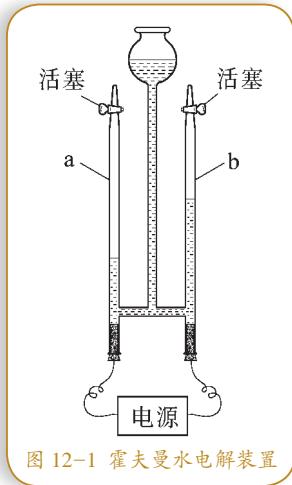


图 12-1 霍夫曼水电解装置

步骤1 如图12-1所示，在水电解器玻璃管中注满水。分别连接直流电源的两极。接通直流电源(6~12V)，观察并记录两个电极附近和两支玻璃管内发生的现象。

步骤2 玻璃管上方聚集大量气体后(约8~10min)，切断电源，观察并记录两支玻璃管内气体的体积比。

步骤3 用燃着的木条分别放在两支玻璃管的尖嘴口处，慢慢打开活塞，

仪器和试剂

【仪器】

霍夫曼水电解器、火柴、初中教学电源、导线(红、黑)。

【试剂】

水、5%~10%稀硫酸、5%~10%氢氧化钠溶液。

观察并记录发生的现象。

【实验现象】

步骤1中,接通直流电后,两电极上有气泡产生,一段时间后,玻璃管中的水量减少,两支玻璃管上方聚集了无色气体。

步骤2中,与电源正极相连的玻璃管内的气体比连接负极一端产生气体少,它们的体积比约为1:2。

步骤3中,用燃着的木条分别放在两支玻璃管的尖嘴口上,观察到体积小的气体能使燃着的木条燃烧得更旺,证明该气体是氧气。体积大的气体能燃烧,产生淡蓝色火焰(如果气体的量很少,可能听到轻微的爆鸣声),证明该气体是氢气。

【实验分析】

实验中,电解水所得的氢气与氧气的体积比往往大于2:1,主要原因是氢气和氧气在水中的溶解度不同,在相同条件下,氢气在水中的溶解度比氧气小。此外,在电解水装置中两支玻璃管内水柱的压强不同,也会引起一些误差。

实验关键及注意事项

【安全提示】

玻璃管内必须注满水,混有空气或氧气的氢气遇到明火易发生爆炸。

【实验条件】^①

1. 纯水的导电能力极弱,水中加入少量硫酸或氢氧化钠以增强导电性。通常配制成5%~10%稀硫酸或5%~10%氢氧化钠溶液,作为电解水的溶液。

2. 实验中最好选用铂或镀铂电极,如选用铁、铜电极作阳极,铁、铜电极会被腐蚀(尤其是铁电极),且氢气、氧气体积比误差大。如只有一个铂电极,则将其作阳极,铜电极作阴极,效果也较好。如没有铂电极,则可用镀镍或镍铬合金电极,也可用镀铬回形针等作电极。

① 王程杰.中学化学实验研究[M].上海:华东师范大学出版社,2005.

3. 也有用铅作电极，但需注意两点：①铅作电极不应选用 NaOH 溶液，要选稀硫酸；②实验时先通电一段时间，使阳极铅表面生成一层 PbO₂（阻止铅电极与硫酸反应），然后再收集气体，这可使氢气、氧气体积比误差小些。也可选用铅锑保险丝敲成片状后替代铅电极，效果也行。

4. 石墨虽是很好的惰性电极，但其结构疏松空隙较大，对气体的吸附作用强，逸出气体太慢，误差更大。同时水电解产生的氧气会与碳作用，当电压大于 6V，电流又较大时，碳棒会有明显剥落，使电解液发黑。

【实验操作的注意事项】

在用燃着的木条检验两支玻璃管内气体时，控制玻璃管活塞的开启速率，使气体慢慢放出。

霍夫曼水电解器简介

水电解实验常用的装置是霍夫曼水电解器，其主要功能有：①能观看到水被分解成气体；②能观看到氢气、氧气两种气体的体积比；③能分别检验氢气和氧气。

电极：铂片。

工作电压：直流电压 12~16V。

集气玻璃管：管容量 50mL，最小刻度值 0.5mL。

教学建议

本实验通过观察电解水的实验，引导学生根据实验现象，获得初步结论，然后推测水的组成元素。收集和检验电解生成的氢气、氧气是推测水组成的关键证据。因此，实验前通过复习回顾氧气和氢气检验方法，并要确保实验成功，现象明显。

实验中引导学生仔细全面观察、记录电解水的实验现象，并讨论：

1. 实验中水是否发生了分解反应？生成了几种新物质？
2. 水的分解实验中的哪些现象和事实能够说明水不是一种元素，是由氢、氧两种元素组成的。

通过观察电解水的实验，引导学生根据实验现象，获得初步结论，推测水的组成元素。认识用实验测定物质元素组成的方法。

实验改进与创新

仪器：铂电极、试管（ $18\text{mm} \times 180\text{mm}$ ）、注射器（ 10mL ）、塑料水槽、502 胶水、 500mL 烧杯、带外皮的导线（约 25cm ）、初中教学电源、蜡烛。

改进方法一

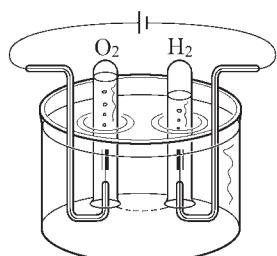


图 12-2 电解水改进装置一

如图 12-2 所示^①，用两支试管代替玻璃管，并在大烧杯中固定。电解水时，将导线与露在水槽外部的铂电极连接后，用塑胶带包扎，连接处用石蜡或树脂密封，做好绝缘保护工作，再与电源正负极相连，接通电源（ $6\sim 12\text{V}$ ），电解时两电极之间的间距应小一点，两电极之间的间距小则电解时速率大。

材料简单易得，实验现象明显，可激发学生学习兴趣。

改进方法二

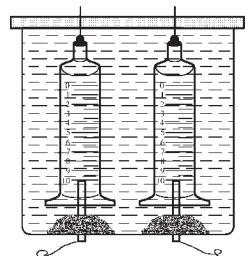


图 12-3 电解水改进装置二

如图 12-3 所示^②，用两支医用注射器（针筒）代替玻璃管，将注射器固定并用蜡封针头。电解水时，将导线与露在水槽外部的电极连接后，用塑胶带包扎做好绝缘保护工作，再与电源正负极相连，接通电源（ $6\sim 12\text{V}$ ）。电解时两电极之间的间距应小一点，两电极之间的间距小则电解时速率大。

电极制作：在塑料水槽底部用烧红的细铁丝制成两个小孔，孔直径约与保险丝直径一致，孔间距约为 5cm ，把电极穿过青霉素瓶橡胶塞中心，用 502 胶水把橡胶塞和电极粘在小孔上，电极穿过小孔，用蜡把橡胶塞与小孔之间的空隙封好。

固定架制作：在木条间打两个小孔，距离与水槽底部孔距相同，大小能使注射器针头刚好插入。

材料简单易得，实验现象明显，读数清晰。

与负极相连的极上产生的气体检验时，将充满气体的注射器垂直移出水面，迅速按压活塞，然后将针头放在蜡烛火焰中，当针头发红时推压活

① 王纪平. 电解水装置改进的尝试 [J]. 教育旬刊, 2009 (6).

② 刘民利. 中学化学实验教学中电解水装置的改进研究 [J]. 内江科技, 2013 (2).

塞，将针头移出火焰，针头上有淡蓝色火焰喷出，用冷而干燥的烧杯罩在火焰上方发现有水雾产生，证明是氢气，现象明显，如图 12-4 所示。与正极相连的极上产生的气体的检验，将另一支注射器用同样方法移出水面，迅速将带火星的木条插入注射器筒内，木条复燃，证明是氧气。

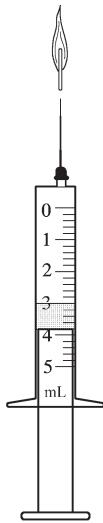


图 12-4 氢气的检验

实验目的

1. 通过化学小故事，学会设计实验证明水的组成。
2. 通过氢气在氧气中燃烧实验探究水的元素组成。
3. 通过实验设计，观察、记录实验现象，分析实验结果，推断水的组成。

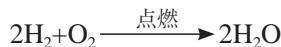
实验地位与作用

本实验是九年级第三章“3.1 水”中的课堂实验，学习水平要求是B级。

在物质的组成和分类学习的基础上，本实验是对具体物质——水进行分析、研究。水是学生非常熟悉的物质，通过观察氢气在氧气中燃烧实验，引导学生根据实验现象推测水的组成元素。认识用实验探究物质元素组成的方法。

实验原理

纯净的氢气在氧气中安静地燃烧生成水，反应原理：

**实验过程****仪器和试剂****【仪器】**

酒精灯、火柴、集气瓶(125mL)、烧杯(50mL)、烧杯夹(200mm)、试管(12mm×75mm)、弯曲玻璃导管。

【试剂】

锌粒、稀硫酸、氧气。

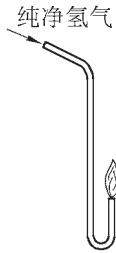
【实验装置及步骤】

图 13-1 点燃氢气



图 13-2 伸入充满氧气的干燥集气瓶中

- 步骤1 收集一瓶干燥纯净的氧气。
- 步骤2 检验氢气发生装置中产生氢气的纯度。
- 步骤3 将纯净氢气，通入一根弯曲玻璃导管，在导管尖嘴口点燃(如图13-1所示)，观察并记录现象。
- 步骤4 再将安静燃烧的氢气导管伸入充满氧气的干燥集气瓶中(如图13-2所示)，仔细观察集气瓶壁上的现象。

【实验现象】

步骤1中，当集满氢气的试管移近酒精灯火焰时，发出轻微“噗”的爆鸣声，氢气纯净可以点燃。

步骤2中，导管尖嘴口喷出的氢气安静地燃烧，发出淡蓝色火焰，放出大量热。

步骤3中，氢气在盛有氧气的集气瓶中燃烧更旺，放出大量热，集气瓶内壁上形成一层水汽。

【实验分析】

纯净的氢气在空气或者氧气中都能安静地燃烧，现象明显。但是，实验中直接在玻璃导管尖嘴口点燃，往往看不到淡蓝色火焰，原因是玻璃中含有钠元素使火焰呈淡黄色。要清晰观察到淡蓝色火焰，可以采取以下方法：①用石英导管；②将尖嘴玻璃导管换成金属针管（如注射针头等）。当氢气量充足，燃烧火焰较大时，也能清晰观察到淡蓝色火焰。

实验关键及注意事项

【安全提示】

在点燃氢气前，必须检验氢气的纯度，以免点燃不纯氢气发生爆炸，引发事故。因此，氢气发生装置必须远离火源，并确认氢气纯净后才能点燃。

氢气在氧气中燃烧，放出大量热，实验中或者实验后要小心触摸集气瓶，以免烫伤。

本实验也常用在空气中点燃纯净的氢气，并在火焰上方罩一只干而冷的烧杯（如图13-3所示）。由于氢气在空气中燃烧，放出大量热，建议用烧杯夹加持火焰上方的烧杯，以免烫伤。

【实验条件】

收集的氧气必须干燥，或者选用的烧杯必须干燥。

【实验操作的注意事项】

检验氢气纯度的方法：用小试管收集一试管氢气，用拇指堵住试管口，把试管口向下移近酒精灯火焰，松开拇指点火（如图13-4所示），如果听到尖锐的爆鸣声，表明氢气不纯，需要再收集，再检验，直到听到轻微“噗”的爆鸣声，才表明氢气已经纯净。

如果用向下排空气法收集氢气，经检验不纯而需要再检验时，应该用



图13-3 氢气在空气中燃烧

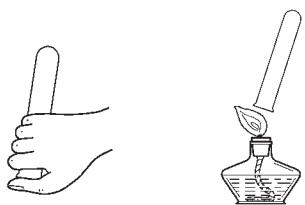


图 13-4 检验氢气纯度

拇指堵住试管口一会儿，然后再收集氢气检验纯度，否则会发生危险。因为刚检验过纯度的试管中氢气火焰可能还没有熄灭，如果立即就用这支试管再去收集氢气，氢气火焰可能会点燃氢气发生器中尚混有空气的氢气，使氢气发生器发生爆炸危险。用拇指堵住试管口一会儿，就使试管内未熄灭的氢气火焰因缺氧而熄灭。

教学建议

研究氢气的燃烧实验是人们认识水组成的开始。因此，教学中充分利用化学家卡文迪什研究水的组成的化学史料，用试管收集氢气，在酒精灯火焰上点燃氢气，听爆鸣声。此时，教师演示点燃纯净氢气的实验，似化学家的实验情景再现。

学生首次接触物质组成的探究过程，通过探究方法和学科思想的引导，对后续学习物质组成推导有借鉴作用。

实验改进与创新



图 13-5 锥形瓶收集氢气燃烧产物

在空气中点燃纯净的氢气，并在火焰上方罩一只干而冷的烧杯。实验过程中，用湿冷的毛巾捂着烧杯，既可以促进水滴的形成，又安全降温。

收集氢气燃烧产物的装置，也可以选用锥形瓶（如图 13-5 所示）。

14. 生石灰、硫酸铜粉末跟水反应 (学生实验)

实验目的

- 研究水的化学性质。
- 初步认识结晶水合物。

实验地位与作用

本实验是九年级第三章“3.1 水”中的学生实验，学习水平要求是B级。

本实验内容是关于水的性质，根据氧化钙与水的反应和硫酸铜粉末与水的反应，体验水的化学性质，获得水的检验方法。通过实验操作，巩固化学试剂取用的基本操作。

实验原理



二氧化碳使澄清石灰水变浑浊:



实验过程

【实验装置及步骤】

实验一 生石灰跟水反应

步骤1 在小烧杯中放入一小块生石灰，加入约15mL水。观察现象。

步骤2 反应停止，静置片刻后，取少量上层清液于试管中，用玻璃导管向溶液中吹气。观察现象。

实验二 硫酸铜粉末跟水反应

步骤1 在小烧杯中加入少量白色硫酸铜粉末，先滴加几滴水，观察现象。

步骤2 再加入适量水，搅拌，使它溶解，观察现象。

【实验现象】

实验一中，生石灰与水剧烈反应，并放出大量热。向上层清液中吹气后，澄清液体变浑浊。

实验二中，滴加几滴水后，白色粉末遇到水变成蓝色固体，并

仪器和试剂

【仪器】

试管(15mm×150mm)、胶头滴管、烧杯(50mL)、玻璃导管、玻璃棒。

【试剂】

生石灰、无水硫酸铜粉末、蒸馏水。

放出大量的热。加较多水时，固体溶解，溶液呈蓝色。

【实验分析】

生石灰(氧化钙，化学式 CaO)跟水反应生成氢氧化钙(俗称熟石灰)，氢氧化钙微溶于水，静置后获得的上层清液即澄清石灰水。

如果生石灰遇水没有放热现象，原因分析以及处理方法详见“2. 观察化学变化的现象(学生实验)”中的实验分析。

白色硫酸铜粉末与水反应生成蓝色硫酸铜晶体，俗称胆矾。形成的蓝色溶液是硫酸铜溶液，溶质是硫酸铜，溶剂是水。

实验关键及注意事项

【安全提示】

生石灰与水反应，放出大量的热，可能会形成水蒸气，注意安全，以免被蒸汽烫伤。

硫酸铜粉末与水反应，也放出大量的热，注意手持烧杯时避免烫伤。

【实验操作的注意事项】

两个反应都迅速释放大量的热，建议将烧杯放在桌面中央，注意用手背感受烧杯温度的变化。

教学建议

上述实验的目的是使学生体验水参与的一些化学变化，除实验现象的观察和化学方程式的书写之外，建议从问题思考的三个角度：为什么学，怎么学，学到了什么，落实“水的化学性质”。例如，硫酸铜粉末跟水的反应，可以从应用的角度将教学与实验结合进行。关注学生已有的生活经验，巧设活动情景，从猜测一瓶未知液体开始，通过设计实验来证明猜测。遇到缺乏知识经验，需要进一步学习时，教师指出通过学习水的化学性质，或许可以找到方法，进而导入无水硫酸铜粉末与水的反应。这样的方式容易唤起学生的求知欲望，实验活动更具动力。

生石灰跟水的反应，容易有异常现象发生，教师需要引导学生充分利用实验资源，分析实验成败的原因。另外，为增加实验的趣味性，使学生对生石灰跟水反应释放的热量有直观感受，可以增加“生石灰煮蛋”等实验。

教学中，教师也可以在活动环节的安排上作出恰当的处理，建议将这

两个实验融合到“水的组成”探究中。通过氢气的燃烧实验证明水的组成元素，学生往往对氢气燃烧生成的液体产生疑惑，教师适时引入“探寻水的检验方法”，提供生石灰、硫酸铜粉末这两种白色固体，引导学生寻找有效的检验方法，实验活动环环相扣，关注学以致用，更容易调动学生学习和实验的积极性。

实验改进与创新

改进方法一^①

【实验步骤】

将足量生石灰敲成小块（必须是块状未变质的），放入大烧杯底部约2cm厚，再放入一只小烧杯。接着在小烧杯中放一只生的鹌鹑蛋并加水没过蛋。在大烧杯和小烧杯之间添加生石灰约3cm厚，向生石灰中加水，至浸没生石灰后停止。观察现象。

【实验改进与创新之处】

实验中可以看到生石灰慢慢粉碎膨胀，发热发烫，热气腾腾，烧杯壁上出现水滴，能听到“咝”“咝”声。小烧杯中的水变热了，鹌鹑蛋也熟了。可见，经过改进后的实验，不仅使学生感受到生石灰与水发生的反应是放热反应，同时体验了该反应释放的热量非常大。

改进方法二

【实验装置】

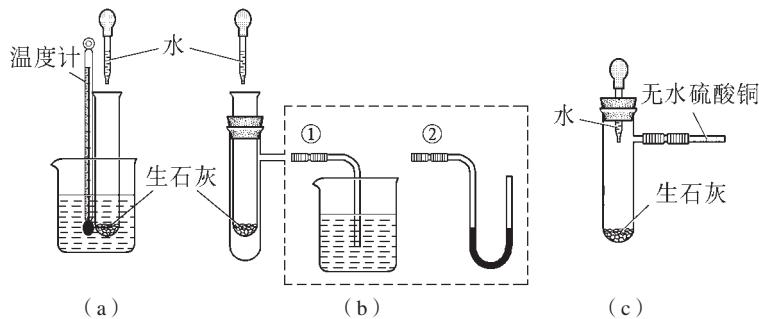


图 14-1 生石灰与水的放热反应

① 孟庆穗. 生石灰与水的反应 [J]. 中小学实验与装备, 2007 (2).

【实验步骤】

甲方案：如图 14-1 (a)所示，将温度计与盛放生石灰的试管用橡皮筋捆绑在一起，放入盛有少量水的烧杯中。用胶头滴管向生石灰中缓缓滴加水，观察温度计示数变化。

乙方案：如图 14-1 (b)所示，将盛有生石灰的小试管插入具支试管中，支管接①或②(注：①是盛有水的烧杯；②是装有品红溶液的 U 形管)，用胶头滴管向小试管中缓缓滴加水，观察现象。

丙方案：如图 14-1 (c)所示，用胶头滴管向盛有生石灰的具支试管中滴加水，在支管中盛放少量硫酸铜粉末，观察现象。

【实验改进与创新之处】

生石灰与水的反应是现象明显的放热反应，但也偶尔会遇到放热现象不太明显的情况。通过简单的装置改进，有助于观察到热量的放出，甚至是微量的热也可以被捕捉到。同时，开辟了用手触摸容器壁感觉发热以外的更好方法，甚至可以避免烫伤的意外事故。

上述改进方法，同样适合于硫酸铜粉末跟水的反应。

15. 白糖、食盐和淀粉溶解性的比较 (学生实验)

实验地位与作用

本实验是九年级第三章“3.2 溶液”中的学生实验，学习水平要求是B级。

本实验是关于用控制变量法探究物质溶解性的实验，实验方案设计中通过对溶剂量的控制探究溶质量的变化，获得不同物质在相同条件下溶解情况不同的结论。本实验的研究过程对后续探究同一物质在不同溶剂中的溶解性不同做铺垫，起到引领作用。

本实验的目标是通过假设和控制变量法的使用，引导学生学会如何用假设和控制变量的实验探究方法探究化学问题。

实验目的

- 通过对白糖、食盐和淀粉溶解性的比较了解不同物质在相同条件下的溶解情况。
- 了解实验假设和控制变量法在化学实验中的应用过程，体会在相同温度、相同溶剂质量的条件下探讨不同物质的溶解性问题。
- 学会用假设和控制变量法探究化学问题的方法、步骤以及方案的设计。

实验原理

物质的溶解性是指一种物质(溶质)溶解在另一种物质(溶剂)中的能力，物质的溶解性与溶质和溶剂的性质有关，与温度、压强等外界条件有关。

常温下，氯化钠易溶于水。20℃时氯化钠溶解度为36g/100g水。常温下，白糖(主要成分蔗糖)易溶于水。20℃时蔗糖溶解度为201.9g/100g水。淀粉是由葡萄糖单元聚合而成的多糖，通式是 $(C_6H_{10}O_5)_n$ 。淀粉不溶于冷水，可形成悬浊液，加热到一定温度时，淀粉颗粒开始吸水膨胀，形成黏稠状液体，即淀粉发生了糊化。

实验过程

【实验步骤】

步骤1 在盛有25mL水的三只烧杯中，分别加入1.0g白糖、1.0g食盐、1.0g淀粉，搅拌，观察现象。

步骤2 再分别加入1.0g白糖、1.0g食盐，搅拌，观察现象。

仪器和试剂

【仪器】

烧杯(50mL)、药匙、胶头滴管、电子天平、量筒(50mL)、玻璃棒。

仪器和试剂**【试剂】**

白糖晶体、食盐晶体、硝酸钾晶体、淀粉、蒸馏水。

步骤3 如果加入的物质全部溶解，则继续加入1.0g白糖、1.0g食盐，搅拌，观察现象。

步骤4 直至加入的物质不再溶解为止。

步骤5 实验完毕，清洗仪器，整理桌面。

【实验现象】

淀粉在水中不消失，水变浑浊，静置后有固体留在烧杯底部。

开始时，白糖、食盐在水中溶解消失，当加入到一定量时，白糖在水中继续溶解，食盐在水中不能完全溶解，有少量食盐固体留在烧杯底部。

【实验分析】

常温下白糖在水中的溶解性比食盐大得多。所以，在相同温度下，在相同质量的水中，白糖比食盐溶解得更多。

因为白糖的溶解性比较大，用25mL水，量较大，每次称量1.0g溶质，量较小，所以实验过程中耗时较多，影响实验时间。

实验关键及注意事项**【安全提示】**

本实验的条件和操作都比较安全，只要符合基本操作要求就可以。

【试剂配制】

本实验中要多次称量食盐、淀粉和白糖质量，因为淀粉不溶于冷水，因此在第一次称量后，得出结论就可以，提示学生不用再称量淀粉，以免浪费时间和试剂。

【实验操作的注意事项】

因为本实验要用到量筒和电子天平，因此在称量固体和液体时一定要注意量筒和电子天平的使用规范。量筒的读数要注意视线与凹液面的最低处保持水平，电子天平使用时注意在称量前要垫称量纸，操作中还要注意去皮操作。

教学建议

1. 实验前可以组织学生对实验条件进行假设，对控制变量问题进行简单讨论，对实验方案进行简单的设计，然后结合实验过程进行具体的引导，使学生比较深入地理解实验目的。

2. 本实验让学生通过具体的实验操作，对物质的溶解建立初步的认识，使学生理解“在相同条件下，不同物质的溶解能力不同，且在一定条件下，不能无限制地溶解”。

实验改进与创新

【实验步骤】

步骤1 在盛有10mL水的三只烧杯中，分别加入2.0g硝酸钾、2.0g食盐、2.0g淀粉，搅拌，观察现象。

步骤2 再分别加入2.0g硝酸钾、2.0g食盐，搅拌，观察现象。

步骤3 如果加入的物质全部溶解，则继续加入2.0g硝酸钾、2.0g食盐，搅拌，观察现象。

步骤4 直至加入的物质不再溶解为止。

步骤5 将不再溶解的硝酸钾加热至全部溶解后继续添加硝酸钾晶体，边加热边添加直到硝酸钾不再溶解，停止加热。

步骤6 冷却硝酸钾溶液至室温，观察现象。

【实验改进与创新之处】

硝酸钾在常温下溶解达到饱和后，对其饱和溶液进行加热，添加硝酸钾，硝酸钾溶解后再添加，在这种不断溶解不断添加过程中，使学生体会物质溶解的乐趣。

实验目的

1. 比较硝酸钾在不同溶剂、不同温度下的溶解性。
2. 初步学会用设计假设和控制变量的实验探究方案探究物质的溶解性。

16. 物质的溶解性(拓展实验)**实验地位与作用**

本实验是九年级第三章“3.2 溶液”中的拓展实验，学习水平要求是A级。

本实验是关于用控制变量法探究物质溶解性的实验，实验方案设计中通过对溶质质量的控制探究相同质量的不同溶剂中溶质的溶解情况，得出同一物质在不同溶剂中的溶解性不同的结论。本实验的研究过程是对学生前期探究不同物质在相同溶剂中的溶解性不同的巩固。

本实验的目标是通过假设和控制变量法的使用，引导学生初步学会用假设和控制变量的实验探究方法设计实验方案。

实验原理

1. 硝酸钾在不同溶剂中溶解性不同，硝酸钾易溶于水，难溶于酒精。

2. 硝酸钾的溶解性随温度升高而增大。

表 16-1 不同温度下硝酸钾溶解度

温度(℃)	0	20	40	60	80	100
溶解度(g/100g水)	13.3	31.6	63.9	110	169	246

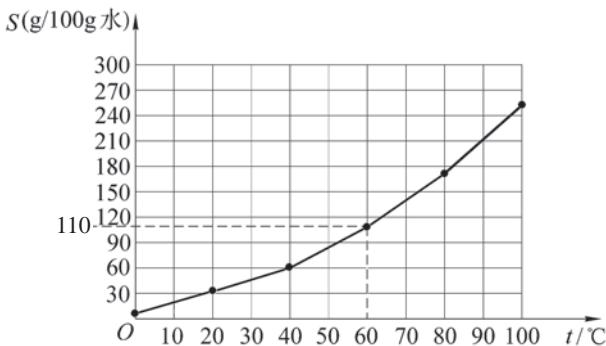


图 16-1 硝酸钾溶解度曲线

实验过程

【实验装置及步骤】

步骤1 在室温条件下，在盛有15mL水和15mL酒精的两只烧杯中，分别加入1.0g硝酸钾固体，搅拌，观察现象。

步骤2 在室温条件下，在盛有15mL冷水的两只烧杯中，分别加入1.0g硝酸钾固体，搅拌，观察现象。

步骤3 如果加入的物质全部溶解，则继续加入1.0g硝酸钾固体，搅拌，观察现象。

步骤4 直至加入的物质不再溶解为止。

步骤5 将其中一只烧杯加热，搅拌，观察现象。

步骤6 实验完毕，清洗仪器，整理桌面。

【实验现象】

盛水的烧杯中，硝酸钾固体逐渐减少至完全溶解；盛酒精的烧杯底部有未溶解的硝酸钾固体。

盛冷水的烧杯中，加入硝酸钾至5.0g时，烧杯底部有未溶解的硝酸钾固体，当给烧杯加热时，未溶解的硝酸钾固体继续溶解至消失。

【实验分析】

硝酸钾易溶于水，难溶于酒精，故在盛酒精的烧杯底部有硝酸钾固体存在。室温条件下，搅拌可以加快固体物质的溶解。步骤1、2中在盛水的烧杯底部有硝酸钾固体存在，可能是硝酸钾没有完全溶解，充分搅拌，使硝酸钾较快溶解。

仪器和试剂

【仪器】

电子天平、量筒(50mL)、玻璃棒、温度计、烧杯(50mL)。

【试剂】

硝酸钾固体、冷水、热水、无水酒精。

实验关键及注意事项

【安全提示】

本实验的条件用到了加热操作，在操作过程中提醒学生注意安全，以免烧伤或烫伤。

【试剂配制】

本实验中要多次称量硝酸钾固体，在比较硝酸钾在酒精和水中的溶解性时，由于硝酸钾不溶于酒精，取用时要尽量取少量，以免浪费药品。

【实验操作的注意事项】

因为本实验要用到量筒和电子天平，因此在量取液体和称量固体时一定要注意量筒和电子天平的使用规范。量筒的读数要注意视线与凹液面的最低处保持水平，电子天平使用时注意在称量前要垫称量纸，操作中还要注意去皮操作。

用酒精灯加热时还要注意酒精灯的使用安全，以免烧伤或烫伤。

教学建议

本实验要求学生自主探究，自行设计实验方案。因此，在实验之前可以组织学生对“白糖、食盐和淀粉溶解性的比较”实验进行回顾，尤其对“实验假设”和“条件控制”进行简单讨论。依据本实验的假设，对实验方案可进行简单设计。

通过做硝酸钾在水中溶解的实验，再次确认物质的溶解能力是有限的，同一种物质在不同溶剂中溶解性也不同。以硝酸钾在不同温度的水中溶解为例，引导学生体会物质在不同温度中的溶解性并不相同，物质的溶解性会随着外界条件(如温度)的变化而变化。

17. 晶体与非晶体(学生实验)

实验目的

1. 比较用放大镜和显微镜观察晶体的异同，体验晶体和非晶体特征。
2. 通过观看白糖从溶液中析出形成晶体的过程，体验物质变化之美。

实验地位与作用

本实验是九年级第三章“3.2 溶液”中的学生实验，学习水平要求是B级。

本实验是关于晶体形成过程的体验性实验，白糖饱和溶液的制作以及白糖晶体的形成过程是本实验的重点。利用放大镜和显微镜观察不同晶体的形状，体会仪器对化学研究的重要性，同时感悟自然界的奇妙变化，感悟晶体形成之美。

实验原理

本实验根据晶体溶于水形成饱和溶液后，蒸发溶剂或降温冷却晶体会从溶液中析出的原理设计的。实验过程中选择食盐和白糖两种晶体，食盐形成晶体的过程是通过蒸发溶剂实现的，白糖形成晶体的过程是通过降温结晶实现的。

实验过程

【实验装置及步骤】

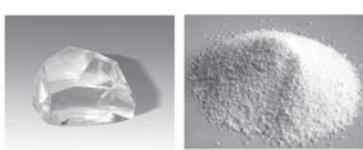


图 17-1 晶体与非晶体



步骤 1 用药匙取少量食盐、白糖、硝酸钾和硫酸铜晶体，分别将这些晶体放到玻璃片上，然后用放大镜观察它们的晶体形状。

步骤 2 取 5mL 蒸馏水放入 50mL 小烧杯中，用电子

天平称量 2.0g 食盐放入小烧杯的蒸馏水中，用玻璃棒搅拌到有部分晶体不溶为止，得到食盐饱和溶液，用胶头滴管吸取少量食盐饱和溶液，滴在玻璃片上，放置在空气中，几分钟后有晶体析出，用放大镜观察晶体的形状。

步骤 3 在 50mL 小烧杯中加入 20mL 水，把它加热至沸腾，

仪器和试剂

【仪器】

放大镜(学生用)、玻璃片、胶头滴管、烧杯(50mL)、烧杯(500mL)、酒精灯、玻璃棒、显微镜(SZM45-B1)。

【试剂】

食盐晶体、白糖晶体、硝酸钾晶体、硫酸铜晶体、面粉、蒸馏水、室温时的冷水。

并不断地加入白糖搅拌，直至不再溶解为止。将沸腾的白糖饱和溶液倒入另一只50mL小烧杯中，在500mL大烧杯中加入室温时的冷水，将装有白糖饱和溶液的小烧杯放入500mL大烧杯的冷水中，几分钟后，观察溶液的变化。

步骤4 用显微镜观察面粉固体、硝酸钾晶体、硫酸铜晶体。

步骤5 实验完毕，清洗仪器，整理桌面。

【实验现象】

步骤1中，用放大镜观察食盐、白糖、硝酸钾、硫酸铜晶体，观察不到明显的晶体形状。

步骤2中，玻璃片上有食盐晶体析出，用放大镜观察不到明显的晶体形状。

步骤3中，20mL水加热至沸腾后，不断向其中加热白糖，白糖不断溶解，直到最后溶液变成黏稠状液体，冷却后发现黏稠状液体中有白糖晶体大量析出。

步骤4中，显微镜观察到面粉没有晶体结构，硝酸钾晶体、硫酸铜晶体有规则的晶体结构。

【实验分析】

用20mL蒸馏水配制白糖饱和溶液需要消耗很多的白糖，原因是白糖在100℃时的溶解度比较大，所以需要的白糖量比较多。

实验关键及注意事项

【安全提示】

实验中需要用到酒精灯加热，因此要注意安全，以免烫伤或烧伤。

【试剂配制】

本实验需要配制食盐饱和溶液和白糖热饱和溶液，食盐饱和溶液需要量比较少，所以取5mL蒸馏水和2.0g食盐进行配制。白糖热饱和溶液需要白糖晶体比较多，要准备足量的白糖供学生实验。

【实验操作的注意事项】

白糖热饱和溶液制取时，注意酒精灯使用安全，用外焰加热，烧杯底部要垫石棉网。

使用显微镜进行晶体观察时，注意显微镜的使用方法，避免弄坏显微镜。

教学建议

实验过程中用 20mL 蒸馏水进行实验，消耗白糖比较多，可以改用 10mL 蒸馏水进行实验，现象也比较明显，但白糖用量要少得多。

实验目的

1. 观察紫色石蕊试液在酸性溶液、碱性溶液中的颜色变化。
2. 学会用紫色石蕊试液测定溶液的酸碱性。
3. 学会用无色酚酞试液测定溶液的酸碱性。

18. 溶液的酸碱性和 pH——用酸碱指示剂测定溶液的酸碱性(学生实验)**实验地位与作用**

本实验是九年级第三章“3.3 溶液的酸碱性”中的学生实验，学习水平要求是 B 级。

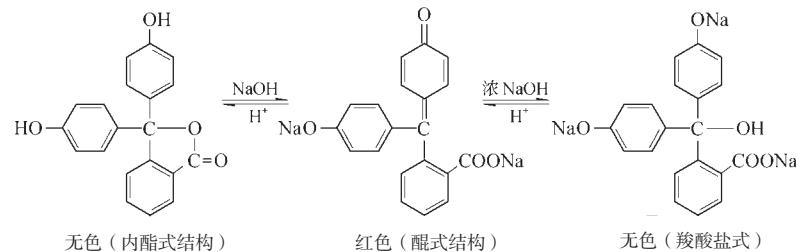
本实验内容是关于测定溶液的酸碱性。通过本实验，知道紫色石蕊试液、无色酚酞试液遇酸碱性溶液时的变色情况，同时学会用酸碱指示剂测定溶液的酸碱性。

