

北京市老教师经验选

中学化学

演示实验

(无机化学部分)

谢 莹

北京出版社

中学化学演示实验

(无机化学部分)

谢 莹

北 京 出 版 社

中学化学演示实验

(无机化学部分)

谢 莹

*

北 京 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

北 京 印 刷 三 厂 印 刷

*

787×1092毫米 32开本 4.875印张 96,000字

1981年11月第1版 1981年11月第1次印刷

印数 1—37,500

书号: 7071·759 定价: 0.32元

前 言

化学是研究物质的组成、结构、性质、制取、化学变化和用途的，是以自然现象和实验为基础的一门自然科学。做好实验是学好化学的关键，也是启发式教学的一项主要内容。因此，在讲授化学课程中，配合一定数量的课堂演示实验是十分必要的。通过生动的、形象的演示实验，可以使学生从感性认识提高到理性认识，更好地掌握基础知识和实验技能，从而进一步培养学生掌握科学研究的方法。

笔者从事中学化学教学四十多年。本书是根据教育部颁布的全日制中学化学教学大纲的要求，结合个人的教学经验和心得编写。全书包括 106 个实验，对每个实验都进行了多次验证。对有关实验的化学反应原理、课前准备、课堂实验应注意的事项和图表等，均作了详细说明；对有些实验，还介绍了多种演示方法，可以根据具体情况进行选择。此外，书中也介绍了一些代用的仪器和药品。

本书可供中学化学教师，特别是青年教师在教学中参考。同时，对高等师范院校化学系学生和广大的中学生，也有一定的参考价值。

在编写本书过程中，曾得到北京市教育局的大力支持，并蒙有关同志认真审阅，在此一并表示感谢。

作 者

目 录

怎样做好演示实验·····	(1)
第一章 物质的制取和它的性质的实验·····	(4)
第一节 气态物质的制取和性质的实验·····	(4)
一、用试管加热固态与固态药品来制取气体，并 实验它的性质·····	(4)
(一) 氧气的制取和性质的实验 ·····	(4)
(二) 氨的制取和性质的实验 ·····	(11)
二、用启普发生器由固态与液态药品来制取气体， 并实验它的性质·····	(17)
(一) 氢气的制取和性质的实验 ·····	(17)
(二) 硫化氢的制取和性质的实验·····	(21)
(三) 二氧化碳的制取和性质的实验 ·····	(24)
三、用烧瓶或蒸馏烧瓶来制取气体，并实验它的 性质·····	(28)
(一) 加热固态与液态药品来制取氯气、氯化氢等气体 ·····	(28)
(二) 固态与液态药品互相反应来制取二氧化硫、二氧 化氮等气体·····	(36)
(三) 制取多量气体的方法 ·····	(39)
(四) 加热两种液态药品来制取一氧化碳等气体 ·····	(41)

第二节 液态物质的制取和性质的实验	(43)
一、硝酸的制取和性质的实验	(43)
(一) 硝酸的实验室制法	(43)
(二) 硝酸的工业制法	(44)
(三) 硝酸的性质	(48)
二、硫酸的工业制法和性质的实验	(51)
(一) 硫酸的工业制法	(51)
(二) 硫酸的性质	(56)
三、磷酸的制取和性质	(58)
四、汞的制取(加热法)	(59)
五、溴素的制取	(60)
第三节 固态物质的制取的实验	(61)
一、生铁冶炼的实验	(61)
二、粗铜冶炼的实验	(63)
三、硫的同素异形体的制取的实验	(65)
四、碘的制取的实验	(66)
第二章 验证基本概念的实验	(68)
第一节 化学反应的基本类型的实验	(68)
一、化合	(68)
二、分解	(71)
三、置换	(74)
四、复分解	(76)
第二节 氧化——还原反应	(79)
第三节 电解质和非电解质的实验	(86)
第四节 强电解质和弱电解质的实验	(89)

