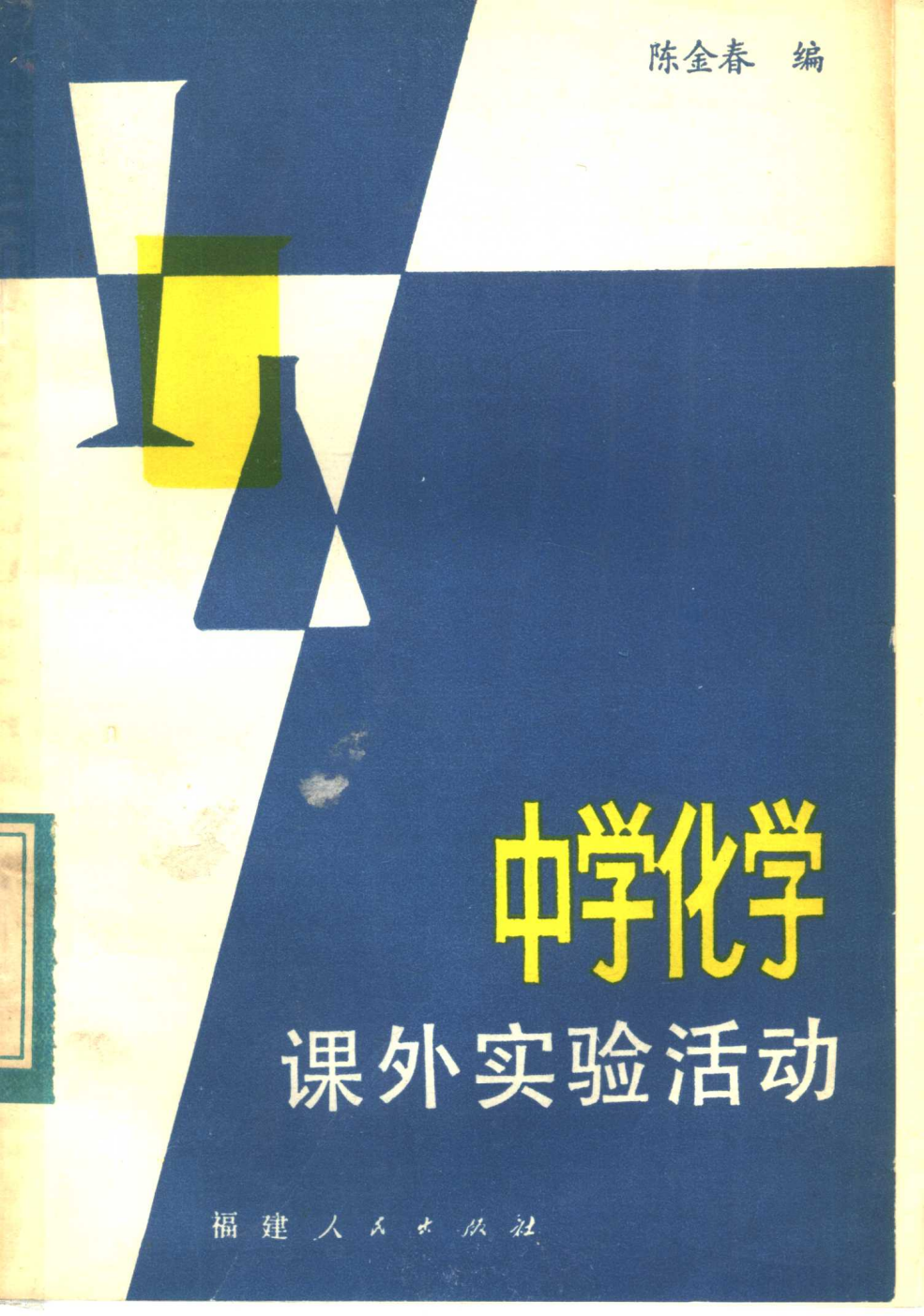


陈金春 编



中学化学

课外实验活动

福建人民出版社

中学化学课外实验活动

陈金春 编

福建人民出版社

一九八四年·福州

中学化学课外实验活动

陈金春 编

*

福建人民出版社出版

(福州得贵巷27号)

