

全国重点大学化学实验教学研究会常务理事

北京航空航天大学教授

高中化学

创新
教学设计

第二本

新大纲
新理念
新思维
新模式
新课型
新方法

典库

高中化学实验改进设计（七）

化学工业出版社

目 录

氨、氧爆鸣实验	(员)
氨氧化实验的改进(一)	(员)
氨氧化实验的改进(二)	(圆)
氨氧化实验的改进(三)	(猿)
氨在氧气中燃烧实验的改进(一)	(源)
氨在氧气中燃烧实验的改进(二)	(缘)
氨在氧气中燃烧实验装置的改进	(远)
氨的催化氧化实验的改进(一)	(远)
氨的催化氧化实验的改进(二)	(苑)
氨的催化氧化实验的改进(三)	(怨)
氨的催化氧化实验的改进(四)	(圆)
氨的催化氧化实验的改进(五)	(圆)
氨的催化氧化实验的改进(六)	(员)
氨的催化氧化实验的改进(七)	(员)
氨的催化氧化实验的改进(八)	(员)
氨的催化氧化实验的改进(九)	(员)
氨的催化氧化实验的改进(十)	(员)
氨的催化氧化实验的改进(十一)	(圆)

氨的催化氧化实验的改进(十二)	(圆)
氨的催化氧化实验的改进(十三)	(圆)
氨的催化氧化实验的改进(十四)	(圆)
氨催化氧化实验新装置	(圆)
氨接触氧化的简便作法	(圆)
氨与酸演示实验的改进	(圆)
氨与氯化氢的“喷泉”“喷烟”联合实验	(圆)
演示氨与氯化氢反应的几种方法	(猿)
氨与氯化氢气体相遇的实验	(猿)
氨与氯化氢反应演示实验的改进(一)	(猿)
氨与氯化氢反应演示实验的改进(二)	(猿)
氨与氯化氢反应演示实验的改进(三)	(猿)
实验室合成氨实验的改进	(猿)
氨气的产生、收集和溶于水的联合装置	(猿)
制取氨气的实验改进	(猿)
用电热丝加热进行氨的合成实验	(猿)
氨的制备和性质实验的改进	(源)
合成氨实验的改进	(源)
合成氨的简易实验方法	(源)
氨气的合成实验	(源)
大试管为何破裂	(源)
氮、氢合成氨实验的改进	(源)
套管法合成氨微型实验	(源)

合成氨实验装置的改进	(源)
氨气抽吸灭毒	(源)
液态氨的简易制法	(缘)
氯化铵受热分解实验装置的改进	(缘)
氯化铵还原氧化铜实验	(缘)
碳酸氢铵分解实验的改进(一)	(缘)
碳酸氢铵分解实验的改进(二)	(缘)
用碳酸氢铵代替碱式碳酸铜的热分解实验	(缘)
羰基氨 _源 受热分解	(缘)
铵盐的受热分解演示实验的改进	(缘)
氨的催化氧化制硝酸的模拟实验	(缘)
氨氧化硝酸演示实验	(远)
氨氧化制硝酸中非铂催化剂的制备	(远)
电热催化氨氧化制硝酸的实验	(远)
氨氧化制硝酸的演示实验简易装置	(远)
碳在硝酸中燃烧实验的改进	(远)
碳在浓硝酸中燃烧实验的几种设计	(苑)
铜与浓稀硝酸反应的投影实验	(苑)
铜与浓硝酸反应实验的改进(一)	(苑)
铜与浓硝酸反应实验的改进(二)	(苑)
铜与浓硝酸反应实验的改进(三)	(苑)
铜与浓硝酸反应实验的改进(四)	(苑)
铜与稀硝酸反应实验的改进(一)	(苑)