实验原理

检验溶液酸碱性的指示剂，叫做酸碱指示剂。初中化学使用的酸碱指示剂主要是石蕊和酚酞。

石蕊是一种有机酸，从地衣类植物中提取得到，组成复杂。在很稀的水溶液中，含有等量的使溶液呈蓝色的离子和使溶液呈红色的分子，所以溶液呈紫色。在酸性溶液中，主要以红色的分子形式存在；在碱性溶液中，主要以蓝色的离子形式存在。

酚酞不溶于水，能溶于有机溶剂。遇碱时，内酯开环而生成二钠盐，发生分子内重排，形成醌式结构而呈玫瑰红色，醌基是显色基团(红)，但在强碱性溶液中不稳定而形成无色的三钠盐。其反应机理如下：



室温下酚酞的变色范围(pH)：8.2~10.0。

盐酸完全电离产生氢离子和氯离子，溶液呈酸性。石灰水中氢氧化钙完全电离产生钙离子和氢氧根离子，溶液呈碱性。氢氧化钠溶于水完全电离产生钠离子和氢氧根离子，溶液呈碱性。氯

氯化钠溶于水完全电离产生钠离子和氯离子，不发生水解，溶液呈中性。氯化铵溶于水完全电离产生铵根离子和氯离子，铵根离子结合由水电离产生的微量氢氧根离子，使溶液呈酸性，碳酸钠溶于水完全电离产生钠离子和碳酸根离子，碳酸根离子结合由水电离产生的微量氢离子，使溶液呈碱性。

实验过程

【实验装置及步骤】

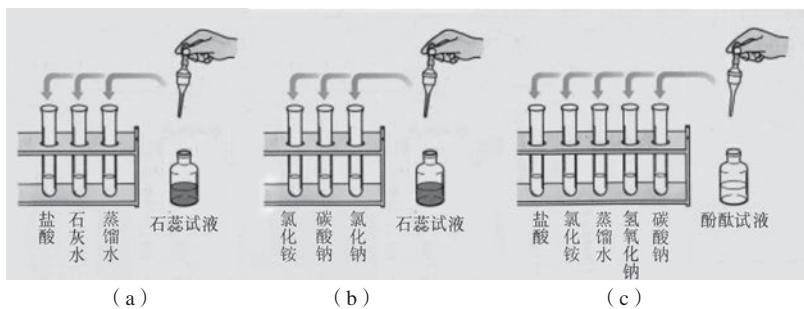


图 18-1 用酸碱指示剂检测溶液的酸碱性

实验一 观察紫色石蕊试液在酸性溶液、碱性溶液和中性溶液中的颜色变化

如图 18-1(a) 所示, 取三支试管, 各加入 3mL 盐酸、澄清石灰水、蒸馏水, 分别滴入几滴紫色石蕊试液。观察现象。

实验二 用紫色石蕊试液测定氯化铵、碳酸钠、氯化钠三种溶液的酸碱性

如图 18-1(b) 所示, 取三支试管, 各加入 3mL 氯化铵溶液、碳酸钠溶液、氯化钠溶液, 分别滴入几滴紫色石蕊试液。观察现象。

实验三 用酚酞试液测定溶液的酸碱性

如图 18-1(c) 所示, 取五支试管, 各加入 3mL 盐酸、氯化铵溶液、蒸馏水、氢氧化钠溶液、碳酸钠溶液, 分别滴入几滴无色酚酞试液。观察现象。

仪器和试剂

【仪器】

试管 (15mm × 150mm)、胶头滴管。

【试剂】

石蕊试液、酚酞试液、5% 盐酸、石灰水、蒸馏水、5% 氯化铵溶液、5% 碳酸钠溶液、5% 氯化钠溶液、5% 氢氧化钠溶液。

【实验现象】

表 18-1 实验一中的溶液颜色变化

滴加试液 现象	盐酸	澄清石灰水	蒸馏水
紫色石蕊试液的颜色	红色	蓝色	紫色
溶液的酸碱性	酸性	碱性	中性

表 18-2 实验二中的溶液颜色变化

滴加试液 现象	氯化铵溶液	碳酸钠溶液	氯化钠溶液
紫色石蕊试液的颜色	红色	蓝色	紫色
溶液的酸碱性	酸性	碱性	中性

表 18-3 实验三中的溶液颜色变化

滴加试液 现象	盐酸	氯化铵 溶液	蒸馏水	氢氧化钠 溶液	碳酸钠 溶液
酚酞试液的颜色	无色	无色	无色	红色	红色
溶液的酸碱性	酸性	酸性	中性	碱性	碱性

【实验分析】

常用的酸碱指示剂有紫色石蕊(或红色、蓝色石蕊试纸)、无色酚酞试液和 pH 试纸。

紫色石蕊试液遇酸性溶液变红色，遇碱性溶液变蓝色。

碱性溶液使无色酚酞试液变红色。

实验关键及注意事项**【安全提示】**

酸溶液、碱溶液有一定腐蚀性，实验中注意不要打翻或溅到衣服和皮肤上，万一不慎入眼，请立即用大量清水冲洗。如眼睛剧痛，应迅速送往医院。

【试剂配制】

石蕊试液的配制方法：1.0g 石蕊溶于 50mL 蒸馏水中，静置一昼夜后过滤。在滤液中加入 30mL 95% 乙醇，再加水稀释至 100mL。

酚酞试液的配制方法：取 0.1g 酚酞，溶解在 100g 90% 乙醇中。

具体参见《中学化学实验手册（高中）》中实验药品与常见试剂配制——常用指示剂的配制。

【实验操作的注意事项】

石蕊试液容易变质，使用前最好现配。一般在配制后短期内使用。配制时用弱酸或弱碱把试液调至 pH 等于 7，加酒精的目的是防止变质。

酸碱指示剂在使用时，要注意每 10mL 试液所用的石蕊滴数是 3 滴，酚酞是 1~3 滴。

教学建议

学生在本实验中要接触大量酸碱性药品，建议教师在让学生动手实验之前，提示他们在实验完毕后，需将实验桌上的药品按酸碱性进行分类摆放，为后续学习“物质的分类”打下基础。

另外，为增加实验的趣味性，在实验前一天，提醒学生自带家中生活用品，进行溶液酸碱性的测定，巩固酸碱指示剂的应用，进一步普及化学知识在日常生活中的应用。

实验目的

- 观察 pH 试纸在不同酸性溶液、碱性溶液中颜色的变化。
- 学会用 pH 试纸测定溶液的酸碱度。
- 知道溶液的 pH 与溶液酸碱性的关系。

实验地位与作用

本实验是九年级第三章“3.3 溶液的酸碱性”中的学生实验，学习水平要求是 B 级。

本实验内容是关于测定溶液的酸碱性。通过本实验，知道 pH 试纸遇酸碱性溶液的变色情况，同时学会用 pH 试纸测定溶液的酸碱性强弱。

实验原理

pH 试纸上有甲基红、溴甲酚绿、百里酚蓝三种指示剂。甲基红、溴甲酚绿、百里酚蓝和酚酞一样，在不同 pH 溶液中均会按一定规律变色。甲基红的变色范围是 pH4.2 (红)~pH6.2 (黄)，溴甲酚绿的变色范围是 pH3.6 (黄)~pH5.4 (绿)，百里酚蓝的变色范围是 pH6.7 (黄)~pH7.5 (蓝)。用定量甲基红加定量溴甲酚绿再加定量百里酚蓝的混合指示剂浸渍中性白色试纸，晾干后便制得 pH 试纸。

盐酸、氯化铵、氢氧化钠、碳酸钠溶于水后溶液的酸碱性原理，参见“18. 溶液的酸碱性和 pH”。

实验过程**仪器和试剂****【仪器】**

试管
(15mm×150mm)、
胶头滴管、玻璃棒。

【试剂】

pH 试纸、5% 稀盐酸、5% 氯化铵溶液、蒸馏水、5% 碳酸钠溶液、5% 氢氧化钠溶液。

【实验装置及步骤】

步骤 1 取五支试管，各加入 3mL 稀盐酸、氯化铵溶液、蒸馏水、氢氧化钠溶液、碳酸钠溶液。

步骤 2 取五片 pH 试纸，分别放在表面皿上。

步骤 3 用洁净的玻璃棒依次蘸取稀盐酸、氯化铵溶液、蒸馏水、氢氧化钠溶液、碳酸钠溶液后，沾在 pH 试纸上，再把试纸呈现的颜色与标准比色卡对照，读取 pH，记录数据。

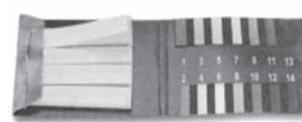


图 19-1 用 pH 试纸检测溶液的 pH

【实验记录】

	稀盐酸	氯化铵溶液	蒸馏水	氢氧化钠溶液	碳酸钠溶液
pH	3	5	7	13	12

【实验分析】

常用的酸碱指示剂有紫色石蕊试液(红色、蓝色石蕊试纸)、无色酚酞试液和pH试纸,其中pH试纸不仅可以测定溶液的酸碱性,而且还可以测定溶液酸碱性的强弱,即测定溶液的酸碱度。常温下:

pH>7的是碱性溶液,有氢氧化钠溶液、碳酸钠溶液。

pH=7的是中性溶液,有蒸馏水、氯化钠溶液。

pH<7的是酸性溶液,有稀盐酸、氯化铵溶液。

其中,酸性最强的溶液是稀盐酸,碱性最强的溶液是氢氧化钠溶液。

如果测出来的结果与上述结论不符,很可能是溶液浓度不一致,建议重新配制溶液,再次实验。

实验关键及注意事项**【安全提示】**

酸溶液、碱溶液有一定腐蚀性,实验中注意不要打翻或溅到衣服和皮肤上,万一不慎入眼,请立即用清水冲洗。如眼睛剧痛,应迅速送往医院。

【实验操作的注意事项】

pH试纸在使用过程中,无需润湿,否则可能会影响实验结果。

为避免测出来的结果与事实不符,实验中需要配制浓度一致的溶液,便于比较。

另外,很多学生觉得用胶头滴管取液并滴在pH试纸上更加方便,实验中没有使用玻璃棒,建议要规范操作。

用pH试纸测定pH方法:取一小块试纸放在表面皿或玻璃片上,用洁净的玻璃棒蘸取待测液沾于试纸中部,观察变化稳定后的颜色,再与标准比色卡比较来确定溶液的pH,判断溶液性质。

如果只有一根玻璃棒,一定要清洗干净并擦干后使用,否则可能会影响实验结果。

教学建议

前一次实验过程中，学生已经初步学会将桌面上的溶液按酸性、中性、碱性进行分类摆放，在此基础上开展溶液酸碱性强弱的测定实验，更容易促使学生掌握本节核心知识。

另外，同前一次实验一样，为增加实验的趣味性，提醒学生自带家中生活用品，进行溶液酸碱性强弱的测定，普及化学知识在日常生活中的应用。

20. 自制酸碱指示剂（拓展实验）

实验目的

- 初步学会利用有色植物的花和叶，自制酸碱指示剂。
- 初步学会测定溶液的酸碱性。

实验地位与作用

本实验是九年级第三章“3.3 溶液的酸碱性”中的拓展实验，学习水平要求是A级。

本实验内容是关于测定溶液的酸碱性，根据酸碱指示剂特有的变色规律，学会区分测定溶液的酸碱性。

实验原理

利用有色植物的花和叶，可以自制酸碱指示剂：提取红玫瑰中的色素，遇酸变红色，遇碱变墨绿色。提取紫甘蓝中的色素，遇酸变红色，遇碱变黄绿色。提取苋菜叶中的色素，遇酸变紫色，遇碱变草绿色。

实验过程

【实验装置及步骤】

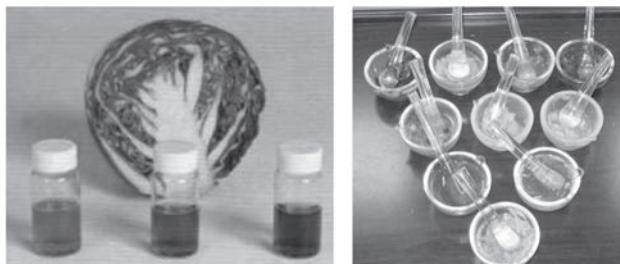


图 20-1 自制酸碱指示剂

实验一

步骤 1 寻找原料：红玫瑰，紫甘蓝，苋菜。

步骤 2 将玫瑰花瓣摘下，放在研钵中，捣烂。

步骤 3 倒入适量酒精，搅拌。

步骤 4 把白纱布平铺在烧杯口，过滤，得到玫瑰花的浸出液。

步骤 5 取三支试管，分别加入 1mL 稀盐酸、蒸馏水、氢氧化钠溶液。

步骤 6 向上述三支试管中分别滴加 2~3 滴玫瑰花浸出液，振荡，观察实验现象。

仪器和试剂

【仪器】

研钵（或榨汁机）、滤纸（或白纱布）、烧杯（50mL）、试管（15mm×150mm）、滴管。

【试剂】

紫甘蓝、红玫瑰、苋菜、10% 稀盐酸、10% 氢氧化钠溶液、蒸馏水。

实验二

- 步骤1 将紫甘蓝叶片摘下，放在研钵中，捣烂。
- 步骤2 倒入适量酒精，搅拌，直至液体颜色变成深紫色（冬天可适度加热）。
- 步骤3 把白纱布平铺在烧杯口，过滤，获得紫甘蓝的浸出液。
- 步骤4 取三支试管，分别加入1mL稀盐酸、蒸馏水、氢氧化钠溶液。
- 步骤5 向上述三支试管中分别滴入2~3滴紫甘蓝浸出液，振荡，观察现象。

实验三

- 步骤1 方法同上，获得苋菜的浸出液。
- 步骤2 取三支试管，分别加入1mL稀盐酸、蒸馏水、氢氧化钠溶液。
- 步骤3 向上述三支试管中分别滴入2~3滴苋菜浸出液，振荡，观察现象。
- 步骤4 实验完毕，清洗仪器，整理桌面。

【实验现象】

实验一中，红玫瑰花的浸出液遇盐酸变红色，遇氢氧化钠溶液变墨绿色。
实验二中，紫甘蓝的浸出液遇盐酸变红色，遇氢氧化钠溶液变黄绿色。
实验三中，苋菜的浸出液遇盐酸变紫色，遇氢氧化钠溶液变草绿色。

【实验分析】

如果实验现象不太明显，可以多滴加一些浸出液。

实验关键及注意事项

【安全提示】

使用酸、碱溶液时，尽量避免直接接触皮肤。

【实验操作的注意事项】

选择的植物必须是有色植物的叶子或有色花瓣。例如，胡萝卜、郁金香等。

教学建议

建议学生自取植物材料，自带小容器（允许学生带回自己的成果），学校提供实验平台，方便学生实验。

取 pH 不同的各种酸、碱溶液测试自制酸碱指示剂的颜色变化，并做好记录。

另外，建议将白色滤纸放到浸出液中 20s，取出吹干，制成各种家用试纸，方便检测家中常用物品的酸碱性。例如，化妆水、洗发液、柠檬汁、汽水、小苏打、洗衣液等。

实验目的

- 能说出可燃物燃烧的条件。
- 进一步掌握、运用控制变量法。

21. 可燃物燃烧的条件(课堂实验)**实验地位与作用**

本实验是九年级第四章“4.1 燃烧与灭火”中的课堂实验，学习水平要求是B级。

六、七年级的科学课上学生已经学过“火三角”，知道物质燃烧需要达到三个条件：有可燃物、可燃物与氧气接触、温度达到燃点。本节内容对“火三角”进一步深化，并利用控制变量法对物质燃烧的条件进行验证。

通过本实验探究，对实验安全性、实验条件的控制和实验的绿色化等思想有初步体验。

实验原理

可燃物发生燃烧必须满足燃烧条件，即可燃物在有助燃剂的存在下，达到一定的温度才能发生燃烧。能使物质燃烧的最低温度，称为该物质的着火点。白磷是一种极易燃烧的物质，白磷着火点很低，只有40℃，红磷的着火点为240℃。

实验过程**仪器和试剂****【仪器】**

烧杯(500mL)、薄铜片、镊子、药匙、小刀、滤纸。

【试剂】

沸水、红磷、白磷。

【实验装置及步骤】

图21-1 白磷的燃烧

步骤1 如图21-1所示，在500mL烧杯中注入约400mL沸水，投入一小块绿豆大小的白磷。

步骤2 在烧杯口盖的薄铜片上(离烧杯壁约2cm)放少量干燥的红磷(约 $\frac{1}{4}$ 药匙)。

步骤3 用镊子夹取一小块绿豆大小的白磷，用滤纸吸去表面水分后放在薄铜片上，与红磷间距约5cm。等待片刻后观察现象。

【实验现象】

水中的白磷和薄铜片上的红磷没有明显现象，也不燃烧。薄铜片上的白磷先冒出少量白烟，随即迅速燃烧，并产生大量白烟。

【实验分析】

铜片是热的良导体，铜片盖在盛有沸水的烧杯口上，由于热传递，铜片的温度很快升高，当达到白磷着火点时，铜片上的白磷发生自燃，相同条件下，红磷没有燃烧，则说明红磷着火点比白磷高。而热水中的白磷温度已达到着火点，但没有与氧气接触，故也不能燃烧。

实验关键及注意事项

【安全提示】

1. 白磷燃烧产生的五氧化二磷固体有剧毒，为避免吸入过多有毒物质，本实验应在通风橱中操作，或者白磷开始燃烧后立即用另一只大烧杯将燃着的白磷罩上，防止白烟扩散。
2. 白磷剧毒、易自燃，在使用白磷时一定要十分注意安全。万一被灼伤：先用5%硫酸铜溶液洗净伤处，再用1:1000高锰酸钾溶液湿敷，外涂保护剂，用纱布包扎，并及时就医。
3. 实验结束后要及时处理水中的白磷。将余下白磷回收，才可将废水倒入指定的容器中，统一处理。

【实验操作注意事项】

1. 取用白磷时要注意：用镊子从试剂瓶中取出白磷放入盛有水的培养皿中，必须在水底下切割白磷，颗粒如绿豆大小即可，不宜过大。
2. 多余的白磷放回试剂瓶中，切过白磷的小刀、吸收白磷表面水分的滤纸用后立即用酒精灯火焰进行灼烧处理。

教学建议

实验结束后可让学生思考用什么办法能够使沸水中的白磷燃烧，并进行演示实验。此实验可进一步帮助学生理解燃烧的条件。

设计白磷的燃烧需要氧气支持的实验条件，传统的方法是向热水中通入氧气或空气，但在实际操作中，通入的气体会使水中的白磷“四处乱跑”，有时白磷甚至会浮到水面上燃烧，即在实验中不易控制，也存在安全隐患。如果用事先盛有氧气的试管倒放入热水中罩住白磷^①（如图21-2所示），便能

① 王程杰. 中学化学实验研究 [M]. 上海：华东师范大学出版社，2005.

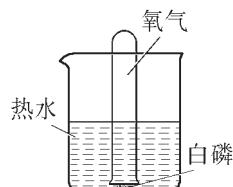


图 21-2 热水中白磷燃烧一

看到白磷在水中燃烧，气体因受热体积膨胀而有少量气泡从试管口逸出。试管罩住白磷后，白磷燃烧放热，又有少量气泡从试管口逸出，随着氧气的消耗，水才进入试管中，当水没过白磷后，燃烧中断，有时只看到亮光一闪，白磷就熄灭沉入水底，此时不易观察实验现象，为此可不停地晃动试管，让白磷持续和氧气接触。

此实验还可作如下改进^①：如图 21-3 所示，在导管的一端连接一只漏斗，另一端连接一储气装置，实验时先将漏斗小心盖住热水中的白磷，此时由于有水，漏斗内的氧气未与白磷接触，白磷不会燃烧，调节分液漏斗，让水慢慢流入，将瓶内的氧气压入漏斗，白磷和漏斗内氧气接触，在水面下燃烧，白磷被罩在漏斗内，既不会“乱跑”，生成的白烟又不会扩散到空气中造成空气污染。

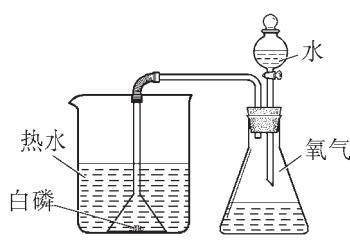


图 21-3 热水中白磷燃烧二

实验改进与创新

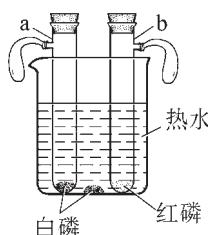


图 21-4 白磷、红磷着火点比较

教材在设计探究实验时，考虑到方案的安全性与环保原则，本实验作为教师课堂演示实验，只要处理得好，还可以提供给学生做探究实验。由于此实验有一定的趣味性，能激发学生的学习兴趣，故教学中可作改进后推出。例如，红磷、白磷着火点的比较实验装置如图 21-4 所示。

实验步骤：取两支具支试管，支管上各系一只气球。在具支试管内分别放入一颗绿豆大小的白磷和红磷，塞紧橡胶塞。把两支具支试管同时放入盛有热水的烧杯中，观察现象。

会看到白磷在试管内安全地燃烧，产生的大量白烟充满整支试管，而红磷却不燃烧，通过对比实验让学生理解不同的物质着火点不同。由于实验现象明显，学生印象深刻。

^① 王程杰. 中学化学实验研究 [M]. 上海: 华东师范大学出版社, 2005.

【实验改进与创新之处】

利用现成的简单仪器组装实验装置，取材方便，实验操作简便，现象明显，无污染。

实验目的

- 知道镁带与二氧化碳的反应原理，能书写化学方程式。
- 知道广义的燃烧概念，知道特殊情况下没有氧气参与，可燃物也可以燃烧。

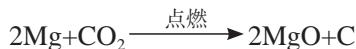
实验地位与作用

本实验是九年级第四章“4.1 燃烧与灭火”中的课堂实验，学习水平要求是B级。

学生已经通过实验了解在一般情况下物质燃烧必须同时满足三个条件：有可燃物；可燃物与氧气接触；可燃物温度达到着火点。本实验通过镁带在二氧化碳中燃烧、钠在氯气中燃烧两个实验，让学生认识燃烧不一定要有氧气参与，特殊情况下即使没有氧气参与也可以发生燃烧，从而拓宽燃烧的概念。

实验原理

镁带在二氧化碳气体中燃烧的化学方程式为：



金属钠在氯气中燃烧的化学方程式为：

**仪器和试剂****【仪器】**

集气瓶(250mL，并配毛玻璃片)、酒精灯、火柴、坩埚钳、镊子、滤纸、燃烧匙、砂纸。

【试剂】

镁带、二氧化碳、金属钠、氯气、细沙。

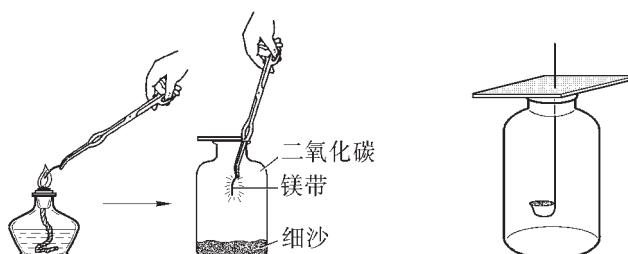
实验过程**○【实验装置及步骤】**

图 22-1 镁带在二氧化碳中燃烧

图 22-2 钠在氯气中燃烧

实验一 镁带在二氧化碳中燃烧

步骤1 取一小段镁带，用砂纸擦亮。

步骤2 用坩埚钳夹住镁带，放在酒精灯火焰上点燃后立即伸入盛有二氧化碳的集气瓶中(如图22-1所示)。

实验二 钠在氯气中燃烧

步骤1 用镊子从煤油中夹取一小块金属钠，用滤纸吸干表面的煤油。

步骤2 放入燃烧匙，用酒精灯点燃后伸入盛有氯气的集气瓶中（如图22-2所示）。

【实验现象】

实验一中，镁带在二氧化碳气体中剧烈燃烧，生成白色粉末和黑色固体。

实验二中，金属钠在氯气中燃烧，发出黄色火焰，生成白色固体。

实验关键及注意事项**【安全提示】**

钠的金属活动性非常强，使用时要格外小心。

氯气有剧毒，必须在通风设施良好的实验室中进行实验。

【环保注意事项】

点燃的金属钠放入集气瓶时，用燃烧匙附带的金属片盖紧集气瓶，以免氯气泄漏。

【试剂配制】

二氧化碳气体可以事先通过实验室制法制备并收集备用，也可打开干冰灭火器，收集干冰备用。干冰灭火器中释放出的是干冰和二氧化碳气体的共存物，待集气瓶中干冰全部升华，即为一瓶浓度较大的二氧化碳气体。

氯气有多种制法，最常见的是通过浓盐酸和二氧化锰加热来制备，装置如图22-3所示。

反应原理为：



也可用高锰酸钾与浓盐酸进行反应，装置相同，但无需加热。原理为：

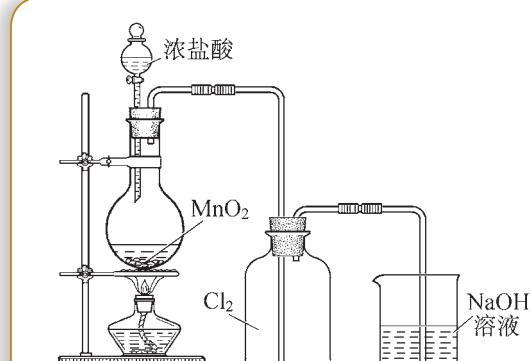


图 22-3 实验室制取氯气

氯酸钾与浓盐酸也可产生氯气，原理为：



装置相似，将酒精灯换成90℃的热水浴即可，但要注意反应温度不可太高，因为绿黄色的二氧化氯是易爆物。

除实验室制法外，还可以利用生活中的物质进行简易的氯气制备。漂白晶片或84消毒液与20%稀盐酸混合即可得到氯气。

氯气的制备还可以参见《中学化学实验手册(高中)》高一年级实验“5.氯气的性质(课堂实验)”中“实验改进与创新之处”。

教学建议

实验前先展示洁净的集气瓶，再通入二氧化碳进行镁带燃烧的实验，实验后能够清晰观察到集气瓶内壁附着的白色粉末和黑色颗粒，通过质量守恒定律让学生猜测反应生成了哪些物质。

实验改进与创新

改进方法一^①

【实验装置】

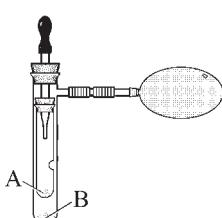


图 22-4 钠在氯气中燃烧一

缺口小试管制作。用酒精喷灯将小试管预热后，对准距离底部约2cm处持续加热至玻璃红热，将小试管移离火焰后用打气筒向试管中充气至玻璃红热处鼓包并破裂，将小试管侧面开口处在酒精喷灯火焰上圆口，使之光滑。

【实验步骤】

步骤1 如图22-4所示，组装好仪器，并事先在A处加入约0.5g KMnO₄固体，在B处的玻璃棉上放绿豆大的已切去氧化层的金属钠，长胶头滴管中吸入约1mL的浓HCl。

步骤2 挤压胶头滴管，滴入的浓HCl和KMnO₄固体接触后在小试管中立即产生大量的黄绿色气体，通过圆孔处进入具支试管，这时气球逐渐

^① 余新红. 钠在氯气中燃烧实验的新设计[J]. 实验教学与仪器, 2013 (7).

胀大；同时用酒精灯在具支试管底部加热，可以观察到钠熔化后立即剧烈燃烧，产生大量白烟（钠熔化后可以撤去酒精灯）。

步骤3 实验结束后，用吸有NaOH稀溶液的注射器插入气球中处理装置中多余的氯气，以防氯气外逸。

【实验改进与创新之处】

1. 取材主要来源于实验室常用仪器，装置简单。
2. 实验装置全封闭，有毒气体被完全吸收，实现零排放。
3. 实验装置简易化，药品微量量化，能重复使用。
4. 实验现象明显，操作方便，时间短，便于课堂演示。

改进方法二^①

【实验装置】

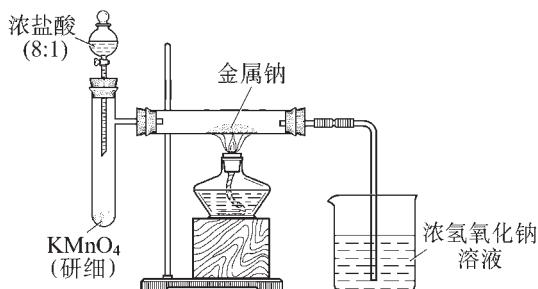


图 22-5 钠在氯气中燃烧二

【实验步骤】

步骤1 按图22-5所示搭建实验装置，检验装置气密性。

步骤2 取黄豆大的银白色金属钠放入硬质玻璃管中（钠的下面放少许细沙或玻璃纤维，以防玻璃管破裂）。

步骤3 慢慢加热硬质玻璃管钠块部位，待钠熔化成圆球，停止加热。

步骤4 打开分液漏斗活塞，慢慢滴入适量浓盐酸，待产生的黄绿色气体逸散到钠块处时，钠与氯气的反应即开始。

步骤5 实验结束后，用吸耳球向装置中鼓空气，以排尽系统中没有反应的氯气。

【实验改进与创新之处】

环保，无污染，操作简便，实验现象明显。

① 李克森. 钠在氯气中燃烧实验的改进[J]. 中学化学教学参考, 1996(1~2).

改进方法三^①

【实验步骤】

步骤1 在一只较高的集气瓶中收集一集气瓶氯气。

步骤2 在集气瓶口盖一块没有石棉的石棉网。

步骤3 用镊子取一小块黄豆大小的钠，吸去表面的煤油，放在石棉网上并与石棉网摩擦。

【实验现象】

细小的金属钠小颗粒掉入集气瓶中与氯气相遇时，钠在氯气中剧烈燃烧，在产生跳跃闪烁的火花的同时还伴有清脆的炸裂声，生成的氯化钠白烟弥漫到整个集气瓶中。

【实验改进与创新之处】

操作简便，无需点燃，现象明显，易引起学生兴趣。

① 刘怀乐.怎样做好钠在氯气里燃烧的实验[J].实验教学与仪器,1998(1).

23. 自燃现象（课堂实验）

实验目的

- 知道缓慢氧化和自燃。
- 理解缓慢氧化和自燃的联系。
- 进一步理解可燃物燃烧的条件。

实验地位与作用

本实验是九年级第四章“4.1 燃烧与灭火”中的课堂实验，学习水平要求是B级。

学生已经通过实验了解可燃物燃烧的条件。在转入防火灭火这一生活情境时，学生会发现很多火灾的发生并不是由明火造成的，本实验能让学生知道自然界中的火灾往往是由自燃引起的。同时，虽然没有明火，但缓慢氧化释放的热量造成温度升高，也能进一步帮助学生理解“温度达到着火点”这一条件可通过多种途径达到。

实验原理

二硫化碳是一种非常容易挥发的有机物，饱和白磷的二硫化碳溶液滴加到滤纸上之后，二硫化碳挥发到空气中，细小的白磷颗粒留在滤纸上，跟空气中的氧气接触后发生缓慢氧化反应放出热量，释放出的热量使可燃物的温度升高，最终导致着火点较低的白磷发生自燃。



实验过程

【实验装置及步骤】

如图23-1所示，用镊子夹住滤纸一端，取一滴管饱和白磷的二硫化碳溶液滴在滤纸上。

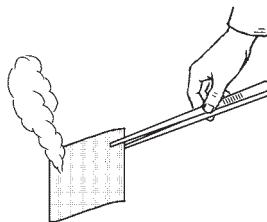


图23-1 白磷自燃一

仪器和试剂

【仪器】
滤纸、镊子。

【试剂】
饱和白磷的二硫化碳溶液。

【实验现象】

溶剂挥发，有刺激性气味，滤纸燃烧，产生大量白烟。

实验关键及注意事项

【安全提示】

二硫化碳是一种有机溶剂,极易挥发,且有强烈的刺激性气味,保存时注意避免明火。

配制溶液剩余的白磷碎屑不可乱丢,一定要用火烧掉,以免发生火灾。

【试剂配制】

建议配制饱和溶液,且用宣纸代替滤纸,可缩短白磷发生自燃的时间。

【实验条件】

晴天阳光下实验效果较好。

阴雨天实验前要将滤纸烘干,潮湿的滤纸不易点燃,而使实验失败。

教学建议

可将本实验作为课堂情境,激发学生的学习兴趣。也可将本实验在教学中作为开放性实验,让学生开展实验设计,进一步理解可燃物燃烧的条件。

实验改进与创新^①

【实验装置及用品】

试剂:火棉胶、蒸馏水、宣纸、白磷、乙醚、乙醇。仪器:胶头滴管,棕色细口瓶。

【实验步骤】

步骤1 将火棉胶均匀地涂在宣纸上,待宣纸表面的乙醇和乙醚挥发后,在已处理后的宣纸表面涂上适量蒸馏水,备用(火棉胶可用脱脂棉、浓硝酸、浓硫酸、乙醇和乙醚制备)。

步骤2 取一张处理过的宣纸,放入烘箱,75℃下烘10min,并将宣纸裁剪成10cm×10cm。

步骤3 取小粒白磷(约1~2g),溶于20mL乙醚溶液中。

步骤4 将宣纸置于铁架台上,利用铁夹和铜丝固定。在宣纸的一角滴加2滴上述溶液,待乙醚挥发完,宣纸表面先是产生少量白烟,接着由白磷的自燃引发宣纸及其表面火棉胶燃烧,只见一团黄色火焰一闪而过(如图23-2所示),之后无烟灰、无任何残留。亦可手持宣纸,只需待宣纸表面产生白烟,即可甩出宣纸。由于燃烧极快,在下落的过程中宣纸已经燃烧殆尽。所以,手持操作实验效果更具震撼力。



图23-2 白磷燃烧

① 冯晴.白磷自然实验创新设计[J].化学教学,2013(4).

