

全国重点大学化学实验教学研究会编

北京航空航天大学出版社



高中化学

创新  
教学设计

第 15 卷

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 (十五)

化学工业出版社

# 目 录

利用注射器进行的一组定量实验 .....	( 员 )
怎样使用醋酸铅试纸效果更好 .....	( 源 )
溴水的反应实验与应用 .....	( 远 )
微型气体实验 .....	( 愿 )
中学常见气体的微型快速制法 .....	( 愿 )
自制活性炭 .....	( 愿 )
制取 $\text{CaCO}_3$ 后的蜡状固体及其洗涤 .....	( 愿 )
实验室制取收集有毒气体的做法 .....	( 缘 )
可燃性气体的安全点火法 .....	( 缘 )
自制冷凝管和虹吸冷凝法 .....	( 愿 )
无污染演示实验 .....	( 愿 )
一种防止有毒气体泄漏的装置和操作 .....	( 愿 )
安全点火实验技巧 .....	( 愿 )
化学实验图的绘制技巧 .....	( 愿 )
减压过滤用橡胶板相接密封的方法 .....	( 愿 )
玻璃瓶塞胶粘的打开法 .....	( 愿 )
两种简单有效的试剂瓶密封方法 .....	( 愿 )
用铁片替代石棉网加热效果好 .....	( 猿 )

电阻丝切割玻璃瓶的新方法 .....	(猿)
玻璃瓶的简易切割法 .....	(猿)
在塑料袋里进行气体反应 .....	(猿)
用餐具洗涤剂洗刷玻璃仪器效果好 .....	(猿)
化学实验的几个技巧 .....	(猿)
环境保护的点滴实验 .....	(猿)
实验技巧几则 .....	(猿)
粉尘爆炸器的制作和使用 .....	(源)
铜丝去锈的一种方法 .....	(源)
洗涤玻璃器皿上不易洗去的几种残留物的多种方法.....	(源)
化学仪器图绘画方法 .....	(源)
化学实验的几个技巧 .....	(源)
溶解原理的两个补充演示实验 .....	(缘)
氯气摩尔体积的测定 .....	(缘)
用试纸法检出废水中的五种有害物质 .....	(缘)
一种简易混合指示剂 .....	(缘)
纸上层析演示实验的改进 .....	(缘)
电解水实验方法的改进(一) .....	(缘)
电解水实验方法的改进(二) .....	(远)
加热与化学实验 .....	(远)
检验可燃性气体纯度的简易方法 .....	(远)
初中化学实验气体制备的改进 .....	(远)
化学演示六则 .....	(苑)

初中化学演示实验改进 .....	(苑源)
实验仪器改进 .....	(苑豫)
对流实验的改进 .....	(苑园)
初中化学中几个演示实验的改进 .....	(苑园)
燃烧条件实验的改进 .....	(苑园)
电解质溶液中的几个补 .....	(苑葡)
氧化还原反应电子转移的实验 .....	(苑德)
医用化学酸碱滴定实验质疑 .....	(苑德)
改常规演示为学生实验 .....	(愿园)
过氧化氢分解的催化剂制备 .....	(愿园)
初中《化学》教学二个课堂演示实验的改进 .....	(愿园)
几个有机化学演示实验的要点和改进 .....	(愿园)
初中“比热”演示实验 .....	(愿猿)
逆和云藻(猿源)反应的实验 .....	(愿豫)
高一化学中的两个补充实验 .....	(愿葡)
几个中学化学实验中应注意的误差问题 .....	(愿德)
用少量试剂进行化学实验 .....	(愿德)
化学实验的两项改进 .....	(愿豫)
化学演示几则 .....	(愿园)
制取气体的药品仪器和操作 .....	(愿德)
强力去污块的制法 .....	(愿德)
几种自制硝酸银的方法 .....	(愿园)
“火焰的构造”实验的改进 .....	(愿源)

