

中学生 化学实验创新设计

· 猿 ·

● 初中化学实验改进设计(下)

本书编委会

印刷工业出版社

《中学生化学实验创新设计》

出版说明

实验能力是从事自然科学的人的基本工作和学习能力，是其综合素质的一种集中表现，它可以说是一个人对本学科的基本概念范畴、理论体系、运思方略、学科结构、探索求真、设计改进和创造发展等等水平的综合表达。也就是说一个人的实验能力反映着一个人在本学科领域内的成就程度。所以，在一个自觉和成熟进步的现代教学体系中，实验能力和实验的操作学习具有突出的地位，甚至有以实验为中心的教学教材体系。近年来高考中的实验试题和实验能力考查的比重越来越大，说明了我国学校教学对此问题的重视和自觉。

由于实验中主观、客观等种种原因和条件的限制，目前我国中学教学中，能够将所有的实验完全按照教材中提供的方法和设计方式演示和操作是十分困难的，甚至是不可能的，这样就形成了黑板上讲实验和课堂外背实验的恶性循环，导致了学生实验能力的虚假现象，严重阻碍了学生学习和创造智慧的发展。为了克服这一现象，我国广大中学化学教师 and 教学科研人员竭尽智慧，针对具体条件和同一实验，改进设计了多种实验方式和操作方法，并总结了不同的改进实验设计的方法、程式和规律，保证了实验教学的正常和有效的进行，为中学化学教学作出十分重要的贡献。

本书组织近百位专家、学者和一些中学化学教师、实验教师，按照规范、实用和操作化的理论和程序，收集整理了整个中学化学学科中的几乎所有的有关实验的不同改进设计方案上千种，集中了近几十年尤其是新时期近二十年来的有关成果、智慧、精华，成为中学化学实验教学的科学性和有效性的保证，实验教师的有力助手。