24. 自制灭火器(课堂实验)

实验目的

- 知道灭火器的工作原理。
- 能说出二氧化碳的灭火原理。
- 根据燃烧的条件说出灭火的方法。

实验地位与作用

本实验是九年级第四章“4.1 燃烧与灭火”中的课堂实验，学习水平要求是A级。

本节“燃烧的条件”部分，学生已经对燃烧以及一些特殊的燃烧有了一定了解。然而人类要随心所欲地利用火、让火为人类服务，不仅要能够控制燃烧现象的产生，还要做到在不需要的时候让火熄灭。因此“灭火与防火”要求学生讨论有哪些常用的灭火材料，遇到各种不同的火灾该如何灭火。灭火器作为专业的灭火器材，学生时常看到却并不熟悉，本实验通过制作简易灭火器，帮助学生了解灭火器的原理。

实验原理

碳酸氢钠与稀硫酸反应产生大量二氧化碳气体，碳酸氢钠溶液碱性小，安全性高，反应快，可用于灭火。其反应的化学方程式为：



实验过程

【实验装置及步骤】



图 24-1 自制灭火器



步骤 1 如图 24-1 所示，在抽滤瓶中加入约 30mL 饱和碳酸氢钠溶液，在试管中加入约 8mL 稀硫酸，在试管中再放入一根玻璃棒，用绳子悬空放入抽滤瓶中，塞紧橡胶塞。

步骤 2 在蒸发皿中加入 3 药匙食盐，倒入 5mL 酒精，置于三脚架上，点燃酒精。

步骤 3 倒转抽滤瓶使抽滤瓶嘴处对着蒸发皿中的火焰。

仪器和试剂

【仪器】

抽滤瓶、试管（12mm×75mm，带绳子）、玻璃棒、橡胶塞、三脚架、蒸发皿、火柴。

【试剂】

饱和碳酸氢钠溶液、20% 稀硫酸、食盐、酒精。

【实验现象】

倒转抽滤瓶使两种溶液相互接触后产生大量气泡，气泡夹带着溶液喷出而扑灭酒精燃烧的火焰。

【实验分析】

二氧化碳是常用的灭火材料，二氧化碳不可燃不助燃，密度比空气大，覆盖在可燃物表面可以隔绝可燃物和氧气的接触，因此能起到灭火的作用。但并不是所有火情都能用二氧化碳扑灭，如锂、镁等活泼金属能在二氧化碳气体中燃烧，因此在不同的火灾中使用不同的灭火材料。

实验关键及注意事项**【安全提示】**

喷出的气泡中夹带有大量未反应的溶液，不可对着自己或别人。

【实验操作的注意事项】

在小试管中放入玻璃棒的目的是固定小试管的位置，防止反应产生的气体使小试管撞击抽滤瓶壁。

酒精燃烧火焰呈淡蓝色，蒸发皿中加入食盐可利用食盐的焰色反应更清晰地观察到火焰是否熄灭。

教学建议

有条件的学校可将本实验作为师生合作实验或学生实验，此时将抽滤瓶改为软塑料瓶，不易摔碎，更安全方便。

实验改进与创新

碳酸氢钠溶液和稀硫酸的反应《课程标准》中不作要求，本实验可将反应物改为学生需掌握的浓碳酸钠溶液和稀盐酸。

25. 石墨的性质(课堂实验)

实验目的

- 知道石墨的化学成分。
- 理解石墨的物理性质和用途。

实验地位与作用

本实验是九年级化学第四章“4.2 碳”中的课堂实验，学习水平要求是B级。

自然界中最常见的碳单质是金刚石和石墨，本实验通过让学生观察、对比金刚石和石墨性质的异同，逐步形成同素异形体的概念，并进一步理解元素和单质的区别与联系。

实验原理

石墨是平面六边形的层状结构(如图25-1所示)，其中每个碳原子都跟其他三个碳原子以共价键结合，相邻两层碳原子之间以范德华力相结合，作用力弱，易于滑动，具有良好的导电能力。

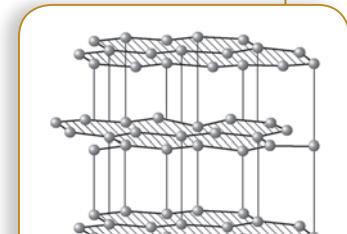


图25-1 石墨的结构

实验过程

【实验装置及步骤】

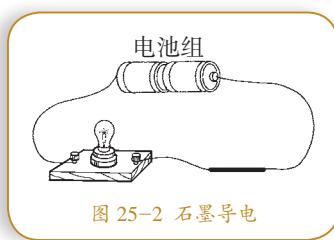


图25-2 石墨导电



步骤1 用小刀削铅笔芯，触摸铅笔芯粉末。

步骤2 点燃酒精灯，将小刀削下的铅笔芯撒在酒精灯火焰上，观察现象。

步骤3 用铅笔芯串联成一个电路(如图25-2所示)，观察小灯泡是否发亮。

【实验现象】

步骤1中，铅笔芯容易切削，其粉末具有滑腻的触感。

步骤2中，铅笔芯粉末撒在酒精灯火焰上有火星产生。

步骤3中，用铅笔芯串联成电路后，观察到小灯泡发亮。

仪器和试剂

【仪器】

酒精灯、火柴、小刀、导线、电池组、小灯泡。

【试剂】

铅笔芯。

【实验分析】

石墨的碳原子呈平面层状结构，层与层之间相互作用力小，石墨是最软的矿物之一，具有滑腻的触感。

石墨是由碳元素组成的单质，在氧气中可以燃烧。

石墨具有良好的导电性，接入电路中能使小灯泡发亮。

实验关键及注意事项**【试剂配制】**

铅笔芯要选择6B，石墨含量高，实验效果好。用小刀削下的铅笔芯粉末越细效果越好。

【实验操作的注意事项】

教材要求本实验将铅笔芯置于燃烧匙中进行。然而石墨燃烧时为表面燃烧，只能看到亮光而没有火焰。若置于燃烧匙中加热，铅笔芯粉末会减少但看不到明显现象。因此本实验改为直接在酒精灯火焰上撒石墨粉。

教学建议

表 25-1 金刚石和石墨性质的比较

	金刚石	石墨
外观	正四面体	
光泽	无色透明	
硬度	已发现的最硬的天然物质	
导电、导热性	无	
用途	切割坚硬物质	
构成微粒		
性质差异的原因		
相互转化		
燃烧产物		

实验中通过学生观察并记录，分析金刚石与石墨性质差异的原因，认识碳元素的同素异形体。教学中运用球棍模型比较碳的同素异形体的结构，比较碳的不同单质的结构与性质，感受组成、结构决定物质性质的学科思想。

26. 木炭的吸附作用(学生实验)

实验目的

- 理解吸附作用的原理。
- 体验对比实验在化学实验探究中的运用。

实验地位与作用

本实验是九年级化学第四章“4.2 碳”中的学生实验，学习水平要求是B级。

吸附性是炭的重要的物理性质。木炭的吸附作用实验虽然简单，但本实验中加入了对比实验方法，让学生通过实验体验该实验方法在化学实验探究中的运用，有利于科学方法的养成和科学素养的提升。

实验原理

吸附性是物体(固、液体)表面吸收周围介质中其他物质的分子(如各种无机离子、有机极性分子、气体分子等)的性能。吸附剂的吸附能力大小与其表面积成正比。木炭具有疏松多孔的结构，表面积大，具有吸附性。

实验过程

【实验装置及步骤】

步骤1 分别在两支试管中加入约5mL水，滴加1~2滴红墨水。

步骤2 往一支试管中加入少量木炭粉，振荡，再用玻璃棒将一团棉花从试管口慢慢推入底部。

步骤3 另一支试管中不加入木炭粉，用玻璃棒将一团棉花从试管口慢慢推入底部。

【实验现象】

步骤2中，试管内棉花团上部出现澄清的溶液，红色褪去。

步骤3中，试管内棉花团上部仍为红色溶液，褪色不明显。

【实验分析】

活性炭吸附作用好，但要清楚观察吸附后的水是否洁净需要进行过滤，本实验使用棉花简化过滤过程，操作简便。

借助棉花团的过滤作用，用玻璃棒推能增大过滤速率。

做对比实验：加入木炭粉后吸附效果更加明显，证实木炭具有较强吸附能力。

仪器和试剂

【仪器】

试管(18mm×180mm)、玻璃棒。

【试剂】

木炭粉、蒸馏水、红墨水、棉花。

实验关键及注意事项

【实验操作的注意事项】

棉花要适当多一点，少了不能使木炭粉全部压入试管底部，起不到过滤作用。

教学建议

本实验内容较少，吸附实验装置简单，可在新课教学时在教室里进行师生合作实验。

27. 木炭还原氧化铜(课堂实验)

实验目的

- 能写出木炭还原氧化铜的化学方程式。
- 掌握碳的还原性。
- 通过观察实验现象、分析实验事实写出反应产物。
- 更深刻地理解“实验事实是书写化学方程式的依据”。

实验地位与作用

本实验是九年级化学第四章“4.2 碳”中的课堂实验，学习水平要求是B级。

在介绍不同的碳的同素异形体的物理性质后，通过课堂实验转入本节重点内容，碳的化学性质。联系生活实际，学生易归纳碳在常温下化学性质不活泼，然而在高温下，碳的活泼性显著增强，通过本实验学生可以对物质的化学性质形成辩证的认识。由于本实验需要高温条件，首次出现了酒精喷灯，学生通过教师演示了解酒精喷灯的使用方法。同时，本实验原理可作为氧化还原反应的范例用于帮助学生学习“氧化剂”、“还原剂”等概念。

实验原理

碳在高温下具有还原性，可用于冶炼金属：



实验过程

【实验装置及步骤】



图 27-1 木炭还原氧化铜实验一



步骤 1 按图 27-1 所示搭建实验装置。检查装置气密性。

步骤 2 将木炭粉和氧化铜粉末混合均匀，放入试管底部，装配、固定好仪器，将试管口的导管通入澄清石灰水中，用酒精喷灯加热，观察现象。

步骤 3 实验结束装置冷却后把试管内的固体物质倒在滤纸上，观察颜色、光泽的变化。

仪器和试剂

【仪器】

铁架台、试管(18mm×180mm)、单孔塞、直角导管、酒精喷灯、石棉网、火柴、药匙、滤纸。

【试剂】

木炭粉、氧化铜、酒精、澄清石灰水。

【实验现象】

步骤2中,试管底部反应物变红,很快蔓延到管内所有反应物,反应剧烈,发出红光;澄清石灰水变浑浊。

步骤3中,反应后的剩余固体物质中有亮红色的铜粒。

实验关键及注意事项**【安全提示】**

酒精喷灯火焰温度可达 1000°C 左右,停止加热,待装置完全冷却后才能取下试管,以免被灼热的试管或铁夹烫伤。

【试剂配制】

木炭和氧化铜都要烘干。固相反应需要较大的接触面积,因此必须将木炭和氧化铜分别在研钵中研磨成极细的粉末。按1:10质量比称取木炭和氧化铜,放在研钵中搅拌半分钟,使两者充分研细混匀。

【实验条件】

本实验反应温度为 $400^{\circ}\text{C} \sim 500^{\circ}\text{C}$ 。最好选用小试管,压紧反应物粉末,减少空气对反应干扰。

教学建议

本实验中,学生通过观察实验现象,可分析得出反应后的生成物,从而根据质量守恒定律书写化学方程式。

实验改进与创新^①**【实验用品】**

药品:石墨棒、氧化铜粉末、铝箔纸。

仪器:镊子、酒精灯、药匙。

【实验步骤】

步骤1 截取一张 $10\text{cm} \times 6\text{cm}$ 的铝箔纸。摊平铝箔纸,放上石墨棒,并覆盖上 $1 \sim 2\text{g}$ 黑色氧化铜粉末。用如图27-2所示的方式把铝箔纸卷起,把石墨棒裹成圆柱形,然后将圆柱两端的铝箔卷紧封口。

① 陆海燕.炭还原氧化铜实验的简易做法[J].化学教学,2013(1).

步骤2 用镊子夹持铝箔一端，并用酒精灯外焰充分加热2~3min。静置，冷却至室温后，打开铝箔纸，原黑色氧化铜粉末变为红棕色。

步骤3 若用铝箔纸只包裹少量氧化铜粉末，重复上述步骤1、2操作，黑色固体并不变色。对比实验说明，该实验条件下铝箔并不能置换出氧化铜中的铜，步骤2中的现象是石墨棒还原氧化铜的结果。

【实验改进与创新之处】

1. 该改进做法大大简化了该实验的装置与操作，提高了实验成功率，缩短了反应时间，非常适宜于做课堂演示实验。
2. 以取自废弃干电池的石墨为原料，不但变废为宝节约药品，同时也能引导学生学会就地取材，充分利用现有资源。
3. 采用新颖的实验方法，提升实验的趣味性，有利于激发学生的学习兴趣。

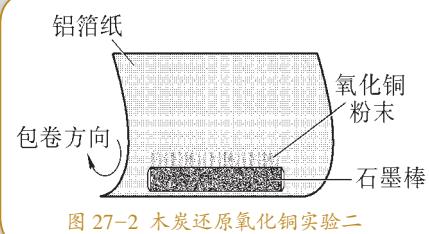


图 27-2 木炭还原氧化铜实验二

实验目的

- 掌握二氧化碳的化学性质，会书写相关反应的化学方程式。
- 理解溶洞形成的原因。
- 体验对比实验在物质性质学习中的作用。

实验地位与作用

本实验是九年级化学第四章“4.2 碳”中的学生实验，学习水平要求是B级。

碳及其化合物是初中阶段要求重点掌握的化学物质。本节内容要求学生通过对照的方法学习一氧化碳和二氧化碳的性质，通过实验进一步掌握二氧化碳的性质，以及碳的化合物之间相互转化关系。

实验原理

二氧化碳与水反应，产生能使紫色石蕊试液变红的碳酸：

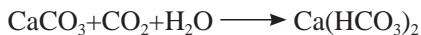


碳酸不稳定，受热易分解： $\text{H}_2\text{CO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$

二氧化碳能与碱溶液反应生成盐和水：



浑浊的石灰水中继续通入二氧化碳又会变澄清：

**实验过程****仪器和试剂****【仪器】**

试管(15mm×150mm)、吸管、试管夹、酒精灯。

【试剂】

蒸馏水、紫色石蕊试液、澄清石灰水。

【实验装置及步骤】

表 28-1

实验步骤	实验现象	结论或化学方程式
实验一 二氧化碳与水反应 步骤1 在试管中加入约3mL蒸馏水，滴加紫色石蕊试液	紫色石蕊试液变红色	$\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$

(续表)

实验步骤	实验现象	结论或化学方程式
液,用吸管往试管中吹入二氧化碳气体,观察实验现象 步骤2 待石蕊试液颜色发生变化后,将试管放在酒精灯火焰上微热,观察实验现象	变红的石蕊试液加热后又变紫色	$\text{H}_2\text{CO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$
实验二 向澄清石灰水中吹入二氧化碳气体 步骤1 往盛有澄清石灰水的试管中吹入二氧化碳气体,观察实验现象 步骤2 待澄清石灰水发生变化后,继续吹入二氧化碳气体,观察实验现象	澄清石灰水变浑浊 浑浊的液体又变澄清	$\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 \longrightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ $\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$

【实验分析】

二氧化碳与一氧化碳都是由碳元素与氧元素组成的,但由于构成分子的原子数不同,两者性质也有很大差异。二氧化碳能与水、碱溶液发生反应,而一氧化碳不能。一氧化碳具有可燃性和还原性,而二氧化碳不可燃不助燃,具有氧化性。

实验关键及注意事项

【安全提示】

往试管中吹气时要小心地、轻轻地吹,以免将试管中试液吹出。为避免由于吹气用力过猛造成试液溅入眼睛,吹气时务必戴护目镜。

同时吹气时不可分心,以免不小心误将试液吸入口中。

教学建议

本实验内容较少，可补充实验，并结合实验思考与讨论：如何用实验的方法证明二氧化碳的密度比空气大？提供置有阶梯状摆放蜡烛的烧杯，将蜡烛点燃后要求学生将制得的二氧化碳气体缓缓倒入烧杯中，可以看到蜡烛由低到高依次熄灭。

通过二氧化碳和澄清石灰水的反应现象，引导学生讨论检验二氧化碳与除去二氧化碳是否都可以用澄清石灰水。

实验改进与创新

吹气实验耗时略长，可以用汽水晃动产生二氧化碳气体作为二氧化碳气体来源。

29. 一氧化碳的性质(课堂实验)

实验地位与作用

本实验是九年级第四章“4.2 碳”中的课堂实验，学习水平要求是B级。

碳的化合物是初中需要重点掌握的物质的知识之一，一氧化碳还原氧化铜也是初中阶段较为大型的实验。学生已经学过木炭还原氧化铜实验，而本实验先验证一氧化碳的可燃性，并通过实验让学生了解可燃性气体点燃前要验纯。以这两个实验为基础，进行一氧化碳还原氧化铜实验。学生在对比木炭还原氧化铜和一氧化碳还原氧化铜的实验装置的过程中，第一次接触到实验装置改进问题。尾气也有多种处理方法，有助于学生体验化学实验的魅力，知道实验方法并不具有唯一性，激发他们学习化学和进行实验探究的热情。

实验目的

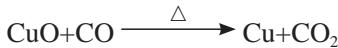
- 理解一氧化碳的化学性质(可燃性和还原性)，会书写相关反应的化学方程式。
- 知道可燃性气体点燃前要验纯。
- 理解一氧化碳还原氧化铜的实验先后顺序。
- 理解一氧化碳尾气处理的原理和方法。
- 对比木炭还原氧化铜和一氧化碳还原氧化铜的实验装置，体会实验装置改进的方法。

实验原理

一氧化碳具有可燃性，燃烧生成二氧化碳气体，化学方程式：



一氧化碳具有还原性，可还原氧化铜，化学方程式：



利用澄清石灰水与二氧化碳的反应，检验一氧化碳燃烧产物和氧化还原反应产物，化学方程式： $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 \longrightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$

实验过程

【实验装置及步骤】

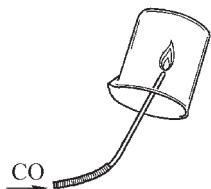


图 29-1 一氧化碳燃烧

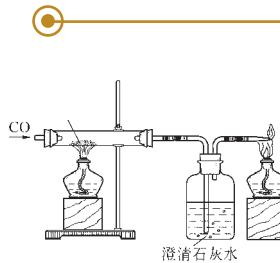


图 29-2 一氧化碳还原氧化铜

【仪器和试剂】

【仪器】

尖嘴导管、硬质玻璃管(20 mm × 250 mm)、烧杯(250 mL)、火柴、铁架台、酒精灯、广口瓶(250 mL)、直角导管、单孔塞、双孔塞。

【试剂】

一氧化碳、氧化铜、澄清石灰水。

【实验步骤】**实验一 一氧化碳燃烧**

步骤1 用导管将装有一氧化碳的储气瓶中的气体导出,用小试管检验纯度。

步骤2 然后在尖嘴导管口点燃,观察一氧化碳的颜色和火焰的颜色。

步骤3 把内壁涂有澄清石灰水的小烧杯罩在火焰上方(如图29-1所示),观察烧杯内壁发生的现象。

实验二 一氧化碳还原氧化铜

步骤1 如图29-2所示,组装仪器,检验装置气密性。然后将氧化铜粉末放入硬质玻璃管中,在广口瓶中放入少量澄清石灰水。

步骤2 向硬质玻璃管中通一会儿一氧化碳,然后再加热硬质玻璃管,同时点燃从尖嘴导管排出的一氧化碳,观察硬质玻璃管和广口瓶中的变化。

【实验现象】

实验一 步骤1中,听到轻微“噗”声。

步骤2中,一氧化碳气体无色,点燃后火焰呈蓝色。

步骤3中,烧杯内壁上的澄清石灰水变浑浊。

实验二 步骤2中,黑色固体变红色,产生无色气体能使澄清石灰水变浑浊,点燃尾气火焰呈蓝色。

实验关键及注意事项**【安全提示】**

一氧化碳有剧毒,会跟血液中的血红蛋白结合,不小心吸入少量一氧化碳,会使人感到头痛恶心、记忆力减退,吸入多量的一氧化碳会使人窒息死亡。

一氧化碳与空气混合点燃会发生爆炸。

【环保注意事项】

本实验要在具有通风设备的实验室中进行,实验结束后一氧化碳余气要处理后排放,避免有毒的一氧化碳气体污染环境。

【试剂配制】

一氧化碳气体在实验室中制备原理为:

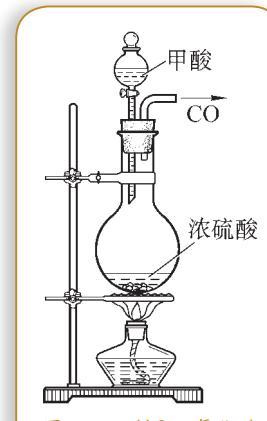


图 29-3 制取一氧化碳

按图 29-3 所示搭建装置。检查装置的气密性。在 250mL 蒸馏烧瓶中加入 50mL 密度为 $1.84\text{g}/\text{cm}^3$ 的浓硫酸，在分液漏斗中盛放 10mL 密度为 $1.2\text{g}/\text{cm}^3$ 的甲酸。将浓硫酸加热到 $80^\circ\text{C} \sim 90^\circ\text{C}$ ，移去酒精灯。向烧瓶中逐滴加入甲酸，即有一氧化碳产生。

【实验操作的注意事项】

1. 向硬质玻璃管中通入一氧化碳气体前要先检验气体的纯度。
2. 先通一段时间气体再加热，防止一氧化碳和硬质玻璃管内空气混合受热发生爆炸。
3. 停止加热后继续通一氧化碳气体直到装置冷却至室温，防止石灰水倒吸入硬质玻璃管。

教学建议

可通过木炭还原氧化铜实验，引导学生讨论固体与固体发生的反应和气体与固体发生反应的不同点，在装置上需要进行调整，一氧化碳气体有毒，尾气必须处理后才能排放。

实验改进与创新^①

改进方法一

预先收集一集气瓶一氧化碳，取一段螺旋状铜丝在酒精灯火焰上加热，将表面覆盖有黑色氧化铜的灼热铜丝伸入集气瓶中，看到铜丝很快恢复亮红色。取出铜丝，加 2mL 澄清石灰水，盖上毛玻璃片，振荡，石灰水变浑浊。

改进方法二

使用表面有黑色氧化铜的螺旋状细铜丝，连接一氧化碳的制备装置（如图 29-4 所示），直接进行实验，简化验纯步骤，且装置不易漏气。

尾气处理装置也可改用气球或用排水法进行收集。

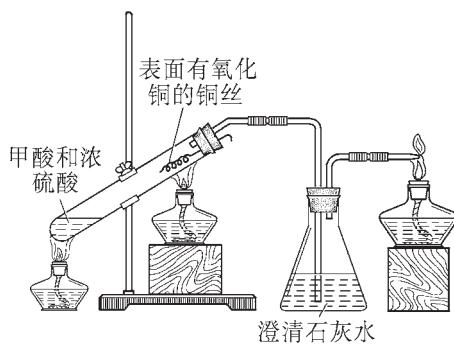


图 29-4 一氧化碳还原氧化铜

① 刘正贤. 中学化学实验大全 [M]. 上海: 上海教育出版社, 1994.

实验目的

1. 掌握大理石灼烧的实验原理及实验现象。
2. 了解实验条件对化学反应的影响。
3. 探究大理石灼烧产物及灼烧程度分析。

30. 碳酸钙的分解(课堂实验)**实验地位与作用**

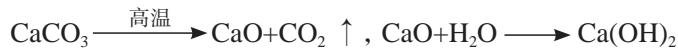
本实验是九年级化学第四章“4.2 碳”中的课堂实验，学习水平要求是B级。

本实验是在学生已经知道二氧化碳气体的性质、氧化钙的性质之后再探究碳酸钙分解产物的实验。学生在木炭还原氧化铜的实验中，已经初步了解酒精喷灯的加热技术。通过本实验让学生了解工业上用石灰窑高温煅烧石灰石制取生石灰，同时得到副产品二氧化碳，通过方案设计证实固体产物的方法。

在学生已经掌握了一部分化学用语和质量守恒定律基础上，进行“碳酸钙的分解”课堂实验，不仅可让学生通过观察实验现象分析实验产物，更可在教学中加入“开始发生反应”“完全反应”相关内容的讨论，有助于学生在后续学习中对“物质的检验”等相关内容的理解。

实验原理

大理石的主要成分是碳酸钙，碳酸钙高温下可分解生成氧化钙和二氧化碳。氧化钙与水反应生成氢氧化钙，氢氧化钙溶液呈碱性，碱性溶液使无色酚酞试液变红色。与本实验相关的化学方程式：

**实验过程****仪器和试剂****【仪器】**

酒精喷灯、坩埚钳、火柴、烧杯(50mL)、洗瓶、石棉网、镊子。

【试剂】

大理石块、蒸馏水、酚酞试液、10%稀盐酸。

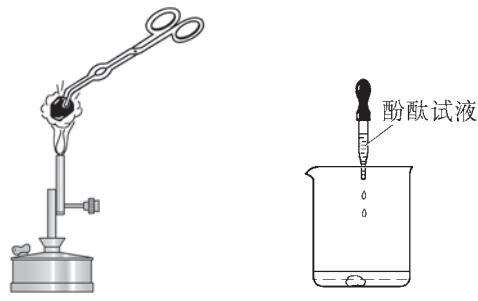
【实验装置及步骤】

图 30-1 灼烧大理石

图 30-2 滴加酚酞试液

表 30-1

实验步骤	实验现象	结论和解释
步骤 1 如图 30-1 所示, 用坩埚钳夹住一小块大理石, 放在酒精喷灯火焰上灼烧 5min, 观察现象	大理石表面变白, 变疏松	$\text{CaCO}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{CaO} + \text{CO}_2 \uparrow$
步骤 2 将经过灼烧的大理石放在石棉网上冷却, 放入小烧杯中, 逐滴加入蒸馏水(如图 30-2 所示), 观察大理石表面的变化, 再滴加 2 滴酚酞试液, 观察液体或大理石表面颜色的变化	溶液变红色	$\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2$

【实验分析】

大理石灼烧会生成氧化钙和二氧化碳, 二氧化碳气体放出后, 大理石表面有氧化钙生成, 所以大理石表面变白, 变疏松。

大理石灼烧后生成氧化钙, 氧化钙与水反应生成氢氧化钙, 氢氧化钙溶液显碱性。因此, 在灼烧后的大理石表面上滴加水, 再滴酚酞试液会变红色。

工业上用石灰窑高温煅烧石灰石来制取生石灰, 生石灰与水反应又能生成熟石灰。

如何判断大理石已开始分解?

将灼烧过的固体放入水中, 滴入酚酞试液, 看到溶液变红, 则证明开始分解。

如何判断大理石已完全分解?

在灼烧过的固体上滴加稀盐酸, 无气泡产生, 则证明已完全分解。

实验关键及注意事项**【安全提示】**

酒精喷灯燃烧时火焰温度较高, 注意安全, 勿让学生接触。实验操作时要注意安全, 以免烧伤和烫伤。

操作中要注意安全, 当大理石灼烧后温度较高, 应先放在石棉网上冷却后再进行后续实验。

【实验条件】

碳酸钙受热分解的温度为 825°C ^①，有的工具书^②上给出的分解温度更高，为 900°C ，事实上不同大理石的分解温度确实不同，这和其杂质含量等因素有关。本实验的关键是温度的控制，如果温度不够高，大理石不易分解，实验效果就会不佳，因此本实验要求使用酒精喷灯或者丁烷灯作为加热装置。

【实验操作的注意事项】

选择颜色偏黄或偏黑的大理石灼烧效果较好，颜色较亮的大理石含有较多二氧化硅，灼烧后现象不明显。



图 30-3 丁烷灯

选用的大理石块要小(约蚕豆大小即可)，如为薄片状则更佳，置于酒精喷灯或丁烷灯的灯焰上灼烧，加热到大理石有发红现象。在大理石块尖角的地方加热，这样能确保大理石块分解，使实验成功进行(加热约1min即可，只要见到有发红现象，就说明已有局部达到了分解反应温度)。

丁烷灯(附燃料)(如图30-3所示)简介

丁烷灯是用于高温加热的灯具之一。其优点是携带方便，点火简易，火焰温度高(可达 1450°C)。丁烷灯使用的燃料为丁烷，市售小罐丁烷液化气在超市中有售。丁烷灯底部有一小孔，用于加液，加液时，丁烷罐尖嘴口朝下，压入丁烷灯注气孔(灯座朝上)即可。丁烷灯一个旋钮控制火焰大小，另一个旋钮控制空气进入量。

教学建议

因为大理石灼烧变白、变疏松的现象不够明显，演示实验效果不佳，如将课堂实验设计用酒精灯进行的学生实验和教师指导学生用酒精喷灯进行的演示实验，比较两种温度对反应的影响，效果会更好。

灼烧大理石需要时间较长，可在教师进行灼烧的过程中，让学生讨论“如何判断大理石已开始分解”及“如何判断大理石已完全分解”这两个问题。

讨论这两个问题的目的是，让学生初步掌握思考反应后物质成分的方法。“开始反应”意味着混合物中已经有生成物，而“完全反应”意味着混合物中不再有反应物。

① 周公度. 化学辞典[M]. 北京：化学工业出版社，2004.

② 杨德壬. 中学教学全书化学卷[M]. 上海：上海教育出版社，1996.

实验改进与创新

1. 选择使用丁烷灯作为大理石灼烧加热仪器，可以达到同样的效果，操作上比使用酒精喷灯更简便。
2. 本实验也可作为学生探究实验，实验材料可以选择清洗干净的贝壳、螺蛳等，作为学生趣味实验，探究贝壳或螺蛳等含有的主要化学成分，贝壳或螺蛳等灼烧后的产物。

实验目的

1. 知道选择实验室制备气体原理时需要考虑的因素。
2. 理解实验室制取二氧化碳气体的原理。
3. 进一步体会控制变量法在化学实验中的应用，养成严谨的科学态度。

31. 碳酸钙与稀盐酸的反应(课堂实验)**实验地位与作用**

本实验是九年级第四章“4.3 二氧化碳的实验室制法”中的课堂实验，学习水平要求为B级。

二氧化碳的实验室制法是初中阶段要求的两个大型气体制备实验之一。学生在学习氧气的制备实验后，对气体的制备原理、发生装置、收集装置、检验方法等有了初步的了解。本节内容在此基础上，要求学生通过讨论和对比实验，进一步掌握气体制备原理的选择方法。而气体制备的原理(包括反应物状态和反应条件)又是选择发生装置以及实验装置改进的基础。

本实验使用不同状态的相同反应物进行实验。让学生通过观察反应的剧烈程度，体会制取气体不仅要考虑选择的物质能否反应，还要考虑能否方便地收集制取的气体，从而理解为何选择块状大理石和稀盐酸作为实验室制取二氧化碳的原理。

实验原理

固体反应物颗粒大小对反应的速率有重要的影响。将块状碳酸钙固体和粉末状碳酸钙分别与稀盐酸反应，比较反应的剧烈程度。粉末状碳酸钙与稀盐酸接触面积大，反应剧烈。化学方程式：

**实验过程****仪器和试剂**

【仪器】
烧杯(50mL)。

【试剂】
稀盐酸、块状大理石、粉末状大理石
(此两者等质量、分装在称量瓶中)。

【实验装置及步骤】

在两只烧杯中分别倒入20mL稀盐酸。同时加入等质量的块状大理石和粉末状大理石，观察现象。

【实验现象】

块状大理石产生大量气泡，反应平稳。粉末状大理石产生大量气泡，反应剧烈。

【实验分析】

与块状大理石相比，粉末状大理石与稀盐酸反应过快，不利于收集气体。

实验关键及注意事项

【试剂配制】

使用 20% 左右稀盐酸，块状大理石和粉末状大理石质量约为 3.0g，实验效果较为理想。

教学建议

仅对比不同状态的碳酸钙固体与稀盐酸的反应不足以说明实验室制备二氧化碳必须用块状大理石和稀盐酸作为原料，建议加入稀盐酸与块状大理石、块状石碱的对比实验。

表 31-1

	块状大理石	块状石碱
稀盐酸	产生大量气泡，反应平稳	产生大量气泡，反应剧烈

石碱为可溶性固体，溶于水后相当于碳酸钠溶液与稀盐酸反应，反应过快，同样不利于收集。

浓盐酸具有挥发性，会导致制得的二氧化碳气体中混有氯化氢气体。

因此，实验室使用块状难溶于水的大理石固体和稀盐酸作为制备二氧化碳气体的原料。

讨论完实验原理，可让学生根据实验室制氧气的相关知识选择发生装置和收集装置，并通过“如何在收集到足够的二氧化碳后使反应停止”这一问题启发学生进行装置改进，引入启普发生器。

启普发生器作用原理参见《中学化学实验手册（高中拓展）》中“40. 设计具有启普发生器作用原理的气体发生装置（拓展实验）”。

实验改进与创新

趣味实验——蛋壳蚀刻^①

在鸡蛋壳上雕刻作画一定很难吧！不过当我们知道鸡蛋壳的成分后，选用化学腐蚀的方法进行刻图作画，那就更简单和方便了。

① 王程杰. 中学化学实验研究 [M]. 上海：华东师范大学出版社，2005 (2).

