

中学化学课外实验

第一集



中学化学课外实验

(第一集)

田 凤 岐

北京教育社

中学化学课外实验(第一集)

Zhongxue Huaxue Kewai Shiyān

田 凤 岐

*

北京教育出版社出版

(北京崇文门外东兴隆街51号)

新华书店北京发行所发行

燕山印刷厂印刷

*

787×1092毫米 32开本 4.75印张 100,000字

1984年11月第1版 1984年11月第1次印刷

印数 1—19,000

书号: 7327·2 定价: 0.51元

出版说明

为了全面地贯彻党的教育方针，提高教学质量，帮助学校开展课外活动，以激发学生的学习兴趣，培养学生多方面的能力，我们组织编写了一套化学课外活动辅导书。《中学化学课外实验》（第一集）是其中的一本，主要供学校的课外活动小组或科技小组（高一、二年级）开展课外实验使用。在实验内容编排上力求既能配合教材，而又略高于教材，使学生在知识的深度和广度两方面都得到加强和扩大，在各种能力的培养方面得到较严格的训练。每一个实验都力求写得具体、详尽，便于教师和学生使用。

这套辅导将陆续编辑、出版，为开展课外活动提供形式多样、内容丰富的资料。

目 录

积极开展化学课外活动(代前言).....	(1)
实 验 一 氯酸钾制氧残渣的利用.....	(8)
实 验 二 粗盐提纯并测定氯化钠含量.....	(16)
实 验 三 不同价态硫的转变,氧气的发现和氧化- 还原理论的建立.....	(28)
实 验 四 反应热测定.....	(48)
实 验 五 氮原子不同价态的转变.....	(60)
实 验 六 化学平衡.....	(68)
实 验 七 晒蓝图.....	(72)
实 验 八 硫代硫酸钠的制取及其性质.....	(76)
实 验 九 冲胶卷及印相片.....	(84)
实 验 十 酸式盐、正盐的形成及其相互转化.....	(102)
实验十一 气体分子量的测定.....	(110)
实验十二 凝固点降低法测分子量.....	(117)
附 录 一 化学小组成员实验竞赛.....	(136)
附 录 二 实验习题参考答案.....	(140)

积极开展化学课外活动

(代 前 言)

中学化学教学大纲(试行草案)中规定:“要组织和指导学生开展化学课外活动。……指导爱好化学的学生在课外进行一些化学科技活动、制作教具以及参加其他化学课外活动等,以培养他们为建设强大的社会主义祖国而钻研科学技术的精神。”化学教学大纲的这些规定,对提高化学教学质量 and 培养人才是非常必要的。

组织化学课外活动要有明确的目的。

第一,培养学生对化学的兴趣。

初中学生刚接触化学时无不被神奇多彩的化学现象所吸引,对化学产生浓厚的兴趣。随着学习的深入,有些同学逐步认识到化学有丰富内容,是工农业生产和生活所不可缺少的知识,因而更喜欢它,努力学习它。但也有的同学感到化学知识规律性不强,要记的东西太多,学习化学的兴趣开始低落。为了解决这个问题,在课外活动小组中,要结合活动讲解化学在工农业生产及日常生活中的重要作用,端正学习目的。但激发学生爱好化学最有效的方法是组织他们做实验,因此课外活动要以实验为主。要教给学生怎样观察实验现象并从中发现和提出问题,怎样运用化学理论来解释这些现象和问题。逐渐引导学生从喜欢看实验现象进入观察、记录现象,提出问题、解决问题的阶段。在这样的实践中,学生就

会产生对化学的真正爱好。

课外实验要安排能引起学生兴趣的实验类型。例如，学生通过实验总希望得到成品，看到自己的劳动成果。如果只做物质性质的实验，时间一长，虽然在知识方面有收获，但因看不到成果，兴趣也会低落。因此，要穿插一些制作成品的实验，如精制食盐，制明矾晶体，制海波，印相片，从废液中提取产品等。当制出洁白的食盐，用自制的海波印出相片，从废液中提取出银、碘时，同学们那种喜悦的心情真是无法形容。有的同学拿着成品向别人夸耀，有的同学把它摆到教室里展览，有的学生要求拿回家去给父母看看。这样，他们对化学产生了真正的爱好。