第五节 影响反应速度的实验	(91)
一、温度对反应速度的影响	(91)
二、浓度对反应速度的影响	(92)
三、光对反应速度的影响	(92)
四、催化剂对反应速度的影响	(92)
五、压强对反应速度的影响	(93)
第六节 影响化学平衡的实验	(93)
一、温度对化学平衡的影响	(94)
二、浓度对化学平衡的影响	(96)
三、压强对化学平衡的影响	(97)
第七节 电离和电解的实验	(99)
一、电离	(99)
二、电解	(102)
第八节 盐类的水解	(107)
一、强酸弱碱的盐的水解	(107)
二、强碱弱酸的盐的水解	(108)
三、弱酸弱碱的盐的水解	(109)
四、强酸和强碱所生成的盐	(110)
练习题	(110)
第三章 鉴别物质和重要离子的实验	(114)
第一节 鉴别和鉴定各种气体物质的实验	(114)
第二节 鉴别和鉴定各种物质溶液的实验	(118)
第三节 鉴别固态物质的实验	(125)
实验习题	(126)
第四章 配制各种浓度的溶液的实验	(130)

第一节	配制质量百分比浓度的溶液的实验	(130)
第二节	配制摩尔浓度的溶液的实验	(133)
第三节	配制当量浓度的溶液的实验	(135)
实验习题		(139)
附录一	指示剂的变色范围	(142)
附录二	常用试剂的配制	(142)
附录三	酸、碱的质量百分比浓度和密度的对照表	(145)

怎样做好演示实验

首先，学校领导要大力为教师创造教学实验的条件。化学教学大纲和课本规定的演示实验所应用的仪器、药品，必须在新学期开始前有计划地购买，若全部购齐有困难，也应把多次要用的先买好。如活动金属中钠和镁是常用的，就要先买，钾、钙次之，可逐步购买。各种教具如模型、图表、幻灯等都要有计划地逐步解决。

第二，化学教师必须加强备课。

(一) 钻研教材和教学参考资料，了解每个实验的目的要求。要写好实验的教案（内容包括方法、步骤、板书、需要的仪器、药品、挂图、模型等），准备好教具。如仪器、药品不全，要想法用代用品，千方百计做好实验。本书介绍了一些代用品可供参考。

(二) 课前要多练。在一周前或更早一些，教师就要动手做实验，从实践中逐步做到心中有数，熟能生巧，演示时才能动作熟练、迅速，现象明显，使全班学生都能看清楚。课前，教师要检查所有的教具，准备全，不要中途去取，以免耽误时间，影响教学。

第三，课堂教学要解放思想，多想办法，充分利用现有的条件，完成好每一个演示实验。

(一) 要用较大型的仪器做实验，例如用试管做实验，

尽可能用大试管。如果有颜色沉淀产生，要用白色或黑板作背景，使学生观察到明显的现象。

(二) 有的实验需要把学生分成几组依次到讲桌旁观察实验现象，这样才能看得清楚。

(三) 有的简易演示实验，也可当堂让学生自己去做，待看完现象后，教师即可结合实验解释原理，这叫边讲边实验。实行这种教法时学生要在实验室上课；若某些实验用的试剂种类不多，在教室上课也可用此方法。其优点是：

1. 学生对现象观察得清楚。
2. 培养学生手脑并用，有利于从感性认识提高到理性认识。
3. 学生印象深刻，学到的知识不易忘记。
4. 有利于学生掌握简单仪器的使用方法，培养实验操作的技能技巧。

(四) 演示实验时，教师不要只顾自己操作，特别在关键时刻（例如无色 KI 溶液将要倒入盛有 HgCl_2 无色溶液的大试管的时刻）要提醒全班学生注意观察，这才算做好实验。

(五) 有的演示实验现象一瞬即逝，可用图表帮助加以说明，以使学生印象深刻。

第四，课后要总结实验的优缺点。课后要向学生调查：凡是能使学生看得清楚、印象深刻、容易说明概念或物质的性质的实验，就是成功的；对那些不能使学生看清楚，印象很浅，也不容易说明问题的实验，则应认真找出原因，加以改进。

总之，为了做好演示实验，要在八个字上下功夫。

钻研：钻研教材和有关资料；

多练：课前反复练做，达到熟练掌握；

多想：想方设法让学生都能看清楚；

总结：课后检查，总结实验的优缺点。

第一章 物质的制取和它的 性质的实验

第一节 气态物质的制取和性质的实验

一、用试管加热固态与固态药品来制取 气体，并实验它的性质

例如，制取氧气、氨、甲烷等气体均属于这一类型（图

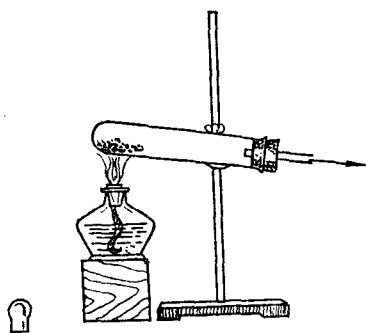


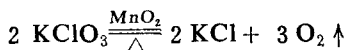
图 1-1 （制氧、氨、甲烷等）两种
原料都是固体的，必须加热

1-1)。这些实验可培养学生使用试管、铁架台、酒精灯、集气瓶、燃烧匙等仪器的技能，和取用固体试剂、用托盘天平称量药品的质量，以及排水取气法、向下排空气取气法等技能和技巧。