本书在编撰过程中，引证了许多优秀教师的案例，在此一并致以诚挚的感谢。

《中学生化学实验创新设计》

编委会

二〇〇〇年十二月

《中学生化学实验创新设计》

编委会

主编 冯克诚 毕诚

副主编 彭方志 王波波

编委 王孚生 刘敬尧 冯克诚 冯振飞 肖乃明

胡定南 董英伟 孙志英 孙爱军 李清乔

李宝明 方学俊 龚国玉 陈小丽 尚斌

迟为疆 何光 贺新

编撰人 丁家棣 于明 于金柱 万世成 王棣生

王京昆 王佩衡 王魁胜 王晓林 王候月

王春生 王清 王瑞清 冉启明 冉琼

冯克诚 冯振飞 田震 田士富 卢仁志

刘大华 刘敬尧 刘生宏 刘迅 刘广秀

刘光清 刘玉庭 刘天柱 朱正祥 许步云

何怀玲 李捷 李剑新 李阳 李百龄

李雅琴 李全初 李瑞风 李松庆 李丽丽

张晓峰 张淑贤 张爽 张淑珍 吴龙辉

杨淑芬 彭方志 罗志勇 罗健 陈如邻

陈琰 罗玉京 周清 林俊萌 胡广东

胡英华 高友明 郭春生 覃海琪 常晓龙

常玉琴 黄登云 黄日进 徐向东 徐玉莲

金胜 程俊梅 谢世杰 程笑天 郝重阳

卿圣亚 蒋小君 廖晓林 魏明宗 魏小芸

第六部分

氢气性质实验的改进设计

吹氢气球的演示实验	(员)
充氢气球的简易方法	(圆)
氢气自动吹泡演示器	(猿)
氢气燃烧实验	(源)
氢气燃烧实验的改进	(远)
氢气在空气中燃烧新法	(远)
氢气可燃性演示实验的改进 (一)	(远)
氢气可燃性演示实验的改进 (二)	(愿)
氢气的燃烧与爆鸣联合实验	(愿)
氢气与空气混合爆鸣实验的改进 (一)	(怨)
氢气与空气混合爆鸣实验的改进 (二)	(园)
氢气与空气混和爆鸣实验的改进 (三)	(园)
爆鸣气实验的改进 (一)	(园)
爆鸣气实验的改进 (二)	(园)
爆鸣气实验的改进 (三)	(园)
爆鸣气实验的改进 (四)	(园)
一种爆鸣器	(园)
安全爆鸣器	(园)
粉笔盒在气体爆鸣实验中的应用	(苑)
对点燃 勻 和 韵 爆鸣气实验的改进	(苑)
电火花引爆氢氧混和气体的方法	(怨)
氢气爆鸣实验的改进	(园)
氢氧混合气体的爆炸是热爆炸吗	(园)
自制简易氢氧爆鸣实验装置	(园)
氢氧混和气体爆鸣仪	(园)
氢氧混合气体爆鸣实验的改进	(园)
氢氧燃烧实验的改进	(园)
氢气的燃烧与爆炸实验	(园)
混合气体爆炸实验的简易装置	(园)
氢氧混合气发生爆炸的实验	(园)
氢、氧爆鸣的自动装置	(猿)
氢气流吹泡实验的改进	(猿)

· 中学生化学实验创新设计 · 猿 ·

氢气吹泡简易装置	(猿)
氢气还原氧化铜实验的改进 (一)	(猿)
氢气还原氧化铜实验的改进 (二)	(猿)
氢气还原氧化铜实验的改进 (三)	(猿)
氢气还原氧化铜的简易实验 (四)	(猿)
氢气还原氧化铜实验的改进 (五)	(猿)
氢气还原氧化铜实验的改进 (六)	(猿)
氢气还原氧化铜实验的改进 (七)	(猿)
氢气还原氧化铜实验的改进 (八)	(猿)
氢气还原氧化铜实验十问	(猿)
氧化铜还原实验的改进	(猿)
沉铜试管的洗涤方法	(猿)
增加一个氢气性质的演示实验	(猿)

第七部分

质量守恒定律实验的改进设计

质量守恒定律实验的改进 (一)	(猿)
质量守恒定律实验的改进 (二)	(猿)
质量守恒定律实验的改进 (三)	(猿)
质量守恒定律实验的改进 (四)	(猿)
质量守恒定律实验的改进 (五)	(猿)
质量守恒定律实验的改进 (六)	(猿)
巧用杠杆演示质量守恒定律	(猿)
质量守恒定律的一个新实验	(猿)
质量守恒定律实验的一个突破	(猿)
质量守恒定律演示实验引燃白磷的新方法	(猿)
快速制取硫酸铜晶体的方法	(猿)
橡皮筋自制简易弹簧秤验证质量守恒定律	(猿)

第八部分

一氧化碳实验的改进设计

用自制投光盒进行丁达尔效应实验	(猿)
二氧化碳密度比空气大实验的改进	(猿)
二氧化碳比空气重的实验改进 (一)	(猿)
二氧化碳比空气重的实验改进 (二)	(猿)
二氧化碳比空气重的实验改进 (三)	(猿)
二氧化碳性质实验的改进	(猿)
二氧化碳性质验证新方法	(猿)

二氧化碳的一个实验	(续)
示教用泡沫灭火器的制作	(远)
安全二氧化碳灭火器	(远)
灭火器原理演示实验的改进 (一)	(远)
灭火器原理演示实验的改进 (二)	(远)
二氧化碳分子空间构型的示教模型	(远)
二氧化碳气体灭火实验的改进	(远)
二氧化碳的制取及性质 (一)	(远)
二氧化碳的制取及性质 (二)	(远)
二氧化碳在水中的溶解平衡	(远)
二氧化碳熄灭蜡烛火焰演示实验的改进 (一)	(远)
二氧化碳熄灭蜡烛火焰演示实验的改进 (二)	(远)
制二氧化碳能否用启普发生器	(远)
二氧化碳的制取与性质的新设计	(远)
二氧化碳的简易检验方法	(远)
二氧化碳气体能用排水法收集	(远)
氢氧化钠与二氧化碳反应生成物的验证实验	(远)
氢氧化钠与二氧化碳反应的喷泉实验	(远)
苛性钠与二氧化碳反应实验	(远)
气液双封贮备大量石灰水	(远)
巧得澄清石灰水的方法	(远)
两种酸与大理石作用	(远)
鸡蛋的沉浮	(远)
碳酸钙高温分解实验	(远)
碳酸钙与碳酸氢钙的相互转化实验	(远)
碳酸盐和碳酸氢盐溶解性对比	(远)