福建省新华书店发行

福建新华印刷厂印刷

开本787×1092毫米 1/32 4印张 84千字

1984年3月第1版

1984年3月第1次印刷

印数: 1—6,350

书号: 7173·609 定价: 0.36元

编者的话

本书是为了满足当前中学广泛开展化学课外活动的需要而编写的。

全书共选编了四十三个实验，其中大部分是有关日常生活和实际应用的有趣的化学实验。本书中的实验按现行化学课本的内容顺序编排，力求编得通俗、实用、饶有趣味，尽量作到从实验原理上重点阐明反应的本质，从实验步骤中培养学生的实验技能和能力，从问题讨论中注重加深对化学基本概念和基本理论的理解。因此，它可供爱好化学的在校初、高中学生开展化学课外活动时学习使用，也可作为中学化学教师教学用书和社会知识青年自学用书。

本书在编写过程中得到了厦门大学化学系詹梦雄老师的热情帮助，在此表示感谢。由于时间匆促，知识水平有限，错误和不妥之处在所难免，望读者批评指正。

陈金春

1983年5月

目 录

编者的话

一 燃烧与爆炸	(1)
二 用磷测定空气的成分	(4)
三 质量守恒定律	(7)
四 氢氧合成水	(9)
五 最轻的气体——氢气	(11)
六 二氧化碳	(14)
七 溶解和结晶	(20)
八 硝酸钾的制取和鉴定	(22)
九 溶解过程的各种效应	(25)
十 在化学晚会上的表演	(26)
十一 硫化氢的合成和性质	(31)
十二 三氧化硫的制取	(33)
十三 接触法制硫酸、浓硫酸的氧化性和脱水性	(36)
十四 同周期、同主族元素性质的递变	(40)
十五 氮气和氢气合成氨	(43)
十六 硝酸的不稳定性	(46)
十七 氨氧化法制硝酸	(48)
十八 硝酸铵的制取	(52)
十九 火药	(54)
二十 化学平衡	(57)
二十一 阻化剂	(59)

二十二	墨汁是怎样制成的·····	(60)
二十三	胶体溶液·····	(62)
二十四	离子定向移动·····	(67)
二十五	阿佛加德罗常数的测定·····	(68)
二十六	铝的阳极氧化·····	(71)
二十七	无氟镀锌·····	(73)
二十八	废干电池的利用·····	(77)
二十九	硝酸铝的制取·····	(79)
三十	铁和它的化合物的性质·····	(82)
三十一	铜和它的化合物的性质·····	(87)
三十二	阿佛加德罗定律和它在化学上的应用·····	(91)
三十三	石油的催化裂化·····	(96)
三十四	发酵法制乙醇·····	(99)
三十五	银镜的制造·····	(101)
三十六	合成乙酸·····	(103)
三十七	肥皂的制取·····	(105)
三十八	雪花膏的制取·····	(107)
三十九	苯胺的制取和染色·····	(108)
四十	制取有机玻璃·····	(110)
四十一	泡沫塑料的制取和塑料制品的修补·····	(112)
四十二	脲醛粘胶剂的制取和它的粘合作用·····	(115)
四十三	制取人造丝·····	(117)

一 燃烧与爆炸

当猿人还处在用石器来击退野兽的时代就开始学会用火了。燃烧和火焰一直吸引着无数科学家的注意，几千年来都在探求着“火”的秘密，就连小孩也不时对着火焰进行思考。究竟什么叫燃烧呢？让我们先做以下几个简单的实验吧！

〔实验1〕 点燃酒精灯，然后用小角匙盛取半匙铝粉或镁粉，把它慢慢地撒在酒精灯的火焰上。这时，就可以看到夺目闪烁的白色星光。

闪烁的星光是怎么发生的呢？我们知道：当把金属粉末撒在火焰上的时候，因为它与空气的接触面很大，而且本身体积小，容易被火焰灼热，所以能和空气中的氧化合，生成各种粉末状的金属氧化物。反应所产生的热量再使这些氧化物的温度进一步提高，达到白热程度，于是出现了耀眼的亮光，令人眼眩。但是金属粉末在氧化时被热气流冲开，而且金属粉末也不是同一时间落在火焰上燃烧的，所以出现亮光四溅，一闪一闪，好象星光在飞舞的景象。