【实验原理】



图 31-1 蛋壳蚀刻

鸡蛋壳的主要成分是碳酸钙，厨房中米醋也是一种酸溶液。米醋能腐蚀鸡蛋壳，腐蚀时也会产生二氧化碳气体。

【仪器和试剂】

仪器：4H 铅笔、毛笔、烧杯（200mL）、蒸发皿、酒精灯、玻璃棒、小铁钉或尖锥、小刀等。

试剂：红壳鸡蛋、米醋（或 10% 醋酸溶液）、固态石蜡、水等。

【实验步骤】

步骤 1 取一只红壳鸡蛋（红壳鸡蛋的蛋壳稍硬、稍厚，而且红壳蛋表层为红棕色，蚀刻后的内层是白色，即作品产生的色差较明显），洗净，用干布轻轻擦干。

步骤 2 用 4H 铅笔在鸡蛋壳上绘好草图。

步骤 3 取一只 200mL 烧杯，注入约 120mL 米醋（或 10% 醋酸溶液），待用。

步骤 4 称取 3~5g 固态石蜡，放于蒸发皿中，将蒸发皿置于铁圈上用酒精灯火焰加热使石蜡熔化。趁热用毛笔蘸取蜡液，在蛋壳上绘图或写字。

步骤 5 待石蜡冷凝后，把绘过图或写过字的鸡蛋慢慢浸入米醋中，用玻璃棒拨动鸡蛋，使它均匀地跟溶液接触，由于米醋中醋酸的浓度较低，约为 3% 左右，所以浸泡时间较长，往往需要 1~2h。如在中学化学实验室做本实验，可以自己配制 10% 醋酸溶液，该浓度的醋酸溶液只需要浸泡 20~30min，具体耗时还与温度有关。当蛋壳表面产生较多的气泡，蛋壳上有明显的腐蚀现象时即可取出鸡蛋。

步骤 6 取出鸡蛋后，用清水漂洗干净，晾干。用小铁钉或尖锥在鸡蛋的两端各打一孔，用嘴吹出蛋清和蛋黄，吹出的蛋清和蛋黄如没有被污染仍可食用。

步骤 7 待蛋清和蛋黄全部滴出后，用小刀轻轻刮去涂在蛋壳上的石蜡（也可用有机溶剂如汽油等擦洗干净），然后将蛋壳放在热水中清洗一下，就能看到明显的图案花纹或字迹（如图 31-1 所示）。

步骤 8 被腐蚀的蛋壳表面很容易上色。如果需要，还可绘上各种彩图，使作品更为靓丽。

【实验操作的注意事项】

1. 蛋壳打孔要用较尖的硬物刺破，可先扎个小孔，再慢慢扎大孔径。一个绿豆大小的孔能吹出蛋内流体。
2. 雕刻好的蛋壳较易弄脏，如想长期保存可在蛋壳外表涂一层清漆，再晾干即可。
3. 如感到加热使石蜡熔化的方法不太方便或不太安全，也可改为溶解法：把3~5g固态石蜡研细置于小烧杯中，加入有机溶剂如汽油、乙酸乙酯等，搅拌成稀的黏稠状即可使用。用此液写完字后要有一个晾干的过程，要晾干到蛋壳表面不粘手后才可进入下一步的浸蚀操作。

实验目的

1. 学会常见简易启普发生器的气密性检查的方法。
2. 学会装配实验室制取二氧化碳的实验装置，并制取、收集一瓶二氧化碳气体。
3. 理解启普发生器的工作原理。
4. 在合作学习与改进实验过程中培养参与、合作和创新意识。

实验地位与作用

本实验是九年级第四章“4.3 二氧化碳的实验室制法”中的学生实验，学习水平要求是B级。

学生做本实验之前，已经知道通过课堂实验对比、讨论选用块状大理石和稀盐酸作为实验室制备二氧化碳原理的原因。在教材知识内容的学习中，知道二氧化碳制备的发生装置、收集装置以及验满方法，并在课堂讨论中，对普通固液不加热型的气体发生装置进行了改进，知道启普发生器的工作原理。因此，本实验是学生已经对二氧化碳的实验室制法有了全面认识后的一个验证实验，目的是让学生通过动手操作，巩固实验室制备二氧化碳的相关知识，了解常见简易启普发生器的气密性检查的方法，并进一步理解启普发生器的工作原理及其对反应物的选择性。

实验原理

实验室用块状大理石（或石灰石）和稀盐酸反应制取二氧化碳气体。反应的化学方程式为：



产生的二氧化碳气体可用澄清石灰水进行检验。反应的化学方程式为：



在标准状况下，二氧化碳的密度是1.98g/L，比空气的密度大。二氧化碳能溶于水，通常情况下1L水中能溶解约1L二氧化碳。通常采用向上排空气法收集二氧化碳。

实验过程**【实验装置及步骤】**

图 32-1 实验室制取二氧化碳的简易装置

实验一 实验室制备二氧化碳

表 32-1

实验步骤	实验现象	结论
步骤 1 如图 32-1 所示，组装简易启普发生器，检查装置气密性（关闭弹簧夹后向长颈漏斗中注水，至水面上升到漏斗内某个高度，静置 1min）	漏斗内液面不下降	气密性良好
步骤 2 在简易启普发生器的多孔塑料隔板上加入约 10g 块状大理石，连接、固定装置		
步骤 3 打开弹簧夹，往长颈漏斗中加入稀盐酸至刚好淹没大理石	大理石表面产生大量气泡	$\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \longrightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$
步骤 4 用向上排空气法收集一瓶二氧化碳		

仪器和试剂**【仪器】**

铁架台（带铁夹）、大试管（30mm×200mm）、镊子、长颈漏斗、双孔橡胶塞、橡胶管、直角导管、集气瓶（250mL）、毛玻璃片、火柴、酒精灯、弹簧夹、多孔塑料隔板。

【试剂】

块状大理石、12% 稀盐酸、澄清石灰水。

(续表)

实验步骤	实验现象	结论
步骤5 关闭弹簧夹，观察大试管和长颈漏斗中的现象	关闭止水夹后液体倒流回长颈漏斗中，固液脱离接触，反应终止	

实验二 二氧化碳气体的检验

表 32-2

实验步骤	实验现象	结论
步骤1 将燃着的木条放在收集有二氧化碳的集气瓶口	木条熄灭	检验二氧化碳是否收集满的正确方法是将燃着的木条放在集气瓶口，木条熄灭则满
步骤2 往集气瓶中倒入少量澄清石灰水，振荡	澄清石灰水变浑浊	检验二氧化碳的方法是能使澄清石灰水变浑浊 $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 \longrightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$

实验关键及注意事项**【安全提示】**

使用试管时要进行规范操作，切勿悬空将大理石投入试管中，以免造成试管破裂。若玻璃仪器破裂，清扫时注意安全，以免割伤手部皮肤。

【试剂配制】

稀盐酸的浓度在 10% ~ 20% 之间均可。

【实验操作的注意事项】

1. 使用铁夹固定试管时切勿夹得过紧，以免试管破裂。
2. 稀盐酸浸没大理石即可，溶液量不宜过多，否则会导致关闭弹簧夹后多余溶液从长颈漏斗口溢出。

仪器介绍

长颈漏斗(如图 32-2 所示)用于装配反应器，便于注入反应液体。在组装气体发生装置时应使长管末端插入反应器的液体中，借助液封防止气体通过漏斗颈逸出。



图 32-2 长颈漏斗

教学建议

学生实验完成后，引导学生通过比较，归纳实验室制取氧气和二氧化碳两个实验，总结实验室制取气体的一般思路和方法：

选择反应物应考虑的问题	
选择气体发生装置的依据	
选择气体收集装置的依据	
气体检验和验满的依据	

实验改进与创新

有多种具有启普发生器功能的装置（如图 32-3 所示），可根据实验室条件进行选用。

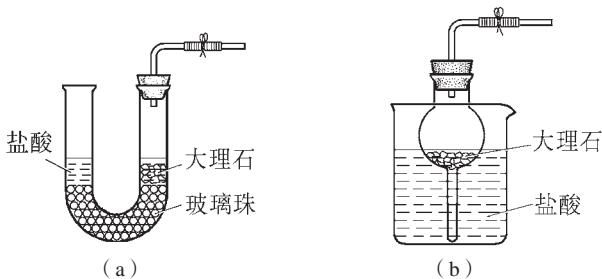


图 32-3 实验室制二氧化碳的简易装置

还可以利用身边的物质，如贝壳、鸡蛋壳等与盐酸反应做制备二氧化碳的趣味实验。

实验目的

1. 知道氢气燃烧的现象，会书写氢气燃烧的化学方程式。
2. 知道氢气遇明火容易爆炸。
3. 体会氢气作为能源的优缺点。

实验地位与作用

本实验是九年级第四章“4.4 化学燃料”中的课堂实验，学习水平要求是B级。

第三章水的两个组成实验中，学生已经了解氢气可以燃烧，并且燃烧只产生水。本节在介绍化石燃料后，讨论新型能源与各种绿色能源，通过实验进一步让学生体会氢气被称为“无污染的能源”的原因。又因为氢气的爆炸极限很宽，与空气混合容易发生爆炸，且氢气较难液化，因此难以储存运输。氢气也是初中阶段常见的还原剂，学生可以归纳总结碳、一氧化碳、氢气的共性“可燃性”和“还原性”。

实验原理

氢分子是体积最小，质量最轻的分子。在温度、压强等相同的条件下，氢气是平均扩散速率最大的气体。氢气与空气混合后的爆炸极限很宽，为4.1%~74.2%（不同化学手册的数据略有差异），氢氧混合气体的爆炸力也很强（放热强烈）。

实验过程**仪器和试剂****【仪器】**

尖嘴导管、一次性纸杯、火柴、橡皮泥适量。

【试剂】

氢气。

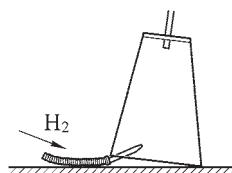
【实验装置及步骤】

图 33-1 点燃氢气

【实验步骤】

步骤1 检验氢气的纯度，然后点燃从导管口放出的氢气，观察火焰颜色。

步骤2 取一只一次性纸杯，在底部插入一小段尖嘴导管（用橡皮泥把导管固定并填满与纸杯之间空隙），倒扣在桌面上，向纸杯内充入一定量氢气（如图33-1所示），用火柴点燃导管尖嘴口逸出的气体。

【实验现象】

步骤1中，氢气燃烧产生淡蓝色火焰。

步骤2中，纸杯内气体点燃后发生爆炸，纸杯弹起。

【实验分析】

纯净的氢气燃烧时，只有少量氢气在玻璃管口跟氧气接触发生反应，产生的热量不多，且很快扩散到空气中。当纸杯内充入一定量氢气，氢气与空气相互混合，大量氢气分子和氧气分子同时接触，反应瞬间释放大量的热，使气体体积在有限的空间里急剧膨胀，而发生爆炸。

实验关键及注意事项

【安全提示】

氢气易燃易爆，点燃前一定要检验纯度。

【试剂配制】

可以使用启普发生器在实验室制备氢气，原理是：



将尖嘴导管直接连于启普发生器随开随用。

【实验操作的注意事项】

玻璃中含有钠元素，所以点燃氢气后看到的火焰中带有黄色，可以用注射器的针头代替尖嘴导管做氢气点燃实验。

教学建议

“氢气的性质”相关内容在教材中较为分散，第三章第一节有通过氢气燃烧判定水的组成实验，第六章第一节又出现氢气还原氧化铜实验。鉴于本章已经做了木炭还原氧化铜、一氧化碳还原氧化铜实验，可以将氢气的相关实验在本章一起完成。

实验改进与创新**改进方法一**

在启普发生器后连接一导管，通入肥皂液中，利用氢气吹肥皂泡，气泡升起，体现氢气密度小的物理性质。接着用酒精灯点燃氢气泡，气泡燃烧，体现氢气的可燃性。

由于不同的肥皂液性质不同，可能会产生因吹不出足够的氢气泡，而使肥皂泡不能向上飘起，此时可加入适量甘油。例如，2份洗涤剂、6份水和1~4份的甘油调配的吹泡泡溶液，使吹出的气泡更大，实验效果更好。

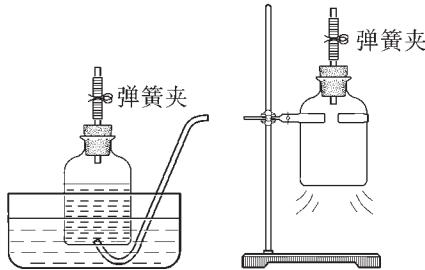
改进方法二**【实验装置】**

图 33-2 氢气燃烧和爆炸

【实验步骤】

步骤1 取一只剪去底部的软塑料瓶，在瓶塞处插一根带有弹簧夹的尖嘴玻璃管（如图33-2所示）。

步骤2 用排水法收集一集气瓶氢气，在导管口点燃，观察现象。

【实验现象】

刚开始时氢气能够在导管的尖嘴处安静地燃烧，产生淡蓝色火焰，片刻后混合气体发生爆炸。

【实验改进与创新之处】

同时完成氢气燃烧和爆炸两个实验；操作简便，实验现象明显；有利于学生体会燃烧和爆炸的关系。

34. 酸碱反应的探究(学生实验)

实验目的

- 探究酸碱反应是吸热反应还是放热反应。
- 探究酸碱反应过程中指示剂颜色的变化情况。
- 了解酸碱反应的产物。

实验地位与作用

本实验是九年级第五章“5.1 生活中的酸和碱”中的“酸碱中和反应”的学生实验，学习水平要求是B级。

本实验是酸碱中和反应的重要实验，化学反应伴随有能量变化。实验中主要用到的操作是“滴定”和“蒸发”等。

本实验帮助学生理解掌握数据的记录和处理。

实验原理

根据酸碱指示剂在酸碱性溶液中颜色的变化，酸碱能够发生中和反应生成盐和水，以及中和反应放出热量等知识，利用温度计示数的变化和酚酞试液颜色的变化等方法来判定反应的热量变化和反应是否发生。

酸和碱的中和反应有热量放出。例如，1L 1mol/L 稀盐酸跟 1L 1mol/L 氢氧化钠反应生成 1 mol 水时，放出 57.3 kJ 的热量。反应的热化学方程式是



实验过程

【实验装置及步骤】

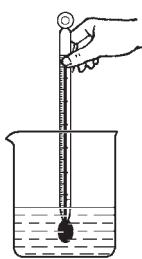


图 34-1 中和反应

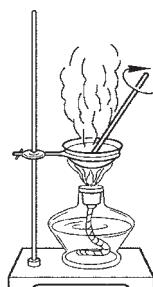


图 34-2 蒸发

【仪器和试剂】

【仪器】

烧杯(100 mL)、150℃温度计、蒸发皿、玻璃棒、铁架台、酒精灯、火柴。

【试剂】

10% 氢氧化钠溶液、10% 稀盐酸、酚酞试液。

表 34-1

实验步骤	实验记录
步骤 1 如图 34-1 所示, 在烧杯中加入 2mL10% NaOH 溶液, 插入 1 支温度计, 读出温度计的示数, 再向上述小烧杯中逐滴加入 10% 稀盐酸, 观察温度计的变化, 读出温度计的示数	滴加稀盐酸前氢氧化钠溶液中温度计的示数为 ____ °C 滴加稀盐酸后氢氧化钠溶液中温度计的示数为 ____ °C
步骤 2 在盛有 2mL10%NaOH 溶液的蒸发皿中, 滴两滴酚酞试液, 再逐滴加入 10% 稀盐酸, 并用玻璃棒不断搅拌, 观察溶液颜色变化	溶液由无色变成红色, 又由红色变成无色
步骤 3 将上述蒸发皿中溶液加热(如图 34-2 所示), 直至大部分水被蒸发, 静置, 冷却, 观察现象	可以看到有白色固体从溶液中析出

【实验分析】

1. 实验中温度计的示数可能没有变化的原因是:

加入的液体太多, 热量被液体吸收, 所以温度计示数变化不太明显; 温度计紧靠烧杯内壁或烧杯底部, 温度变化不明显。

2. 实验中取用的溶液浓度太小, 建议用 2mL10% 氢氧化钠溶液和 2mL10% 稀盐酸, 这样方便观察温度的变化, 也利于对产物的观察, 还可以减少液体用量。

3. 当氢氧化钠溶液中滴加稀盐酸时, 溶液颜色由红色变成无色, 不能说明溶液一定呈中性, 其原因是酚酞试液在酸性溶液或在中性溶液中都成无色。

实验关键及注意事项

【安全提示】

蒸发结束后不可用手接触蒸发皿以免烫伤, 应使用坩埚钳将热的蒸发皿从铁圈上取下, 放置在石棉网上冷却。

【试剂配制】

实验中用到的氢氧化钠溶液和稀盐酸, 最好配成 10% 的溶液。方案是用电子天平称量 10.0g 氢氧化钠, 将氢氧化钠固体倒入 250mL 小烧杯

中,用量筒量取90mL水倒入小烧杯中,用玻璃棒搅拌,使氢氧化钠全部溶解,得到10%氢氧化钠溶液。分析纯盐酸浓度为36%~38%,密度为1.19g/mL,若配制100mL溶液方法为: $10\% \times 100 = V \times 1.19 \times m_b$,式中:V为分析纯浓盐酸的体积。 m_b 为分析纯浓盐酸的浓度,计算所需分析纯盐酸体积为23mL。取23mL分析纯盐酸用蒸馏水定容至100mL,即为10%稀盐酸。

【实验操作的注意事项】

温度计使用过程中为防止温度计破损,请注意不要把温度计当搅拌棒使用,且小心放入和取出。

蒸发时,用酒精灯外焰加热,边加热边用玻璃棒搅拌液体,防止液体受热不均匀而飞溅。当加热到有大量晶体析出时应停止加热,用余热将液体蒸干。

教学建议

1. 实验前,可以利用教材中问题讨论:(1)酸碱反应是放热反应还是吸热反应?(2)你设计的实验操作步骤与教材中实验步骤有何异同?(3)你还能够通过哪些方法判断酸碱之间发生了化学反应?
2. 实验时,教师不断巡视,及时纠正温度计的使用和蒸发操作中的错误,同时防止仪器损坏与烫伤事故的发生。
3. 实验后,学生应根据溶液颜色的变化解释溶液酸碱性的变化,并写出有关反应的化学方程式。
4. 本实验在原来的基础上做了一些改进,将温度计的示数改为“盐酸中加入氢氧化钠溶液前温度计的示数和加入氢氧化钠溶液后温度计的示数”,两次温度计的示数都做记录。这样改进的好处,便于学生对温度有更深入的了解。

实验目的

1. 初步学会用鲜牛奶制作酸牛奶的基本方法。
2. 了解生活中常见的化学知识，增强化学的学习兴趣。

35. 动手做一杯草莓酸牛奶(拓展实验)**实验地位与作用**

本实验是九年级第五章“5.1 生活中的酸和碱”资料库中的拓展实验，学习水平要求是A级。

本实验属于化学与生活结合，将化学知识应用于生活实际的一个拓展实验。

实验将溶解、加热、温控等多种基本操作综合应用，体验化学实验的乐趣，认识化学实验在生产生活中的意义。

实验原理

酸牛奶是采用优质纯鲜牛奶加入白糖，经高温灭菌冷却后，再加入乳酸菌发酵恒温制成的牛奶制品。在发酵过程中，鲜牛奶中的酪蛋白遇酸凝固，成为有弹性的凝块，颜色乳白，气味清香，酸甜可口。

本实验的核心操作是温控和搅拌。

实验过程**仪器和试剂****【仪器】**

锅(大小依据鲜牛奶的量而定)、热源(煤气、电磁炉等)、汤匙。

【试剂】

新鲜牛奶(500mL)、白糖(根据个人需要而定)、原味酸奶(一盒，125g)、草莓(2个)、保温器(最好能维持42℃)。

【实验装置及步骤】

步骤1 将新鲜牛奶放在干净的锅中，用小火慢慢加热至煮沸。

步骤2 牛奶高温灭菌后，再冷却到42℃，保持恒温。

步骤3 然后把125g原味酸奶作为引子倒在一只碗中，加入一些温热的牛奶搅拌均匀。

步骤4 将搅拌好的混合物、白糖和草莓一起倒入加热好的新鲜牛奶中，搅拌均匀。

步骤5 将搅拌好的牛奶倒入有盖容器内装好，夏天气温高，放在厨房桌面上或其他通风处，放一个白天或一个晚上就做成了(一般需12h左右)；冬天气温低，把容器放在恒温器中(最好维持42℃恒温，如保温瓶)，约4h，新鲜美味的草莓酸奶就做成了。

【实验现象】

放置一个白天或一个晚上的牛奶，会变成比较黏稠略有酸味的酸奶。

【实验分析】

1. 实验中发现牛奶不够黏稠的原因：放置时间可能不够长，一般放置时间为12h，有时需要20h；加入原味酸奶的量可能比较少；如果用冰箱冷却一段时间也会变黏稠。
2. 实验中做成的酸奶不太酸的原因：时间不够；温度不够；菌种放少了等。

实验关键及注意事项

【安全提示】

将牛奶放在干净的锅里，放在炉子上加热煮沸，注意不要让牛奶沸腾而溢出，牛奶的量根据制酸奶的容器而定。

【实验操作的注意事项】

1. 容器一定要干净，不要用不锈钢或塑料器皿做酸奶，做好了可以分装到塑料盒中。
2. 将原味酸奶倒在碗里，加适量温热的牛奶搅拌均匀，目的是让原味酸奶和牛奶能更充分混合，将搅拌好的混合物全部倒入温热或凉下来的牛奶中。原味酸奶和牛奶一定要搅拌均匀，这个步骤很关键，搅拌不均匀做出来的酸奶有可能像蛋花。
3. 注意牛奶一定不能太热，太热会把乳酸菌烫死，宁可温度低一点。

教学建议

酸奶是学生熟悉的奶制品，家庭自制酸奶也比较简单、安全，建议教学中，教师引导学生阅读资料库，并介绍家庭自制酸奶的方法和关键要点，让学生回家动手做一杯酸奶，仔细观察酸奶制作过程中发生的现象，体验实验过程的乐趣。

你喜欢什么口味的酸奶呢？大家可以充分发挥自己的创意，根据自己的口味加适量蜂蜜和水果，水果可以加草莓、香蕉、奇异果、蓝莓、黑莓或菠萝等。

实验目的

- 体会水溶液中化学反应的特点。
- 学会用比较的研究方法探究水对酸的化学反应的影响。

实验地位与作用

本实验是九年级第五章“5.2 酸和碱的性质研究”中的课堂实验，学习水平要求是A级。

本实验是承上启下的实验，在第一册实验中，学生接触了很多实验，但这些实验大部分是针对纯净物的实验，而在酸碱盐的教学中，学生接触到的实验大部分是在水溶液中进行的。因此，本实验主要作用是通过柠檬酸晶体和柠檬酸溶液分别与蓝色石蕊试纸、镁带作用的不同现象的对比，体会水溶液中化学反应的特点。

本实验还是比较研究法在具体实验中应用的实验，通过这个实验指导学生学会比较研究等科学方法的应用，为学生后续学习打下良好的应用研究方法的基础。

实验原理

根据柠檬酸晶体和柠檬酸溶液分别与蓝色石蕊试纸、镁带反应的比较研究，通过对比实验探究水对酸的化学反应的影响问题。

柠檬酸溶液显酸性，会使蓝色石蕊试纸变红，会与镁带反应放出氢气，观察现象时会看到有气泡逸出。

本实验的核心操作是对比方法的应用。

实验过程**仪器和试剂****【仪器】**

试管
(18mm×180mm)、
试管架、药匙、胶头
滴管、镊子、玻璃
棒、蓝色石蕊试纸。

【试剂】

柠檬酸晶体、5%
柠檬酸溶液、镁带。

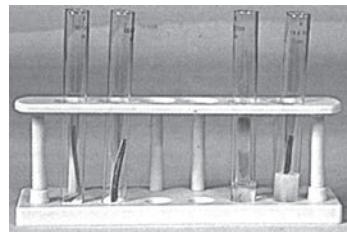
【实验装置及步骤】

图 36-1 柠檬酸晶体、5% 柠檬酸溶液分别跟蓝色石蕊试纸、镁带反应

表 36-1

实验操作	实验现象	结论和解释
步骤 1 用药匙或纸槽分别把少量柠檬酸晶体放入两支试管中，再用镊子分别加入一条干燥的蓝色石蕊试纸和镁带，观察现象	蓝色石蕊试纸不变色 镁带表面无气泡产生	酸的很多反应通常要在水溶液中才能快速完成
步骤 2 另取两支试管，分别倒入 2mL 5% 柠檬酸溶液，再用镊子分别加入一条干燥蓝色石蕊试纸和镁带，观察现象	蓝色石蕊试纸变红色 镁带表面有气泡产生	

【实验分析】

本实验中用的研究方法是比较研究。研究过程中，在短时间内看到的是柠檬酸晶体不与蓝色石蕊试纸和镁带反应，柠檬酸溶液与蓝色石蕊试纸和镁带反应比较迅速。但是，如果把柠檬酸晶体与蓝色石蕊试纸或镁带接触很长时间，是否会反应，因为没有足够的实验数据，无法说明。所以本实验实际探究的是酸的晶体和酸的溶液发生反应时的速率，而不是能否发生反应的本质问题，教师在教学中一定要注意这一点的理解。

实验关键及注意事项

本实验的关键是对比方法的应用问题，通过本实验不仅让学生理解水对酸的化学反应的影响问题，同时还要让学生感悟化学研究方法的问题，对比研究是化学学习中常用的研究方法。

【安全提示】

本实验中用镊子向试管中加入蓝色石蕊试纸和镁带时，注意不要将镊子伸入试管中，以防弄破试管、划伤手臂等事故的发生。

【实验操作的注意事项】

本实验操作步骤比较简单，但是不可以用手拿试纸和镁带，实验中一定要用镊子夹取，给学生一个规范的示范。

教学建议

因为本实验操作比较简单，实验安全性也比较高，且实验现象需要学生近距离观察，因此教师在教学过程中如果把本实验设计成学生实验，学生一边做实验，教师根据学生的实验情况一边讲解实验，教学效果会更好。

实验目的

- 体验浓盐酸挥发性和浓硫酸脱水性。
- 学会根据浓硫酸和浓盐酸性质鉴别浓盐酸和稀盐酸、浓硫酸和稀硫酸。
- 通过实验加深理解化学研究中比较的研究方法。

37. 浓盐酸与稀盐酸、浓硫酸与稀硫酸性质的比较(学生实验)

实验地位与作用

本实验是九年级第五章“5.2 酸和碱的性质研究”中的学生实验，学习水平要求是B级。

本实验属于物质性质内容，是酸和碱的性质研究中的一个体验酸和碱的性质的实验。

实验通过对浓盐酸与稀盐酸、浓硫酸与稀硫酸性质比较，认识化学的一种研究方法。

实验原理

氯化氢气体溶于水可以制得盐酸，36%~38% 盐酸称为浓盐酸，浓盐酸具有很强的挥发性，从浓盐酸中挥发出来的氯化氢气体跟空气中水蒸气接触，形成盐酸小液滴而产生白雾，此方法可用于鉴别浓盐酸和稀盐酸。

氯化氢气体溶于水形成的溶液(即盐酸)呈酸性，能使蓝色石蕊试纸变红色。

浓硫酸有强腐蚀性。它能将纸张、木材、布料、皮肤中的氢元素、氧元素按水的组成比脱去，浓硫酸有很强的脱水性。

根据浓盐酸和浓硫酸的特殊性质，采用比较的研究方法，对浓盐酸和稀盐酸、浓硫酸和稀硫酸的性质进行定性的研究。

本实验的核心操作是用胶头滴管移取液体。

实验过程**仪器和试剂****【仪器】**

玻璃棒、胶头滴管、镊子、白纸、蓝色石蕊试纸。

【试剂】

36%~38% 浓盐酸、98% 浓硫酸、10% 稀盐酸、10% 稀硫酸、蒸馏水。

【实验装置及步骤】

步骤1 观察36%~38% 浓盐酸和10% 稀盐酸、98% 浓硫酸和10% 稀硫酸的外观。

步骤2 打开盛有36%~38% 浓盐酸、10% 稀盐酸试剂瓶的瓶盖，观察试剂瓶口的现象。

步骤3 用镊子夹取一张用蒸馏水润湿的蓝色石蕊试纸，放

在试剂瓶口上方，观察试纸的颜色变化。

步骤4 打开盛有98%浓硫酸和10%稀硫酸试剂瓶的瓶盖，观察试剂瓶口的现象，然后重复步骤3的实验操作。

步骤5 用玻璃棒分别蘸取98%浓硫酸和10%稀硫酸，滴到一张白纸上，静置几分钟，观察白纸上的变化。

【实验现象】

观察到盛有36%~38%浓盐酸的瓶口上方有白雾出现。湿润的蓝色石蕊试纸很快变红。

硫酸瓶口上方无白雾，湿润的蓝色石蕊试纸不变色。观察到蘸有98%浓硫酸的白纸很快变黑，如图37-1所示。



图37-1 浓硫酸的脱水性

【实验分析】

1. 如果浓盐酸瓶口白雾出现不明显现象，可能原因是浓盐酸浓度不够大；周围环境比较干燥等。

2. 如果浓硫酸不能够使白纸很快变黑，最主要原因是室温太低，可略加烘烤；浓硫酸浓度不足，可用刚刚开封的浓硫酸；通常选用质地较疏松的纸张（如实验室中的滤纸）进行实验，效果会很好。

实验关键及注意事项

【安全提示】

因为浓硫酸有很强的腐蚀性，实验时一定要提醒学生注意安全，用玻璃棒蘸取浓硫酸时，要注意安全，如在不能保证安全的情况下，教师还是把学生实验改成课堂实验，以防万一。

【环保注意事项】

因为本实验在完成过程中，浓盐酸有强挥发性，有刺鼻酸味。因此，浓盐酸瓶盖打开时间要短，并保持室内通风。

【实验操作的注意事项】

实验操作过程中，打开浓盐酸和浓硫酸试剂瓶后，不用时应立即将试剂瓶盖盖好，以免浓盐酸挥发和浓硫酸吸水，而使其浓度降低。

教学建议

1. 实验前, 可以向学生提一些有关浓硫酸的问题, 主要强调安全性。
 - (1) 你知道浓硫酸伤人事件吗? 浓硫酸为什么会伤人呢?
 - (2) 浓盐酸和浓硫酸是否具有相同的性质呢? 稀盐酸和稀硫酸呢?
2. 实验时, 教师不断巡视, 注意观察学生取用浓硫酸的过程和使用情况, 发现违反实验操作规则的做法要及时制止, 防止伤害事故的发生。
3. 实验后, 让学生比较浓盐酸和稀盐酸、浓硫酸和稀硫酸的差异, 比较后得出浓盐酸和浓硫酸的特性, 概括浓度对酸性质的影响。即同一种酸, 由于浓度不同, 其性质也不完全相同。
4. 浓硫酸腐蚀性比较强, 建议将学生实验改成课堂实验。浓硫酸的脱水性需要一定的温度, 用沾有浓硫酸的玻璃棒在纸上写字, 然后在酒精灯火焰上方烘一烘, 则会立即出现纸张变黑的现象。如果用普通纸张, 则实验现象会比较明显。
5. 通常情况下, 1 : 1 盐酸不冒白雾, 20% 以上浓盐酸才会冒白雾, 冒白雾的盐酸称为浓盐酸。

38. 盐酸或稀硫酸与氧化铁、 氧化铜的反应(学生实验)

实验地位与作用

本实验是九年级第五章“5.2 酸的性质研究”中的学生实验，学习水平要求是B级。

本实验是对酸的化学性质的验证性实验，是学习酸的性质中酸与碱性氧化物反应的重要实验。本实验也是学生学习碱性氧化物概念的重要实验。

实验目的

- 理解氧化铁、氧化铜与盐酸或稀硫酸的反应。
- 掌握工业除铁锈的原理。

实验原理

盐酸或稀硫酸能与碱性氧化物(氧化铁或氧化铜等)反应生成盐和水。

反应的化学方程式为：



本实验的核心操作是物质在试管中的反应以及给试管中的液体加热。

实验过程

【实验装置及步骤】

步骤1 用镊子夹取一枚生锈的铁钉，观察铁钉表面的颜色。

步骤2 将试管横放，用镊子夹取一枚生锈的铁钉放在试管口，使试管慢慢竖起，让铁钉沿着试管壁滑至试管底部。

步骤3 向试管中滴加少量10%盐酸或10%硫酸，振荡。

步骤4 过一会儿取出铁钉，用水冲洗干净，观察铁钉表面和溶液颜色的变化。

步骤5 用小药匙取少量(绿豆粒大小量即可)氧化铜粉末，将试管横放，将小药匙伸至试管底部，竖起。

步骤6 向盛有氧化铜粉末的试管中滴加2mL10%盐酸或10%硫酸，微微加热。观察试管中的现象。

仪器和试剂

【仪器】

镊子、试管(15mm×150mm)、试管夹、酒精灯、胶头滴管、小药匙。

【试剂】

生锈的铁钉、氧化铜粉末、10%盐酸、10%硫酸、蒸馏水。

【实验现象】

表 38-1

实验内容	实验现象	实验结论
盛有生锈铁钉的试管	红棕色铁锈逐渐溶解 溶液变成棕黄色	氧化铁与盐酸或稀硫酸反应生成氯化铁或硫酸铁和水
盛有氧化铜粉末的试管	黑色粉末逐渐溶解生成蓝色溶液	氧化铜与盐酸或稀硫酸反应生成氯化铜或硫酸铜和水

【实验分析】

盐酸或稀硫酸与铁锈反应生成棕黄色可溶性的氯化铁或硫酸铁。黑色氧化铜与盐酸或稀硫酸反应生成蓝色可溶性的氯化铜或硫酸铜。

1. 氧化铜粉末与盐酸或稀硫酸反应，微热后，液体呈黑色浑浊的原因：氧化铜粉末过量。
2. 氧化铜粉末与盐酸或稀硫酸反应，微热后，液体呈绿色的原因：生成的氯化铜溶液的浓度过高会导致溶液呈绿色，甚至会出现墨绿色，氯化铜浓度较低时溶液呈蓝色。
3. 当铁钉上的铁锈与盐酸或稀硫酸反应完后，铁钉表面会出现气泡的原因：铁钉与盐酸或稀硫酸反应，生成了氢气。

反应的化学方程式为：

**实验关键及注意事项****【安全提示】**

试管内液体加热过程中易发生喷溅，因此注意试管口，不要对着自己或他人。

【实验操作的注意事项】

取用氧化铜粉末时，取用的量一定要少，否则量太多看不到溶液颜色的正常变化。

教学建议

生锈的铁钉与稀酸在常温下反应时，反应可能会比较慢，颜色变化不是很明显。教学中可引导学生通过微热方法，使反应较快发生。

铜丝放在火焰上加热后可以得到氧化铜，用多股铜丝进行灼烧后，再放在稀酸中进行实验，效果会更好。因此，建议教师在实验前先将铜丝灼烧好，提供给学生实验时使用。

39. 几种碱的物理性质(学生实验)

实验目的

- 了解几种常见碱的状态、颜色、气味、溶解性等物理性质。
- 掌握氢氧化钠固体容易潮解的特性。
- 进一步学习比较研究法。

实验地位与作用

本实验是九年级第五章“5.2 碱的性质研究”中的学生实验，学习水平要求是A级。

本实验属于物质性质的验证性实验。

本实验处于酸的性质研究之后，碱的化学性质研究之前，是学生对碱的性质形成基本印象的实验，学生通过本实验可初步认识碱的物理性质。

实验原理

根据氨水、氢氧化钠、氢氧化钙、氢氧化铁、氢氧化铜的不同颜色、气味、溶解性、状态，采用比较研究法进行研究。

本实验的核心操作是闻物质的气味和溶解的操作。

四种固体的颜色和溶解性情况如表39-1所示。

表 39-1

	氢氧化钠	氢氧化钙	氢氧化铜	氢氧化铁
颜色和状态	白色片状固体	白色粉末	蓝色粉末	红褐色粉末
溶液颜色	无色溶液	无色溶液	不溶解	不溶解

实验过程

【实验装置及步骤】

步骤1 取出浓氨水、氢氧化钠固体、氢氧化钙固体、氢氧化铁固体、氢氧化铜固体，观察颜色和闻气味。

步骤2 取四只烧杯，分别放入少量的四种固体，露置在空气中2min左右，观察其表面的变化情况。然后分别向四只烧杯中加入适量蒸馏水，搅拌，观察固体是否溶解，并用手摸一摸烧杯底部，感受烧杯外壁温度的变化。