第二，加深对化学基础知识的理解和扩大知识面。

中学化学教材中，无机化学部分约占全部教材的四分之三。从化学反应看，无机化学中的化学反应主要是离子反应和氧化-还原反应两大类。离子反应和化学平衡、电离平衡密不可分，氧化-还原反应和物质结构紧密相联。为了使同学从实践到理论掌握这两大类反应，可组织下列两组实验。

1. 离子反应与电离平衡的一组：

(1) 粗盐提纯及 NaCl 含量测定。在这个实验中要求同学运用离子反应知识，除去食盐中含的 SO_4^{2-} 、 Mg^{2+} 和 Ca^{2+} ；并以 K_2CrO_4 作指示剂滴定氯化钠含量。

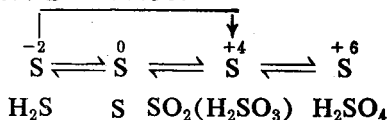
(2) 酸式盐和正盐的生成和转化。如由 NaOH 和 H_2SO_4 反应制 NaHSO_4 和 Na_2SO_4 ， $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ 和 $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ 的转化等。这些实验要求同学从化学平衡、平衡移动、弱电解质溶液的电离理论了解离子反应。

(3) 离子反应中沉淀的生成和溶解。这个实验引入了溶

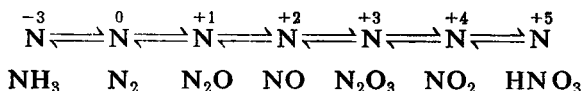
度积，使同学从理论上定量地掌握离子反应发生和完成的条件。

2. 氧化-还原反应和物质结构一组：

(1) 不同价态硫的转变。



(2) 不同价态氮的转变。



以上两个实验，要求同学先从硫、氮的原子结构分析可能有的价态，各种价态的氧化-还原能力，在怎样情况下可以相互转变，并用实验完成它们的转变。

(3) 铁、亚铁离子和铁离子的相互转变，铜、亚铜和铜离子的相互转变。这个实验使同学加深对氧化-还原反应的认识。

(4) 原电池和电极电位实验。定量地了解氧化-还原反应发生的条件。

通过两组实验，引入了溶度积和电极电位，比教材内容有了提高，使同学对离子反应和氧化-还原反应的认识，不仅深入而且完整了，知识面也扩大了。

此外，还安排了印制相片、废定影液回收提银，废干电池综合利用，酒石(果酒厂下脚料)制酒石酸钾钠、含碘离子废液(制药厂废液)提取碘等实验，使同学初步运用离子反应、氧化-还原反应、化学平衡、电离平衡等理论实际问题。其中有的实验，可把规模扩大，制成产品，交售给国

家，勤工俭学，为学校教学提供经费。这样，同学不仅扩大了知识面，提高了实验技能，运用学得的化学知识解决了实际问题，而且具体地看到了化学能够变废为宝，创造财富，改造环境，造福人类。

第三，培养正确和熟练的化学实验技能。

实验技能的培养，光靠“说”是不行的，要靠学生自己“练”，要经多次实践才能熟练。化学实验基本技能主要包括：仪器使用、药品取用、实验操作和记录报告四项。在仪器使用中，滴定管、移液管的使用；实验操作中，溶解、加热、过滤、蒸发、结晶、溶液配制等是最典型的基本功。这些基本功，无论在现在的学习阶段，还是将来从事生产或科研都离不开。在课外实验中要突出基本功的训练，有意识地进行多次练习。实验基本功的训练可分为两个阶段。开始时要一个操作一个操作手把手地教和练。例如，从试剂瓶往试管里倒溶液，老师演示操作要领后，老师发令同学练，再让学生自己反复练，最后达到要倒几毫升就能倒出几毫升的熟练程度。第二阶段把基本操作有计划地安排在各个实验里，在反复实践中熟练。为了引起学生对基本功的重视，个别抽查是很起作用的。