（一）氧气的制取和 性质的实验

1. 制造氧气有 两种
方法经常使用。

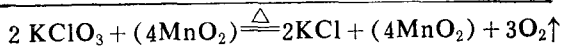
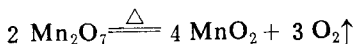
（1）加热氯酸钾与二氧化锰混和物的方法（ MnO_2 是催化剂）。



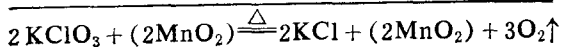
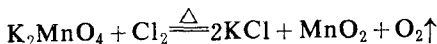
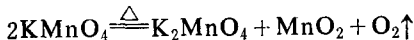
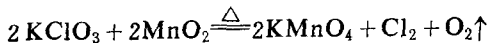
如果不用 MnO_2 ，加热 KClO_3 就需要有较高温度才能分解放出氧气；当加催化剂后， KClO_3 在较低的温度就能很快放氧气。

$\left(2 \text{KClO}_3 \xrightarrow[240^\circ\text{C}]{\text{MnO}_2} 2 \text{KCl} + 3 \text{O}_2 \uparrow ; 2 \text{KClO}_3 \xrightarrow{370^\circ \sim 380^\circ} \text{KClO}_4 + \text{KCl} + \text{O}_2 \uparrow \right)$ 本实验所用的药品，必须不含易燃的有机物或碳等杂质。否则，当加热时，因 KClO_3 是强氧化剂，它会使碳等在试管内剧烈燃烧，有发生爆炸的危险。怎样除去 MnO_2 中的杂质呢？把 MnO_2 放在沙浴盘内并加热，燃烧的杂质就可烧掉。为什么 MnO_2 混和在 KClO_3 里并加热能起催化作用呢？对此有几种说法，现介绍其中两种：

- ① 先生成 Mn_2O_7 ， Mn_2O_7 立即分解放出氧气



- ② 先生成 KMnO_4 ， Cl_2 ，和一部分 O_2



此外还有其它说法(不必教给低年级学生)。

因 MnO_2 的质量和化学性质在反应前和反应后都是不变的, 但能促进 KClO_3 的分解, 所以叫做催化剂。

【实验 1-1】

为了证明 MnO_2 的催化作用, 最好先用三个试管分别加入少量 KClO_3 、 MnO_2 、及 KClO_3 与 MnO_2 的混和物, 并将三个试管固定在铁架台的铁夹(用双爪夹)上, 用酒精灯同时加热, 随即比较哪个试管中的固体物质受热放氧最快(用带有火星的木条或线香插入试管口, 由木条的复燃快慢, 可判断哪个试管放氧最快, 哪个试管放氧较慢, 哪个试管不放氧气)。实验证明: MnO_2 加热并不放氧气(指用酒精灯加热), KClO_3 加热需要高温才能放氧气, 只有 KClO_3 与 MnO_2 的混和物加热放氧最快。

【实验 1-2】

根据方程式计算出 KClO_3 的需要量。 MnO_2 的用量约为 KClO_3 用量的四分之一时实验效果好(KClO_3 与 MnO_2 的质量比为 2:1 时, 反应过快, 为 6:1 时反应较缓慢, 易于控制, 一般演示实验以 4:1 为宜)。用天平称出 KClO_3 和 MnO_2 , 混和后用纸槽(纸槽是用纸条叠成一条槽, 把粉末状药品送到试管的底部)送到大试管底部; 配上单孔橡皮塞和导管, 依照制氧气的实验装置(图 1-1)装好。试管口要略向下倾斜, 以免湿存水流入热试管底部而使试管破裂。加热试管时, 应先均匀加热, 然后固定加热有药品的地方。用排水取气法收集氧气(图 1-2)。

