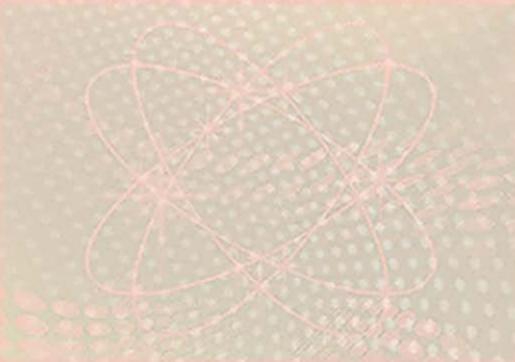


科学实验动手做 · 化学

非金属实验改进设计实践



前　　言

“动手能力的培养和提高”是当前中国教育全面变革的主旋律之一。江泽民同志曾再三强调：“教育应以提高全体国民素质为宗旨，以培养学生创新精神和实践能力为重点。”

实验作为一种手脑并用的实践活动，作为一种基础教育与生产劳动的重要结合点，对于培养学生的动手能力和创新精神，实为一个良好的切入点。因为：

一、实验可激发学生学习的兴趣和热爱科学的情感。从而使学生把学习知识变成精神上的享受和需要。

二、实验有利于学生个性的发展。由于学生实验在时间、内容、深度等方面有较大的“灵活性”，学生可以在一定程度上、范围内按自己的合理想法实验或比较，他们的某些能力能得到充分的发挥，好奇心可得到一定程度的满足。

三、实验对学生智力发展和能力培养具有重要作用。在实验过程中学生要正确理解实验原理，熟

练习操作实验仪器，认真观察实验现象，深入分析实验结果。因此学生在实验中，观察能力、操作能力和思维能力都会逐渐提高。同时，学生在实验中要安装和调整实验仪器，设计实验方案，测量和记录数据，排除实验故障。在正确思维指导下，这些操作过程不仅可以训练学生的实验技能和技巧，而且也能使他们的创造能力得到发展。实验对培养创造性人才具有重要的作用。

为了促进中学生从应试教育向素质教育的转变，提高其动手能力，我们组织近百位专家、学者和实验教师精心编撰了此书。书中引用了许多优秀教师的教学案例经验总结，在此谨致衷忱的谢意。

本丛书包括物理和化学两大部分。每一部分又分为：教学改革指导、思维能力培养、操作方法运用、实验器材巧用、改进设计实践等篇目。

希望本套丛书能激发学生的学习兴致和创造力，使学生积极主动地参与实验，认真观察，细心思考，勇于探索。一句话，就是让学生自己动手去做实验，因为只有动手做，才会有收获！

编委会

目 录

1 关于氯气的实验操作和改进

钠在氯气中燃烧实验的改进.....	(1)
氢气在氯气中的爆炸极限.....	(3)
氢气在氯气中燃烧的密封装置.....	(7)
氢气在氯气里燃烧实验的改进.....	(9)
氢气和氯气混合光爆实验的改进	(11)
磷在氯气中燃烧的实验改进	(14)

2 关于氯水的实验操作和改进

氯水被分解实验装置的改进	(16)
一种制饱和氯水的方法	(17)
氯气能与氧化铜反应吗	(19)

3 关于次氯酸的实验操作和改进设计

次氯酸分解实验装置的改进	(22)
氯气漂白实验的改进	(23)
次氯酸盐与酸的反应	(25)

制取氯气实验的改进	(28)
不会污染空气的氯气实验装置	(30)
氯气快速制法的改进	(31)
余氯吸收的改进	(33)

4 关于盐酸的实验操作和改进

合成盐酸实验的改进	(35)
利用虹吸现象抽气的合成盐酸装置	(39)
利用副产品氯化氢制取盐酸的演示实验	(41)
排水收集氯化氢气体实验	(42)
氯化氢在水中溶解度的测定	(44)
可控制式喷泉实验装置	(46)