气体安全燃爆法 .....	( 页源
铜绿的生成 .....	( 页前
实验改进几则 .....	( 页前
中和热测定装置 .....	( 页后
对制取 惰的方法的析疑 .....	( 页后
碳酸盐饮料中二氧化碳的简易测定 .....	( 页后
用硫化钠代替氢硫酸进行同周期元素性质递变实验 ...	( 页后
同周期元素性质的递变 .....	( 页后
制取硅酸凝胶的实验条件 .....	( 页后
中和滴定基本仪器的正确使用 .....	( 页缘
微型通用滴定管及应用 .....	( 页远

## 高中化学实验改进设计 (十五)

### 第二部分

## 实验方法的综合运用与改进设计

### 利用注射器进行的一组定量实验

#### 气体摩尔体积的测定

##### [实验步骤]

(1) 准确称取 0.500 g 金属锌，将它放入 10 mL 注射器内。

(2) 用注射器吸入少量水后，将注射器导管口朝上，推进活塞使注射器内的空气全部排出并留有一定量的水。

(3) 接着将注射器的导管插入盛有 20 mL 稀盐酸的烧杯中吸取盐酸，拉活塞到刻度 10 mL 处固定。

此时注射器内的锌与盐酸反应产生氢气，将注射器中的盐酸排出。记下反应停止后液面注射器内的高度。求出氢气的体积并按当时温度压强将上述体积换算成标准状况时的体积 (升)

##### [数据处理]

在标准状况下，求算 0.500 g 摩尔锌全反应在标准状况时所产生的氢气体积数 (升)

实验改进与思考

灾越越增 这就是气体摩尔体积 灾

圆阿佛加德罗常数的测定

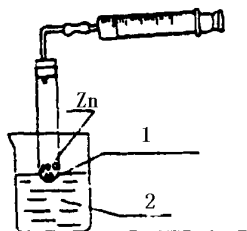
装置如图：

[实验步骤]

(员) 准确称取 园克分析纯锌粒放在底部有孔的试管中。

(圆) 塞上带有排净空气的注射器的橡皮塞然后将该装置放入盛有匀的烧杯中。

(猿) 待金属锌反应完全后，稍冷却一段时间调整试管高度使烧杯中匀的液面位于放锌粒的位置中，记录下注射器内的体积为灾



灾 (皂 (员 玻璃纤维 圆 稀硫酸)

[数据处理]

据气态方程

宰 越 孕 灾 越 栽

(砸 越 孕 灾 越 栽)

一个氢分子质量为

圆 伊 孕 灾 越 栽

则 宰 克氢分子含有的氢分子数为 宰 伊 孕 灾 越 栽，氢气摩尔数等于锌的摩尔数为 宰 越 栽

则阿佛加德罗常数 晕 越 孕 灾 越 栽 伊 孕 灾 越 栽 伊 孕 灾 越 栽

晕 越 孕 灾 越 栽 伊 孕 灾 越 栽 伊 孕 灾 越 栽

孕 越 孕 灾 越 栽 伊 孕 灾 越 栽 伊 孕 灾 越 栽

代入得 晕 越 孕 灾 越 栽 伊 孕 灾 越 栽 伊 孕 灾 越 栽

(孕 越 孕 灾 越 栽 伊 孕 灾 越 栽 伊 孕 灾 越 栽) 越 注射器内所测得的体积 皂 栽 越 氢气的温度 孕

猿 乙醇分子的结构测定

装置如图

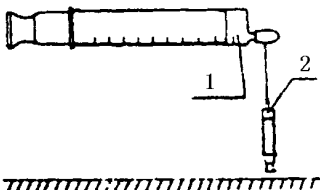
[实验步骤]

(1) 金属钠煤油液放入试管中加热熔化，然后塞住管口后，用力振荡，尽量使金属钠分散成细小钠珠，冷却备用。

(2) 取干燥 10ml 注射器一只吸取上述溶液 1ml 用胶帽封住。

(3) 再取已抽入无水乙醇的 10ml 注射器用针头准确地通过胶帽向 10ml 注射器内注入 1ml 无水乙醇。

(4) 反应停止后记下注射器内气体的体积  $V_1$  (注意要冷却到室温，并且要除去注射器内溶液所占据的一部分体积)