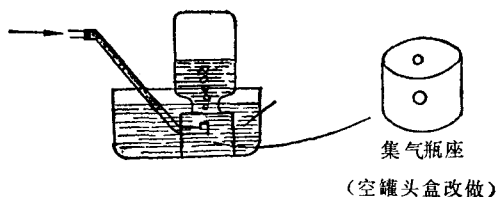


图 1-2 排水取气法

(2) 加热高锰酸钾的方法。

原理是：
$$2\text{KMnO}_4 \xrightarrow{\Delta} \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{O}_2\uparrow$$

用这种方法制取氧气的优点是不用催化剂。但制取同体积的氧气， KMnO_4 的用量为 KClO_3 用量的几倍。所以，为了节约药品，节约实验时间和节约酒精燃料，无论是演示实验，还是学生实验，一般以用 KClO_3 为好，而且催化剂 MnO_2 可以收回继续使用。用 KMnO_4 还有一个缺点是，加热时放出氧气的同时常有小颗粒的 KMnO_4 被带出来，会使水槽中和集气瓶中的水很快变成紫红色。需要说明的是，虽然在试管口用棉花塞住，这种现象也难免。

(3) 在制氧气时，教师应注意下列各项：

① 要以身作则，独立操作，为学生在下节课实验做个榜样。（其他实验也应如此）

② 在课前用天平称出 KClO_3 和 MnO_2 的用量，混和好，备用。装混和药品时，要用纸槽送到大试管底部。试管固定在铁架台的铁夹上，管口一定要略向下倾斜，以免加热时有

湿存水流到试管底部，造成试管破裂。

③ 要检查试管和导管的气密性。

④ 预先将集气瓶装满水，用毛玻璃片盖好，不要有气泡存在，应倒置在水槽里的集气瓶座上(图 1-2，在直径约 11 厘米，高约 6 厘米的罐头盒的上面和侧面各开一个圆口，即构成一个集气瓶座)。因反应速度很快，加热后等空气完全排完，即有氧气迅速放出，应立刻将其收集。

⑤ 用酒精灯加热时，先加热整个试管，将酒精灯火焰沿试管口到试管底来回移动，均匀加热，然后应把酒精灯的外焰固定在试管底部有药品的地方。这是关键的步骤，如果灯的高低不合适，可用木砖或垫块垫好，以便腾出手来，做好收集氧气的操作。

⑥ 当氧气收集满瓶时，换上一个装满水的集气瓶(这是加热前倒放在水槽底部的)，并用毛玻璃片在水中盖在已收集了氧气的瓶口，将它取出水面，直立放在桌上。

⑦ 为了不让冷水倒流入热试管造成试管破裂，在收集氧气完后，必须先把导管拿出水面，然后撤灯。

以上各项要求，除①项外，其它各项也应告知学生，以培养学生独立工作和爱护仪器的良好习惯。

学生实验最好一人一组，如两人一组时，其中一人负责用灯加热，另一人负责收集氧气，待收集后，再试验氧气的性质。

如果没有水槽，或需要干燥的氧气时，可用向上排空气集气法收集(图 1-3)，用带有火星的木条或线香放在瓶口，当木条复燃，即说明瓶内氧气已经充满。导管应慢慢抽出，

以免空气流入瓶里，并用毛玻璃片盖好，备用。如果有时间，可让学生用试管夹夹住试管，装入少量 KMnO_4 加热，用带有火星的木条插入管口，当木条复燃，证明有氧气放出。若时间较紧，教师在讲氧气制法时，一定要做这个演示实验。

凡微溶于水且不与水起反应的气体，都可用排水取气法收集气体，如： O_2 、 H_2 、 NO 、 CO 、 CH_4 、 C_2H_4 、 C_2H_2 等气体。这种取气法与排空气取气法相比，优点是易混杂空气，但有水蒸气。



图 1-3 向上排空气集气法

在学生做完制取氧气实验后，要告诉他们反应后的固体物质(KCl 和 MnO_2)应倒入指定的干燥瓶里，供课外研究小组实验应用。

2. 氧气的性质。

根据教材规定，先讲氧气的性质，后讲制法。因此，教师在课前应先制取五瓶氧气或一大玻璃瓶氧气；并准备好木炭、硫粉、火柴、光亮的细铁丝(绕成螺旋状)、蜡烛、酒精灯、燃烧匙、石灰水、蓝色石蕊液等药品和仪器。实验室当有氢氧吹管时，还要准备好制取乙炔气的装置(乙炔的制法参考中学有机化学演示实验)，课前也应制取一大瓶或一气囊的氧气。

[实验 1-3]

(1) 氧气的物理性质。