铜与稀硝酸反应实验的改进(二)	(苑 苑)
铜与稀硝酸反应实验的改进(三)	(苑 苑)
铜与稀硝酸反应装置的改进	(苑 苑)
铜与硝酸反应实验的改进(一)	(苑 苑)
铜与硝酸反应实验的改进(二)	(苑 苑)
磷在不同量氯气中的氧化产物的实验	(苑 苑)
铁锌和镁跟不同浓度的硝酸作用后产物的测定	(苑 苑)
浓硝酸的热分解实验设计(一)	(苑 苑)
浓硝酸的热分解实验设计(二)	(苑 苑)
硝酸的不稳定性实验	(苑 苑)
硝酸及其盐加热分解放出氧气的实验设计	(苑 苑)
硝酸钾的不稳定性的改进	(苑 苑)
硝酸钾加热分解实验的改进(一)	(苑 苑)
硝酸钾加热分解实验的改进(二)	(苑 苑)
硝酸钾加热分解实验的改进(三)	(苑 苑)
硝酸钾受热分解实验的改进(四)	(苑 苑)
硝酸盐加热分解实验的改进	(苑 苑)
铜及其化合物性质的实验改进	(苑 苑)
硝酸铜加热分解实验的改进设计(一)	(苑 苑)
硝酸铜加热分解实验的改进设计(二)	(苑 苑)
检验硝酸铜热分解产物实验的改进	(苑 苑)
硝酸铜受热分解检验 Cu_2O 的实验补证	(苑 苑)
硝酸银受热分解实验	(苑 苑)

检验硝酸盐受热分解产生的氧气	(154)
硝酸盐中硝酸根离子鉴定实验的改进	(154)
形成棕色环的条件	(154)
棕色环实验改进	(154)
硝酸钾分解及其氧化性黑火药制取的组合实验	(154)

高中化学实验改进设计 (七)

第十一部分

氨的化学性质实验的改进设计

氨、氧爆鸣实验

用纯氧气经导气管通入装有浓氨水（韵 贵）的玻管中，用烧红的铂丝插入玻管内点火，控制氧气流量即可产生氨氧爆鸣，说明氨气虽不能在空气中燃烧，但是能在纯氧中燃烧甚至爆炸。

源_源匀_源匀_源韵——圆_源匀_源韵

若在小试管中加入少量 ~~匀_源韵~~（黄豆大小）后，滴入数滴浓氨水，再插入红热的铂丝可作为学生实验。

氨氧化实验的改进（一）

装置：在一只大试管中上部开一小孔。

药品：氯化铵（硫酸铵）和氢氧化钙固体。

方法：将装有氯化铵和氢氧化钙固体混和物的大试管，固定在铁架台上微热，然后把烧红的铂丝置于小孔上方。

现象：可长时间观察到铂丝红热。若试管口上方置一湿润的碘化钾淀粉试纸，可见试纸变蓝。

原理：利用热气流上升的空吸作用，使氨气与氧气在小孔处混和。

优点：仪器和操作都简单，现象比教科书上的实验现象明显而多层次。

氨氧化实验的改进 (二)

仪器设置

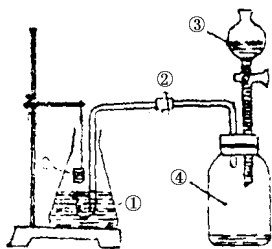
现行高中化学甲种本第二册的〔实验 圆一猿 在课堂演示时往往效果不明显，甚至中途停止。广东揭阳一中陈君煌老师将此实验改为如下装置：

图中：①缚挂薄铜片的螺旋状铂丝②浓氨水③水④广口瓶中的空气⑤止水夹（止流夹）

圆措施

（员）用铂丝缚挂一块约 圆克重的薄铜片；

（圆）增加稳气流装置：由分液漏斗、双孔塞、弯曲导气管、广口瓶和止水夹组成。



猿操作要点

（员）小心打开分液漏斗的活塞和止水夹，让水把广口瓶里的空气挤压进锥形瓶内的浓氨水中，使从浓氨水中被吹出来的氨气在锥瓶里与空气混和。

（圆）用酒精灯把铜片、铂丝加热后，迅速移入并固定在锥形瓶内接近氨水液面上方。

灞实验效果

（员）现象明显：铜片和铂丝均长时间保持红热状态；瓶里很

快出现红棕色气体。

(圆) 操作简单：教师把铜片、铂丝固定后就不用再动手，也不用担心实验会失败。

改进原理

(负) 加挂铜片，目的是把更多的热量带入锥形瓶内，有利于反应的开始和速度的加快，铜容热量大，又有利由吸收反应的热，起调节温度、缓冲热量的作用。铜对反应也有催化作用。

(圆) 稳流装置使气流平稳，又可控制进气的最佳流速。这就避免了原用吸球打气时所造成的进气不均匀和不连续。热量不易流失，反应持久，现象更明显。

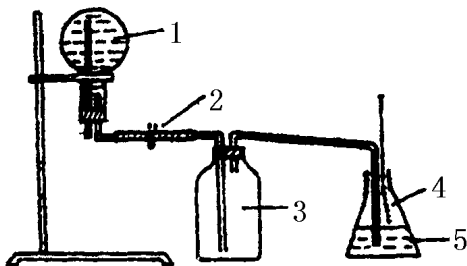
两点说明

(负) 广口瓶、分液漏斗均尽量选大一些，分液漏斗也可用储气瓶装水代替。

(圆) 铜片薄一点有利于增大气固相接触面，增大热量缓冲作用和催化作用。

氨氧化实验的改进 (三)