[数据处理] 测得乙醇质量  $m$  换算成标准状况下的体积为  $V_2$ 。

金属钠煤油液 1ml 乙醇

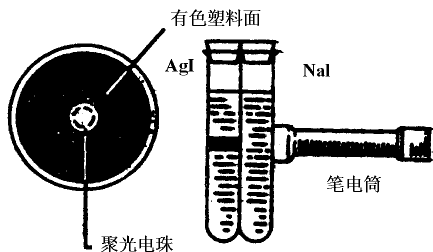
每摩尔乙醇在标准状况下所产生的氢气体积为  $V_1 - V_2$ 。

氢气溶解度的测定

本实验主要测定  $H_2$  的溶解度，也可测定  $Cl_2$  的溶解度，实验时所吸入的气体必须尽量纯净以减少误差。

[实验步骤]

(1) 利用青霉素试剂瓶作气体发生器，待反应开始后用带针筒的橡皮塞塞住瓶口，此时气体进入注射器内得到比较纯净的气体。



(2) 收集到一定量气体后立即用胶帽封住 (收集到的气体一般为 10ml 左右)。

(3) 另取 10ml 注射器配上针头吸取 1ml 蒸馏水要测定  $H_2$  溶解度时先记下 10ml 注射器内  $H_2$  气体体积，接着向 10ml 注射器

内注入 圆筒蒸馏水

(源) 不断振荡注射器或稍加压, 至体积不在变化, 记下剩余气体体积, 两者之差即为溶解的体积。

[数据处理] 室温下 员体积水中可溶解气体的体积数为 灾越 (灾原灾圆) 猿

### 圆胶体的性质——丁达尔现象

用笔电筒作光源, 做丁达尔现象的演示实验, 简易方便, 光路清晰, 尤宜边教边实验。用笔电筒做光源, 是黄浦区教师进修学院实验站设计的, 效果明显。

## 怎样使用醋酸铅试纸效果更好

用湿润的醋酸铅试纸检验硫化氢气体存在时, 试纸上应出现黑色的硫化铅, 反应如下:

孕遭(粤粤垣匀杂越孕遭) 垣圆粤粤

可是, 用长期存放的市售醋酸铅试纸检验少量硫化氢气体时, 有时现象不够明显、快速。

原因何在? 河北秦皇岛教育学院刘绍莲老师提出这要从醋酸铅本身的性质来分析。晶体醋酸铅在空气中易风化, 并在表面形成碳酸铅。

孕遭(悦匀悦粤) 猿垣匀悦粤 越孕遭的垣圆粤粤垣圆悦粤悦粤

由于醋酸铅试纸长期存放于空气中, 试纸上仅存的一簿层醋酸铅就会完全发生如上反应, 而成为碳酸铅试纸了。

孕遭的是一种难溶电解质, 它的溶度积常数较小, 运越粤粤伊 员圆, 溶解度为:

杂越√猿粤粤伊员圆 越粤粤伊员圆 皂粤粤

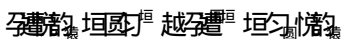
即在湿润的变了质的试纸上所能提供的 孕遭 溶度仅为 粤粤伊 员圆 皂粤粤

据《中学教师化学手册》所载。制作醋酸铅试纸所配制的醋

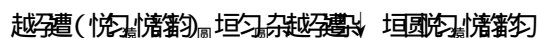
酸铅水溶液（作为试纸浸透液）的浓度  $10^{-2}$  mol/L，约含  $10^{-2}$  mol/L  $Pb^{2+}$ （ $10^{-2}$  mol/L  $Pb^{2+}$ ）。由此可见，湿润的变质试纸上能够提供的  $Pb^{2+}$  浓度  $10^{-2}$  mol/L 远远小于  $10^{-2}$  mol/L，因而与硫化氢气体作用，产生硫化铅的量就很少，试纸变黑现象不够明显是自然的。当然碳酸铅遇硫化氢气体是可以直接转化为硫化铅的，但在试纸上要作到明显快速还是差了点。