第四，培养严肃认真的科学态度。

培养学生严肃认真的科学态度比训练实验基本技能还困难，因为中学生毕竟是十几岁的青少年，实验做得高兴时，免不了互相说说笑笑，他们总认为这不是科研，不必“一本正经”，不懂得严肃认真的科学态度是在学习中一丝不苟的严格要求下锻炼出来的。这方面的工作要靠教师长期不懈的工作，而且还要有明确的具体要求作为纪律。在实验过程中，对违反纪律的学生要严肃地批评教育，以引起同学重视。

此外要结合实验讲述一些科学史，介绍科学家如何严肃认真对待实验，如拉瓦锡为了从氧化汞制氧气，一连做了十二个昼夜的事例。还要抓住学生在实验中认真积极的良好表现进行表扬，逐步培养学生严肃认真的科学态度。

第五，提高分析问题、解决问题的能力。

这是中学教学中一个重要问题，课外活动对培养学生分析问题、解决问题的能力是一个很好的途径。

1. 提出实验题目让学生设计实验操作。例如，从氯酸钾制氧气的残渣制取盐酸和氯气的实验，要求学生自己设计实验操作步骤，而不是发下讲义，让学生照抄。做这个实验首先要把氯化钾和二氧化锰分离，利用氯化钾溶于水，二氧化锰不溶，加水溶解再过滤即可分离，但加水少了溶解不完全；加水多了，在下一步的蒸发、过滤、结晶等操作时，不但浪费燃料而且浪费时间。这就需要利用溶解度曲线或查化学手册，根据氯化钾的溶解度和氯化钾的量来估算加水量。这些问题学生往往是不会事先考虑到的。再如，分离出的氯化钾和浓硫酸反应制取盐酸时，加硫酸的量由氯化钾的量结合反应方程式计算，但计算出的量是质量，而硫酸要用量筒量取体积，这就需要测定硫酸的比重，将所需硫酸的质量换算成体积。这样结合实际培养学生分析问题、解决问题的能力，比只写出制盐酸、制氯气两个反应式就要有效得多。

2. 仿照做过的实验，独立完成一个实验。如课堂上做了强酸和强碱中和热实验，课外活动又做了弱酸和弱碱中和热测定，就可提出怎样测定锌和硫酸铜的反应热，让学生设计实验独立完成。

3. 指定实验题目和参考书，要求学生设计和完成实验。

例如，做完滴定食醋、测定工业氨水含量实验后，对指示剂的使用有了比较深入的认识，就可提出测定碳酸钠和碳酸氢钠混盐含量的实验，并指定参考书，让学生独立完成。

4. 结合实验过程中出现的问题组织同学讨论。例如制备硫代硫酸钠实验中，当往 AgBr 、 AgCl 沉淀中加入硫代硫酸钠溶液后，沉淀立即消失，但放置一会又出现浑浊。但用市售硫代硫酸钠配制的定影液洗相片时，没有因为把显影后的相纸放入定影液中使定影液出现浑浊的现象。这个问题就可和同学一起分析讨论，先从沉淀外观判断可能是什么物质，发生什么反应能产生这种物质，再讨论产生这个反应的原因，最后设计实验验证结论是否正确。在课外活动中，每个实验都会出现问题，结合问题进行分析讨论是培养学生这方面能力的最好机会。

第六，锻炼不怕失败、克服困难的毅力。

历史证明，对人类作出重大贡献的科学家，都是经过多次失败，刻苦顽强，最后终于成功的。居里夫妇用了几年时间才从一吨沥青铀矿中提取出十分之几克镭的化合物就是突出的事例。课外活动正是磨练学生毅力的好地方。有的学生为了实验忘掉回家吃饭，有的学生放弃星期日休息来做实验。培养这种顽强刻苦的毅力，不解决问题不甘心的勇往直前精神，在课堂上一般很少机会，在课外实验中就要有意识地培养和锻炼。