仪器和试剂

【仪器】

烧杯(100mL)、小药匙、镊子、试管(15mm×150mm)、胶头滴管、玻璃棒。

【试剂】

浓氨水、氢氧化钠固体、氢氧化钙固体、氢氧化铁固体、氢氧化铜固体、蒸馏水。

【实验现象】

步骤1中，四种固体都没有气味，而无色的浓氨水有刺激性气味。

步骤2中，氢氧化钠固体表面容易吸水潮湿而溶解(亦称潮解)，其他固体表面不潮解，氢氧化钠固体极易溶于水，并放出大量热。

【实验分析】

1. 有些物质能吸收空气中的水分，使其表面潮湿并逐渐溶解，这种现象称为潮解。这种变化是物理变化。

2. 生活中常见的易潮解的物质有：氢氧化钠固体、氯化钙固体、氯化镁固体、氯化铁固体、氯化铝固体、粗盐(因含有氯化钙和氯化镁)等。因此，氢氧化钠固体常用作某些气体的干燥剂。

实验关键及注意事项**【安全提示】**

因为氢氧化钠、氢氧化钙都是强碱，它们有很强的腐蚀性，不能碰到皮肤，一旦碰到皮肤要用大量水冲洗，再涂稀硼酸溶液。

【实验操作的注意事项】

氨水易挥发，挥发出来的氨气有很强的刺激性气味，闻氨气的气味时要注意方法。

氢氧化钠固体很容易潮解，因此取氢氧化钠固体时动作一定要快。取好后，立即盖好试剂瓶盖。

教学建议

1. 本实验教学过程中可以设计成边讲边做的师生共同实验。
2. 要观察到氢氧化钠固体表面有明显的潮解现象，需较长时间。建议在课前准备好已不同程度潮解的样品2~3份，供学生观察。

40. 氢氧化钠溶液与二氧化碳气体的反应(课堂实验)

实验地位与作用

本实验是九年级第五章“5.2 碱的性质研究”中的课堂实验，学习水平要求是B级。

本实验是学生在知道二氧化碳气体性质、氢氧化钠物理性质的基础上探究氢氧化钠化学性质。通过本实验学生可以理解氢氧化钠和二氧化碳的反应，同时通过实验方案的设计掌握无明显现象的化学反应的验证方法。

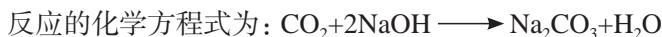
本实验对学生后续学习以及综合复习都是非常有意义的。对学生的思维培养也很有帮助。

实验目的

1. 理解氢氧化钠溶液与二氧化碳气体的反应。
2. 学会设计用简单实验装置验证化学反应。
3. 知道酸性氧化物的含义。

实验原理

根据碱溶液与酸性氧化物反应的规律，氢氧化钠与二氧化碳反应生成可溶性碳酸钠和水。



实验过程

【实验装置】



图 40-1 氢氧化钠溶液与二氧化碳气体的反应

【仪器和试剂】

【仪器】
试管
($18\text{mm} \times 180\text{mm}$)、玻璃导管、广口瓶
(500mL)、双孔橡胶软塞、胶头滴管、小气球。

【试剂】
20% 氢氧化钠、二氧化碳气体。

【实验步骤】

表 40-1

实验步骤	实验现象
步骤 1 取一支试管加入 2mL 氢氧化钠溶液, 用口径导管向氢氧化钠溶液中吹气, 观察现象	无明显变化
步骤 2 用排水法在广口瓶中收集一瓶二氧化碳气体, 瓶口用双孔橡胶塞塞紧, 一孔插入一根连有小气球的玻璃导管, 另一孔插一根胶头滴管, 滴管中盛有氢氧化钠溶液(如图 40-1 所示)。把滴管中的氢氧化钠溶液挤入广口瓶中, 稍作振荡, 观察小气球的变化	小气球体积变大

【实验分析】

1. 二氧化碳气体和氢氧化钠反应生成碳酸钠和水, 碳酸钠溶于水中, 溶液呈无色, 观察不到明显现象。
2. 实验中二氧化碳和氢氧化钠反应, 广口瓶中的气压明显减小, 空气通过玻璃导管进入小气球中, 小气球体积变大。
3. 二氧化碳和氢氧化钠反应生成碳酸钠和水, 碳酸钠溶于水中, 溶液呈无色, 观察不到明显变化。而将实验设计成通过观察小气球体积变大, 便于判断化学反应的进行。

实验关键及注意事项**【安全提示】**

用玻璃导管向氢氧化钠溶液中吹气时, 千万注意不要吸气, 防止氢氧化钠溶液被吸入口中, 而腐蚀口腔。

【实验操作的注意事项】

1. 本实验成功的关键是装置气密性要好, 如果装置的气密性不好就不会看到小气球体积变大现象, 因此组装装置时双孔塞最好选用软的橡胶塞, 而且一定要塞紧, 胶头滴管和玻璃导管与橡胶塞接触处也要保持非常好的密封性, 最好在打孔器打孔时选择相对小的打孔器, 选择稍微粗一点的玻璃导管进行组装, 这样会费点劲, 但密封效果很好。如果玻璃导管插入橡胶塞中, 可以将插入的一端沾点水, 再旋转着装入, 千万不能用手直接往橡胶塞中插玻璃导管, 这样很容易折断玻璃导管, 而扎破手心。

2. 本实验所用的氢氧化钠溶液的浓度要大, 建议配成 20% 氢氧化钠溶液比较合适。

3. 氢氧化钠溶液的使用量也要多一些，吸取的一滴管液体要全部滴入集气瓶中，并晃动瓶子。

4. 二氧化碳与各种水溶液反应都很慢，溶于水也很慢。根据二氧化碳和氢氧化钠反应设计的喷泉实验现象的出现也慢。建议反应过程中可以通过晃动、振荡，增加反应物的接触面积等方式增大反应速率。

教学建议

本实验是九年级化学典型的实验，如果学校条件允许可以将本实验设计成学生分小组进行的探究性实验，而且可以设计成不同的实验小组采用不同的实验方案进行实验，然后各小组根据实验结果进行实验方案的交流讨论活动，比较各种不同实验方案的实验效果，寻找比较合适的实验方案。

实验改进与创新^①

【实验步骤】

步骤1 如图40-2所示，用抽滤瓶收集一瓶二氧化碳气体，瓶口用煮熟的剥去壳的鸡蛋塞紧，鸡蛋煮5min，不宜太熟，鸡蛋直径略大于瓶口且要有弹性，支管处插入注射器或分液漏斗，注射器或分液漏斗中盛装20%氢氧化钠溶液。

步骤2 推动注射器活塞或打开分液漏斗活塞，向抽滤瓶中加入5~10mL氢氧化钠溶液，关闭活塞，稍作振荡，观察鸡蛋的变化。

【实验装置】



图40-2 氢氧化钠与二氧化碳的反应

【实验改进与创新之处】

将胶头滴管换成注射器或分液漏斗等，便于添加较多量氢氧化钠溶液，

① 赵永胜，朱莉.验证二氧化碳与氢氧化钠反应的实验方案[J].化学教与学,2013(12).

使反应充分。

用鸡蛋做实验，可以使观察实验现象变得更有趣，提高学生的学习兴趣。

实验中还可以更简便地将抽滤瓶换成锥形瓶，瓶内收集满二氧化碳气体，将氢氧化钠溶液直接倒入锥形瓶中，然后立即放上剥去壳的熟鸡蛋，稍微振荡，观察实验现象，效果也非常好。

其他实验方法如下图所示。

如图 40-3 (a)、40-3 (b)、40-4 所示，用塑料瓶进行实验，观察瓶体变化。

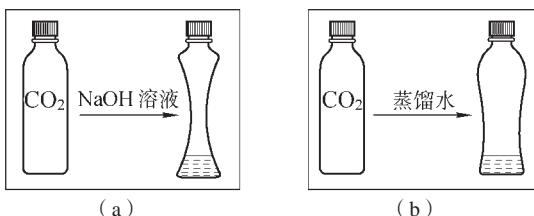


图 40-3 氢氧化钠溶液和二氧化碳气体反应一

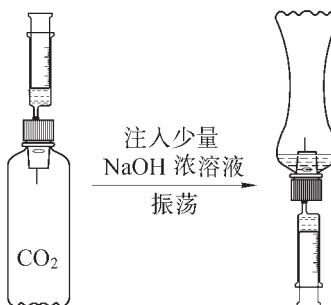


图 40-4 氢氧化钠溶液和二氧化碳气体反应二

41. 金属与稀盐酸、稀硫酸的化学反应

实验地位与作用

本实验是九年级第六章“6.1 奇光异彩的金属”中的学生实验，学习水平要求是B级。

本实验属于物质性质的验证性实验，是金属内容中的一个重要实验。前面在酸的性质中学过酸与金属的反应，但没有具体研究哪些金属能与酸反应，另外本实验也是后续探究金属活动性的一个前期准备实验，本实验对后续学习金属活动性起到很好的铺垫作用。

实验目的

- 理解金属与稀硫酸、稀盐酸的反应。
- 掌握化学反应基本类型中置换反应。
- 进一步强化比较研究法，初步认识金属活动性的强弱。

实验原理

根据金属活动性强弱不同，金属活动性排在氢前面的金属能够和稀盐酸或稀硫酸反应生成氢气，金属活动性排在氢后面的金属不能和稀盐酸或稀硫酸反应生成氢气。

有关反应的化学方程式为：



实验过程

【实验步骤】

表 41-1

实验步骤	实验现象
先用砂纸将镁带表面上的氧化膜除去。然后用镊子分别夹取镁带、锌粒和铜片放入培养皿中的不同位置。分别在金属上滴 3% 稀盐酸或 3% 稀硫酸	镁带表面迅速产生气泡 锌粒表面也有气泡逸出，但速率很小 铜片上没有气泡逸出

仪器和试剂

【仪器】

培养皿、镊子、胶头滴管、砂纸。

【试剂】

3% 稀盐酸、3% 稀硫酸、镁带、锌粒、铜片。

【实验分析】

镁带和锌粒与稀盐酸或稀硫酸反应，铜片不与稀盐酸或稀硫酸反应，且镁带反应剧烈，三种金属的活动性顺序为：镁>锌>铜。

实验关键及注意事项

【安全提示】

实验中用到稀盐酸和稀硫酸，注意不要将酸滴到皮肤上，如果不慎将酸滴到皮肤上，立即用大量水冲洗，并涂上适量稀小苏打溶液。

【实验操作的注意事项】

因为镁带表面有一层氧化膜，实验中要先将其除去，否则会影响实验效果。

稀盐酸和稀硫酸的浓度最好一致，可以选择 1% ~ 3% 稀盐酸和稀硫酸进行实验。

金属取用时要用镊子夹取，不要用手拿取。

教学建议

教材中本实验是在培养皿中进行的，实验过程中，三种金属放在同一容器中便于观察实验现象，但是如果将培养皿改成三支小试管进行实验，除了观察气泡的产生外，还可以检验生成的气体，方法是将稀酸放入试管中，放入金属后，将产生气体的试管用拇指堵住，过一会儿松开拇指将燃着的火柴放到试管口，可以听到清脆的爆鸣声，证明气体是氢气，实验效果很好。

42. 探究铁、铜、银金属活动性强弱 (学生实验)

实验地位与作用

本实验是九年级第六章“6.1 奇光异彩的金属”中的学生实验，学习水平要求是B级。

本实验属于方案设计的探究性实验。在金属与盐酸、稀硫酸反应实验的基础上，进行分析、比较，帮助学生理解金属活动性顺序。

本实验在九年级化学学习中有着比较重要的作用，它是探究金属活动性强弱的重要实验。

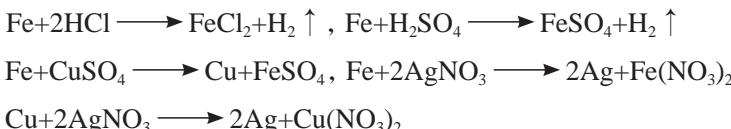
实验目的

- 学会设计实验方案比较铁、铜、银三种金属活动性强弱的方法。
- 掌握铁与硫酸铜溶液、硝酸银溶液反应，铜与硝酸银溶液反应的原理。
- 进一步学习比较研究法。

实验原理

金属活动性排在氢前面的金属能够和稀盐酸或稀硫酸反应放出氢气，金属活动性排在氢后面的金属不能与稀盐酸或稀硫酸反应放出氢气；活动性强的金属与酸反应的速率比活动性弱的金属与酸反应的速率大；活动性强的金属能将活动性弱的金属从其盐溶液中置换出来，活动性弱的金属不能将活动性强的金属从其盐溶液中置换出来。

反应的化学方程式为：



实验过程

【实验步骤】

步骤1 分别用镊子夹取铁丝、铜丝和银粒放在三支试管口处，将试管慢慢竖起使它们滑至试管底部，再分别向三支试管中加入2mL 5% 稀盐酸或5% 稀硫酸，仔细观察实验现象。

步骤2 将铁丝置于洁净的试管中，加入2 mL 5% 硫酸铜溶液，仔细观察实验现象。

步骤3 将铁丝、铜丝分别置于洁净的试管中，分别加入2 mL 2% 硝酸银溶液，仔细观察实验现象。

仪器和试剂

【仪器】

试管(15mm×150mm)、镊子。

【试剂】

铁丝、铜丝、银粒、2% 硫酸亚铁溶液、5% 硫酸铜溶液、2% 硝酸银溶液、5% 稀盐酸、5% 稀硫酸。

步骤4 将铜丝和银粒分别放入2%硫酸亚铁溶液中，仔细观察实验现象。

【实验现象】

步骤1中，铁丝表面有气泡逸出，铜丝和银粒表面没有气泡逸出。

步骤2中，铁丝表面有红色固体析出。

步骤3中，铁丝和铜丝表面都有银白色固体析出。

步骤4中，铜丝和银粒表面都没有物质析出。

【实验分析】

铁丝和铜丝放入硝酸银溶液中开始表面变黑，因为刚开始，铁丝和铜丝置换出少量的银呈极细颗粒状，是黑色的，还没有形成金属晶体，当银形成金属晶体之后就变成银白色，并有金属光泽。

实验关键及注意事项

【安全提示】

铁丝和铜丝在使用过程中要注意安全，不要划破手指，取用时要用镊子夹取。

【试剂配制】

1. 2%硫酸亚铁溶液的配制。实验室中提供的硫酸亚铁试剂都是 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 晶体，配制溶液时要考虑结晶水的存在。 FeSO_4 的相对分子质量为152， $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 的相对分子质量为278。例如，配制2%硫酸亚铁溶液100g，则100g溶液中 FeSO_4 的质量为2g，需要 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 晶体质量为： $\frac{2}{152} \times 278 = 3.66\text{g}$ 。即称取3.7g $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 晶体，溶于96.3mL水中即可。

硫酸亚铁溶液配制时，加入少量铁屑，再滴加硫酸至有氢气气泡产生为止。瓶塞不要塞紧，以便瓶内气体排出。加入铁屑的目的是防止硫酸亚铁被氧化，加入硫酸的目的是防止硫酸亚铁水解。加入硫酸产生的氢气可将瓶内空气排出，避免硫酸亚铁被氧化。

2. 5%硫酸铜溶液的配制。例如，配制5%硫酸铜溶液500g。需要 CuSO_4 质量为： $500 \times 5\% = 25\text{g}$ ，或者需要 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 晶体质量为： $25 \times \frac{250}{160} = 39.1\text{g}$ 。即称取25.0g CuSO_4 ，溶于475mL水中，或者称取39.1g $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ，溶于460.9mL水中即可。

3. 2% 硝酸银溶液的配制。例如，配制 2% 硝酸银溶液 100g。用电子天平称取 2.0g 硝酸银固体于烧杯中，加入 98mL 蒸馏水摇匀即可。

4. 5% 稀盐酸的配制。例如，配制 5% 稀盐酸 50g。含 HCl 质量为： $50 \times 5\% = 2.5\text{g}$ ，需要浓盐酸（浓度为 37%）质量为： $\frac{2.5}{37\%} = 6.8\text{g}$ ，浓盐酸密度为 1.19g/mL ，浓盐酸体积为： $\frac{6.8}{1.19} = 5.7\text{ mL}$ 。即量取 5.7 mL（即 6.8g）37% 浓盐酸，再加入 43.2 mL 水即可。

5. 5% 稀硫酸（密度为 1.07g/mL ）配制。例如，配制 5% 稀硫酸 100mL。需要 98% 浓硫酸（密度为 1.84 g/mL ）质量为： $\frac{100 \times 1.07 \times 5\%}{98\%} = 5.5\text{g}$ ，体积为： $\frac{5.5}{1.84} = 3.0\text{mL}$ 。

加入水的质量为： $100 \times 1.07 - 5.5 = 101.5\text{g}$ （即 101.5 mL）。

先用量筒量取 101.5mL 水，倒入 250mL 烧杯中，再用量筒量取 3mL 浓硫酸，沿着烧杯壁慢慢注入水中，并且用玻璃棒慢慢搅拌，让产生的热量及时散发，即得到 5% 稀硫酸。

【实验操作的注意事项】

块状固体取用时的注意事项详见九年级“1. 化学变化（课堂实验）”。

实验过程中注意节约药品。

教学建议

实验方案设计有多种，教学中可以组织学生对实验方案进行讨论，寻找更合理的方案。

实验改进与创新

【实验步骤】

在 U 形管中盛硫酸铜溶液，将铁丝从左端管口插入硫酸铜溶液中，将银丝从右端管口插入硫酸铜溶液中，观察现象。

【实验改进与创新之处】

本实验用 U 形管进行实验，装置简单，操作方便，可以同时比较三种金属的活动性顺序，效果很好。

探究铁、铜、银金属活动性的其他方案：

方案 1

取铁、铜、银单质和硝酸亚铁、硝酸铜、硝酸银溶液进行实验。

把铜丝插入硝酸银溶液中，有银白色固体生成，则铜>银。

把铁丝插入硝酸铜溶液中，有红色固体生成，则铁>铜。

把铁丝插入硝酸银溶液中，有银白色固体生成，则铁>银。

所以，铁>铜>银。

方案 2

取 Cu、 FeSO_4 溶液、 AgNO_3 溶液进行实验。

把铜丝插入 FeSO_4 溶液中，没有固体析出，则铁>铜。

把铜丝插入 AgNO_3 溶液中，有银白色固体析出，则铜>银。

所以，铁>铜>银。

43. 用硫酸铜晶体制取无水硫酸铜粉末

实验地位与作用

本实验是九年级第六章“6.2 盐和肥料”中的课堂实验，学习水平要求是B级。

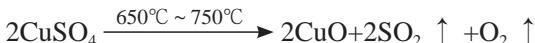
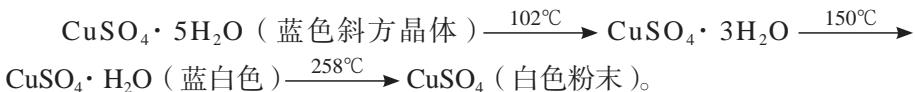
本实验是关于盐的水合物受热分解的实验。本实验通过观察加热胆矾晶体后生成两种新物质，帮助学生理解结晶水合物失去水的过程是化学变化。同时也能够让学生理解用实验的方法检验水的存在。学生如果能够深入理解本实验的过程、现象及原理，对九年级化学总复习中综合性训练会有很大的帮助。本实验是物质检验和鉴别中必不可少的一个实验。

实验目的

- 掌握硫酸铜晶体制取硫酸铜粉末的原理及现象。
- 掌握用硫酸铜粉末鉴别水的方法。
- 学习对蒸发皿中固体加热的操作。

实验原理

硫酸铜晶体在受热后能够分解成硫酸铜粉末，并且在分解过程中硫酸铜晶体的颜色会发生明显变化，同时硫酸铜粉末遇到水会和水反应，生成硫酸铜晶体，而且颜色也会发生很大的变化。结晶水合物在加热时都能部分或全部失去结晶水，硫酸铜晶体加热失去结晶水的过程一般认为^{①②}：



实验过程中为防止氧化铜的生成，加热温度的控制是关键。

① 杨德壬，王一川. 中学教学全书化学卷 [M]. 上海：上海教育出版社，1996.

② 顾翼东，夏炎等. 化学词典 [M]. 上海：上海辞书出版社，2003.

实验过程**仪器和试剂****【仪器】**

带铁圈的铁架台、酒精灯、蒸发皿、玻璃棒、小药匙、胶头滴管、坩埚钳、石棉网。

【试剂】

硫酸铜晶体、水。

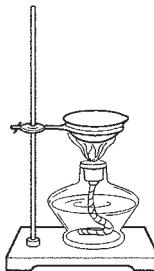
【实验装置】

图 43-1 加热硫酸铜晶体

【实验步骤】

步骤 1 将酒精灯放置在铁架台上，调节好铁圈高度，用蒸发皿盛取少量硫酸铜晶体，放在铁架台的铁圈上，用酒精灯小火加热(如图 43-1 所示)，并用玻璃棒不断搅拌，观察现象，待到大部分蓝色晶体变成白色粉末后停止加热。

步骤 2 将蒸发皿用坩埚钳取下，放在石棉网上冷却至室温后，向蒸发皿中滴加几滴水，观察现象。

【实验现象】

步骤 1 中，给蓝色硫酸铜晶体加热，蓝色晶体逐渐变成白色粉末。

步骤 2 中，向冷却的白色硫酸铜粉末中滴加水，会看到白色粉末又变成蓝色晶体。

【实验分析】

1. 加热硫酸铜晶体时出现灰白色粉末，原因是硫酸铜晶体受热分解，蓝色硫酸铜晶体分解生成白色硫酸铜粉末和水，因此固体颜色应该由蓝色变成白色，但是实验过程中硫酸铜可能分解为少量的氧化铜，从而使蓝色晶体变成了灰白色粉末。因此，要用小火间断加热，防止温度过高。

2. 白色硫酸铜粉末跟水反应生成蓝色硫酸铜晶体，实验现象比较明显，但加水的量不能太多，以免形成溶液。根据这个特性白色硫酸铜粉末可用于检测待测物中是否含有水分。

实验关键及注意事项

【安全提示】

本实验用到蒸发操作，相关安全提示详见九年级“4. 蒸发食盐溶液（课堂实验）”。

【环保注意事项】

变白的硫酸铜粉末应尽量回收，回收后的硫酸铜固体可用于配制硫酸铜溶液，也可以在以后实验中使用。这样既有利于资源的节约，又可以保护环境。

【实验操作的注意事项】

在加热过程中为防止硫酸铜分解为氧化铜，温度控制是实验成败的关键。要用小火间断加热。硫酸铜晶体在102℃时开始失去部分结晶水，258℃时失去全部结晶水，生成白色无水硫酸铜。650℃时硫酸铜完全分解成黑色的氧化铜。硫酸铜晶体受热时，结晶水逸出，使有规则外形的晶体爆裂，有飞溅现象。

蒸发结束后，不能立即用手去拿蒸发皿，要用坩埚钳取用蒸发皿，并且取下后的蒸发皿要放在石棉网上，以免烫伤手和烫坏桌面。

教学建议

1. 本实验在安全范围内可以设计成学生实验。
2. 实验中要注意引导学生观察固体颜色的变化，揭示其与蓝色物质是不同的物质，水的生成也说明有新物质生成。判断化学变化的依据主要是变化后是否有新物质生成，强调本实验是化学变化。
3. 本实验的变化过程中有明显的实验现象，可用无水硫酸铜检验或鉴别水，可列举几个实际案例让学生分析。

实验改进与创新

本实验可以将蒸发皿改成试管进行实验。用试管进行实验，会在试管口有水珠凝结，等试管冷却至室温后，将试管竖起，将水珠倒流入硫酸铜粉末中，就可以看到硫酸铜粉末又变成蓝色晶体。

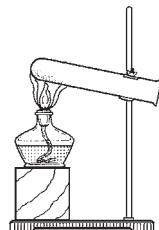
【实验装置】

图 43-2 加热硫酸铜晶体

【实验步骤】

步骤1 用小药匙取少量硫酸铜晶体，放入试管中，使硫酸铜晶体平铺在试管底部。

步骤2 将试管固定在铁架台上，用小火加热至完全变白(如图43-2所示)。观察实验现象。

步骤3 等试管冷却至室温后取下，竖起，向其中滴加几滴水，观察现象。

【实验改进与创新之处】

将蒸发皿改成试管进行实验，可以在观察到蓝色晶体变成白色粉末现象后，还可以看到试管口有水珠凝结，当试管冷却至室温后，竖起，又可以看到白色粉末变成蓝色晶体。这样有利于学生对水这一生成物的理解，同时也可观察到生成硫酸铜晶体时的现象。

44. 焰色反应（课堂实验）

实验目的

1. 知道焰色反应的操作方法。
2. 初步学会用焰色反应鉴别几种金属的盐溶液。
3. 学会防范干扰的方法。

实验地位与作用

本实验是九年级第六章“6.2 盐和肥料”中的课堂实验，学习水平要求是B级。

本实验是九年级化学实验中比较特殊的一个实验，本实验的基本操作是用玻璃棒上的铂丝蘸取待测液体，然后迅速地将铂丝放在酒精灯火焰上灼烧来观察颜色的变化，确定物质的成分，属于物质鉴别的内容，但是和以往的鉴别实验的操作方法完全不同，对学生来说是一个全新的实验体验。

本实验有利于学生学习兴趣的提升和鉴别方法的多样化。

实验原理

焰色反应是某些金属或它们的挥发性化合物在无色火焰中灼烧时使火焰呈现特征的颜色反应。

焰色反应没有新物质生成，因此焰色反应属于物理变化范畴。

焰色反应的原理：有些金属或它们的化合物在灼烧时使火焰呈特殊颜色。这是因为这些金属元素的原子在接受火焰提供的能量时，其外层电子会被激发到能量较高的电子层（激发态）。处于激发态的外层电子不稳定，又会跃迁到能量较低的电子层（基态）。不同元素原子的外层电子具有不同能量的基态和激发态。在这个过程中就会产生不同波长的电磁波，如果这种电磁波的波长是在可见光波长范围内，就会在火焰中观察到这种元素的特征颜色。

利用元素的这一性质可以检验一些金属或金属化合物的存在。

仪器和试剂**【仪器】**

试管
($18\text{mm} \times 180\text{mm}$)、
酒精灯、铂丝(镍
铬丝)棒、蓝色钴
玻璃片、胶头滴管。

【试剂】

10% 碳酸钠溶液、
10% 碳酸钾溶液、
10% 氯化钠溶液、
10% 稀盐酸。

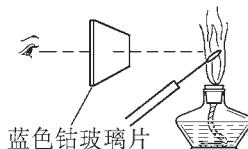
实验过程**● 【实验装置及步骤】**

图 44-1 观察钾的焰色反应

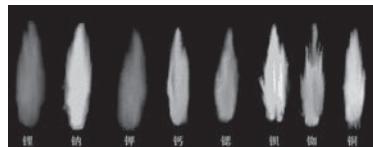


图 44-2 焰色反应

步骤 1 分别向四支试管中加入 4mL 稀盐酸、碳酸钠溶液、碳酸钾溶液和氯化钠溶液。

步骤 2 用铂丝蘸取试管中的稀盐酸，放在酒精灯接近无色的火焰上灼烧至火焰颜色不变。

步骤 3 用铂丝蘸取试管中的碳酸钠溶液，放在酒精灯接近无色的火焰上灼烧，观察火焰的颜色变化。

步骤 4 实验结束后将铂丝蘸取试管中的稀盐酸，放在酒精灯接近无色的火焰上灼烧至火焰颜色不变，再蘸取试管中的碳酸钾溶液在酒精灯接近无色的火焰上灼烧，透过蓝色钴玻璃片观察火焰的颜色(如图 44-1 所示)。

步骤 5 将铂丝蘸取试管中的稀盐酸放在酒精灯接近无色的火焰上灼烧至火焰颜色不变，再蘸取试管中的氯化钠溶液，重复上述实验操作。

【实验现象】

步骤 3 中，碳酸钠溶液在接近无色的火焰上灼烧，火焰呈黄色。

步骤 4 中，通过蓝色钴玻璃片观察碳酸钾溶液在接近无色的火焰上灼烧，火焰呈紫色。

步骤 5 中，氯化钠溶液灼烧后，火焰呈黄色。

【实验分析】

用铂丝蘸取待测液进行焰色反应，存在以下不足：

1. 实验时要将铂丝蘸取稀盐酸放在酒精灯火焰上反复灼烧至火焰颜色不变，才进行实验。

2. 每次只能取极少量的溶液，且在酒精灯火焰上瞬间气化，导

致焰色反应持续时间短，影响观察。

- 由于每次只能取一种溶液进行燃烧，几种离子的焰色无法同时观察。

实验关键及注意事项

【安全提示】

实验过程中用到酒精灯，注意酒精灯的使用安全要求。

【实验操作的注意事项】

1. 镍铬丝棒的使用方法和注意事项

由于铂丝价格昂贵，中学实验室里一般使用的是镍铬合金丝。镍铬丝棒的组成是在玻璃棒的一端接有一段镍铬丝，因为镍铬丝比较细很容易断裂，因此使用时注意不要多次弯曲，以免折断玻璃棒上的镍铬丝。

用镍铬丝棒进行实验时，每次在蘸取待测液前都要将镍铬丝放在稀盐酸中清洗，直至在酒精灯近无色的火焰段上灼烧时，火焰颜色不变为止。

用镍铬丝蘸取待测液，因为蘸取待测液的量比较少，要及时在酒精灯火焰上灼烧，同时要迅速观察火焰的颜色，因为某些金属灼烧时的颜色稍纵即逝。

2. 焰色反应必须在无色火焰段灼烧，以便观察到特征颜色的火焰，得出正确的判断。酒精灯只在内焰与外焰交界处有一小段近似无色的火焰段，焰色反应必须在这段火焰中进行。

3. 蓝色钴玻璃片的使用方法和注意事项

蓝色钴玻璃片的作用是在观察钾元素的焰色反应时，为了防止钠元素黄色火焰的干扰，使用时一定要注意在灼烧前就透过蓝色钴玻璃片观察，否则现象可能不明显。

教学建议

本实验用铂丝（镍铬丝）取待测液，因为取用量太少，观察现象不太明显，所以教学时可以根据情况改用其他方法进行实验。例如，下列创新实验就非常好，效果也很明显。

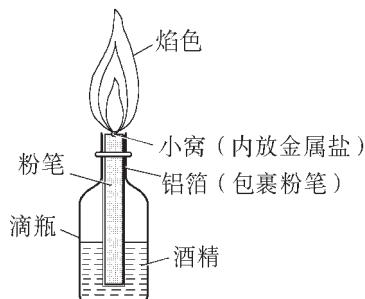
实验改进与创新^①**改进实验一
【实验装置】**

图 44-3 焰色反应

【实验步骤】

步骤 1 选几支没有用过的粉笔，先分别在粉笔的大头端挖一个小窝，再在粉笔大头的外壁用一定宽度的铝箔缠绕，包裹至当用该支粉笔塞入滴瓶时能使粉笔塞紧瓶口不下落时为止。

步骤 2 如图 44-3 所示，在几只小滴瓶中加入适量酒精，把上述制作好的粉笔分别从滴瓶口插入塞在瓶口上，等粉笔吸透酒精后，将待灼烧的金属盐粉末（钠、钾、铜、钡等的碳酸盐粉末）分别放入粉笔上端的小窝中，用火柴点燃粉笔头，即可观察到各种金属离子的焰色。

【实验改进与创新之处】

1. 材料易取，成本低，操作简单安全，可多次向学生演示。
2. 焰色持续时间长，可见度大，且钾元素的焰色不需蓝色钴玻璃片即可观察到。
3. 可同时做几种盐的焰色反应，便于对比观察。
4. 改进后的焰色反应实验现象更直观，更富有吸引力，易激发学生兴趣。
5. 试剂用量少，且装置可以长期保存，多次使用，节省资源和实验准备的时间。

^① 王程杰. 中学化学实验研究 [M]. 上海: 华东师范大学出版社, 2005.