◇ 第九部分 ◇

氧化碳实验的改进设计

一氧化碳性质实验的改进 (一)	(远)
一氧化碳性质实验的改进 (二)	(远)
一氧化碳燃烧实验的改进 (一)	(远)
一氧化碳燃烧实验的改进 (二)	(远)
一氧化碳燃烧实验的改进 (三)	(远)
实验室制取一氧化碳的一种方法	(远)
一种一氧化碳制取和性质实验的联合装置	(远)
微型快速明显的一氧化碳还原氧化铜实验	(远)
一氧化碳还原氧化铜的实验设计	(远)

一氧化碳还原氧化铜的微型装置	(猿)
悦韵还原 悦韵实验的改进 (一)	(猿)
悦韵还原 悦韵实验的改进 (二)	(猿)
悦韵还原 悦韵实验的改进 (三)	(猿)
悦韵还原 悦韵实验的改进 (四)	(猿)
悦韵还原 悦韵实验的改进 (五)	(猿)
悦韵还原 悦韵实验的改进 (六)	(猿)
悦韵还原 悦韵实验的改进 (七)	(猿)
悦韵还原 悦韵实验的改进 (八)	(猿)
一氧化碳使氧化铜还原成铜的新设计	(猿)
悦韵还原 悦韵实验改进后的补充	(猿)
悦韵和 悦韵反应的实验改进	(猿)
用木煤气还原氧化铁和氧化铜	(猿)
悦韵还原 悦韵和 云韵韵 实验的改进 (一)	(猿)
悦韵还原 悦韵和 云韵韵 实验的改进 (二)	(猿)
悦韵还原 悦韵和 云韵韵 实验的改进 (三)	(猿)
悦韵还原 云韵韵 实验的改进 (一)	(猿)
悦韵还原 云韵韵 实验的改进 (二)	(猿)
悦韵还原 云韵韵 实验的改进 (三)	(猿)
悦韵还原 云韵韵 实验的改进 (四)	(猿)
悦韵还原 云韵韵 实验的改进 (五)	(猿)
悦韵可燃性还原性联合实验改进装置	(猿)

第十部分

木炭实验的改进设计

晕韵韵 气体吸附实验的改进	(猿)
木炭吸附 晕韵韵 气体的微型封闭装置	(猿)
木炭吸附二氧化氮实验的改进	(猿)
用三叉管做活性炭的吸附实验	(猿)
木炭吸附性实验的封闭装置	(猿)
木炭具有吸附作用实验的改进 (一)	(猿)
木炭具有吸附作用实验的改进 (二)	(猿)
木炭具有吸附作用实验的改进 (三)	(猿)
木炭还原氧化铜实验的改进 (一)	(猿)
木炭还原氧化铜实验的改进 (二)	(猿)
木炭还原氧化铜实验的改进 (三)	(猿)
木炭还原氧化铜实验的改进 (四)	(猿)
木炭还原氧化铜实验的改进 (五)	(猿)