组织化学课外实验需要注意以下两件事。

1. 课外实验活动要连续不断，保证时间（每周一次）。如果活动时间被占用，要尽早补上。小组能否坚持下去，能否坚持每周一次的活动起很大作用。只有坚持两三年连续不

断地活动，才能达到预定的目的，学生才有较大收获。

2. 吸收组员要公开，慎重选拔。在选拔原则上，要考虑学习成绩和对化学爱好、守纪律的同学，还要有意识的选拔几位学习成绩一般，但有潜力，喜欢动手动脑，甚至表现顽皮的学生参加。往往这些学生要求参加小组的积极性很高，老师要指出他的缺点，“约法三章”，把他们吸收进来，这些学生通过课外活动后精力有处用，受到教育后进步很快，可能成为科学上的“闯将”。

开展课外活动，对教师来说最困难的是找资料，准备一次活动的时间往往比备一周课的时间还多。为了减少教师的困难，编者从课外活动中做过的实验里选了一些编辑成集，供相应的中学四个年级的课外活动选用。资料内容尽量详尽，并按照活动进行过程编写，以减少教师的准备时间，便于使用。

这些课外活动都有待进一步改进，现在拿出来提供给教师参考，愿起抛砖引玉的作用。希望有更多的老师一起来浇灌这块园地，为祖国社会主义建设培育更多的人才。

实验一

氯酸钾制氧残渣的利用

实验目的

1. 学习用氯酸钾制氧残渣制取盐酸和氯气。
2. 熟练掌握溶解、过滤、蒸发、结晶、测量比重、使用天平等基本操作。

本实验活动两次。

活动内容

第一次

一、组织工作。

1. 宣布组成化学课外活动小组，选举大组长。
2. 将组员分成小组，每两人一组并推举一人作小组长。

二、讲解组织课外化学小组的目的，并提出下列要求作为纪律。

1. 组员要按时参加活动，不得迟到早退，有事要事先向辅导老师请假。

2. 严肃认真做好指定的实验或其他活动，严禁做指定之外的实验(自己设计的实验，征得辅导老师同意后，可在老师指导下做)。

3. 要做好实验预习，不预习不准做实验。

4. 实验时不准说笑和随意走动。

5. 实验操作要一丝不苟, 认真仔细观察和记录实验现象; 实验现象要如实写在报告上, 不准照抄别人实验结果或抄书、抄讲课记录, 不准记在散页纸上, 更不准记在手上。

6. 必须注意异常现象, 提出问题、分析和解决问题。

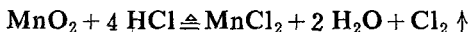
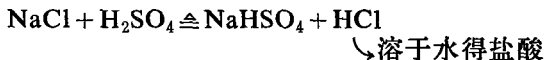
7. 爱护仪器、药品, 桌面整洁, 仪器药品放置井然有序; 损坏仪器要登记, 根据情况由辅导老师和实验室管理员决定是否赔偿。

8. 每次实验完毕, 要认真总结。

三、宣布实验题目, 讲述实验目的和布置预习。

预习内容: 1. 制取盐酸的途径和步骤, 以及验证方法;
2. 制取氯气的装置, 以及如何试验氯气的漂白性。

[提示] 先写出实验室制盐酸、制氯气的反应方程式。



根据反应方程式, 制盐酸需要氯化钠和浓硫酸反应, 制得的盐酸再和二氧化锰反应可制取氯气。

给的残渣是混和物, 含有氯化钾和二氧化锰, 用氯化钾代替氯化钠制盐酸, 因此需要把残渣分离。分离出的氯化钾和浓硫酸反应制盐酸, 制得的盐酸再和分离出的二氧化锰反应制取氯气^①。然后考虑残渣里氯化钾和二氧化锰分离的方法。

再根据反应方程式中反应物、生成物的状态和反应条件

① 残渣加浓硫酸也可制氯气, 不过残渣量少时, 再分出一部分去制取氯气时, 制得盐酸的浓度会太低。若有同学提出这样制氯气时, 可予以解释, 并给以表扬。

考虑制盐酸、制氯气需要怎样的装置，画出装置图，写出注意事项。

最后确定实验操作步骤。

四、分组讨论。

同学以小组为单位，讨论 15—20 分钟，然后大组讨论。指定一个小组发言，其他组补充。

五、教师总结。

1. 明确同学讨论时的优点，指出设计实验要以化学反应原理为依据来考虑。

2. 指出这个实验要特别注意的安全事项：

第一，制盐酸时，用水吸收氯化氢的装置一定要在导管一端接一小漏斗，使漏斗口刚好接触水面，万不可浸入太深，否则会发生危险，水倒流入热的浓硫酸中，会使反应容器爆炸伤人。