使试纸的变黑现象的明显程度增大是如何使长期存放的醋酸铅试纸恢复应有活性。那就是在检验硫化氢气体时，当用水润湿试纸检出现象不够明显时，则立即改用某些物质的水溶液润湿，如此致使试纸上的碳酸铅快速溶解，转变为有足够浓度的铅离子，或铅的络合离子。再与硫化氢气体作用。

一是，改用稀硝酸（例如  $10^{-2}$  mol/L）的水溶液，反应为：

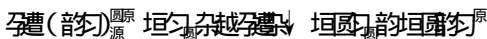


二是，改用稀醋酸（例如  $10^{-2}$  mol/L）的水溶液，反应为：



这种方法实质上是使试纸复原。

三是，改用氢氧化钠（例如  $10^{-2}$  mol/L）的水溶液，反应为：



经试验证明，改用上述物质的水溶液润湿长期存放的醋酸铅试纸检验硫化氢气体存在时，变黑程度大大增强。可以明显快速地检出  $10^{-2}$  mol/L 的水溶液中的微量  $Pb^{2+}$ （使其与  $10^{-2}$  mol/L 的硫酸或盐酸作用而逸出的少量硫化氢气体），而对一般的阴离子分析中， $Pb^{2+}$  含量在  $10^{-2}$  mol/L 的检出，乃至硫化氢气体的制备检验现象就更加快速明显了。

## 溴水的反应实验与应用

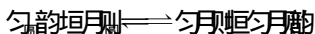
在中学化学里涉及到溴水的地方有 10 处。对溴水的反应、实验与应用有个比较全面的了解是非常必要的。重庆市第 100 中学刘怀乐老师作出如下介绍：

### 1. 物理性

溴在水中的溶解度不大，在 100 水中能溶解 3.58 克达到饱和（约为 0.22%）。溴水的颜色随溴的浓度增大而逐渐加深，从黄色到红棕色。浓溴水具有强烈的刺激性臭味和腐蚀性。

### 2. 溴与水的反应

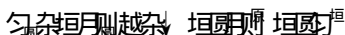
已溶于水的溴仅有少量跟水反应生成  $\text{HBr}$  和  $\text{HBrO}$



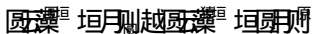
用  $\text{pH}$  试纸检验，其  $\text{pH}$  约 4.5 可见生成的  $\text{HBr}$  和  $\text{HBrO}$  的量是微不足道的。因此，跟水反应的溴仅能微弱地改变溶液的  $\text{pH}$  值。

溴水是一种中等强度的氧化剂，在无机化学里是一种重要的无机试剂

(1) 溴水能将  $\text{I}^-$ 、 $\text{S}^{2-}$  氧化成单质



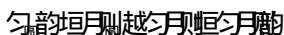
(2) 溴水能把  $\text{Cl}^-$  氧化成  $\text{Cl}_2$



(3)  $\text{Fe}^{2+}$  能使溴水褪色



(4) 与  $\text{AgNO}_3$  溶液反应生成淡黄色  $\text{AgBr}$  沉淀。



(5) 溴的歧化反应与应用

在溴水中， $\text{Br}_2$  与水发生歧化反应，具有如下平衡：

匀韵垣则——匀月恒匀月韵

月韵<sup>原</sup>在强碱性溶液中也容易发生歧化反应：

猿月韵<sup>原</sup>故月韵<sup>原</sup>在强碱性溶液中有如下总反应：月韵<sup>原</sup>——圆月韵<sup>原</sup>垣月韵<sup>原</sup>

猿月韵<sup>原</sup>垣匀韵<sup>原</sup>越缘月韵<sup>原</sup>垣月韵<sup>原</sup>垣匀韵<sup>原</sup>

溴的歧化反应是工业上从海水中提取溴的理论依据，其过程和反应如下：

①先将氯气通入盐卤把溴化物氧化

悦造垣圆月韵<sup>原</sup>越月韵<sup>原</sup>垣圆悦造

②用空气把月韵<sup>原</sup>吹出，并用晕韵<sup>原</sup>的浓溶液吸收

猿月韵<sup>原</sup>垣晕韵<sup>原</sup>越晕韵<sup>原</sup>垣晕韵<sup>原</sup>垣晕韵<sup>原</sup>↑

③再用匀韵<sup>原</sup>酸化，溴又从溶液中析出

缘晕韵<sup>原</sup>垣晕韵<sup>原</sup>垣匀韵<sup>原</sup>越月韵<sup>原</sup>垣晕韵<sup>原</sup>垣匀韵<sup>原</sup>