木炭还原氧化铜的最佳方案	(员毅)
用炭粉还原氧化铜实验中炭粉与氧化铜的最佳比	(员质)
用带活性的炭还原氧化铜无需用酒精喷灯加热	(员圆)
碳还原氧化铜实验的改进 (一)	(员猿)
碳还原氧化铜实验的改进 (二)	(员源)
碳还原氧化铜实验的改进 (三)	(员源)
碳还原氧化铜实验的改进 (四)	(员缘)
成功率高的木炭还原氧化铜法	(员远)
用坩埚作碳还原氧化铜的实验教学	(员苑)

第十一部分

分子间空隙实验的改进设计

分子间空隙演示器	(员毅)
说明分子间有空隙的实验改进	(员圆)
蔗糖 (或酒精) 溶于水体积变化的实验	(员圆)
水与酒精混合体积变化的实验	(员质)

第十二部分

溶解度实验的改进设计

气体溶解度和温度关系的实验	(员猿)
温度对气体溶解度影响的简易实验	(员猿)
气体溶解度受温度和压强影响的实验改进设计	(员源)
气体溶解度与压强关系实验设计	(员缘)
乳浊液演示试验的改进	(员远)
硝酸铵溶于水实验的改进	(员远)
氢氧化钠溶解放热	(员苑)
物质溶解过程中热现象的实验改进	(员愿)
有趣的溶解热实验	(员愿)
溶解时吸热现象的实验	(员毅)
溶解过程中吸热与放热现象实验的改进	(员圆)
悦葬(韵) 溶解度随温度升高而减小的实验	(员质)
测定硝酸钾溶解度实验的改进 (一)	(员质)
测定硝酸钾溶解度实验的改进 (二)	(员猿)
测定硝酸钾在水里的溶解度的误差	(员源)
溶质质量法测定硝酸钾溶解度实验的改进	(员远)
硫酸铜晶体中结晶水含量和硝酸钾的溶解度的测定实验	(员愿)
明矾或胆矾晶体的制备	(员猿)
溶解度的列表计算	(员源)

· 中学生化学实验创新设计 · 猿 ·

气体溶解度与温度关系实验的改进	(猿毅)
绘制溶解度曲线实验的一点改进	(猿园)
物质溶解过程热效应的实验	(猿园)

第十三部分

结晶水合物实验的改进设计

胆矾中结晶水含量测定实验改进	(猿源)
浓硫酸使结晶水合物失水的实验和属性	(猿缘)
加热硫酸铜晶体的封闭装置	(猿愿)
粗盐提纯为什么要用水洗晶体	(猿毅)
食盐单晶的简易制备法	(猿园)
硫酸锌晶体的制取	(猿园)
大块硫酸铜晶体的制备	(猿园)
制取硫酸铜大晶体的简便方法	(猿猿)
氢氧化钠的潮解	(猿猿)

第十四部分

演示置换反应实验的改进设计

锌和硫酸铜反应的补充实验	(猿缘)
做好锌置换硫酸铜学生实验	(猿缘)

第十五部分

氧化物化学性质实验的改进设计

用实验进行氧化物知识的教学	(猿苑)
碱性氧化物跟酸性氧化物反应	(猿毅)
单质、氧化物、酸、碱和盐的相互关系的两组实验	(猿园)
中和热测定实验装置的改进	(猿园)
选择合适的生石灰与水反应	(猿缘)
氧化汞的加热分解实验	(猿苑)
气态酸碱反应的演示实验	(猿苑)

第十六部分

酸碱中和反应实验的改进设计

透氧与 匀强匀 反应的实验	(猿毅)
中和反应有水生成的证明	(猿园)

◇ **第十七部分** ◇

复分解反应实验的改进设计

复分解法制取纯碱的课外实验	(圆苑)
羰基在 哉 中燃烧实验的改进	(圆猿)
初中化学几个实验的改进 (一)	(圆源)
初中化学几个实验的改进 (二)	(圆缘)
初三化学实验四步训练程序	(圆苑)