实验装置



①水 ②止水夹 ③空气 ④铂丝 ⑤浓氨水

实验操作

使用时，首先打开止水夹，水自动流入空气瓶中，这时瓶中空气被排出，进入盛浓氨水的锥形瓶内，吹出氨气，并和空气组成混和气体。

再把加热至红热的螺旋状铂丝，慢慢插入锥形瓶内，使铂丝接近氨水液面，可以看到铂丝在锥形瓶中保持红热，并有白烟发生。

改进后的特点

避免了在实验过程中，用洗耳球打气的不连续性，和须两人操作的方法。

氨在氧气中燃烧实验的改进（一）

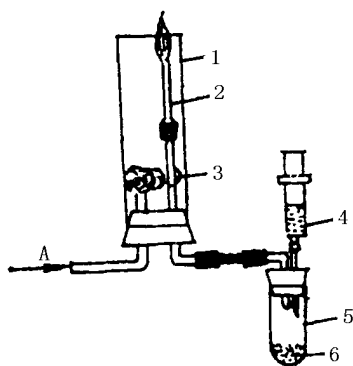
实验装置：(见下图)

实验操作：

山东曲阜师范大学化学系苗深花老师介绍：

(员) 按图把燃烧装置安好，并固定在铁架台上。安装时要注意使注射针头低于玻璃筒上沿约员~ 圆厘米；通氧气的玻璃管要露出橡皮塞约 员~ 圆厘米，管口上盖一团疏松的脱脂棉，使释出的氧气能扩散均匀。

(圆) 用乳胶管将制氨装置和氨的燃烧装置连通，用注射器吸取约 园毫升蒸馏水；称取已研细的氢氧化钠和氯化铵各 园克，



燃烧装置：

①玻璃筒；②注射针头；③脱脂棉。制氨装置：④小注射器；⑤小试管；⑥氯化铵和氢氧化钠。

混合后装入小试管内，塞上橡皮塞，固定在铁架台上。

(猿) 均匀通入 韵，待玻璃筒充满 韵后，将水一次加入，点燃注射针头，可看到浅绿色火焰。若火焰不大，可旋松小试管上的铁夹，拿出小试管振荡，便有既大又稳的燃烧火焰。

氨在氧气中燃烧实验的改进(二)

在现有的氨在氧气燃烧实验中，均采用浓氨水受热制取氨的方法，使得大量氨飘逸在空气中，污染环境。另外，用玻璃管作燃烧管易出现黄色火焰，而且装置也较复杂，演示所需的时间也较长。为此，山东省曲阜师范大学苗深花、山东省相公中学刘玉东老师做了如下改进。

实验介绍

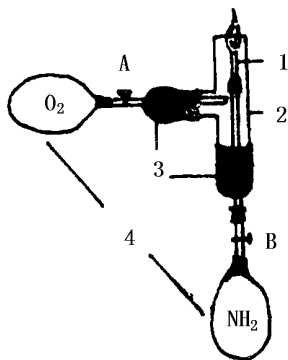
演示装置如附图所示。取一支粗的 栽形管，在两支管上套上胶帽。在竖直端的胶帽上穿过一根玻璃管，其上端安注射针头，下端与充满氨气并带有活塞的气球相连；在横端的胶帽上穿过一个一端带有充满氧气的气球的活塞。把 栽形管固定在铁架台上。