第二，制取氯气的时候，要把实验室的门、窗打开，使空气流通，以免逸出的氯气使人窒息。

第三，如果氯酸钾制氧时没分解完全，浓硫酸与氯酸钾相遇会产生易爆炸性的含氯化合物，可能爆炸伤人。为了保证实验安全进行，事先要把初中同学实验室制氧残渣收集起来，研碎后放铁片上，用煤炉灼烧，氯酸钾全部分解后，取少量加浓硫酸，加热，不发生爆炸后再使用，以确保安全。

这个实验虽有氯酸钾遇浓硫酸产生易爆炸物的危险，但是，只要制氧时，加热充分，危险是完全可以避免的。若老师在活动前，把残渣收集起来，研碎，在煤炉上再煅烧一次，更可保证安全。

3. 如果做此实验时，初中同学还没做到氧气实验或制

取氧气时用的不是氯酸钾，则可有二个办法得到残渣。第一，先跳过此实验，做后面的实验，等初中同学实验后再做这个实验；第二，可让小组同学从氯酸钾（4克）和二氧化锰（0.5克）混和加热制氧开始。实验前要叮嘱同学，制氧时把药品铺薄些，充分加热，使氯酸钾完全分解。

六、学生实验。

这次活动要完成从制氧残渣分离出氯化钾晶体和二氧化锰的操作。如没有现成的残渣，则从氯酸钾和二氧化锰制氧做起。

第二次

学生按着实验操作步骤，完成本实验所规定的内容并回答本次实验的习题。

实验操作步骤：

一、残渣中氯化钾和二氧化锰的分离。

1. 称量残渣。老师把初中同学制氧残渣全部收集起来，称量总重后平均分给几个小组。小组分离出的氯化钾、二氧化锰，用其一部分制盐酸和氯气，剩下的氯化钾和二氧化锰收集到讲台桌上贴有“学生制××”标签的试剂瓶里，以备学期或学年活动结束后办一展览室，展示小组活动成果，对巩固小组和启发同学学习化学的兴趣会起很好作用。

2. 溶解。如果初中同学制氧实验时，每组用氯酸钾4克，二氧化锰0.5克，共收集到残渣____克，发给每组____克，要求同学根据上述数据和制氧反应式，自己估算残渣内氯化钾的量。

溶解残渣时，让同学查溶解度曲线计算加水量。操作时，

实际加水量要比计算量多加三分之一。

3. 过滤。制得的二氧化锰，必须烘干，然后称量。得____克。

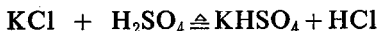
4. 滤液蒸发，制得氯化钾晶体____克。

二、制盐酸。

1. 称氯化钾____克。

2. 确定浓硫酸用量。

根据反应式求纯硫酸的克数。假定用 KCl 2.4 克。



$$\frac{74.5}{2.4} = \frac{98}{x}$$

$$x = \frac{98 \times 2.4}{74.5} = 3.16 \text{ (克)}$$

测浓硫酸的比重，计算用浓硫酸多少毫升。让一位同学到讲台上测比重。然后确定浓硫酸的体积(毫升)。

假定测得比重为 1.84，则需浓硫酸为：

$$3.16 \text{ 克} \div 1.84 \text{ 克/毫升} = 1.7 \text{ 毫升}$$

3. 确定吸收氯化氢的用水量。要求制得盐酸的摩尔浓度不小于 5M。根据氯化钾用量计算产生 HCl 的摩尔数，再根据 HCl 的摩尔数和盐酸的摩尔浓度(5M)，可求得盐酸的体积 V，此体积 V 大约等于加水量。

设生成 HCl 摩尔数 y。



$$\frac{74.5 \text{ 克}}{2.4 \text{ 克}} = \frac{1}{y}$$

$$y = \frac{1 \times 2.4 \text{ 克}}{74.5 \text{ 克}} = 0.0322 \text{ (mol)}$$