改进实验二

【实验步骤】

步骤1 将碳酸钠固体、碳酸钾固体、硫酸铜晶体、氯化钡固体等放入蒸发皿中，加入少量甲醇或酒精。

步骤2 点燃蒸发皿中的甲醇或酒精，观察火焰的颜色。

【实验改进与创新之处】

1. 操作简单安全，可多次向学生演示。
2. 焰色持续时间长，可见度好，且钾元素的焰色不需蓝色钴玻璃片即可观察到。
3. 改进后的焰色反应实验现象更直观，更富有吸引力，易激发学生兴趣。

实验目的

- 了解硝酸银溶液的储存方法。
- 掌握硝酸银溶液和盐酸反应的现象和原理。
- 学会用硝酸银溶液检验盐酸或盐酸盐的基本步骤。

实验地位与作用

本实验是九年级第六章“6.2 盐和肥料”中的学生实验，学习水平要求是B级。

本实验属于物质性质验证的内容，是九年级化学实验中的物质鉴别和检验的典型实验。

本实验将物质的性质验证和物质的检验结合在一起。

实验原理

硝酸银溶液和稀盐酸反应生成难溶于酸的白色沉淀氯化银，反应现象明显、迅速。反应的化学方程式为：

**实验过程****仪器和试剂****【仪器】**

试管
(15mm×150mm)、胶头滴管。

【试剂】

2% 硝酸银溶液、
2% 稀盐酸、2% 稀硝酸。

【实验步骤】

步骤1 观察硝酸银溶液的储存方法。

步骤2 在试管中加入2mL稀盐酸，逐滴加入硝酸银溶液，再滴加稀硝酸，观察现象。

【实验现象】

步骤1中，硝酸银溶液储存在棕色瓶中。

步骤2中，硝酸银溶液呈无色，与稀盐酸混合后有白色沉淀生成，再滴加稀硝酸白色沉淀不溶解。

【实验分析】

1. 硝酸银溶液储存在棕色瓶中，因为硝酸银遇光会分解，所以要避光保存。

2. 用硝酸银溶液检验盐酸或盐酸盐时，需再滴加稀硝酸，其原因是碳酸银也是白色沉淀，但碳酸银遇稀硝酸后会发生反应，白色沉淀溶解。再滴加稀硝酸的目的是防止硝酸银和碳酸盐反应，生成碳酸银白色沉淀的干扰。

实验关键及注意事项

【安全提示】

实验过程中硝酸银不小心滴到皮肤上，皮肤上会有黑点。稀盐酸有酸性，会腐蚀皮肤，因此实验过程中取用药品时要注意安全，不要滴到皮肤上。

【实验操作的注意事项】

本实验中的现象非常明显，因此实验过程中，滴加硝酸银溶液不要过多，以免浪费药品。

教学建议

本实验可以设计成盐酸或盐酸盐与碳酸盐的对比实验。使生成的氯化银和碳酸银形成明显的对比。

实验目的

- 了解硝酸钡、氯化钡溶液颜色。
- 掌握用硝酸钡、氯化钡溶液和稀硫酸反应的现象和原理。
- 学会硫酸或硫酸盐检验方法。
- 学会用可溶性钡盐鉴别盐酸和稀硫酸。

**46. 硝酸钡、氯化钡溶液与稀硫酸的反应
(学生实验)****实验地位与作用**

本实验是九年级第六章“6.2 盐和肥料”中的学生实验，学习水平要求是B级。

本实验属于物质性质验证的内容，是九年级化学实验硫酸和硫酸盐的典型实验。

本实验将物质的性质验证和物质的检验结合在一起。

实验原理

可溶性钡盐和稀硫酸反应会迅速生成难溶于酸的白色沉淀硫酸钡。化学方程式为：

**实验过程****仪器和试剂****【仪器】**

试管
(15mm×150mm)、胶头滴管。

【试剂】

2% 硝酸钡溶液、
2% 氯化钡溶液、
2% 稀盐酸、2% 稀硝酸、2% 稀硫酸。

【实验装置及步骤】

步骤1 观察硝酸钡、氯化钡溶液的外观。

步骤2 分别取两支试管，各加入2mL2%稀硫酸，然后在一支试管中滴入几滴2%硝酸钡溶液，在另一支试管中滴入几滴2%氯化钡溶液，再各滴入几滴2%稀硝酸，观察现象。

【实验现象】

步骤1中，硝酸钡、氯化钡溶液均为无色。

步骤2中，稀硫酸中滴入硝酸钡、氯化钡溶液都会产生白色沉淀，再滴加稀硝酸白色沉淀都不溶解。

【实验分析】

1. 硫酸盐中既不溶于水，也不溶于酸的盐是硫酸钡，因此在鉴别硫酸或硫酸盐时用可溶性的钡盐，使其生成硫酸钡白色沉淀。

2. 用硝酸钡、氯化钡溶液检验硫酸或硫酸盐，最后滴加稀硝酸目的是防止生成碳酸钡白色沉淀的干扰。碳酸钡不溶于水，但可溶于稀硝酸或稀盐酸。

实验关键及注意事项

【安全提示】

硝酸钡、氯化钡都是重金属盐，有毒性，使用时注意安全，注意节约和环保。

【实验操作的注意事项】

本实验中的现象非常明显，因此实验过程中，滴加硝酸钡溶液、氯化钡溶液不要太多，一是避免浪费，二是尽量减少可能的危害。

教学建议

本实验可以设计成硫酸或硫酸盐与稀盐酸或盐酸盐对比实验。首先，教师可以让学生自己体验氯化钡溶液滴到硫酸和盐酸中的现象，在盐酸中没有现象，在硫酸中有白色沉淀生成，然后，教师把学生分成两组，一组将硫酸和盐酸分别滴入试管中，做好标号，只让自己知道，另一组猜，哪一瓶是盐酸（或硫酸），然后滴加氯化钡溶液进行鉴别，得出结论。或者教师将盐酸和硫酸分别滴入两支试管中，在背后调换几次，再拿到前面让学生猜哪支试管中是盐酸，哪支试管中是硫酸，然后再滴加氯化钡溶液进行鉴别。在这样的体验式比较活动中，既活跃课堂气氛，加深学生对所学知识的理解，教学效果非常好，学生的学习积极性也非常高。

实验目的

- 学会可溶性铜盐和铁盐的鉴别方法。
- 掌握硫酸铜溶液、硫酸铁溶液分别与氢氧化钠溶液、石灰水反应的现象和原理。
- 理解复分解反应及复分解反应条件。

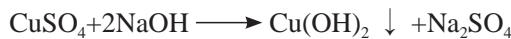
47. 硫酸铜溶液、硫酸铁溶液分别与氢氧化钠溶液、石灰水反应(学生实验)**实验地位与作用**

本实验是九年级第六章“6.2 盐和肥料”中的学生实验，学习水平要求是B级。

本实验属于物质性质验证的内容，是盐和碱反应的重点实验。本实验对于鉴别可溶性铜盐和铁盐以及理解复分解反应都很有帮助。

实验原理

可溶性铜盐、铁盐与碱溶液反应会生成难溶性蓝色氢氧化铜和红褐色氢氧化铁沉淀，反应现象比较明显。反应的化学方程式为：

**仪器和试剂****【仪器】**

试管
(15mm×150mm)、胶头滴管。

【试剂】

2% 硫酸铜溶液、5% 硫酸铁溶液、5% 氢氧化钠溶液、饱和石灰水。

实验过程**【实验装置及步骤】**

步骤1 观察硫酸铜、硫酸铁溶液的颜色。

步骤2 分别取两支试管，各加入2mL 2% 硫酸铜溶液，然后在一支试管中滴入几滴5% 氢氧化钠溶液，在另一支试管中滴入几滴饱和石灰水，观察现象。

步骤3 另取两支试管，各加入2mL 5% 硫酸铁溶液，然后在一支试管中滴入几滴5% 氢氧化钠溶液，在另一支试管中滴入几滴饱和石灰水，观察现象。

【实验现象】

步骤1中，观察到硫酸铜溶液呈蓝色，硫酸铁溶液呈棕黄色。

步骤2中，硫酸铜溶液中滴加氢氧化钠溶液或饱和石灰水，

蓝色溶液中都有蓝色絮状沉淀生成。

步骤3中，硫酸铁溶液中滴加氢氧化钠溶液或饱和石灰水，棕黄色溶液中都有红褐色沉淀生成。

【实验分析】

在硫酸铜溶液中滴入氢氧化钠溶液，观察到的现象是有蓝色絮状沉淀生成，原因是硫酸铜溶液在氢氧化钠溶液中，生成产物是氢氧化铜。如果在氢氧化钠溶液中滴入硫酸铜溶液，先观察到深蓝色溶液，后观察到蓝色絮状沉淀。试剂的用量不同，会出现不同的实验现象。因此，在本实验中，要注意试剂的浓度，硫酸铜溶液的浓度切不可过浓，一般选用2%硫酸铜溶液和5%氢氧化钠溶液。

实验关键及注意事项

【实验操作的注意事项】

试剂用量不同，会出现不同的实验现象。因此，本实验是在硫酸铜溶液和硫酸铁溶液中分别滴入氢氧化钠溶液或饱和石灰水，保证产生的物质为氢氧化铜和氢氧化铁，使反应的现象为蓝色絮状沉淀和红褐色沉淀。

教学建议

为避免这种现象发生，实验中引导学生注意，如果将硫酸铜溶液滴入氢氧化钠溶液中，氢氧化钠量多， $\text{Cu}(\text{OH})_2 + 2\text{NaOH} \longrightarrow \text{Na}_2[\text{Cu}(\text{OH})_4]$ ，出现深蓝色的四羟基合铜(Ⅱ)酸钠。

本实验是学生比较喜爱的一个实验，学生看到颜色变化时会感到很神奇，学习兴趣很浓。

实验目的

1. 掌握碳酸盐、盐酸盐和硫酸盐的鉴别方法及实验现象。

2. 体验物质鉴别的基本方法和实验步骤，形成正确的操作规范。

48. 碳酸钠溶液、硫酸钠溶液和氯化钠溶液的鉴别 (学生实验)

实验地位与作用

本实验是九年级第六章“6.2 盐和肥料”中的学生实验，学习水平要求是B级。

本实验属于物质的鉴别内容，是九年级化学实验中的一个重点实验。

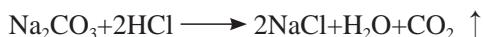
碳酸盐、盐酸盐和硫酸盐是九年级三大重要盐类，是学生在九年级化学初始阶段的学习中遇到最多的盐类。

本实验中，三类盐作为盐溶液的鉴别实验的主要物质，是非常有代表性的，实验过程中现象明显，也很贴近学生的生活实际。

实验原理

鉴别是检验物质的常用方法，根据物质的特征反应，选择适当的试剂进行实验，依据现象得出结论。本实验是对三种可溶性盐溶液的鉴别，体会同中求异的化学学习思想，引导学生理解鉴别的实质是利用三种酸根的不同特征反应进行验证。

有关反应的化学方程式为：

**实验过程****仪器和试剂****【仪器】**

试管
(15mm×150mm)、胶头滴管。

【试剂】

5% 硫酸钠溶液、5% 碳酸钠溶液、5% 氯化钠溶液、5% 盐酸、5% 氯化钡溶液。

◎【实验装置及步骤】

步骤1 分别取2mL 5% 硫酸钠溶液、2mL 5% 碳酸钠溶液、2mL 5% 氯化钠溶液于三支洁净的试管中，然后各滴加少量5% 盐酸，观察现象。

步骤2 在没有明显现象的试管中，继续加入5% 氯化钡溶液，观察现象。

【实验现象】

步骤1中，滴加盐酸后，一支试管中有气泡产生，则该试管中

原液体为碳酸钠溶液。另两支试管中没有明显现象，则另两支试管中原液体为硫酸钠溶液和氯化钠溶液。

步骤2中，滴加氯化钡溶液后，一支试管中有白色沉淀生成，则该试管中原液体为硫酸钠溶液，另一支试管中没有明显现象，则该试管中原液体为氯化钠溶液。

【实验分析】

物质的鉴别方法有物理方法和化学方法等，物理方法中有颜色、气味、溶解性、挥发性、潮解等，化学方法中有利用酸碱性、变色、生成气体、生成沉淀等，碳酸盐遇酸生成气体，硫酸盐加入可溶性钡盐产生沉淀，盐酸盐遇到可溶性银盐产生沉淀等。

实验关键及注意事项

【安全提示】

本实验中用到的氯化钡溶液，有毒，因此使用时一定要注意安全取用。

【实验操作的注意事项】

进行物质鉴别实验时，一定要注意对试管先编号，再取待测液进行实验。

对多种待测液进行并列实验时，每次实验都要用新取的待测液进行实验，以免添加的试剂对实验结论产生干扰。

描述实验方案时，不能将待测液作为已知条件叙述实验现象。

教学建议

教学中，教师可以先根据三种不同盐的特点进行方案设计的研讨活动，注意实验方案的科学性、可行性和简洁性，等到学生有了不同的思维碰撞后，再组织学生选择比较完善的实验方案进行实验探究。

实验目的

- 掌握合理施肥的原理。
- 体验氨气的形成过程和氨气的刺激性气味。

49. 合理使用铵肥(学生实验)**实验地位与作用**

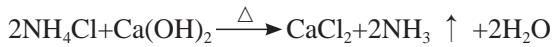
本实验是九年级第六章“6.2 盐和化肥”中的学生实验，学习水平要求是B级。

本实验比较特殊，化肥对在大城市长大的中学生来说，是比较生疏的。因此在教学中，让学生有一个动手实验的机会，对农业上合理施用化肥的问题有所了解，是很有必要的。

本实验中，学生第一次使用研钵和研杵，因此本实验也是学生认识新仪器的过程。

实验原理

根据铵态氮肥和碱性物质发生复分解反应生成氨气，氨气有强烈刺激性气味的特点设计实验。该反应的化学方程式为：

**实验过程****仪器和试剂****【仪器】**

药匙、研钵、研杵、玻璃棒。

【试剂】

氯化铵固体、氢氧化钙(熟石灰)粉末。

【实验装置及步骤】

步骤1 观察氯化铵固体，用干净的药匙取出半药匙氯化铵固体，放入研钵中。

步骤2 再用干净的药匙取半药匙氢氧化钙(熟石灰)粉末，放入研钵中，用玻璃棒将两者混合均匀，用研杵在研钵中按顺时针方向研磨固体。

步骤3 闻气体的气味，用手轻轻煽动研钵口，将少量的气体扇入鼻孔。



图 49-1 氯化铵和氢氧化钙反应

【实验现象】

研磨一会儿后，会闻到一种刺激性气味。

【实验分析】

氯化铵固体和氢氧化钙（熟石灰）粉末在研磨过程中会发生复分解反应，生成氯化钙、氨气和水。

实验关键及注意事项

【安全提示】

实验过程中会产生氨气，氨气有毒，学生在实验过程中要正确使用闻气体的方法，注意安全。

【实验操作的注意事项】

1. 铵态氮肥和碱性物质反应出现明显现象时立即停止实验，时间不宜太长，实验产生的氨气会污染环境。
2. 实验后的固体应倒入指定废液缸中，不要随意丢弃。
3. 研钵和研杵的使用方法和注意事项：

研钵和研杵是用来研磨固体颗粒的仪器，有玻璃材质的，也有陶瓷材质的，使用过程中，先把固体放入研钵中，再用研杵按顺时针方向或逆时针方向进行研磨，研磨过程中要小心，特别是玻璃材质的，易破碎，用力不要过大，注意安全。

教学建议

本实验在教材中属于课堂实验，本实验操作安全，现象明显，教学中可以改为边讲边实验的学生实验，有利于激发学生的学习兴趣。

注意，因为氨气有毒，刺激性气味较强，应戴上护目镜，在通风橱中进行实验。实验完毕后，用酸处理反应剩余物。

实验目的

1. 通过实验探究了解有机化合物的性质。
2. 学习总结和归纳的科学方法。

50. 有机化合物的性质(学生实验)**实验地位与作用**

本实验是九年级第七章“7.1 生活中的有机化合物”中的学生实验,学习水平要求是A级。

本实验的目的是加深学生对无机化合物和有机化合物性质差别的感性认识。

引导学生主动体验实验与思维相结合的科学探究过程,从大量的实验事实中归纳有机化合物所具有的共性,学习科学的研究方法。

实验原理

有机化合物均含有碳元素,还可能含有氢、氧、氯等元素。有机化合物的种类繁多,性质各异,但有机化合物常具有一些共同的特性。大量实验表明有机化合物具有以下特点:难溶于水,不易导电,易燃烧,易分解,熔点低。

植物油、塑料、蔗糖均属于有机化合物,植物油难溶于水,塑料易燃烧,蔗糖能燃烧。蔗糖的燃烧是一个复杂的过程,和纸张燃烧相似。

实验过程**仪器和试剂****【仪器】**

酒精灯、试管
(15mm×150mm)、
镊子、试管夹。

【试剂】

植物油、蔗糖、塑料
食品袋、食盐、水。

【实验步骤】

表 50-1

实验步骤	实验现象	结论
步骤1 在试管中加入2mL水和1mL植物油,振荡后静置	有分层现象	植物油难溶于水
步骤2 将塑料食品袋剪下一小块,用镊子夹住,放在酒精灯火焰上灼烧	塑料能燃烧起来	塑料易燃烧

(续表)

实验步骤	实验现象	结论
步骤3 在两支试管中分别加入1g蔗糖和1g食盐，用试管夹夹住，放在酒精灯火焰上灼烧	蔗糖比食盐易熔化 蔗糖最后会烧焦变黑	食盐的熔点比蔗糖高 食盐的热稳定性比蔗糖热稳定性好

实验关键及注意事项

【安全提示】

给试管中的固体加热，通常固定在铁架台的铁夹上。本实验中采用试管夹加持后加热，先要均匀受热，以免试管冷热不均，导致试管破裂。对蔗糖和食盐加热时间比较长，试管壁上温度很高，实验中和实验后均注意，不可直接接触试管，以免烫伤。

【环保注意事项】

注意保持实验室良好通风。塑料燃烧时产生黑烟较多，易引起室内污染。

【实验操作的注意事项】

实验选用的塑料食品袋，属于包装食品的塑料袋，不可选用包装物品的塑料袋。两种包装袋的化学成分不同，用于食品包装的是聚乙烯，完全燃烧不产生有毒有害气体；用于物品包装的是聚氯乙烯、聚丙烯等，燃烧可能产生有毒有害气体。

实验改进与创新

趣味实验——烧糖成蛇^①

夹一块方糖放在酒精灯火焰上灼烧，方糖会熔化、炭化，但不会燃烧，将方糖沾上少量香烟灰再放在酒精灯火焰上灼烧，它在熔化、炭化的同时马上燃烧起来。这就是有名的“烟灰催化蔗糖燃烧”实验。



图 50-1 烧糖成蛇

^① 王程杰. 中学化学实验研究 [M]. 上海: 华东师范大学出版社, 2005.

【实验原理】

日本学者认为，烟灰中含有碳酸盐，碳酸盐是上述实验的催化剂。还介绍了用碳酸钾溶液在纸上写字，干燥后用蚊香引燃，结果有字迹处火星会迅速蔓延。说明其有催化作用。

美国学者认为，烟灰中含有稀土元素，稀土元素对蔗糖的燃烧有催化作用。

我国中学生也研究过该课题，经大量实验后提出：烟灰中含有多种金属氧化物，如氧化铜、氧化钙、氧化锰、氧化铝、氧化镁、氧化铁、四氧化三铁、氧化铅等，这些金属氧化物，对蔗糖的燃烧有催化作用。

不少人赞成是烟灰中的金属氧化物对蔗糖燃烧起催化作用的观点。

【实验步骤】

步骤1 取一张新的石棉网，在石棉网上放一层砻糠灰（砻糠灰是稻谷的壳烧成的灰烬），将砻糠灰摊平。

步骤2 按8:1质量比称取白砂糖和小苏打，放在研钵中研细、混匀，再装瓶。

步骤3 从上述瓶中取出约蚕豆大小白砂糖和小苏打的混合物置于砻糠灰上，要求堆得尖些。

步骤4 用滴管吸取1~2mL酒精滴在白色混合物四周的砻糠灰上。

步骤5 点火引燃砻糠灰上的酒精。

【实验现象】

开始时酒精被引燃，很快蔗糖堆也起燃，同时还有熔化、炭化、膨胀等现象，随之从蔗糖堆中慢慢爬出一条灰黑色的“蛇”（如图50-1所示）。约3~5min后“蛇”完全爬出，火熄灭。

【实验注意事项】

1. 上述固体试剂蔗糖及小苏打要干燥，蔗糖选用砂糖，略研细即可。装瓶后可供多次使用。

2. 酒精应加在砻糠灰上，不能加在蔗糖堆上。

3. 实验后砻糠灰应回收，可反复使用。如没有砻糠灰，选用雪茄烟灰也可以。

51. 甲烷的燃烧(课堂实验)

实验地位与作用

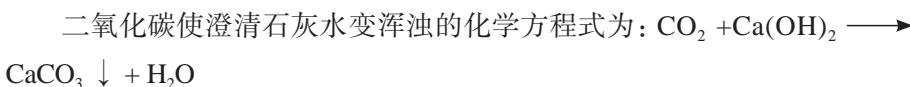
本实验是九年级第七章“7.1 生活中的有机化合物”中的课堂实验，学习水平要求是A级。

“甲烷的燃烧”是典型的探究有机物元素组成的实验，也是用燃烧法探究物质元素组成经典实验。本实验是帮助学生了解生活中的有机物，了解天然气的主要成分甲烷具有可燃性，可作为民用燃料使用等。对燃烧产物的分析，使学生对有机物的元素组成有初步认识。

实验目的

- 通过实验知道甲烷的可燃性。
- 知道甲烷点燃前必须进行纯度的检验。

实验原理



实验过程

【实验装置及步骤】



图 51-1 甲烷燃烧

步骤1 观察并记录甲烷的颜色和状态，检验甲烷的纯度，然后点燃从导管口逸出的甲烷，观察火焰的颜色，在火焰上方罩一只干而冷的小烧杯(如图51-1所示)，过一会儿，观察烧杯内壁上的现象。

步骤2 烧杯口盖上玻璃片，迅速把烧杯倒过来，向烧杯内注入少量澄清石灰水，振荡，观察现象。

【实验现象】

步骤1中，纯净的甲烷安静地燃烧，发出淡蓝色火焰；烧杯内壁有水珠凝结。

步骤2中，澄清石灰水变浑浊。

仪器和试剂

【仪器】

酒精灯、烧杯夹、火柴、小烧杯、玻璃片。

【试剂】

甲烷、石灰水。

实验关键及注意事项

【安全提示】

甲烷是可燃性气体，燃烧放出大量热，可燃性气体验纯防爆炸，热的烧杯防烫伤。

可燃性气体使用安全提示详见本书九年级化学实验“13. 水的组成(课堂实验)”。

【实验条件】

甲烷的实验室制法：

在中学化学实验室中通常采用将无水醋酸钠和碱石灰混合后用加热的方法来制取甲烷。实验室制取甲烷的化学方程式为：

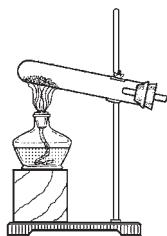
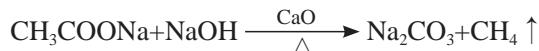


图 51-2 实验室制取甲烷装置

如图 51-2 所示，装配好实验装置，检验气密性，把无水醋酸钠和碱石灰充分混合后装入试管，先预热试管，再集中加热试管中的反应混合物，收集产生的甲烷气体。

实验时如将无水醋酸钠和氢氧化钠放入试管中，加热到熔化即能迅速反应，放出甲烷气体。但氢氧化钠极易潮解，较难研细混合。同时熔化后的氢氧化钠对玻璃的腐蚀性很强，在反应过程中极易使试管破裂。因此，一般用碱石灰来替代 NaOH。碱石灰中的生石灰加热时并不熔化，故能很好地吸附熔融的氢氧化钠，使试管减小受烧碱的腐蚀而不易发生破裂。同时生石灰还能吸收加热时产生的水汽。故本实验必须选用无水醋酸钠和干燥的碱石灰。

醋酸钠中含有结晶水(如发生结块等现象)，就应把它放在蒸发皿中灼烧除去水分。另外，市售的碱石灰如放置过久，同样要进行烘干处理，或用 $m(\text{NaOH}) : m(\text{CaO}) = 2 : 3$ 的配比自行配制碱石灰。

在实验过程中如加热过度，在高温下会产生副产物。

【实验操作的注意事项】

检验甲烷纯度的方法与氢气相似，详见本书九年级化学实验“13. 水的组成(课堂实验)”。

教学建议

燃烧实验法是探究物质元素组成的一种重要方法。为了研究甲烷的元素组成，教材利用检验甲烷燃烧的产物为水和二氧化碳，而得出甲烷由碳、氢两种元素组成。但是，某物质燃烧的产物为水和二氧化碳，并不能必然得出该物质只由碳、氢两种元素组成的结论，因为该物质还可能含有氧元素。

问题1 能否根据乙醇在空气中燃烧产物来证明乙醇成分中一定含有氧元素，为什么？

问题2 甲烷和乙醇的燃烧产物都是水和二氧化碳，是否可以由此证明甲烷和乙醇都是由碳、氢两种元素组成的碳氢化合物？

以上两个问题都很好说明上述问题。燃烧产物为水和二氧化碳，其燃料既可能含有氧，还可能是混合气体的燃烧，如“氢气和一氧化碳”“氢气和甲烷”“氢气、一氧化碳和甲烷”，还有所有气态烃类及只含碳、氢、氧三种元素的气态有机物燃烧的产物也都是水和二氧化碳。

实验目的

- 初步了解检验葡萄糖的方法。
- 通过学生动手实验体验，提高学生学习兴趣。

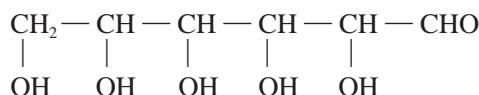
52. 葡萄糖的检验(课堂实验)**实验地位与作用**

本实验是九年级第七章“7.2 食物中的营养素”中的课堂实验，学习水平要求是A级。

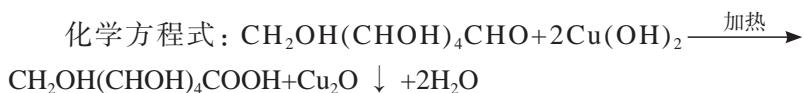
本实验和学生的生活实际联系非常紧密，又是出现在九年级最后学习阶段，可以起到提高学习兴趣，感知葡萄糖的性质，认识生活中常见有机物的作用。

实验原理

葡萄糖的分子式为C₆H₁₂O₆，结构简式为：



葡萄糖具有还原性，新制氢氧化铜悬浊液有一定氧化性，在加热条件下，反应产生砖红色沉淀氧化亚铜。根据该现象可判断葡萄糖的存在。

**实验过程****仪器和试剂****【仪器】**

试管
(18mm×180mm)、胶头滴管、酒精灯、量筒(10mL)、试管夹。

【试剂】

10% 氢氧化钠溶液、5% 硫酸铜溶液、10% 葡萄糖溶液。

【实验步骤】

步骤1 在试管中加入2mL10% 氢氧化钠溶液，逐滴加入5% 硫酸铜溶液2~3滴，观察实验现象。

步骤2 用量筒量取1mL10% 葡萄糖溶液，加入步骤1试管中，振荡时间约为1min。

步骤3 用试管夹加持试管，在酒精灯火焰上加热至沸腾，观察试管内的变化。

【实验现象】

步骤1中，试管中出现蓝色悬浊液。

步骤3中，加热后试管中有砖红色物质生成。

【实验分析】

1. 实验中，出现黑色沉淀的原因是加热温度过高，使氢氧化铜受热分解生成黑色的氧化铜。
2. 新制氢氧化铜絮状物结构疏松，悬浮在溶液中与葡萄糖分子充分接触。若用久置氢氧化铜，沉淀物结构紧密，表面活性大大减少，再则氢氧化铜不稳定，在溶液中会逐渐脱水而分解，变成黑色的 $3\text{CuO}\cdot\text{H}_2\text{O}$ ，失去新制氢氧化铜的某些性质，使实验成功率降低^①。因此，做本实验一定要用新制氢氧化铜悬浊液。

实验关键及注意事项

【安全提示】

实验过程中用到酒精灯，注意酒精灯的使用安全。

【试剂配制】

本实验中要用到新制的氢氧化铜悬浊液，其制取方法是在2mL10%氢氧化钠溶液中逐滴滴加2~3滴5%硫酸铜溶液（氢氧化钠必须过量）。

【实验操作的注意事项】

1. 本实验最佳反应条件是10%氢氧化钠溶液约2mL，5%硫酸铜溶液4~5滴，10%葡萄糖溶液约2mL，混合均匀，加热至沸腾。所以，做本实验时要关注实验的操作要求和试剂的用量。
2. “新制的氢氧化铜悬浊液”是本实验成功的关键，必须按照实验要求，规范配制。

教学建议

本实验过程比较简单，实验现象也比较明显。因此，教学中可以设计成学生实验，增强学生体验的机会。

有条件的学校也可以购买测糖尿病的试纸，结合生活实际测试葡萄糖的存在，指导学生学以致用。

^① 刘斌. 为什么要用新制的 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ [J]. 江苏教育, 1989 (1).

实验目的

1. 学习用碘水检验食物中的淀粉。
2. 巩固学生实验基本操作练习, 提高学习兴趣。

53. 用碘水检验食物中的淀粉(课堂实验)**实验地位与作用**

本实验是九年级第七章“7.2 食品中的营养素”中的课堂实验, 学习水平要求是A级。

本实验在科学课上已经做过, 本实验让学生体验科学探究的过程, 并加强实验的基本操作训练, 加深对生活中常见物质的检验方法的学习。强化用化学知识和方法解决问题的意识。

实验原理

淀粉分为直链淀粉和支链淀粉, 支链淀粉和碘作用呈紫色, 直链淀粉和碘作用呈蓝色。实验室常用直链淀粉作为试剂, 它的水溶液遇碘变蓝色, 利用这一特性不但可以定性检验淀粉或碘的存在, 而且还用于定量分析。

仪器和试剂**【仪器】**

蒸发皿或烧杯(100mL)、胶头滴管、药匙。

【试剂】

碘水、面粉、学生自带的各种含淀粉的食物(如生面条、熟面条、生马铃薯、熟马铃薯、生红薯、熟红薯、芋头、饼干、蛋糕等)。

实验过程**○【实验步骤】**

步骤1 用药匙取少量面粉放入蒸发皿中。

步骤2 用胶头滴管吸取碘水, 向蒸发皿中滴入2~3滴碘水, 观察实验现象。

步骤3 用碘水检验由学生带来的自认为可能含有淀粉的食物, 并完成实验现象的观察记录和结论的获得。

食物	面条					
现象						
结论						

【实验现象】

步骤2中, 面粉中的淀粉遇到碘水变蓝色。

步骤3中, 学生自带食物实验现象记录与分析:

食物	面条					
现象	变蓝色					
结论	含有淀粉					

【实验分析】

实验过程中若看不到蓝色，可能的原因是：

1. 配制碘水时没有加水，碘液和淀粉作用不出现蓝色。
2. 碘与淀粉作用变成蓝色需要一定的条件，一是温度不能太高，当温度高于65℃时蓝色几乎看不到；二是碘的浓度，碘与淀粉呈蓝色，碘的浓度不能低于 10^{-4} mol/L；三是溶液的酸碱性，在碱性溶液中，碘与淀粉不会出现蓝色。

实验关键及注意事项

【实验操作的注意事项】

如果配制碘水时没有加水，在进行实际操作时，教师可以提示学生滴加适量水，使淀粉和碘液变成溶液，蓝色就会出现。

教学建议

本实验可以设计成学生自主探究的实验，家中的馒头、面条、烙饼、生的或熟的马铃薯、生的或熟的红薯、面粉、水淀粉等都可以拿到学校做探究性实验，教师也可以组织学生对温度、酸碱性和碘水的浓度等因素进行探究。这样不仅可以拓宽学生的知识面，而且还可以提高学生的学习兴趣。

教学中关注问题的设计：

1. 淀粉遇碘单质时会变蓝色，能否用碘水来检验食物中是否含有淀粉呢？通过步骤1、2获得结论，面粉中的淀粉遇碘水变蓝色。
2. 完成步骤3后，你能归纳检验淀粉的方法吗？
3. 辨析：如果食物与碘水作用呈蓝色，食物中一定含有淀粉吗？含有淀粉的食物只有遇到碘单质时才变蓝吗？还有能使淀粉变蓝色的物质吗？

进一步明确：淀粉遇碘水变蓝色是淀粉的特征反应，是检验淀粉的独特方法。



第2部分

化学实验基本操作

俗话说：“工欲善其事，必先利其器。”实验仪器对化学实验至关重要，随着实验仪器的不断创新，化学研究越来越便捷、深入和精确。掌握实验仪器的使用是化学实验的重要目标之一，做化学实验，需知道该选用什么（仪器设备、试剂与材料），了解应如何正确操作和使用。化学实验仪器具有易碎等特性，所以在使用这些仪器时需要遵守规章制度，规范操作，否则易造成仪器的损坏，使用后需进行及时清洗等日常维护。

此外，在实验室常用的试剂中，有的不宜长期放置，需随配随用；有的需自己动手配制成实验所需的浓度……这就需要掌握常用试剂的配制方法和技能。本部分内容对实验室常用仪器设备操作规范和维修保养、常用试剂配制等进行详细的介绍，以发挥实验室应有的作用，保证实验教学的正常进行。

第2部分

化学实验基本操作

实验仪器的装配

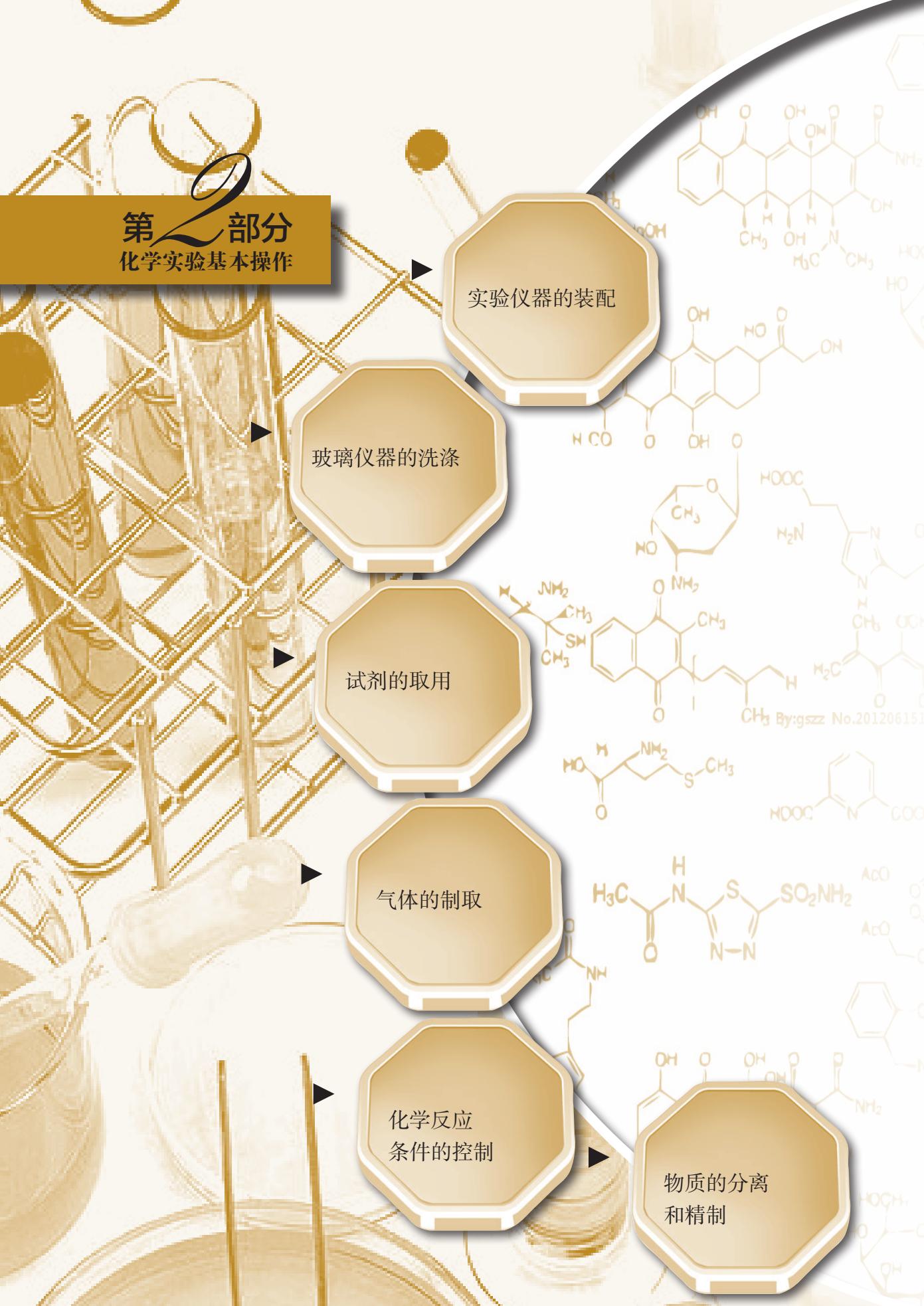
玻璃仪器的洗涤

试剂的取用

气体的制取

化学反应
条件的控制

物质的分离
和精制



实验仪器的装配

1. 仪器的连接

【把玻璃管插入有孔塞子】

一手握住有孔塞子，另一手捏住用布包着的玻璃管靠近插入塞孔的一端，用水润湿玻璃管口后，边转动边小心地把玻璃管插入塞中。捏玻璃管的手不可距塞子过远，插弯曲的玻璃管（包括直角）时，手不可捏住玻璃导管的弯曲处，否则旋转时容易折断。