实验时，先打开活塞 粤，让氧气充满 栽形管，然后打开活塞 月，使氨气放出，并点燃，便可看到既大又稳的浅绿色火焰。

实验说明

为了避免浪费氨水，氨的制取可采用我们报道的用 晕匀悦和 晕匀固固体混合加水的方法（见本刊 灵怨年 第 灵期 第 灵页）。

用注射针头作燃烧管，可以消除用玻璃尖嘴管所带来的黄色火焰。



附图 实验装置

- ①注射针头 ②栽形管
③胶帽 ④气球

将制取气体装置改为气球储存气体。既能保证气流连续，火焰稳定，又缩短演示时间。

用 裁形管代替以前的玻璃筒；用胶帽替胶塞。这样可使安装及操作简单化。

用此装置配合吸收装置还可做氯气在气中的燃烧实验。

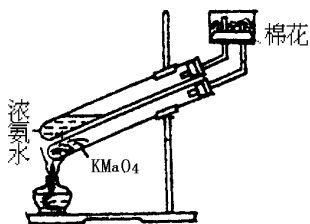
氨在氧气中燃烧实验装置的改进

实验装置

实验操作

按实验装置图安装好后将少许棉花覆盖在配双孔胶塞的粗玻璃管内，请注意通入氧气的玻璃导管基本与双孔胶塞上部成一平面。切不可使该导管过于突出。这样在粗玻璃管内的氧气可更好充满。同时在粗玻璃管内导出氨气的玻璃导管不应高出粗玻璃管，以便确保氨气充分被氧气包围而可便于氨气燃烧。

以上安装就绪后即可用酒精灯加热两支大试管。估计氧气生成并充满粗玻璃管后即可点燃氨气。



氨的催化氧化实验的改进（一）

高中化学课本第一册第 页图 源—缘氨的催化氧化实验，吉安市二中罗锦老师作了如下改进：不用空气通入盛氨水的锥形瓶中，而用绕上红热螺旋状粗铜丝（代替铂丝）直接放入锥形瓶中接近液面，就可看到瓶内有红棕色气体生成，同时还可观察到铜丝继续保持红热，现象明显，效果较好。

氨的催化氧化实验的改进 (二)

在催化剂存在且加热的情况下，氨能跟氧气发生如下的反应：

$$4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}} 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O} + 192\text{kJ}$$
 生成的一氧化氮遇到氧气，又会生成红棕色的二氧化氮气体：

$$2\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2 + 114\text{kJ}$$
 二氧化氮气体溶于水后生成硝酸和一氧化氮：

$$3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{HNO}_3 + \text{NO} + 134\text{kJ}$$

现行高中化学课本第一册第 167 页安排了这个演示实验。但该演示实验在许多书中都采用价格昂贵的铂丝作催化剂，不仅催化剂不易获得，而且按课本上装置进行实验时现象不明显，远远达不到演示实验的最低要求。其表现：只能看到铂丝保持红热状态，难于观察到红棕色的气体，有时还会有白色烟雾出现。陕西师范大学化学系于跃老师分析原因有二：其一，生成的二氧化氮跟水蒸汽反应，形成硝酸酸雾，进而与未反应的氨化合而生成硝酸铵白烟；其二，铂丝的红热状态在某种程度上掩盖了二氧化氮的红棕色。近年来，许多人对此演示实验做了大量的工作，并发表了一些文章，但各有利弊，不十分理想。为了让学生看清楚氨的催化氧化的每一过程，特别是看清生成 NO 的过程，以便为学生学习工业上制硝酸奠定基础，经过多次改进，反复比较，终于找到了操作简便、材料易得、经济省时，现象明显的实验方案。现把做法提出来。

1. 实验装置 (见图)

为了演示时携带方便，上述装置可组装在一个铁架台上。如果没有具支试管和圆底烧瓶，可用四只 U 形管的试管和白玻璃瓶代用。如果没有橡皮气唧，可在“怨”处连接一个排水抽气装置，与橡皮气唧等效。

操作步骤

按实验装置图装好仪器和药品，先用酒精灯预热催化剂至发暗红（约 1 分钟）再按动橡皮气唧，缓慢鼓入空气。空气和氨气一起进入反应管。当催化剂发红时，加快鼓气速度，便可看到催化剂变得更红；取走酒精灯，继续鼓气，则催化剂保持红热，脱脂棉上方有水出现，圆底烧瓶内红棕色气体更浓，石蕊试液变红，四种现象皆非常明显。实验起止约 5 分钟。

注意事项

(1) 用浓硫酸洗气和保持催化剂、圆底烧瓶的干燥是本实验成败的关键。

(2) 在催化剂预热达不到暗红之前，不得进气。开始进气时，宜慢不宜快；当催化剂红热得更明显时，进气的速度宜快不宜慢。

(3) 为了缩短演示实验时间，应尽量加大酒精灯的火焰。

(4) 装催化剂的那只具支试管中的导气管，应尽量插到试管的底部，并防止堵塞。

(5) 装浓氨水的那只具支试管中的导气管，应只插到液面下约 1 厘米处。

(6) 该反应为放热反应，因此当看到 均匀的 红棕色出现时即应迅速取掉酒精灯，以免将支试管烧融。然后可继续鼓气片刻，即可看到 均匀的石蕊液变红。

氨的催化氧化实验的改进 (三)