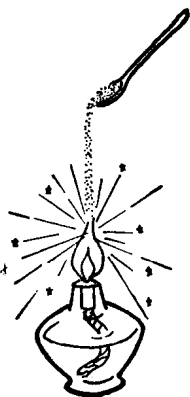


图1 铁在氧气里燃烧

通常我们都有这样一条经验：可燃性物质在不与氧气或空气接触的情况下，是不能燃烧的。点着的酒精灯，罩上盖子后就熄灭；长久不通炉灰的煤炉，火就烧得不旺，甚至会

闷熄。但是，在没有氧气存在下可燃性物质就不能燃烧吗？让我们用实验来回答这个问题。

〔实验2〕 把一束细铜丝灼热后，立刻放进盛有氯气（氯气可以用二氧化锰和盐酸一起反应来制取）的集气瓶里，如图2所示。这时可以看到红热的铜丝在氯气里燃烧起来，集气瓶里充满棕色的烟。



或者点燃一根短的蜡烛，插在铅丝上，伸入到氯气瓶中，如图3所示。我们将会看到，蜡烛在氯气中安静地燃烧，氯气黄绿的颜色逐渐消失，还会冒出滚滚的浓烟。

为什么在没有氧气而只有氯气的情况下，也会发生燃烧的现象呢？原来燃烧并不仅仅局限于物质和氧的剧烈作用，而是一种比较普遍的化学反应现象：凡是剧烈进行的，并且放出大量光和热的反应，都

图2 铜在氯气里燃烧 可以认为是燃烧。蜡烛是碳和氢两种元素组成的化合物，当它遇到化学性质活泼的氯气时，氯能和蜡烛中的氢化合，放出大量的热。反应还分出碳来，形成浓厚的黑烟。因此便出现了在氯气里燃烧的现象。

灼热的铜丝不仅能在氯气中燃烧，而且也能在硫黄蒸气里发生燃烧现象，放出光和热来。

在初中化学实验中，大家曾做过氢气与空气（或氧气），氢气与氯气混

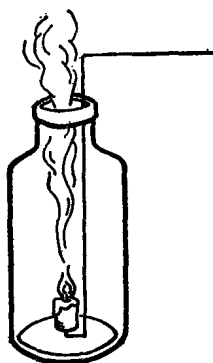


图3 蜡烛在氯气中燃烧

合点燃爆炸的实验。现在我们再做一个实验，来看看爆炸究竟是怎么一回事。

〔实验3〕 在一个废铁缸的底部开一个洞，大小正好插进小漏斗管，在漏斗管上套一根橡皮管。然后在漏斗里放少许（看铁缸的大小放1/4两到半两）面粉，同时在缸内放一支点燃的蜡烛，把缸盖好（注意不要过紧），放在架子上，如图4。如果没有漏斗，可以在铁缸底部的边上开一个小洞，插进橡皮管，把面粉堆在靠近管口的前方。

准备妥当后，只要用嘴对着橡皮管口向里一吹，刹那间“嘭”了一声，缸盖腾空飞起，甚至冲得很高。如果在实验前把面粉烘干，效果将会更好。

面粉为什么会爆炸呢？原来爆炸和燃烧是有密切关系的。实际上爆炸也是燃烧，只不过更激烈，更迅速罢了。因为燃烧必须具备三个条件：可燃性物质，助燃物质（如氧气等），和达到着火点的温度。显然，引起爆炸也是需要具备这三个条件。

可燃性物质着火的难易虽然决定于可燃性物质的性质，但是和可燃性物质的状态也有极大的关系，它的表面积越

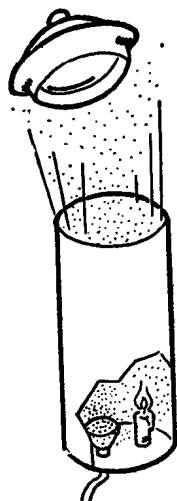


图4 面粉爆炸的实验

大则越容易燃烧。面粉是可燃性物质，当向面粉吹气时，它就飞散开来，悬浮在缸内空气中，这样就使面粉和空气有着较大的接触面积，因而特别容易着火。靠近烛火的面粉，首先受热燃烧起来，产生大量的热，所产生的热又使附近的面粉迅速燃烧起来、产生了更多的热。这样一来，由于产生的热

量越来越多，燃烧的传递也越来越快，所以燃烧的过程，只要在极短的时间（ $1/10$ 秒或更短的时间）便完成了。同时，面粉在燃烧时，面粉中的碳、氢等元素和氧化合生成二氧化碳气体和水蒸气。这些气体的体积本来就比较大，在高温时，它们又要受热膨胀，产生的压强已经十分大了，一瞬间所产生的压强如果冲破铁缸的包围，便发生了爆炸现象，使缸盖腾空飞起。