长颈漏斗、分液漏斗和温度计插入双孔塞的操作跟玻璃管的插入操作相同，但温度计插入时更应特别小心，防止水银球破裂。另外，装配时要注意，先装配的部分不能妨碍后面仪器或零件的装配。气体出口导管插入时应略伸出橡胶塞即可。



图 1 把玻璃管插入有孔塞子

【把塞子塞入烧瓶口、试管口】

一手拿住烧瓶或试管，另一手拿塞子，边转动边将塞子塞入。塞子塞入的深度是塞高的 $\frac{2}{3}$ 。不能把容器放在桌面上，用力向下压塞子，这样极易压破容器。



图 2 把塞子塞入烧瓶口、试管口

【玻璃管跟橡胶管的连接】

首先应选择口径比导管口略小些的橡胶管，然后一手拿橡胶管靠近管口部位，另一手拿玻璃管靠近插入的管口部位，插入的管口用水润湿，在边插边转动的情况下把玻璃管插入橡胶管中。插入的深度为1~1.5cm。



图 3 玻璃管跟橡胶管的连接

2. 实验装置的装配

实验装置的装配顺序一般是先分装后总装，总装时先里后外、自下而上、从左到右。例如，如图4所示实验装置的装配过程为：

(1) 先分装。将分液漏斗和直角弯导管插入双孔橡胶塞，将长导管和短

导管分别插入双孔橡胶塞，再将橡胶塞塞入集气瓶，组成气体收集装置。

(2) 后总装。顺序是铁架台→酒精灯→铁圈→石棉网→铁夹→烧瓶→带分液漏斗的双孔塞→气体收集装置→尾气吸收装置。各部分之间用橡胶管连接紧密。



图 4 实验室制取氯气的装置

3. 检查实验装置气密性的方法

实验装置气密性的检查一般通过改变温度或压强，根据封闭体系内压强变化引发的现象来判断实验装置的气密性，常见有加热法、液差法等。

【加热法】

适用于实验系统相对密封，一条通道可伸入溶液中。一般做法是：使整个装置只留有一个跟外界相通的管道，并使其浸没在水中。当装置受热时，装置里的气体受热膨胀，处于水中的导管口冒出气泡，装置冷却后，水进入导管，形成液柱，如果液柱在1min内保持不变，说明装置气密性良好。否则，说明气密性不好。这时应对每一连接处逐个进行检查调整。

对于简单的如图5所示的装置，可以用手掌(或热毛巾)握住试管(或烧瓶)，这时试管中的气体受热膨胀，使处在水中的导管口冒出气泡[如图5(a)所示]。当手掌离开试管时，试管中的空气逐渐冷却，水就进入导管形成液柱[如图5(b)所示]，如液柱的高度在1min内不变，说明装置不漏气，否则说明漏气。

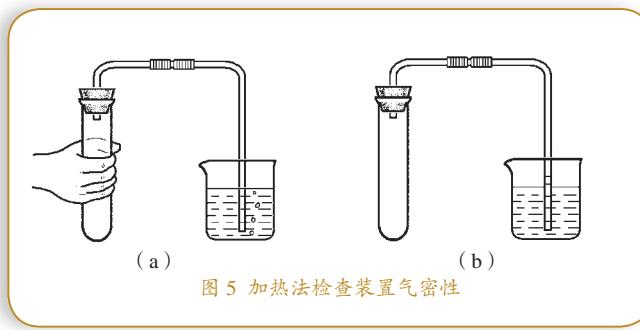


图 5 加热法检查装置气密性

对于较复杂的实验装置(如图4所示),可采用分段逐级检查的方法。

(1) 先检查收集装置的气密性:用夹子将气体发生装置和收集装置间的橡胶管夹紧使其不通,然后把手掌(或热的毛巾)紧贴在集气瓶的外壁,过一会儿,看水中导管口是否有气泡冒出和手离开后导管口能否形成液柱,如有就说明气体收集和尾气吸收装置不漏气。反之则漏气。

(2) 再检查发生装置的气密性:关闭分液漏斗活塞,打开气体发生装置和收集装置间橡胶管上的夹子,用手掌(或热的毛巾)紧贴烧瓶外壁,看水中导管口是否有气泡冒出,手离开后导管口能否形成液柱,如有气泡冒出并形成液柱,说明整个装置不漏气。反之即漏气。

【液差法】

适用于不易把实验系统密闭[如图6(a)所示],长颈漏斗不易密闭或不易把导管插入液体中的实验装置[如图6(b)所示]。

图6(a)装置气密性检查:用弹簧夹夹住橡胶管,从长颈漏斗中向锥形瓶内加水,长颈漏斗中会形成一段液柱,停止加水,液柱不下降,证明装置气密性良好。

图6(b)装置气密性检查:用手捂着圆底烧瓶,可以看到安全瓶导管中形成水柱,手离去后导管内液柱恢复原状(与安全瓶内液面相平),证明装置气密性良好。若导管中水柱低于安全瓶中液面,说明装置漏气。

启普发生器的气密性检查:

- (1) 在图7中的2、3、5处涂上凡士林。
- (2) 先将图中5处的活塞打开,从1处加水,当水封住球形漏斗下端管口时,关上活塞,继续加水到水位为球形漏斗的 $\frac{1}{2}$,做好水位记号。
- (3) 静置数分钟,观察球形漏斗中的水位是否下降,水位下降说明漏气,水位不下降说明不漏气。如果是4处塞子过大或过小,或塞子孔径过大造成漏气,就

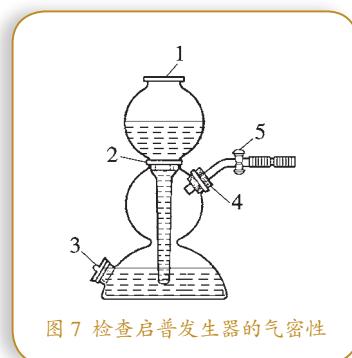
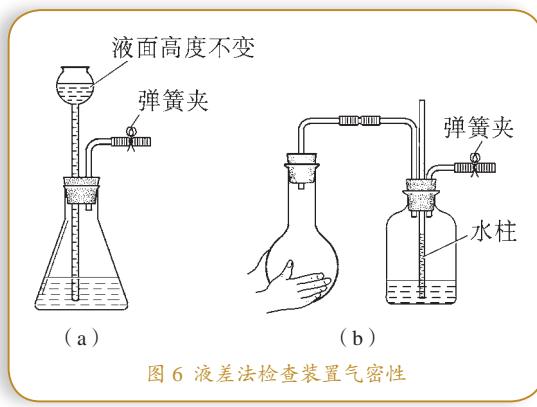


图7 检查启普发生器的气密性

应调换塞子。如果2、3、5处漏气，应将漏斗或塞子取下用滤纸擦干后重涂凡士林再装好。

【其他特殊方法】

对于一些特殊装置，还可以采用一些其他方法或综合应用各种方法。

图8 装置气密性检查：关闭分液漏斗活塞，向外轻轻拉动注射器活塞，稍停，松开活塞，一段时间后活塞恢复原位，证明装置的气密性良好。

图9 装置气密性检查：关闭分液漏斗活塞，上移(或下移)量气管，可观察到量气管中液面刻度位置下降(或上升)，静置1min，液面保持不变，证明装置气密性良好。

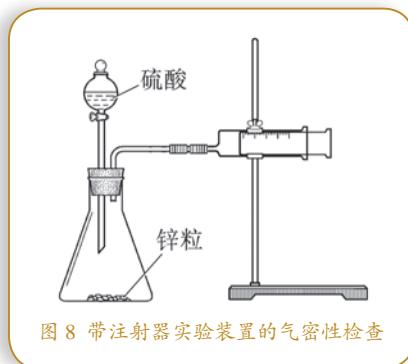


图8 带注射器实验装置的气密性检查

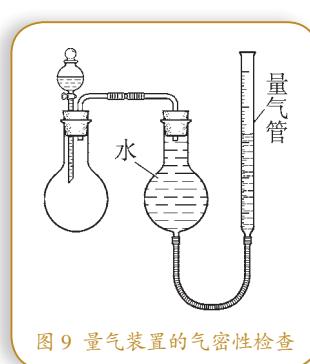


图9 量气装置的气密性检查

图10 装置气密性检查：对于这种大型实验装置，可以采用分段检查和混合方法。关闭活塞，向长颈漏斗中加水至漏斗颈中形成水柱，停止加水，液柱不下降，证明装置前半部分的气密性良好。在装置最右边的试管中加水淹没导管，加热硬质玻璃管，导管口有气泡冒出，停止加热后导管口形成液柱，说明装置后半部分气密性良好。

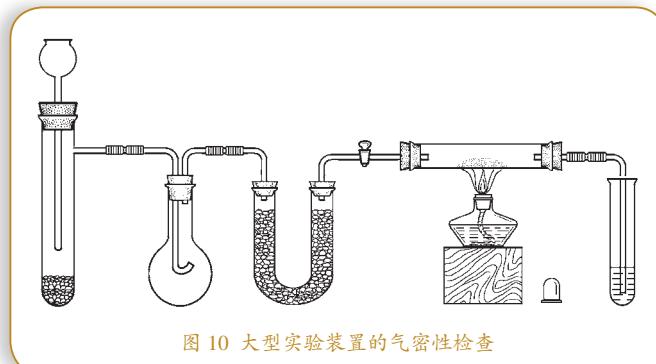


图10 大型实验装置的气密性检查

玻璃仪器的洗涤

为了避免杂质混入反应物中，实验时必须使用清洁的玻璃仪器。

1. 普通洗涤法

容器内壁附有可溶性杂质时，可向容器中加水，选择合适的毛刷，配合去污粉或洗涤剂反复洗涤，然后用蒸馏水冲洗几次。毛刷的刷洗方法一般有两种，一种是将毛刷伸入仪器底部，转动毛刷刷洗；另一种是将毛刷伸到仪器底部后，手紧贴仪器口部握住毛刷，将毛刷在仪器中上下移动刷洗，不要握住毛刷尾部上下刷洗，这样容易弄坏仪器。

2. 特殊洗涤法

容器内附有难溶性杂质时，可以选用特殊的试剂，利用其在不同溶剂中溶解性不同或化学反应将其清洗干净。

例如，残留的 MnO_2 可用浓盐酸，加热除去；银镜、铜镜可用稀硝酸除去；加热过硫磺的玻璃仪器可用二硫化碳或热的 KOH 溶液除去；酚醛树脂、碘等可用乙醇除去；油脂可用氢氧化钠溶液除去； $CaCO_3$ 、 $Mg(OH)_2$ 等可用稀盐酸除去等。

仪器洗涤干净的标准：器壁没有附着物和油污，器壁附着水膜均匀，既不成滴，也不成股流下。

试剂的取用

试剂用量要严格按规定量取用，不得擅自增减，已取出的试剂不得再放回到原试剂瓶中。不可用手直接取用试剂，不可用鼻子凑到试剂瓶口闻气味，不得尝试剂的味道。打开装有浓盐酸、浓硝酸、浓氨水等有挥发性物质的试剂瓶时，瓶口不得对着自己或他人。试剂取完后，应及时塞好塞子，盖好瓶盖或放好滴管。试剂用完后要放回原处，并使标签朝外。

1. 液体试剂的取用

【倾倒法】

取下瓶塞倒放在桌面上（如果是滴瓶，应将滴管夹在右手的无名指和中指之间）。用右手手心对着标签拿起瓶子，使试剂瓶口紧靠试管（或其他容器）口，将试剂倒入试管〔如图 11 (a) 所示〕，达到需要量后将试剂瓶身略下倾，试剂瓶口仍紧靠试管（或其他容器）口稍停，等瓶口残留液滴入试管后再放下试剂瓶，塞好瓶塞。往烧杯中倒液体试剂，为防液体溅出，一般用玻璃棒引流〔如图 11 (b) 所示〕。

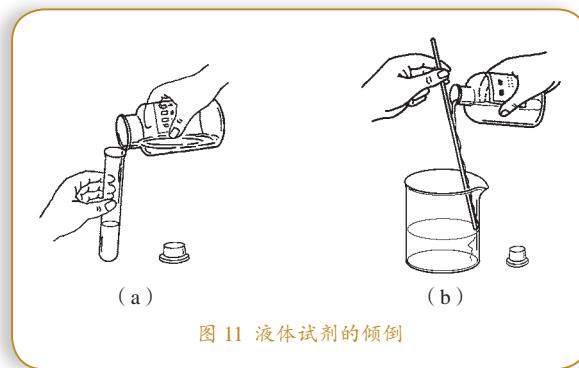


图 11 液体试剂的倾倒

【滴取法】



图 12 液体试剂的滴取

用滴管取用液体试剂时，要注意滴管的正确握持方法，用右手的无名指和中指夹住橡胶滴头的下部和玻璃管的连接处，用拇指和食指挤压橡胶滴头。吸取试液时，先将滴管提出液面，挤去滴头中的空气，再把滴管伸入试液中吸取（如图 12 所示）。滴入试管时，切莫将滴管伸入试管中，以免滴

管口碰到试管壁而被污染，导致滴管放回滴瓶时使整瓶试剂受到污染。吸有试剂的滴管不可倒置，以免试剂流入滴头。

2. 液体体积的度量

实验室里常用量筒、滴定管、移液管和容量瓶量取和确定液体的体积。

【量筒的使用】

液体体积的准确度要求不高时，可用量筒量取。实验中应选用体积略大于量取液体体积的量筒。量筒不能加热，不能在里面进行化学反应，也不可用于配制或稀释溶液。

使用时，用一只手的拇指、食指和中指捏在量筒近口部无刻度处，使量筒自然下垂，或将量筒放在水平桌面上，然后将液体慢慢倒入量筒中〔如图13(a)所示〕，至接近刻度时，改用胶头滴管滴加液体至刻度。读数时，视线要与液体的凹液面最低点保持水平〔如图13(b)所示〕。

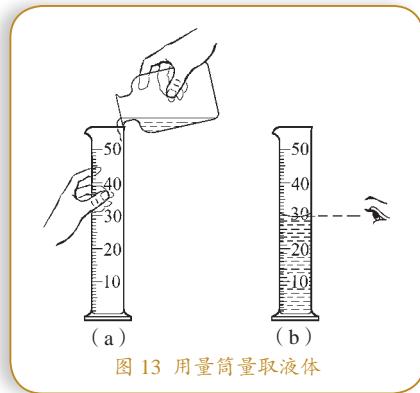


图 13 用量筒量取液体

【移液管的使用】

移取液体体积的准确度要求较高时，可用移液管量取。

使用时，先把移液管洗干净，再用少量待量取的液体润洗2~3次。润洗的方法是：倒少许被移取的液体于一洁净而干燥的小烧杯中，用移液管吸取少量待移取的液体，将移液管横拿在手中并向一个方向转动，使液体流过移液管的标线下所有内壁，随后将移液管直立，从尖嘴口放出液体。重复1~2次。

吸取液体时，一手握移液管插入液面下1~2cm处，另一手拿吸耳球在移液管的上端管口缓慢吸取〔如图14(a)所示〕，眼睛注意移液管中液面的变化。移液管要随着试剂瓶中液面下降而下伸。当试液吸到标线以上时，迅速用握移液管的一手食指按住管口，然后稍松食指，让液体慢慢流出，等到液体的凹液面最低点与标线

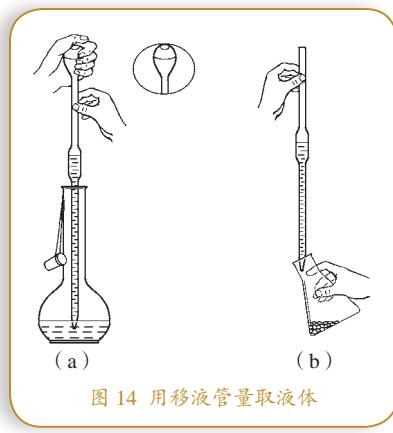


图 14 用移液管量取液体

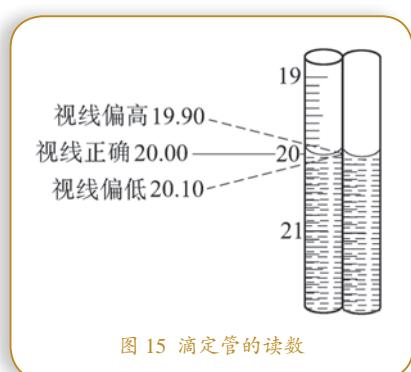
相切时(观察液面时移液管要垂直,视线与凹液面最低点处于水平),立即用食指按住管口。取出移液管,插入准备接受液体的容器中,使移液管的下端尖嘴与容器的内壁接触,放松食指,让液体自然流出[如图14(b)所示],等试液全部流尽后,停留10 s,取出移液管。残留在尖嘴中的液体不必吹出,因这部分液体不计入所量液体的体积中。如果移液管上注明“吹”字,则应将尖嘴里的残留的液体吹出。用完,把移液管洗净后放置在移液管架上晾干。

【滴定管的使用】

滴定管主要用于滴定试液,有时用于量取对体积准确度要求较高的液体。使用时需注意:

(1) 使用前要检漏。将滴定管洗净,关闭活塞,加入蒸馏水,把滴定管夹在滴定管夹上直立2min,观察有无水滴滴下,缝隙是否渗水,如果没有,将活塞转动180°,再看是否有漏水现象,如没有漏水现象产生,说明滴定管不漏水,可以使用。

(2) 向滴定管中加入试液(标准溶液或待测液)。为了使加入滴定管的试液不被稀释,要用待装液将滴定管润洗2~3次,并弃去洗过的试液。润洗的方法是:向滴定管中加入约5~8mL待装液,将滴定管横拿(上口稍高,防止液体流出),朝一个方向转动,使溶液流过全部管壁,再从滴定管的尖嘴放出。润洗后,把待装液直接加入滴定管,使溶液超过“0”刻度,将滴定管倾斜30°,转动活塞,使溶液急速流出,以赶出活塞孔中的气泡。调节液面在“0”刻度或稍低于“0”刻度,稍后,读数,即可进行滴定。



(3) 读数。滴定后不要立即读数,等管壁上的液体全部流下后再读数。读数时,滴定管一定要垂直,视线与蓝色背景线粗细交界点保持水平。因为眼睛的位置不同,读取的数值也会不同[如图(15)所示]。

(4) 滴定。滴定时,一手控制活塞,另一手拿住锥形瓶的颈部,用手腕力量,使锥形瓶向同一方向做圆周运动(摇动瓶中的液体),使滴下的液体能较快地跟瓶中的溶液进行反应,但不能使瓶中的溶液溅出。接近终点时,滴入要慢,每次只能加1滴,并不断摇动,直至达到终点,读取滴定管中最后的体积数。

【容量瓶的使用】

容量瓶用于准确配制一定物质的量浓度的溶液，不能加热，也不可以长期盛放溶液。

(1) 使用前要进行检漏。检查方法是向瓶中加水到标线附近，塞好瓶塞，把瓶倒立2min(如图16所示)，观察瓶塞周围是否有水渗出。如果不漏，把瓶放正，将瓶塞转动180°后再倒过来检查一次。

(2) 配制溶液。配制溶液时先要把容量瓶洗净，再把溶解后冷却到室温的溶液按图17所示的操作移入容量瓶中。用蒸馏水把烧杯和玻璃棒洗涤2~3次，洗涤液一并倒入容量瓶中。继续向容量瓶中加蒸馏水，当蒸馏水加至接近标线2~3cm处时，改用滴管慢慢滴加，直到溶液凹液面的最低点跟标线水平相切。塞好瓶塞，将容量瓶倒转几次，使瓶内溶液混合均匀。

3. 固体试剂的取用

【固体物质的研磨】

研磨是指把颗粒状固体放在研钵中研成粉末的操作。实验室中为了加速物质的溶解或反应，常用瓷质或玻璃研钵把物质研碎。研磨时，先把研钵、研杵洗净揩干，再放入要研磨的固体。一手稳住研体，另一手握住研杵(如图18所示)，先用研杵把大块固体压碎，再握住研杵用力，边压边转动。并随时用药匙把沾在研杵和研钵壁上的固体刮下来研碎。研磨完毕，用药匙将研磨好的固体全部刮出。

使用研钵研磨固体物质时要注意：

- (1) 为了防止研磨时固体弄到外面，待研磨固体的量不要超过研钵容积的 $\frac{1}{3}$ 。
- (2) 潮湿的固体要经干燥、冷却到室温后再研磨。
- (3) 氯酸钾等强氧化剂，只能用研杵轻轻压碎，不能用力研磨，以防发生爆炸。
- (4) 不同的物质不要混在一起研磨，应分开研磨。

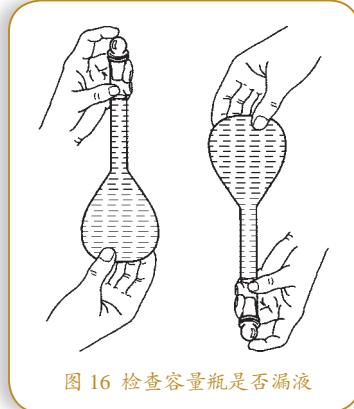


图16 检查容量瓶是否漏液

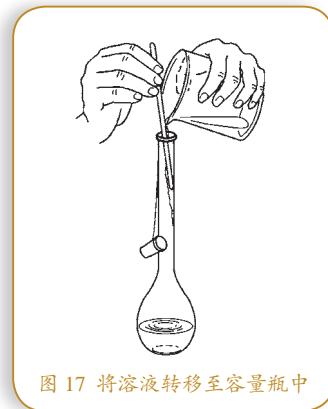


图17 将溶液转移至容量瓶中



图 18 固体的研磨

(5) 研钵可以用来混合固体粉末, 但混合时不要用研杵研, 而应用药匙拌和(如氯酸钾和二氧化锰的混合)。

(6) 研钵用完后应及时洗净, 晾干。

【粉状或细小颗粒固体试剂的取用】

取用前要用滤纸把药匙擦干净。药匙最好专用。往试管中装入固体粉末时, 为避免药品沾在管口和管壁上, 可以把试管放平, 再把药品用药匙(或把药品放在光滑、槽形的纸条上)送至试管底部, 最后把试管竖起, 轻轻抽出药匙或纸槽[即“一平、二放、三竖直”, 如图 19(a)和(b)所示]。

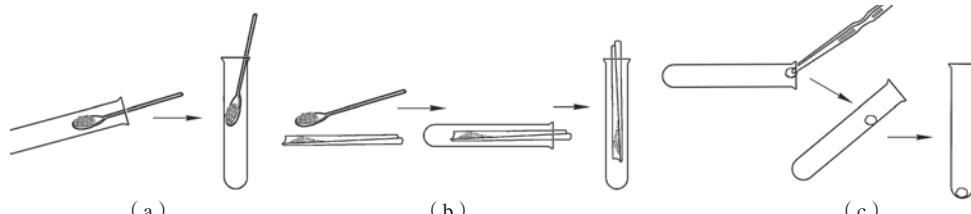


图 19 把固体加入试管中

【块状和条形固体试剂的夹取】

取用前和取用后都要用滤纸把镊子擦干净。镊子也最好专用。试管或烧瓶平放, 将块状固体放入试管或烧瓶口, 慢慢竖起试管或烧瓶, 让固体沿器壁慢慢滑下[即“一平、二放、三竖直”, 如图 19(c)所示]。

4. 固体试剂的称量

目前, 上海市中学化学实验室装备的称量仪器都是电子天平, 初中为 100g、1mg 或 400g、0.1g; 高中为 200g、1mg。

一般电子天平的使用方法是:

(1) 水平调节。放置在平稳的桌面上, 观察水平仪, 如水平仪水泡偏移, 需调整水平调节螺栓, 使水泡位于水平仪中心。

(2) 预热。接通电源, 预热至规定时间(初次使用或长时间不用的电子天平一般需要预热 30 min)后, 开启显示器进行操作。

(3) 开启显示器。轻按 ON 键, 显示器全亮, 约 2 s 后, 显示天平的型号,

然后是称量模式 0.000 g 等。读数时应关上天平门。

(4) 天平基本模式的选定。天平通常为“通常情况”模式，并具有断电记忆功能。使用时若改为其他模式，使用后一经按 OFF 键，天平即恢复通常情况模式。

(5) 校准。天平安装后，第一次使用前，应对天平进行校准。因存放时间较长、位置移动、环境变化或未获得精确测量，天平在使用前一般都应进行校准操作。方法是：轻按 TAR 键清零，按 CAL 键显示器显示“CAL-200”其中 200 为校准砝码的质量为 200 g，将标准 200 g 校准砝码放在称盘上，显示器显示“-----”等待状态，经较长时间后显示 200.000 0 g，取出校准砝码，显示器应显示 0.000 0 g，即完成校准操作。若显示不为 0.000 0 g，可重新校准。

(6) 称量。按 TAR 键，显示为零后，置称量物于称盘上，待数字稳定后，即可读出称量物的质量值。

(7) 去皮称量。按 TAR 键清零，置容器于称盘上，天平显示容器质量，再按 TAR 键，显示零，即去除皮重。

(8) 称量结束后，若较短时间内还使用天平（或其他人还要使用天平）一般不用按 OFF 键关闭显示器。实验全部结束后，关闭显示器，切断电源，若短时间内（例如 2 h 内）还使用天平，可不必切断电源，再用时可省去预热时间。若当天不再使用天平，应拔下电源插头。

气体的制取

1. 气体的发生

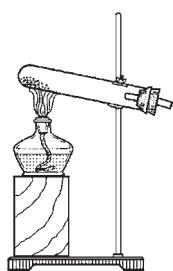


图 20 气体发生装置

制备气体的实验装置选择依据是制备反应的化学原理,如反应物状态、性质和反应条件,同时还要求安全、不污染环境以及操作简便等。

(1) 由固体和固体加热反应制取气体(如氧气、氨气和甲烷等)时,实验室常用如图 20 所示装置进行,操作时须注意:

① 固体试剂要平铺在试管底部,使加热时气体容易逸出,便于控制气体的发生和收集。

② 试管口要略向下倾斜,防止管口冷凝水倒流使试管破裂。

③ 加热时,火焰先要在试管下方来回移动加热,让试管均匀受热,然后将火焰移到有反应物的部位固定加热。

④ 如果用排水法收集气体,收集完毕应先从水中取出导管,再移去酒精灯,以防水倒流引起试管破裂。

(2) 用块状难溶性固体和液体不需加热反应制取气体(如氢气、二氧化碳和硫化氢气体等)时,通常用如图 21 所示装置。其中(c)、(d)装置可以使气体随时发生或停止,使用方便。

用启普发生器制取气体时,块状或粒状固体从拔去塞子的气体出口加入,加入的量不应超过球形容器容积的 $\frac{1}{3}$ 。液体从球形漏斗口加入,加入的液体刚浸没固体为止。如果中途更换液体,即关闭活塞将液体压入球形漏斗中,用橡胶塞把漏斗口塞住,再打开半球容器上的玻璃塞,将液体放出,并利用球形漏斗口上的橡胶塞调节流速,使液体不致快速冲出。液体放完后将玻璃塞揩干净,涂上凡士林重新塞好,再从球形漏斗口加入新的液体。如果要添加

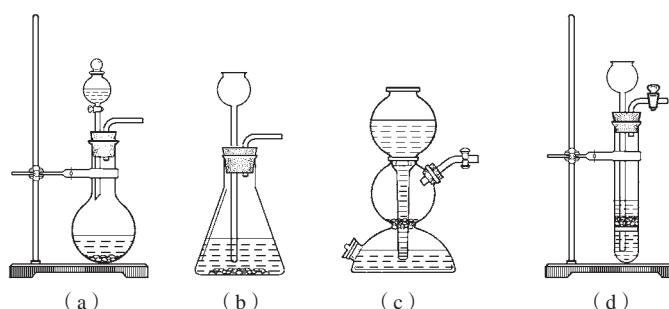


图 21 气体发生装置

固体，将液体压入漏斗中后用塞子塞好漏斗口，拔去导管，加入固体。

移动启普发生器，手要拿在底座上，不能拿在球形漏斗上方，以免底座掉下来跌碎。

用自制气体发生器制取气体时，长颈漏斗要插在溶液中。出气导管不要插入瓶中过深，略伸出橡胶塞即可。

(3) 固体(或液体)和液体在加热条件下反应制取气体(如氯气、氯化氢、氮气和一氧化碳等)时，可用图22所示装置。本装置的特点是能在反应进行时不断加入液体反应物，但每次加入的量不可太多，防止瓶中温度变化过快或反应突然加快而发生事故。

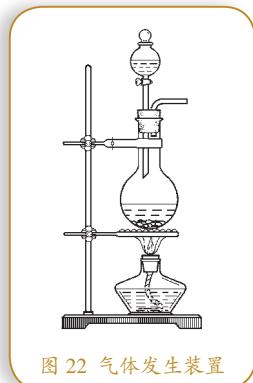


图 22 气体发生装置

2. 气体的净化

新制的气体中常含有少量酸雾、水蒸气和其他杂质，因此实验前需要对气体进行净化。气体净化的常用装置如图23所示。

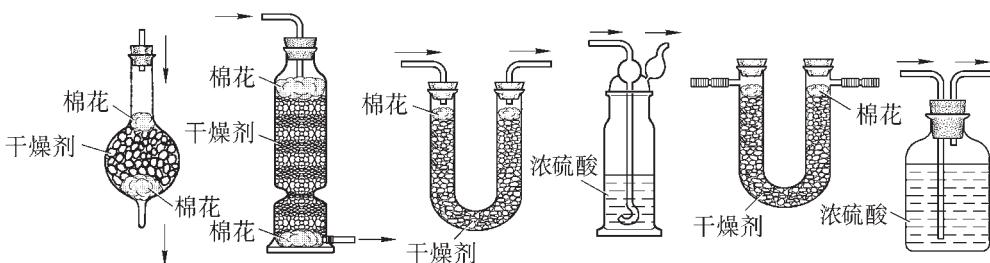


图 23 气体净化装置

洗气瓶中吸收剂的量以瓶容积的 $\frac{1}{3}$ 为宜，最多不要超过 $\frac{1}{2}$ 。瓶中的长管为进气导管，要插入吸收剂中。短管为出气导管，连接气体的进出口不能搞错。

干燥管中干燥剂的颗粒以黄豆大小为宜，干燥塔中的干燥剂颗粒可以大一些。填装干燥塔时，两头都要填适量的棉花，在下面的细颈处可以放些玻璃丝托住固体干燥剂。在干燥管的两端要放石棉绒或玻璃丝以阻止固体干燥剂随气体散失。

干燥剂和吸收剂的选择要根据净化气体与杂质气体的性质差异选择相应的吸收剂。实验室中常用干燥剂和除杂试剂如表1和表2所示。

表 1 常用干燥剂

干燥剂	性质
硅胶 ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$)	固态, 中性, 适合于大多数气体的干燥
无水氯化钙	固态, 中性, 除氨外, 适合于大多数气体的干燥
浓硫酸	液态, 酸性, 氧化性, 不适合碱性和易被氧化的气体的干燥
碱石灰 ($\text{NaOH} \cdot \text{CaO}$ 的混合物)	固态, 碱性, 不适合酸性气体的干燥

表 2 常见气体净化试剂及仪器

气体(杂质)	试剂	仪器
Cl_2 (HCl)	饱和食盐水	洗气瓶
CO_2 (HCl)	饱和 NaHCO_3 溶液	洗气瓶
SO_2 (HCl)	饱和 NaHSO_3 溶液	洗气瓶
CO (CO_2)	NaOH 溶液或灼热的 C	洗气瓶或硬质玻璃管
CO_2 (CO)	灼热的 CuO	硬质玻璃管
CO_2 (H_2S)	CuSO_4 溶液	洗气瓶
CO_2 (SO_2)	饱和碳酸氢钠溶液	洗气瓶
N_2 (O_2)	灼热的 Cu	硬质玻璃管

3. 气体的收集

气体的收集方法主要依据气体的性质(如溶解性、密度等)确定, 常用的气体收集方法有排水法和排气法等。

排水法可用于收集一些密度与空气相近, 或与空气中某些成分要反应的不溶于水的气体[如图 24 (a) 所示]。

排气法有向上排空气法、向下排空气法(注意:“上”或“下”是指将空气向上赶或向下赶, 不是指瓶口向上或向下)。对不能与空气中的成分反应的气

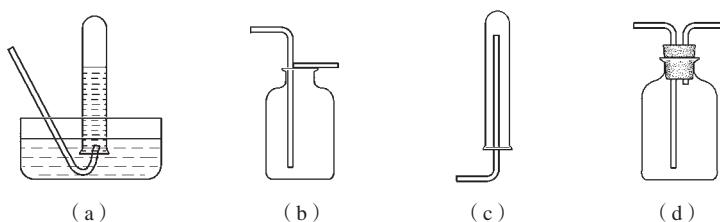


图 24 气体收集装置

体可以用排空气法收集，密度比空气大的气体，用向上排空气法收集〔如图 24 (b) 所示〕，密度比空气小的气体，用向下排空气法收集〔如图 24 (c) 所示〕。

图 24 (d) 是多功能瓶，如左端进气时，将空气向上赶（如收集氯气、硫化氢等）；右端进气时是将空气向下赶（如收集氨气、氢气等）；若瓶中装满水，右端进气，也可用排水法收集气体。

用排水法、排气法收集的气体中，往往含有少量空气、水汽等杂质，为了收集更纯净的气体，也可用球胆法等。

4. 气体的吸收

在制取气体或有气体参加反应的过程中，为了防止多余的有害气体污染空气，应有一定的措施来吸收多余的气体。如氯气、二氧化氮、二氧化硫、硫化氢等气体可以用氢氧化钠溶液来吸收，氯化氢和氨气可以用水来吸收。