5 卤化物化学性质的实验操作和改进

变质碘化钾(钠)的再利用	(48)
废弃卤化银中银、溴、碘的回收	(49)
碘化钾中碘的去除法	(53)

6 关于硫元素实验的操作和改进

实验验证硫元素的多种价态	(55)
硫氧化制三氧化硫晶体标本	(59)
怎样做好铜片(或铜丝)在硫蒸气中燃烧	(61)

硫和铜反应的防污染装置	(63)
铜与硫反应实验的探讨	(65)
铁与硫反应实验的改进	(67)
铁粉在硫粉里燃烧	(69)
硫化氢性质演示实验的改进	(71)
一个臭鸡蛋的实验	(74)

7 关于硫酸的实验操作和改进

接触法生产 H_2SO_4 和固体 SO_3 的制备	(75)
接触法制硫酸和固态三氧化硫	(80)
演示制备硫酸的简易方法	(83)

8 关于二氧化硫的实验操作和改进

二氧化硫的喷泉实验	(86)
全封闭 SO_2 性质实验	(88)
二氧化硫系列实验演示器	(90)
SO_2 的催化氧化实验	(92)
接触法制 SO_3 实验的改进	(94)
氢气还原氧化铜实验的改进	(96)

9 有关氮族元素实验的操作和改进

自制氮氧合成器	(98)
---------	------

增加两个简易氮气实验	(101)
NO 的制取与性质实验的改进	(103)
NO 与 NO ₂ 的性质演示实验	(104)
二氧化氮被水吸收生成硝酸的实验	(106)
二氧化氮气体简易发生器	(109)

10 氨的喷泉实验的操作和改进

氨的喷泉实验	(111)
有趣的三种颜色的氨喷泉	(115)

11 氨的化学性质的有关实验操作和改进

氨的催化氧化演示实验的改进	(116)
氨催化氧化实验新装置	(118)
氨催化氧化实验的改进	(120)
用电热丝加热进行氨的合成实验	(122)
合成氨的简易实验方法	(124)
套管法合成氨微型实验	(125)
氨气抽吸灭毒	(127)

12 关于硝酸的实验操作和改进

氨氧化硝酸演示实验中,如何控制空气与氨气的流量与流速	(130)
----------------------------	-------

氨氧化制硝酸的演示实验简易装置	(132)
碳在浓硝酸中燃烧实验的几种设计	(136)
铜和浓 HNO_3 反应实验的改进操作	(139)

13 关于磷的实验操作和改进

红磷与白磷着火点比较实验的改进	(141)
磷化氢的简易制法	(143)
磷的氢化物自燃的实验	(144)

14 关于硅元素的实验改进和操作

粉笔柱上分离法	(148)
---------	-------

1

关于氯气的实验操作和改进



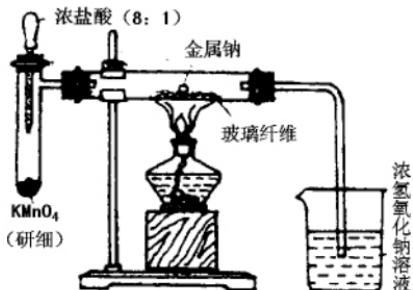
＊ 钠在氯气中燃烧实验的改进

① 课本上演示实验的缺点

(1)课前预先准备好的氯气往往到课堂上浓度不够;(2)钠预先在空气中点燃,在钠的表面生成的 Na_2O_2 影响 Na 在 Cl_2 中燃烧;(3)在实验过程,由于 Na 不是在封闭式装置中燃烧, Cl_2 向外逸出,污染空气,同时空气进入集气瓶冲淡了 Cl_2 的浓度和纯度。

② 改进后的装置图

安徽省肥东一中李克森老师的设计是:



③ 实验步骤

- (1) 从瓶中取出一块金属钠(用滤纸吸干煤油), 从中间取出黄豆大的银白色金属钠放入玻璃管中(在钠下面可放少许细砂或石棉丝或玻璃纤维, 以防玻璃管破裂), 然后按图示装好。
- (2) 慢慢滴入浓盐酸(体积比 8:1), 立即剧烈反应产生 Cl_2 , 先排气, 直至管内有足够 Cl_2 (管内呈黄绿色时)。
- (3) 加热金属钠, 钠熔化并开始燃烧, 停止加热, 继续通入 Cl_2 直至反应完全(多余 Cl_2 被 NaOH 溶液吸收)时停止通 Cl_2 。

④ 实验现象

钠在 Cl_2 中剧烈燃烧, 呈黄色火焰且有浓厚的白烟, 反应停止看到在管壁上有白色固体附着。

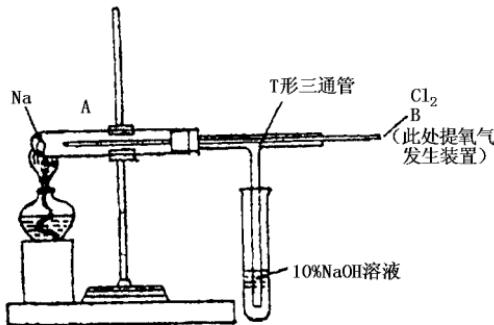
⑤ 改进后实验优点

- (1) 装置简单, 操作方便, 整个实验过程中保持 Cl_2 具有一定浓度和纯度。避免副反应, 实验现象明显。
- (2) 安全可靠, 污染少。

⑥ 注意事项

(1) 应先将 KMnO_4 研细, 浓盐酸浓度为 30%~34% (体积比为 8:1) 为宜, 且要慢慢滴入, 防止反应过于剧烈生成 Mn_2O_7 , 这种化合物易引起爆炸。

(2) 随着反应的进行, 反应混合物中水分逐渐增多, 滴入



的浓盐酸也被稀释, 反应速度逐渐减慢, 此时, 可用小火加热, 以加快反应, 还能充分利用反应的中间产物 MnO_2 , 使它再与盐酸反应而产生 Cl_2 。不过, Na 在 Cl_2 中燃烧不需要到这一步, 反应已完全。

* 氢气在氯气中的爆炸极限

掌握氢气在氯气中的爆炸极限, 对于做好氢、氯混和气体的光化学反应实验和安全利用该化学反应都有重要意义。

Mathein P 曾用镁光引爆测得氢气在氯气中的爆炸极限为 9. 8~52. 8% (以下称文献值)。国内曾有人用废滴定管改制成测气管, 重复实验, 结果十分接近。因此, 一般资料都认为混和气体中氯气的体积小于 47. 2%, 镁光不使之爆炸。在多年的实践中, 江西赣南师院田秀明老师发现, 混和气体中氯气的体积为 33. 3% 时, 在阳光或镁光照射下都能引起爆炸。因此, 笔者也用废滴定管做测气管, 分别用阳光和镁光引爆, 进行测定其爆炸极限实验, 结果如下表所示。

实验结果表明, 无论用阳光或镁光引爆, 氢气在氯气中的爆炸低限的实际值与文献值相接近, 但爆炸高限却大大超过文献值。由于阳光受天气影响, 难以测得准确的爆炸极限, 但在实验室中用镁光引爆受外界影响甚小, 测得的爆炸范围应基本一致。因此, 笔者认为, 氢气在氯气中的爆炸极限应为 9. 0~77. 5%。

实验状况如下:

收集氢氯的装置(见后):

实验步骤:

不同体积比的氢氯混和气体见光效应

氢气体积 ml(或%)	氯气体积 ml(或%)	照射阳光后 的效应	照射镁光后 的效应
1. 6(8. 0)	18. 4(92. 0)	纸壳掀起 无爆炸声	纸壳掀起 无爆炸声
1. 7(8. 5)	18. 3(91. 5)	纸壳掀起 无爆炸声	纸壳掀起 无爆炸声
1. 8(9. 0)	18. 2(91. 0)	纸壳掀起 无爆炸声	爆炸 声音很响