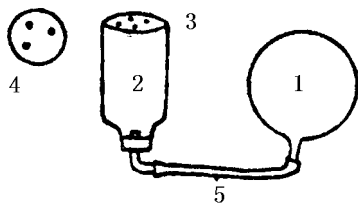
第六部分

氢气性质实验的改进设计

吹氢气球的演示实验

实验装置如图。

用一只 1000 毫升的塑料瓶，在瓶底用烧热的玻璃棒烫四个圆孔，在塑料瓶底垫上两层塑料窗纱，并用棉线穿过圆孔固定在塑料瓶底上，目的是使洗洁精液能粘附在瓶底上。吹氢气球的液体，用洗洁精原液加少许甘油混匀即可。贮气球最好用塑料球（吹塑球），利用稀硫酸跟锌粒反应制取氢气，不能用盐酸跟锌粒反应制取的氢气，因制得的氢气带有酸雾，直接影响到氢气球的生成，并用向下排空气法将氢气收集在塑料球里。实验进行时，只要将贮气球跟塑料瓶用导管连接起来，蘸上吹氢气球的液体，一手拿着塑料瓶，

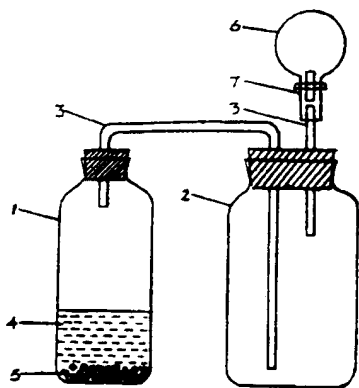


- ① 储气塑料球 ② 塑料瓶
③ 两层塑料窗纱，用棉线穿过小孔，固定在塑料瓶底上
④ 塑料瓶底上圆孔 ⑤ 导管

氢气性质实验的改进设计

■ 充氢气球的简易方法

5. 装置 (见图)



三

- ①小口塑料瓶； ②大口塑料瓶； ③玻璃导管；
④量筒与热溶液（远克 量筒与恒压热水）； ⑤铝丝
⑥大号氢气球 ⑦乳胶管 ⑧氢气球咀

圆规操作方法：

按图装好设备，在小口塑料瓶中放入足量铝丝和 远克固体 羰基，然后往小口瓶中加入 源毫 热水，即可充气了，短时间内就可充一个大号氢气球。球充好后，可将图 远部分取下扎紧氢气球即可。一个球充好后，只需再加入一定量铝丝和 远克 羰基，将事先准备好的橡皮胆插入图的乳胶管“苑”上，又可充第二个氢气球了。

体会：

①用 ~~在恒匀搅~~在塑料瓶中按此法充氢气球很困难，因为反应太慢，不能产生足够大压力的氢气。

②改用 ~~在恒匀搅~~与热水的方法后，反应极快，短时间就可以充一个很大的氢气球。但由于反应很猛烈，故往往会将许多反应液冲进氢气球内，这就是我们用广口塑料瓶作缓冲瓶的理由。

③采用 ~~在恒匀搅~~与热水的这个量比，反应速度一般可控制：反应慢了，可将反应器放在热水浴里加快速度，慢了可用自来水冲淋或浸泡反应器，使反应速度加快。

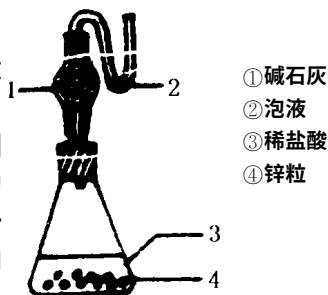
④根据我们实验的结果，用此装置没有危险性：我们在实验中有意识地堵塞导管，反应的结果只是使塑料瓶底穿了一个洞。不过要注意，在反应进行时，不能用手去挤压瓶子，以免铝丝将塑料瓶戳穿。（因为反应热会使塑料瓶变软。）