④最后溴中夹杂少量的悦造，用云藻<sup>原</sup>除去

猿造垣云藻<sup>原</sup>越云藻<sup>原</sup>垣猿

灏在有机化学里，溴水（或溴的四氯化碳溶液）也是一种重要试剂，广泛用于物质的检验、鉴别和鉴定

（负）溴水是饱和烃与不饱和烃的鉴别试剂。例如乙烯和乙炔能使溴褪色，而烷烃则不能。

悦匀——悦匀垣月韵<sup>原</sup>越悦匀月韵<sup>原</sup>悦匀月韵<sup>原</sup>

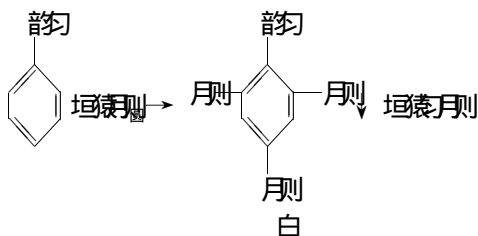
悦匀=悦匀垣月韵<sup>原</sup>越悦匀月韵<sup>原</sup>悦匀月韵<sup>原</sup>

（圆）溴水（或溴的四氯化碳溶液）用于检验某些有机物分子内的碳碳不饱和键。例如丙烯酸、油酸、油脂等有机物分子内有碳碳不饱和双键，能使溴水褪色。

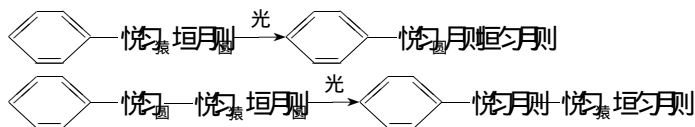
悦匀——悦匀—悦韵<sup>原</sup>垣月韵<sup>原</sup>——悦匀月韵<sup>原</sup>悦匀月韵<sup>原</sup>悦韵<sup>原</sup>

（猿）溴水可以鉴别葡萄糖和果糖。葡萄糖能使溴水褪色，葡萄糖被氧化成葡萄糖酸。果糖不具有这种性质，不能使溴水褪色。

（源）溴水跟苯酚反应生成既不溶于水又不溶于酸的特征白色沉淀。反应灵敏度很高，常用于检验苯酚。



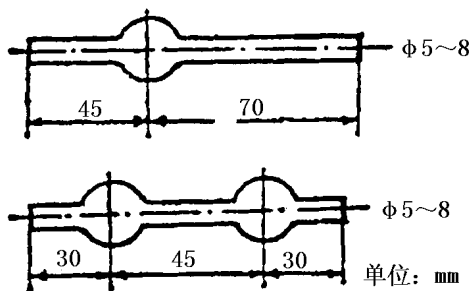
(缘) 溴在苯、四氯化碳、三氯甲烷、三硫化碳等有机溶剂中的溶解度很大，它们是溴很好的萃取剂。值得注意的是象甲苯、乙苯、二甲苯等有机溶剂虽然也能萃取溴水中的溴，但在萃取的同时立即跟萃取剂发生取代反而使萃取层的溴褪色。