实验室中尾气吸收的常用装置如图 25 所示。操作时需注意：

(1) 对于溶解度不大的气体（如氯气和硫化氢气体），可以把导管插入吸收剂中，以增加气体和液体的接触机会，有利于气体的吸收〔如图 25 (a) 所示〕。

(2) 对于溶解度大的气体（如氯化氢和氨气），为了加大气体和液体的接触面积，以防气流速率小于溶解速率而产生倒流，可以在导管上接一倒置的漏斗〔如图 25 (b) 所示〕，使漏斗边缘稍接触水面，这样既可以防止气体散逸，又可以防止倒吸，提高吸收效率。

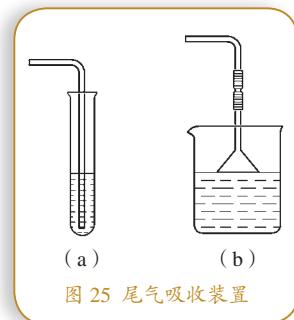


图 25 尾气吸收装置

5. 气体的储存

气体的储存可用图 26 所示装置。

其中 (a) 装置中实验室常用的有机玻璃储气装置，(b) 和 (c) 是实验室常用的玻璃储气瓶。以图 26 (c) 为例，储气时先将 c 关闭，打开 a 和 b，从分液漏斗中注水至充满容器。将气体接入气体导管通气，容器中水会被压入分液漏斗，关闭 a 和 b 后即将气体储存于容器中。使用时，只要打开 a 和 b，分液漏斗中水会将气体从 b 处压出。

图 26 (d) 是将两只下口瓶连接而成的简易储气瓶，用储气瓶收集气体时，先把左瓶装满水，经检验不漏气后，将导管上的弹簧夹打开，通入气体（气体应难溶于水），把水压到右瓶中，等气体到放水口时停止收集。夹紧弹簧夹，并迅速拔去进气导管。使用时先将右瓶的位置升高，再打开弹簧夹，左

瓶中的气体即被排出。如把弹簧夹换成螺旋夹，还可以调节排出气体的流速。

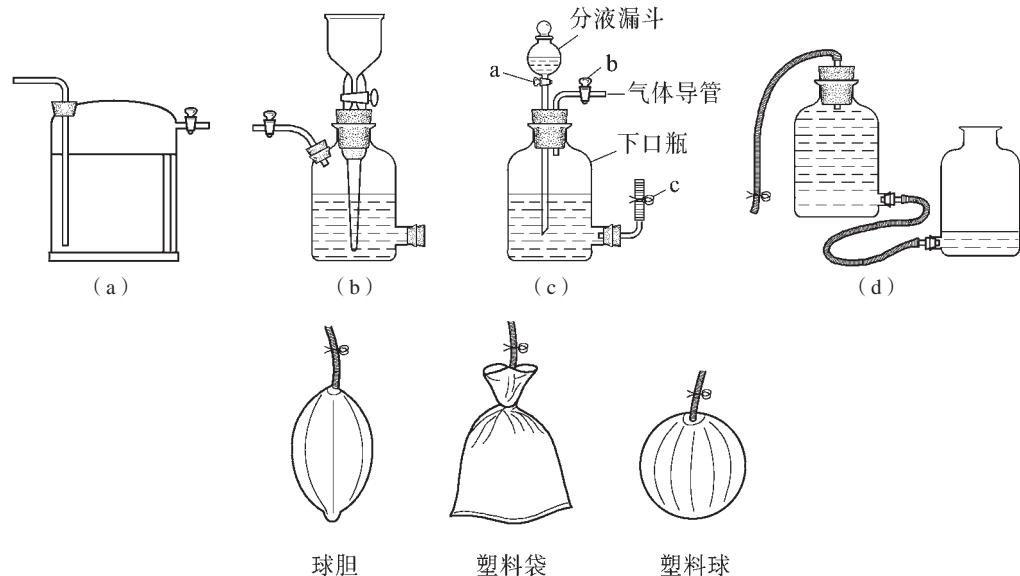


图 26 气体的储存装置

用球胆、塑料袋、塑料球收集气体时，先将其中的空气尽量排掉（将球胆、塑料袋、塑料球压扁，使内壁贴在一起），然后通入气体（塑料袋事先在袋口扎一带橡胶管的玻璃管，以便集气和排气），收满后夹上螺旋夹备用。

化学反应条件的控制

1. 振荡和搅拌

振荡和搅拌是使液体与液体或液体与固体进行充分混合的操作。小口径容器一般用振荡，大口径容器一般用搅拌的方法。

【振荡】

振荡试管时，管中液体的量不能超过试管容积的 $\frac{1}{3}$ 。用拇指、食指和中指捏住试管的上部，用手腕的力量进行左右振荡操作（如图 27 所示），不可上下振荡。这样反复振荡几次，就能达到充分混合的目的。

振荡烧瓶或锥形瓶中的液体，液体的量不得超过容积的 $\frac{1}{2}$ 。一般是手持瓶颈，运用手腕力量，使瓶沿着一个方向做圆周运动（如图 28 所示）。



图 27 试管的振荡



图 28 烧瓶的振荡

【搅拌】

实验室常用的搅拌有手动玻璃棒搅拌、电磁搅拌和电动搅拌三种方式。

在烧杯中混合液体或溶解固体时，一般要用玻璃棒进行手动搅拌。搅拌时用拇指、食指、中指三指捏住玻璃棒的一端，用手腕力量使玻璃棒在溶液中做圆周运动。玻璃棒不要碰到烧杯的壁和底，以免击破。玻璃棒的长度应与烧杯的大小相适应，一般是将玻璃棒斜插在烧杯中，留在烧杯外部的长度应为玻璃棒全长的 $\frac{1}{3}$ （如图 29 所示），太长因重心不稳而容易被打翻。

需要长时间进行搅拌的反应，可以用电动搅拌装置（如图 30 所示）或电磁搅拌器（如图 31 所示）。

电动搅拌装置安装时，在软木塞上钻一光滑的圆孔，插入较粗的玻璃管，其内径要比玻璃搅拌棒大一些，装上的玻璃搅拌棒能自由转动。在玻璃管的一端套上一

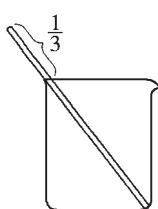
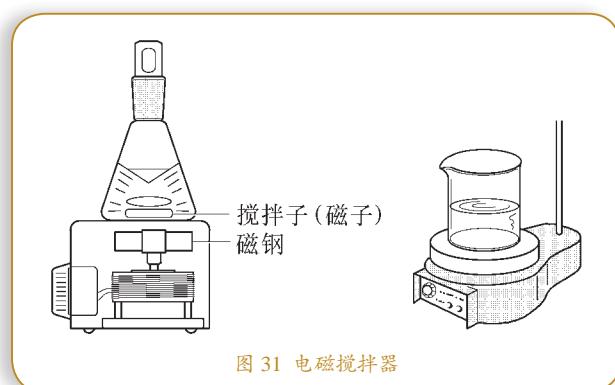


图 29 玻璃棒的长度与烧杯



图 30 电动搅拌装置
1- 玻璃搅拌棒 2- 冷凝管
3- 橡皮管 4- 玻璃管 5- 温度计



短而较粗的橡胶管，在橡胶管的另一端管内涂上少许凡士林作为润滑剂。然后把玻璃搅拌棒从装有软木塞的一端插入玻璃管中，直到伸出橡胶管外。这时橡胶管既能封住玻璃管口不让瓶中的气体漏出，又能使玻璃搅拌棒自由转动。调节软木塞下面玻璃搅拌棒的长度，使其既能伸入液体中，又不会碰到瓶底。最后将装有玻璃搅拌棒的软木塞塞在三口烧瓶的中间瓶口上。将玻璃搅拌棒的上端跟电动搅拌装置相连接，开动电动机试验搅拌棒转动是否正常。正常后即可使用。

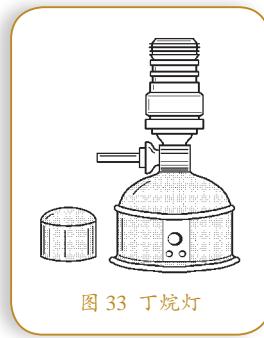
电磁搅拌器也称磁力搅拌器，它利用磁场力，使磁子在溶液中旋转而起搅拌作用。这种方法一般适用于 500mL 以下溶液，很多电磁搅拌器有加热功能可以边加热边搅拌。

2. 加热

【加热装置】

(1) 酒精灯

酒精灯提供的温度不高，适用于不需要太高加热温度的实验。一般受热的温度范围在 300℃ ~ 500℃ 时，可以使用酒精灯。为了使火焰稳定、火力集中，提高酒精灯的温度，可以用一个钢丝网或铁丝网罩上（称防风罩），如图 32 所示。需要注意的是，用防风罩加热结束时，先要用金属工具（如镊子等）



取下防风罩，再用灯帽盖灭酒精灯。

(2) 煤气灯、丁烷灯

煤气灯、丁烷灯提供的温度较高，一般受热的温度范围在 $700^{\circ}\text{C} \sim 1000^{\circ}\text{C}$ 时，可以使用煤气灯、酒精喷灯与丁烷灯，部分煤气灯甚至可以加热到更高温度。丁烷灯简称丁灯（如图33所示）。

(3) 电加热装置

对于不能用明火加热的实验，可以使用电加热装置，如图34所示，实验室常用的电加热装置主要有电炉、电热板和电加热套。各种电加热装置根据功率不同可提供的温度也不同，最高可达 1000°C 左右。其中电加热套，因有自动电偶可以起到控温作用，所以常称保温电炉。

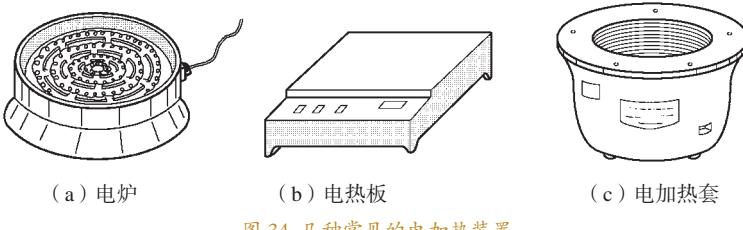


图34 几种常见的电加热装置

【加热方式】

加热有直接加热、间接加热和特种加热等几种。

(1) 直接加热

直接加热是使受热器跟火焰或电热丝等热源直接接触而加热的方法。

给试管加热时，被加热的液体不超过试管容积的 $\frac{1}{3}$ ；试管夹从试管底往上套，夹在试管的中上部；试管应与桌面成 45° ，管口不能对着自己和他人；开始加热时，应先把试管置于外焰的上部来回移动加热，使其受热均匀，然后加热的部位从试管里的液面开始逐渐下移到底管，并不时上下移动，不要集中加热某一部位，以免局部沸腾而喷出。给试管里的固体加热时，试管口要略向下倾斜，以防冷凝水流到管底使试管破裂。

给烧杯、烧瓶加热时，要隔着石棉网，防止受热不均匀而破裂；所盛液体最多不超过 $\frac{1}{2}$ ，以防沸腾时液体溢出。给烧瓶中液体加热时，为防止暴沸现象需要向烧瓶中加入少量沸石或碎瓷片。

瓷坩埚、蒸发皿可以放在适当的铁圈或铁三脚架上（瓷坩埚放在泥三角上），用火焰直接加热；所盛液体的量不超过容积的 $\frac{2}{3}$ ；加热前仪器外面的水要擦干，先用小火均匀加热，然后用大火加热，仪器不可碰到灯芯；加热后的

仪器不可立即与冷的物体接触,可用预热过的坩埚钳将它放在干的试管架或石棉网上,防止仪器突然遇冷而破裂。

(2) 间接加热

间接加热是把受热器放在水浴、油浴、沙浴或盐浴中加热的方法,其优点是加热时容器受热面积大,而且均匀,温度易控制。实验室里常用的是水浴。

加热温度不超过100℃时,通常用水浴加热。水浴加热一般在水浴锅中进行(如图35所示),也可以用烧杯盛水代替。水浴加热时需注意:①水浴锅盛水量为本身容积的 $\frac{1}{2} \sim \frac{2}{3}$ 。加热过程中要随时向水浴锅中添加热水,以防烧干。②被加热的容器可以搁在大小适当的圆盖上或浸在水中,浸在水中时容器不要碰到水浴锅底部,防止容器受热不均匀而破裂。



图35 水浴加热

加热有机溶剂,如乙醚等易挥发、易燃烧的试剂时,应先把水浴锅中的水加热到一定的温度后把灯焰熄灭,再把盛有易挥发、易燃烧物质的容器放在水浴中加热。加热时不能有明火接近,以防蒸气燃烧。

3. 冷却

化学实验中常常需要对物质进行冷却,冷却的效率跟待冷却的物质和冷却剂的温差以及制冷方式有关。冷却方式一般有自然冷却和间接冷却两种。选用哪种方法和什么样的冷却剂则决定于实验的性质和目的要求。

在固体加热到恒重的定量实验中,每次称量之前的冷却,一般应放入干燥器中让其自然冷却,以便防潮。

对蒸气的冷却和液化,通常采用间接冷却方式。被冷却的物质和冷却剂通过器壁进行热交换。例如,在沸点低于140℃的蒸馏实验中,一般选用直形冷凝管。在有机制备中为了防止低沸点物质的挥发,往往采用冷却面比较大的球形或蛇形回流冷凝管。在这些冷却操作中,冷却剂一般是流动的冷水。冷却效率也与水的流速和方向有关,流速大,冷却效率高,但为了节约用水,一般以保证达到冷却要求的前提下,尽可能减小水的流速。沸点高于140℃的蒸气可选用空气冷凝器(或长导管)用空气冷却。沸点很低的物质,往往采用冰水浴或盐冰浴冷却。

4. 温度的测量

温度对化学反应影响较大，实验中常常要控制或测定反应温度。中学化学实验中测量温度用得最多的是普通水银温度计，常用的有100℃、200℃和360℃等几种。正确的测量方法是取得准确数据的保证，因此使用温度计应注意以下几点：

- (1) 测量液体的温度时，可以悬挂或用打孔的塞子将温度计固定。温度计的水银球应全部浸没在液体的中心位置，切忌跟容器壁和底部接触。
- (2) 测量正在加热的液体温度时，温度计的水银球必须离容器底部1cm以上，否则水银球离火焰太近，测得的温度不能代表整个液体的温度。
- (3) 蒸馏时测量气体的温度，水银球的上限要跟蒸馏烧瓶支管的下限处于同一水平线上（如图41所示），这样可使水银球处于整个蒸气的包围之中，测得的温度比较准确。
- (4) 测定沙浴的温度时，温度计的水银球插入沙中的深度跟容器底部相平，并紧靠容器壁，这样测量到的温度才有代表性。
- (5) 温度计不允许测量超过它的最高量程的温度，否则会损坏温度计。
- (6) 温度计切不能当搅拌棒使用。刚测量过高温的温度计不可立即用冷水冲洗。

物质的分离和精制

1. 过滤

过滤是分离固体与液体的操作，可分为常压过滤和减压过滤两种，根据过滤时溶液的温度又可分为常温过滤和热过滤。

【常压过滤】

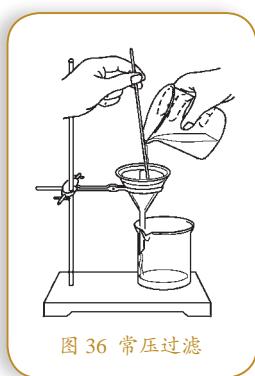


图 36 常压过滤

(1) 过滤装置如图 36 所示。

(2) 操作要点：取一张圆形或方形滤纸，先对折成半圆形或方形，再对折成四层，将四层中的一层展开成圆锥形。将圆锥形滤纸放入漏斗中，使滤纸刚好紧贴在玻璃漏斗的内壁上，滤纸的边缘比漏斗口低，多余的部分剪去。如滤纸的角度与漏斗的角度不一致，可用折叠的方法进行调整。用手指压住滤纸三层处，再用少量蒸馏水湿润滤纸，轻压滤纸赶去滤纸跟漏斗壁之间的气泡，使滤纸紧贴漏斗内壁（如图 37 所示）。

过滤时，把漏斗颈的末端紧贴烧杯的内壁，让滤液沿烧杯内壁流下，不致溅出杯外；左手斜持玻璃棒，棒的一端轻轻靠在漏斗中三层滤纸处。右手拿烧杯，沿玻璃棒将烧杯中的上层清液慢慢倒入漏斗中，使液面低于滤纸边缘 5mm。若烧杯中的液体较多，应分次倒入漏斗，每次倾倒液体结束时，应将烧杯口在玻璃棒上轻靠一下。当上层清液快倒完时，再将沉淀（或固体）转入漏斗中，这样可以加快过滤。再以同样的操作将少量水倒入漏斗中将沉淀洗涤几次。如沉淀不需要，则不必转入漏斗中。

操作要点：一贴、二低、三靠。

一贴：将滤纸折叠好后放入漏斗，加少量蒸馏水润湿，使滤纸紧贴漏斗内壁。

二低：滤纸边缘应略低于漏斗边缘，加入漏斗中液体的液面应略低于滤纸边缘。

三靠：向漏斗中倾倒液体时，烧杯的尖嘴应紧靠玻璃棒，玻璃棒应靠在三

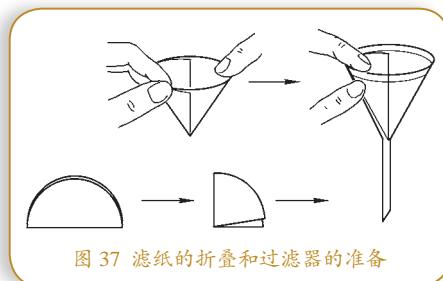


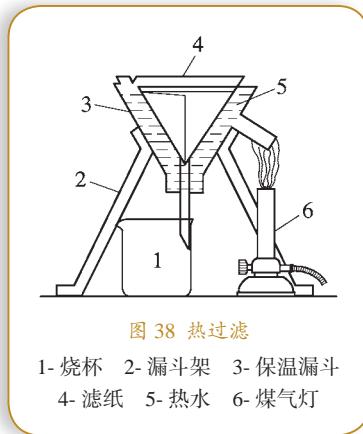
图 37 滤纸的折叠和过滤器的准备

层滤纸处，漏斗颈的末端紧靠烧杯的内壁。

有些溶液，当温度降低时溶质会结晶析出，这种情况必须采取热过滤。

热过滤是在保温漏斗中进行的（如图 38 所示）。保温漏斗是以铜为原料制成的，夹层内盛放热水，支管和夹层相通，用来加热夹层中的水。使用时可放在支架或铁圈上。

过滤时先在夹层中注入热水（不要太满），放上玻璃漏斗，装好滤纸，随即在支管处加热，漏斗中的水煮沸时就可以过滤。为了保温可在漏斗上盖一表面皿。如过滤时间较长，要注意向保温漏斗中添加热水。



【减压过滤】

减压能加速过滤，而且能将沉淀抽吸得比较干燥。

(1) 过滤装置如图 39 所示。

(2) 操作要点：在吸滤瓶上安装布氏漏斗，使漏斗管口斜面对着吸滤瓶（也称抽滤瓶）的支管，防止过滤时滤液吸入支管中。用橡胶管把水泵接在水龙头上，再用耐压橡胶管把吸滤瓶、安全瓶和水泵连接好。

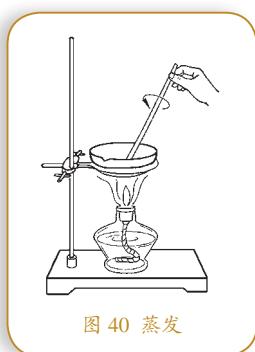
将圆形滤纸放在布氏漏斗中，使其正好盖住所有瓷孔，加适量水于漏斗中，慢慢打开水龙头抽气，使滤纸紧贴在瓷孔上封住瓷孔，将要过滤的混合物倒在布氏漏斗的滤纸上，打开水龙头进行过滤。

开始时水流要小一些，随着滤纸上固体物质的增厚而逐渐开大水流，以增加吸滤瓶里的真空度，洗涤沉淀或固体时要停止抽气，加入洗涤液后用玻璃棒将固体挑松，然后再抽气过滤，以同样的操作方法洗涤沉淀几次。

过滤完毕，先松开吸滤瓶支管上的橡胶管，使空气慢慢进入瓶中，然后拔去橡胶管和关好水龙头。用玻璃棒挑起滤纸的一边，将滤纸和沉淀或固体一起取出来。滤液应从吸滤瓶的上口倒入洁净的容器中，不可从侧面的支管处倒出，以免滤液被污染。



2. 蒸发



蒸发一般是指用加热方法使溶液中的溶剂气化除去的过程，从而使固体物质结晶析出或把溶液浓缩。

蒸发通常在蒸发皿中进行（如图 40 所示），进行蒸发时需注意：

- (1) 蒸发皿所盛溶液的量不要超过蒸发皿容积的 $\frac{2}{3}$ ，防止沸腾时溶液溢到蒸发皿外。
- (2) 要擦去蒸发皿外的水分后才能加热，以免蒸发皿破裂。
- (3) 加热蒸发皿使溶液蒸发时，要用玻璃棒不断搅动溶液，防止由于局部温度过高，因暴沸而使溶液溅出。
- (4) 当蒸发皿中出现较多固体，皿内液体少到盖不住析出的固体时，即停止加热，利用余热使其蒸干。
- (5) 如果溶剂是可燃性的液体，不要用明火加热，可以通过水浴的方式加热蒸发。

3. 结晶

结晶是溶质从溶液中析出晶体的过程，它可以用来分离和提纯物质。结晶的原理是通过蒸发减少溶剂或降低温度使溶质的溶解度变小，从而使晶体析出。

结晶时需注意：

- (1) 将过滤后溶液放入蒸发皿中，加热浓缩到液面有小晶体出现时停止加热，让其自然冷却结晶。如要增大结晶速率，可将蒸发皿放在冷水中冷却（先在空气中冷却一段时间再放入水中）。晶体的大小跟冷却的速率有密切关系，一般是冷却快，形成的晶体小，冷却慢，形成的晶体大。
- (2) 如要制作大晶体，可选一完整的小晶体将其用头发或细鱼线悬吊在饱和溶液中，在溶剂挥发或慢慢降低温度的情况下进行结晶。
- (3) 如要得到纯度较高的晶体，最好制取小晶粒，也可把初次析出的晶体用蒸馏水溶解，再经过蒸发、冷却等操作，让物质重新结晶。

4. 蒸馏

蒸馏是利用液体混合物各组分的沸点不同，使其中的某一组分气化再冷

凝成液体，跟其他组分分离的操作。蒸馏一般用于分离沸点相差较大的液体混合物。

蒸馏装置如图 41 所示。

进行蒸馏时需注意：

(1) 在蒸馏烧瓶中要放入少量碎瓷片，防止暴沸。

(2) 将要蒸馏的混合物液体通过长颈漏斗加入蒸馏烧瓶中，其量不能超过其容积的 $\frac{2}{3}$ ，也不能少于 $\frac{1}{3}$ 。

(3) 使温度计水银球跟蒸馏烧瓶支管口水平相切。

(4) 先通冷凝水再加热，蒸馏时注意保持温度缓慢上升，同时通入冷水进行冷却(冷凝管中冷却水从下口进，从上口出)。通过调节水流量的大小，控制馏出液保持每秒钟 1~2 滴。如果要收集不同温度或规定温度下的馏出液，可在不同的馏出温度时更换接液管，并在接液管上记录收集馏出液的温度范围。

(5) 当蒸馏烧瓶中只有少量液体或已达到规定要求时即停止蒸馏。拆除装置时要先移去热源，待不再有馏出液时，关上冷却水。

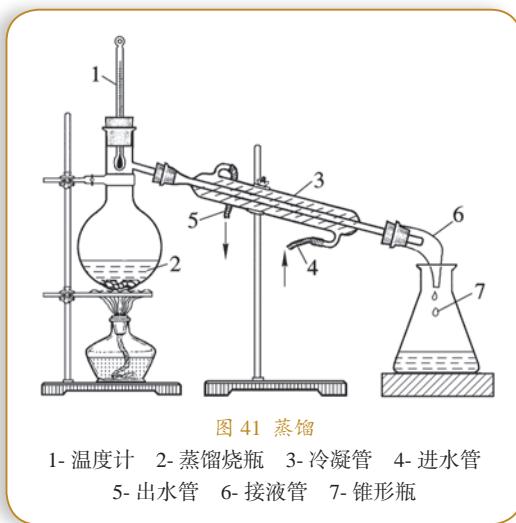


图 41 蒸馏

1- 温度计 2- 蒸馏烧瓶 3- 冷凝管 4- 进水管
5- 出水管 6- 接液管 7- 锥形瓶

5. 萃取

萃取是利用混合物中各组分在选定溶剂中溶解度的不同来分离物质的一种方法。有液液萃取(即用溶剂分离液体混合物中的各组分)和固液萃取(用溶剂分离固体混合物中的各组分)之分。

实验室里进行液液萃取一般是在梨形分液漏斗或桶形分液漏斗中进行的，其操作要点：

(1) 取一洗净的梨形分液漏斗或桶形分液漏斗，将活塞及玻璃塞处涂上凡士林并检验活塞及口部塞子处是否漏液(加水试验)，如有渗漏现象应调整或调换。

(2) 关闭活塞，将要萃取的溶液和溶剂由上口加入分液漏斗中(其量不要超过



图 42 分液漏斗的振荡与放气调压

漏斗容积的 $\frac{1}{2}$)进行振荡。振荡时用右手捏住漏斗上口的颈部，并用食指根部压紧塞子。以左手握住活塞部位，同时用手指控制住活塞(如图 42 所示)。将漏斗倒转过来振荡，并不时旋开活塞放出漏斗中易挥发物质的蒸气。关好活塞继续振荡，如此反复操作几次直到萃取完成。

6. 分液

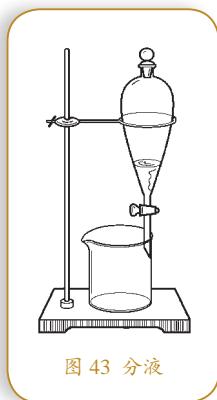


图 43 分液

分液是把两种互不相溶的液体分离开来的操作。一般在分液漏斗中进行，加入分液漏斗的液体量不要超过分液漏斗容积的 $\frac{2}{3}$ 。

萃取完成，把分液漏斗放在漏斗架上(或铁架台的铁圈上)静置(如图 43 所示)。等分成清晰的两层后，将玻璃塞上的通气孔对准或将塞子取下放在干净的表面皿中，旋开分液漏斗的活塞，使下层液体慢慢流入烧杯中(漏斗颈的下端要靠近烧杯内壁)，当下层液体刚好流完时，迅速关闭活塞。上层液体从漏斗口倒出。

7. 升华

升华是固态物质加热后不经过液态直接变成气态的过程。

容易升华的物质中含有不挥发性的杂质时，可以利用升华来提纯物质。其操作要点：

(1) 少量物质的升华可以在蒸发皿中进行。先把固体放入蒸发皿中，再在漏斗颈部塞上一团棉花(要能通气)，用开有若干小孔的圆形滤纸把漏斗口包起来，倒扣在蒸发皿上[如图 44 (a) 所示]，再把蒸发皿放在石棉网上加热，固体物质就会变成蒸气，通过滤纸上的小孔进入漏斗中，蒸气碰到漏斗的内壁就会冷凝成固体附在漏斗内壁或落在滤纸上。

(2) 多量物质升华时可在烧杯中进行[如图 44 (b) 所示]。把要升华的物质放在烧杯中，再在烧杯上放一个盛有冷水的烧瓶，把烧杯放在石棉网上加热，固体升华后，其蒸气在烧瓶底部凝结成晶体附在瓶底上。

(3) 教学中演示碘的升华现象，可事先把少量碘封在木锤形的玻璃器皿中[如图 44 (c) 所示]，演示时将有碘的一头放在酒精灯火焰上加热，随即可以看到有紫色蒸气产生，在另一头有碘的晶体出现。这种玻璃器皿可以反复进行演示和长期使用，但每次加热时间不可过长，否则密封装置中蒸气压增大，易导致液化现象，装置中出现液态物质会干扰实验现象。

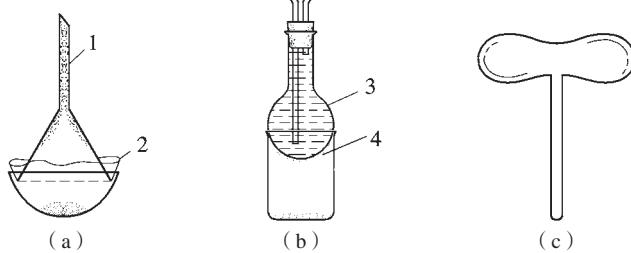


图 44 升华

1- 棉花 2- 滤纸 3- 冷水 4- 碘

8. 层析

层析是根据物质在两个相对运动的相间多次平衡分配所产生的色谱来鉴定和分离被测组分的方法，具有高效、快速、灵敏等特点，特别适合于多组分和复杂混合物以及痕量物质的分析。

根据操作不同可分为柱层析、纸层析和薄层层析多种。中学化学实验中用到的是纸层析。纸层析又叫纸上层析，是用滤纸作载体，吸附在纸上的水（或其他溶剂）作固定相，有机溶剂（展开剂）作流动相，利用混合物中各组分在固定相和流动相中的溶解性不同（分配系数不同），使各组分分离。其操作要点是：

（1）滤纸的准备。把质量均一、平整、纸纹一致的干净滤纸剪成 $1.5\text{cm} \times 18\text{cm}$ 的纸条，将滤纸条的一头弯折 1cm ，用弯成直角形的大头针横向固定，以便滤纸条能挂在橡胶塞下面的大头针上。

在滤纸条的另一头揿一只揿钉（或卷入一小段玻璃棒），借以拉直滤纸和防止滤纸贴在试管壁上。滤纸条的长度以下端能浸入展开剂中 1cm 深为宜 [如图 45 (a) 所示]。

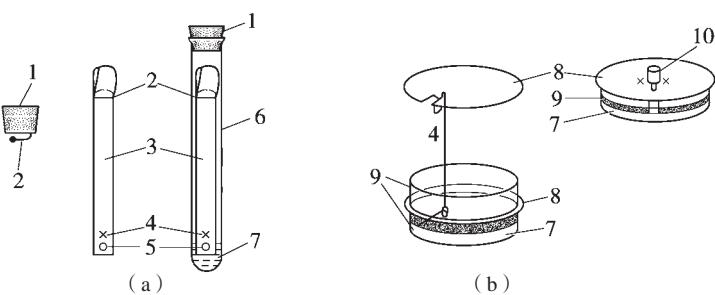


图 45 纸上层析

1- 橡胶塞 2- 大头针 3- 滤纸条 4- 点样处 5- 挽钉
6- 试管 7- 展开剂 8- 圆形滤纸 9- 培养皿 10- 滤纸芯

也可以用下面的方法：取一张直径为9cm的圆形滤纸，在边上剪一缺口($1.5\text{cm} \times 1\text{cm}$)，滤纸不要剪下来，而是将缺口中的滤纸向下折成直角，作为浸入展开剂之用。或者在圆形滤纸的中心钻一孔，把滤纸卷成滤纸芯插入孔中，下端浸入展开剂中[如图45(b)所示]。

(2) 点样。取少量要分离的混合物，用水或用易挥发的有机溶剂(如乙醇、丙酮等)溶解，配成1%的溶液。用毛细管吸取少量这种混合液，在滤纸条的一端 $2\sim 3\text{cm}$ 处(事先用铅笔做好“×”记号)点一直径 $0.3\sim 0.5\text{cm}$ 的斑点，晾干备用。或在圆形滤纸缺口旁滤纸芯处(事先用铅笔做好“×”记号)，用毛细管吸取混合物溶液点上同样大小的斑点，晾干后备用。

(3) 展开。在试管($25\text{mm} \times 200\text{mm}$)中加入一定量的展开剂，将点过样的滤纸条挂在橡胶塞下的大头针上，并放入试管中，使滤纸条下端浸入展开剂中 1cm ，斑点应在展开剂的液面上，塞好橡胶塞。或将点过样的圆形滤纸放置在培养皿上，使缺口中的滤纸浸在展开剂中，然后盖上同样大小的另一培养皿。这时展开剂借助毛细管的作用逐渐向上移动，滤纸上的斑点也逐渐向上移动。因混合物中各组分向上移动的速率不同而被分开。

(4) 显色。有色物质展开后得到不同颜色的色斑，不需要显色就能看清楚。例如，分离红墨水和蓝墨水混合物，不需要显色，就能显示红、蓝颜色。无色物质展开后，要根据该化合物的特性，采用不同的方法进行显色。例如，分离酚酞和甲基橙时，可以用氨水作显色剂，酚类可用氯化铁的乙醇溶液作显色剂。

(5) 鉴定。试样斑点经展开后显色，在滤纸上出现颜色不同和位置不同的斑点，每一斑点代表试样中的一种组分。一般采取在相同实验条件下，用标准试样作对比实验来鉴定化合物。

说 明

本册实验手册根据上海市中小学(幼儿园)课程改革委员会制定的课程方案和《上海市中学化学课程标准(试行稿)》编写,供九年义务教育九年级试验用。

本实验手册由上海市教育委员会教育技术装备中心主持编写,经上海市中小学教材审查委员会审查准予试验用。

本册实验手册的编写人员有:

主编:姚晓红 副主编:张彩英

特约撰稿人:

九年级化学实验:张彩英、周华、倪华英、宗华

化学实验基本操作:姜家祥

欢迎广大师生来电来函指出教材的差错和不足,提出宝贵的意见。出版社电话:021—64319241。

本册实验手册图片提供信息

本册实验手册中图片的版权都由上海教育出版社所用。

声明 按照《中华人民共和国著作权法》第二十五条有关规定,我们已尽量寻找著作权人支付报酬。著作权人如有关于支付报酬事宜可及时与出版社联系。



经上海市中小学教材审查委员会审查
准予试验用 准用号 II-CJ-2015002

责任编辑 徐建飞

九年义务教育

中学化学实验手册

初中

(试验本)

上海市中小学(幼儿园)课程改革委员会

上海世纪出版股份有限公司出版
上海教育出版社

(上海市闵行区号景路159弄C座 邮政编码:201101)

上海新华书店发行 上海四维数字图文有限公司印刷

开本 787×1092 1/16 印张 14 插页 2

2015年7月第1版 2024年7月第10次印刷

ISBN 978-7-5444-6315-7/G·5173

定价:85.00元

此书如有印、装质量问题,请向本社调换 上海教育出版社电话:021-64373213



绿色印刷产品

ISBN 978-7-5444-6315-7

9 787544 463157