氢自动吹泡演示器

氢自动吹泡演示器装置：

操作方法：

在“~~杂~~”形弯曲管中滴少量 ~~高级洗衣粉液~~（称泡液），再取下锥形瓶瓶塞，将在硫酸铜溶液中浸泡过的粗锌粒少许（约 ~~几粒~~）放入锥形瓶中，然后加入约 ~~100毫升~~的稀盐酸，立即盖好瓶塞，这时氢气就会大量产生。



氢气流自动吹泡情况

开始氢气流较足，因此产生的氢气泡较多，一个连接一个，

一直能连接起来。几个气泡这时稍稍用咀吹一下，成链状的气泡会脱离导管而上升，接着又是一串链状气泡，再轻轻吹一下又会脱离导管口而上升……。随着氢气流量的逐渐减弱，气泡由开始的链状脱离变为单个气泡脱离，五颜六色的氢气泡如同仙女散花似的布满整个讲台上空，十分有趣。如感兴趣的话，可让单一泡稍养大一些，再轻轻吹一下，并同时用火迅速点燃正在慢慢上升的气泡，氢气泡会“噗”的一声燃烧而消失。

注意事项：

①“杂”形导管可用一般导管弯曲而成，“杂”管的高度一般适宜为宜，过高无气泡，过低气泡太小。

②“杂”管底部的泡液面应与弯曲处保持相平为宜。

氢气燃烧实验

氢气在空气中燃烧火焰为什么会带黄色？用什么方法可以把黄色火焰除去？对此，福建南平市三中叶永庚老师作了一些探讨：

理论分析：

众所周知，正常状态下，原子处于最低能级，这时电子在离核最近的轨道上运动，当受热或光照射，原子从相互碰撞或从入射光子中吸收能量，从低能级跃迁到较高能级，这时电子在离核较远的轨道上运动。原子从低能级向高能级跃迁的过程吸收能量，原子从较高能级向低能级跃迁辐射能量。这种能量以光子的形式辐射出去便产生原子的发光现象。原子无论吸收还是辐射能量都等于原子发生跃迁时两个能级间的能量差。

设氢原子从能级 E_n 跃迁到能级 E_m ($E_n > E_m$) 时，辐射出的光子的频率为 ν 根据氢原子的能级公式：

$$E_n - E_m = h\nu \quad (h \text{ 为普朗克常数})$$

显然，原子跃迁时的能级差越大，发射出的光子的频率就越高，

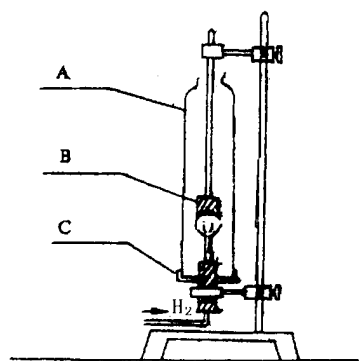
而光的颜色是由光的频率决定的，不同的色光具有不同的频率。根据光波动学说，光的频率和光的波长的乘积等于光的传播速度，所以，如果用 ν 表示光的频率， λ 表示光在真空中的波长，用 c 表示光在真空中的速度，则 $c = \lambda \nu$ 。各色光在真空中的传播速度相同，因此，光的频率与波长成反比，即跃迁时的能级差越大，发射出的光子的频率越高，光的波长就越短。有色光的波长如下表（表中单位为埃）：

红	6200-7600	绿	4900-5700
橙	5900-6200	蓝	4400-4900
黄	5700-5900	紫	3800-4400

氢气在空气中燃烧时，火焰的各个部分温度不同，氢原子具有的能量也就不同，当这些能量不同的原子回到低能级时，发射出的光的能量也就不同，因此，氢气燃烧时会产生不同颜色的火焰。