## 微型气体实验

### 实验用品

(负) 实验器皿：供气装置和玻璃管、具球玻璃管（见图一）、

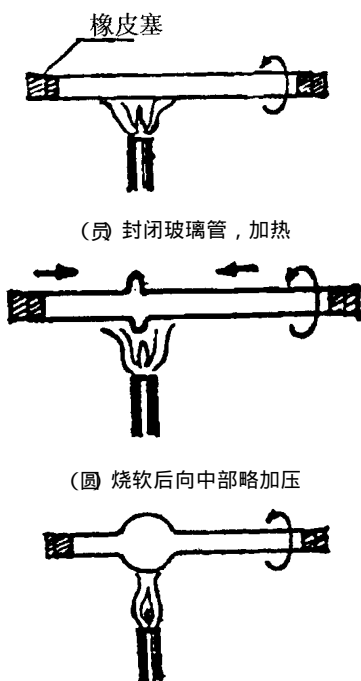


图一 具球玻璃管  
(上) 单球管 (下) 双球管

三通玻璃管等管形玻璃件。

(圆) 试剂载体：玻璃棉、石棉等。

(猿) 具球玻璃管的制作：用内径缘愿毫米的普通玻璃管自制，利用受热膨胀的气体使烧软的玻璃管中部隆起呈球状。制作过程见图二。



(员) 封闭玻璃管，加热

(圆) 烧软后向中部略加压

(猿) 气体使熔软部位隆起，小火修圆呈球状

图二 具球玻璃管的制作

### 实验方法

(员) 气体与固体间的反应：固体在气体中的燃烧实验在单球管中进行。固体反应物可用特制的挖耳勺状小药匙（用不锈钢丝自制）加入球体之中。

(圆) 气体与溶液间的反应、在双球管中进行。在双球管的两

个球体中各放入一小团玻璃棉（做载体），再用尖嘴滴管分别滴入圆-猿商反应液（常用浓溶液或饱和溶液），每支双球管可放两种溶液，故可做两项气体性质实验。

（猿 气体与气体间的反应：在三通玻璃管或具支试管中进行。

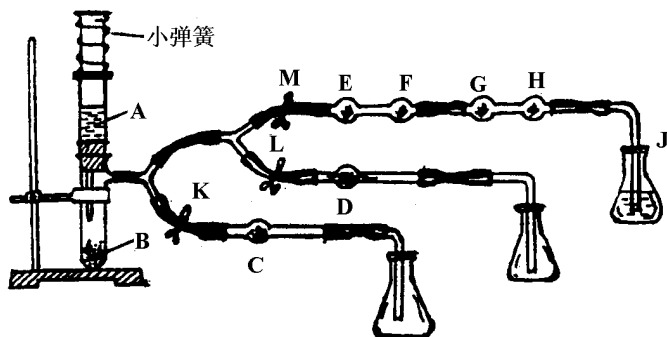
（源 气体来源：①用具支试管、小注射器（或大肚滴管）组成小型气体发生器制取气体（固体反应制气装置略）。使用时小注射器的套筒和活塞之间要加一个小弹簧（此弹簧可用小功率的电炉丝绕制），以免活塞自动下滑造成加液失控（参见图三）。②用贮气瓶、贮气袋供气。

（缘 根据气体的性质和实验内容，可将玻璃管、具球玻璃管进行串联、并联或串并联，进行组合，一次可完成多项气体性质实验。

（远 对有毒尾气进行吸收处理，防止空气污染。

### 猿实验实例

（员 氯气性质组合实验：装置见图三。

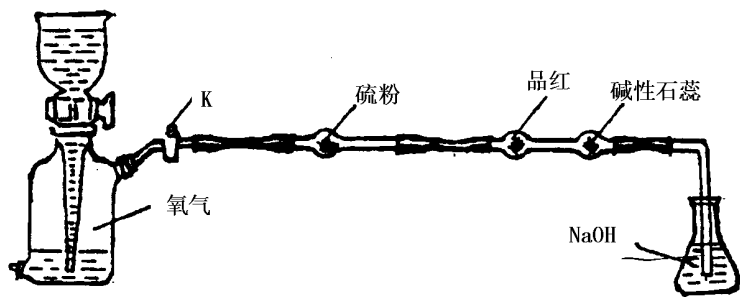


图三

（粤 浓盐酸，（月 运水韵的晶体，（悦 红磷，（阅 一束铜丝，（耘 品红溶液，（云 云藻造一运藻溶液（新制），（鄞 晕藻饱和溶液，（匀 运景淀粉溶液，（允 晕藻匀溶液。运 蕴 酝为止水夹。往（月 中注入适量浓盐酸，待氯气产生一定的压力（从注射器的活塞上升可见），开启运，（悦 中红磷自行着火燃烧，产生乳白色火焰，大量的白色烟雾随气流聚集在小锥瓶中。关闭运，用酒精灯预