根据化学实验教学原则，经过多次实验测定，氨的催化氧化的适宜条件：氨、氧气混和体积比靠近反应体积理论值（1:1）；推进混和气速度；催化剂种类。均有极为密切的关系，详见下表：

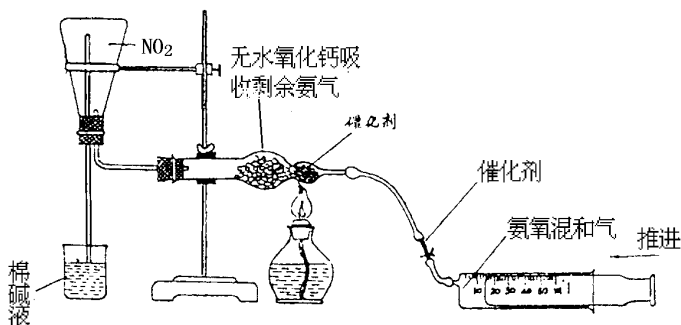
高中化学创新教学设计

催化剂种类、制备	棉:石棉浸饱和溶液,取出,在酒精灯火焰上直接焙烧变黑,立即使用。	棉:石棉浸饱和溶液,取出,在酒精灯火焰上直接焙烧变黑,立即使用。	棉:石棉浸饱和溶液,取出,按前法焙烧变黑绿色,立即使用。	棉:石棉浸饱和溶液,取出,在酒精灯火焰上直接焙烧变灰绿色,立即使用。	棉:石棉浸饱和溶液,取出,在酒精灯火焰上直接焙烧变白色,立即使用。	棉:将电灯线内多股细铜丝,在稀溶液中浸过,水冲洗;置于溶液中浸过,水冲洗;置于()毫升内加()毫克中缘秒,取出,水洗,晾干,使用。
加热情况(通入混和气前,加热员分钟)	反应开始,不持续加热。	同前	同前	同前	同前	同前
通入(愿毫升)、空气(源毫升)混和气。推进速度实验现象	缘毫升、浓红棕色气体、无白烟、催化剂持续暗红。	缘毫升、浓红棕色气体、无白烟、催化剂持续发红。	缘毫升、红棕色气体、无白烟、催化剂持续暗红。	缘毫升、红棕色气体、无白烟、催化剂持续暗红。	缘毫升、棕色气体、无白烟、催化剂持续暗红。	缘毫升、棕色气体、无白烟、催化剂持续暗红。
通入(愿毫升)、韵(愿毫升)混和气。推进速度实验现象	源毫升、浓红棕色气体、无白烟、催化剂持续暗红。	源毫升、红棕色气体、无白烟、催化剂持续红亮。	源毫升、淡红棕色气体、无白烟、催化剂持续红亮。	源毫升、淡红棕色气体、无白烟、催化剂持续红亮。	源毫升、淡红棕色气体、无白烟、催化剂持续发红。	源毫升、棕色气体、无白烟、催化剂持续发红。

氨的催化氧化实验,上述成功因素的创造,用注射器极易实现,

作氨、氧混和气贮气瓶及其混和气的推进器,操作简便,安全可靠。有刻度容积可变,可使氨、氧气按一定体积比(来源)混和;有活塞容积可变能按一定速度(体积/时间)推进。

宝鸡师院郭同宽老师设计的装置操作见下图:



氨的催化(非铂催化剂)氧化的适宜条件

因为氨气极易溶于水,氧气又是较强助燃物,用传统贮气瓶或其它装置难于按一定体积比混和氨、氧气和按一定速度推进混和气。用注射器即易实现,并不用填充液就可贮气、排气。若在课前按上图装置准备好,课堂上员-圆分钟就能完成实验教学。所以,注射器是创造氨的催化氧化实验成功因素的理想仪器。

按上图装置进行氨的催化氧化实验,用干燥管作接触器和吸收反应后剩余氨气,以免“白烟”干扰,既可适用各种催化剂,又减少了仪器间用橡皮管连接,避免得到的二氧化氮因跟橡胶反应而减少,影响实验教学的直观效果。

演示时,在加热催化剂部位的情况下,先用另一注射器推进空气或氧气,锥形瓶并不出现红棕色气体,跟推进氨、氧混和气实验时进行对比教学,效果非常可观。