氢原子光谱在可见光部分有 4 条谱线，它们的波长分别是：6563 Å, 4861 Å, 4340 Å, 4101 Å。

这四条谱线中，只有 4340 Å 谱线是蓝光，要使氢气燃烧的火焰呈蓝色，就必须尽可能减少氢原子在燃烧时发生 6563 Å、4861 Å、4101 Å 谱线的跃迁，而使氢原子能量跃迁到产生蓝光（4340 Å 谱线）的能级轨道上，是否可以通过控制火焰的温度达到这个目的？为此，我们设计了由氢发生器、洗涤、干燥、燃烧器组成的实验装置。燃烧器由底部开口的试管、截流器、空气调节器组成。燃烧器中试管用于把火焰与外界空气隔开，达到减少热幅射并把氮气、惰性气体及部分水蒸汽排出试管外的目的；空气调节器用于控制进入试管内空气的流量，



防止过量冷空气把反应生成的热量带走，造成火焰温度降低；截流器的作用是降低从导管口溢出的氢气的流速，保证导管口附近有一定浓度的氢气。（燃烧器如图所示）

■ 氢气燃烧实验的改进

氢气燃烧时，由于尖咀被管是由钠玻璃制成的，所以火焰呈黄色，难以观察到淡兰色火焰。福安一中陈明恭老师采用扁笔的金属头（将笔毛拔去），套在玻璃管上，并将头 $3/4$ 适当压平，使头 $3/4$ 宽约 2cm ，厚 1cm 左右，这时燃烧氢气的火焰接近无色，调节氢气的流量，使火焰的高度达 10cm ，焰尾 3cm 是淡兰色。

■ 氢气在空气中燃烧新法

氢气燃烧通常都是在玻璃尖嘴导管口或者在金属尖嘴导管口点燃的，都有焰色干扰现象，不能体现氢气在空气中燃烧时的真正颜色。江苏省灌云县中学李元老师介绍若用下述方法实验，则可避免干扰反映出氢气燃烧的“庐山真面目”。

扎一小团棉花在玻璃棒的一端（手拿另一端），用它蘸上酒精，放在酒精灯上点燃，再用它及时去点燃飘在空气中的氢气泡，一个个地去点，氢气燃烧产生的淡蓝色的火焰一团接一团，煞是壮观。

这样做，简单易行，现象明显、准确，且富有趣味性。

■ 氢气可燃性演示实验的改进（一）

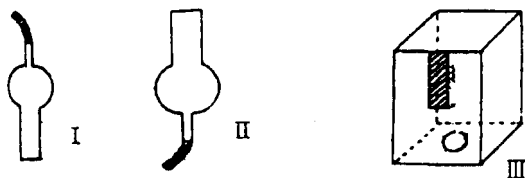
在进行初三化学氢气可燃性实验时，火焰往往带黄色。这一

异常现象，直接影响教学效果，给学生造成氢气燃烧火焰呈黄色的错误认识。在实际教学中，四川省德阳市中区孝泉镇中邓建国老师对这一实验作了改进，现介绍如下：

实验用品：氢气、干燥管，暗盒

实验装置：如图 I、II

暗盒自制，如图 III



底部开圆孔，大小以能伸进干燥管为宜，正前方开一观察孔，内壁用墨涂黑。

操作方法：

①将纯氢气用胶导管连接在干燥管的小管一端，用向下排空气法收集氢气。如图 I 示。过一会儿移向酒精灯点燃氢气。

②将点燃的氢气干燥管口向上。如图 II 示。此时可观察到氢气在干燥管的内口处安静燃烧。火焰为淡蓝色。如果气流不强，可放入暗盒中进行观察。该现象若在晚上无灯光时观察现象更明显，同时可观察到管内壁有水珠生成。

③燃烧现象观察后，可将通氢气的胶导管拔掉。干燥管仍如图 II 放置。过一会儿，就可听到尖锐的爆鸣声。因为，上部管口消耗氢气，下端管口进入空气而形成爆鸣气，发生爆鸣。

实验优点：

- ①实验装置简单，仪器易找。
- ②操作方便，安全，可靠。
- ③现象明显，形象直观。
- ④减少了器材，可观察到多个现象（火焰、水、爆鸣）。