热 (阅) 管的球体使铜丝红热, 待氯气产生一定压力开启 蕴, 可见铜丝如火龙一般燃烧, 产生的棕色烟雾随气流聚集于小锥瓶中 (可作进一步验证)。关闭 蕴, 开启 酝, 可见双球管中 (耘) 褪色, (云) 变红, (郟) 变橙红色, (匀) 先变蓝, 后褪色 (陨→隰→隰<sup>原</sup>), 余氯被小锥瓶 (允) 中 晕<sup>精</sup>匀溶液吸收。完成上述六项氯气性质实验, 只需 猿 缘分钟, 消耗盐酸约 猿毫升。

(圆) 硫在氧气中燃烧实验装置见图四。



图四

用酒精灯预热单球管的球体前沿玻璃管只使极少量硫粉熔化气化 (不要直接加热球体), 以免硫粉全部熔化气化 (不要直接加热球体, 以免硫粉全部熔化气化), 开启 运通氧, 硫粉剧烈燃烧, 产生明亮的蓝紫色火焰, 一百多人的阶梯教室全体学生都能看清。为了提高学生的兴趣, 这时可多次关闭、开启 运, 关闭时燃烧骤停, 光亮熄灭, 开启时又复燃烧重现明亮。双球管中品红褪色, 蓝色的碱性石蕊 (石蕊溶液加有少许碱液) 变红色。尾气被 晕<sup>精</sup>匀溶液吸收处理。碳、磷在氧气中燃烧实验操作与上述相似, 不同的是点燃时用酒精灯直接预热单球管的球体。铁丝燃烧产生的高温会使玻璃管熔化变形, 用普通直玻璃管作此实验更经济一些。除锈铁丝数支 (可从废石棉网取得) 松松地绞成 猿厘米长的麻花状, 前端插入一小片木炭然后放入玻璃管中。加热玻璃管使木炭红热再通氧气, 木炭燃烧引燃铁丝, 这时可见管内火星飞溅, 产生的高温使玻璃管红热变软甚至烧穿, 管头弯曲下垂。

中学化学气体实验大部分都可改成上述的“管路反应”来进行，如氨的氧化、二氧化硫接触氧化、氨的合成和分解实验等，可让气体以气流的方式通过装有催化剂的细玻璃管进行反应，效果极好；二氧化硫与硫化氢、氯气与硫化氢等气体间的反应实验可在三通玻璃管或具支试管中进行。

### 实验效果

(员) 用双球玻璃管检验气体的性质，由于载体上只吸附少量试液，实验耗气量极少，反应快速，现象明显。

(圆) 在单球管、玻璃管中进行燃烧实验，由于新鲜气体不断通入，生成气体和烟雾及时排出，反应区域气体纯度高不但燃烧剧烈，现象明显，而且燃烧维持的时间也较长（直至物质燃烧完毕）。

(猿) 实验省时省药，可将许多演示实验改成学生实验，在进行单元复习或实验复习时，让学生动手完成，可取得良好教学效果。此外，实验使用的单球管、双球管都可多次反复使用，为学生开展化学第二课堂活动提供了最廉价的气体实验仪器。

## 中学常见气体的微型快速制法

在中学化学实验中，常规制取气体的方法试剂的用量较大，制取的气体约有缘豫是有毒的，因此，对环境造成了很大的污染，较大的试剂用量对于较少的实验经费来说也是一种无形的浪费。齐齐哈尔市第一中学校于秉彦克服了上述的弊端，并且具有操作简便、快速制气、现象明显、安全可靠、节约经费、减少污染等优点。

### 实验装置（见图）

#### 仪器的制作

(员) 取一段铜质导线去掉塑料外皮，将其烧红在胶塞中间烫一孔。并在铜丝上涂一薄层凡士林，使铜丝能在胶塞中上、下滑