氢气体积 ml(或%)	氯气体积 ml(或%)	照射阳光后 的效应	照射镁光后 的效应
1. 9(9. 5)	18. 1(90. 5)	爆 炸 声音较响	爆 炸 声音很响
⋮	⋮	⋮	⋮
10. 0(50. 0)	10. 0(50. 0)	爆 炸 声音很响	爆 炸 声音较响
⋮	⋮	⋮	⋮
14. 8(74. 0)	5. 2(26. 0)	爆 炸 声音较响 *	爆 炸 声音很响
14. 9(74. 5)	5. 1(25. 5)	纸壳掀起 无爆炸声	爆 炸 声音很响
⋮	⋮	⋮	⋮
15. 2(77. 5)	4. 5(22. 5)	纸壳掀起 无爆炸声	爆 炸 声音较响
15. 6(7. 80)	4. 4(22. 0)	纸壳掀起 无爆炸声	纸壳掀起 无爆炸声
15. 7(78. 5)	4. 3(21. 5)	纸壳掀起 无爆炸声	纸壳掀起 无爆炸声

实验时间:2000年11月18—22日。

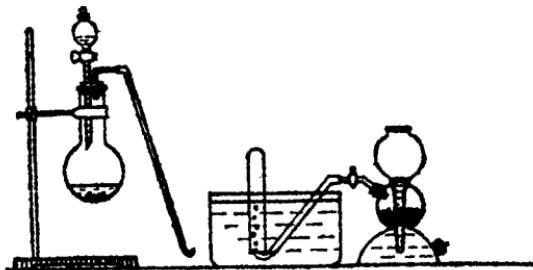
天气:前三天晴天多云,后两天阴天有小雨。

气温:13℃—15℃。

* 离爆炸处3米外能听到爆炸声。

(1) 制取、混和氢气和氯气:

用排饱和食盐水法,在同一测气管里(可用废滴定管做成)收集一定量的氯气和氢气,用浸湿的硬纸壳片盖住管口,并用手指压紧。取出集气管,上下颠倒五次,停留30秒钟,让气体混和均匀。



(2) 将混和气体照光:

用拇指、食指拿住盛有混和气体的测气管下部,移至窗口照射阳光,观察结果。

将盛有混和气体的测气管置于避光处的试管架上,用坩埚钳夹一根1.5寸长的镁条在酒精灯上点燃,将点着的镁条移近测气管约2ml处,观察结果。

几点说明:

(1)为了保证收集的氢气和氯气的纯度,一定要待排完五倍于发生器容积的气体后再进行收集气体。

(2)为了保证使氯气和氢气混和均匀,应先收集密度较大的氯气,然后收集密度较小的氢气、收集后将测气管上下颠倒数次,停留一段时间。

(3)为了保证收集得一定体积的气体,尽可能一个个气泡地收集。收集1—2ml气体或临近刻度时,往往难以控制气流速度,可将气体发生器的活塞关闭,然后将橡皮管里的气

体,一个一个气泡地挤入集气管,以达到所要求的气体体积。

在收集气体的过程中,应尽可能保持集气管内液面与水槽液面相一致,减少因压力差带来的体积误差(一般来说这种误差不大)。

(4)制取与混和气体应在避光处进行、以免受散射光影响而发生非爆炸性反应。

(5)用浸透饱和食盐水的硬纸壳片代替橡皮塞、软木塞,塑料片盖管口做实验,既安全又不漏气。

＊ 氢气在氯气中燃烧的密封装置

① 仪器设计及药品用量

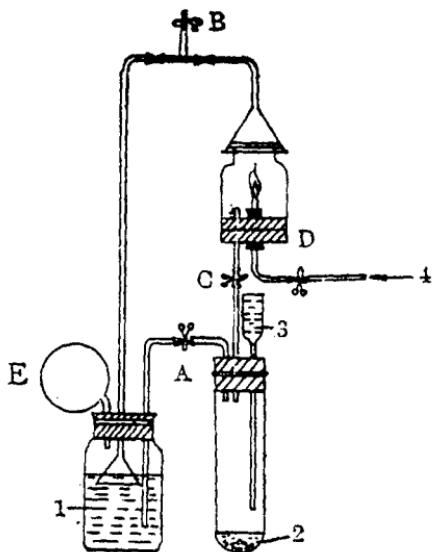
(1)氯气发生器:干燥大试管一个,底部预先装有 2 克 $KMnO_4$,试管口塞有三孔胶塞,插有三支玻璃管,从左到右分别与:尾气吸收器,氢气燃烧室,盛 8ml 浓盐酸的小塑料瓶连接。

(2)氢气燃烧室:将一个去掉底的集气瓶按瓶底内径配合一个双孔胶塞(钻一个小孔一个大孔)。其中一个小孔用玻璃管与氯气发生器连接,另一个大孔塞入插有氢气尖嘴导管的胶塞。但在通入氢气前该大孔塞入无孔胶塞,无孔胶塞的外形尺寸与有孔胶塞完全一样。在集气瓶口,按瓶口外径配合一锥形漏斗,漏斗边缘比集气瓶边缘大 5mm。将漏斗颈部朝上,边缘朝下扣到集气瓶口上,用乳白胶将漏斗边缘与集气瓶

口胶合为一体。

(3)尾气吸收器:用一广口瓶装有 100ml 10% 的 NaOH 溶液。瓶口塞有三孔胶塞。其中一孔插玻璃管与氯气发生器连接,另一孔插玻璃管与放进广口瓶液面下 5mm 的锥形漏斗连接,第三孔通过玻璃管与一个已排净空气的气球连接。

辽宁庄河三十一中李国德老师设计的仪器总装置如下图所示：



1. NaOH 溶液 2. KMnO₄ 3. 浓盐酸 4. H₂

2 操作步骤

(1)制取氯气:用止水夹夹紧 A 处,用无孔胶塞塞紧集气瓶大胶塞中的大孔,打开 C 处止水夹,挤压氯气发生器上面

的小塑料瓶,滴下浓盐酸立即与 KMnO_4 反应,产生的氯气通过导管进入氢气燃烧室。当氯气充满后,停止滴浓盐酸。

(2) 氢气在氯气中燃烧:将事先检纯的氢气尖嘴导管,插进有孔胶塞,使导管尖端距胶塞小头平面 30mm,点燃氢气后,将插有氢气导管的有孔胶塞迅速塞进燃烧室胶塞的大孔中,立即拔出原先塞上的无孔胶塞,氢气已在空气中燃烧进入氯气中燃烧。为了让学生看到氯化氢在空气中形成“雾状”,可打开三通管上的止水夹 B,一秒钟后立即夹紧 B,可看到“白雾”。大量的氯化氢进入尾气吸收器,被 NaOH 溶液吸收。

(3) 残余尾气的吸收:用止水夹夹紧 D 处,氢气火焰熄灭。夹紧氯气发生器上端的止水夹 C,松开止水夹 A,残余的氯气进入尾气吸收器被 NaOH 溶液吸收。在氯气和氯化氢进入尾气吸收器时,如果因排出速度过快一时难以全部被 NaOH 溶液吸收则进入气球 E 中,再逐渐被 NaOH 溶液吸收。

这样,在制取氯气及氢气在氯气中燃烧生成氯化氢的过程中,采用本装置组成了完全封闭系统,且使尾气完全转化为无毒无害物质,确保环境不受污染。

* 氢气在氯气里燃烧实验的改进

江苏武进百丈中学何耀平老师设计的装置图如下

(1) 先打开制氢气简易装置中胶皮导管上的弹簧夹 C,锌