由于悬浮在空气中的面粉受热会爆炸，因此面粉仓库和工厂以及有大量可燃性粉尘的地方，象棉花加工厂等都绝对不允许吸烟或者产生火星，以免事故发生。

二 用磷测定空气的成分

1771年瑞典的药剂师舍利躲在偏僻简陋的药房里，做他那有趣的实验。

他小心翼翼地架上拿下一小块泡在水里象蜡似的黄磷（即白磷），看到了它在黑暗的夜里放射出美丽的绿光。黄磷在空气中发出的绿光引起这位没有进过任何学校而靠自学成为化学家的浓厚兴趣，于是他切下一片黄磷放在空瓶中，然后将空瓶塞紧放在蜡烛上烘热，立刻就发出强烈的火光，瓶里充满了浓厚的白烟，这就是磷燃烧后生成的五氧化二磷，不久这股白烟凝结成为一层白霜。他对这些并不感兴趣，他要知道的是黄磷燃烧后瓶内的空气到底发生了什么变化？于是他将冷却以后的瓶子倒转过来浸在水中，然后将瓶塞抽出来，一件奇怪的事情发生了，水进入瓶中，占据了约 $1/5$ 的体积。

“又是 $1/5$ 的空气消失了，水跑进来弥补了空缺”，舍

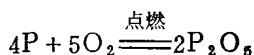
利自言自语地说。

在密封的容器里，他无论燃烧什么物质总是得出相同的结果——容器里的空气总是失去1/5的体积。于是他又将一支燃着的蜡烛放入这剩下来4/5的空气中，结果旺盛的火焰马上熄灭了。他将一只小老鼠放进这剩下来的空气中，不久这只老鼠窒息死了。

舍利发现了这种现象，但他无法说明它。法国的化学家拉瓦锡注意到舍利的实验，他在舍利实验的基础上，继续进行了详细的研究，最后把事情弄清楚了，原来那失去的1/5气体，叫做氧气，剩下的是氮气。氧气能助燃，氮气却不能。

后来经过仔细的测定，空气的成分（按体积计算），大致是氮气占78%，氧气占21%，还有0.94%的惰性气体，以及0.06%的二氧化碳、水蒸气、灰尘和其它杂质。显然，空气的主要成分是氮气和氧气，而且是一种混合物。

二十世纪的今天，我们重做舍利的实验，虽然方法不尽相同，但原理却是一样。即：



从燃烧后水上升的体积，说明氧气约占空气体积的1/5。由于氮气在通常情况下很难跟其它物质发生反应，所以采用燃着的木条的熄灭和对石灰水的不作用来验证余下的约占空气4/5体积的气体是氮气。

〔实验步骤〕

1. 取300毫升左右的玻璃筒一个、配双孔塞，附短弯管两个，导管都接上一段橡皮管，并安上管夹，再在左方的橡皮管上连接弯导管一个。另取燃烧匙一个和旧电线一根，

把匙柄和旧电线都穿过塞子。用细铜丝（可以从旧电线中拆出来）一根连接旧电线的下端，并使细铜丝恰好跟燃烧匙的底面接触。装置如图5所示。

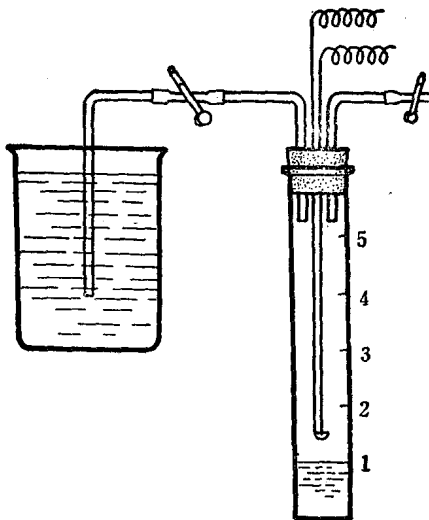


图5 用磷测定空气成分的装置

在玻筒上画标线五根（或用橡皮筋箍在筒上），把筒内容积分成六等分。在筒内盛水一容积。

2. 先在燃烧匙里装入过量的白磷，使它跟匙里的细铜丝接触，然后塞紧玻筒塞，并关闭导管上的管夹。用导线分别接在燃烧匙柄和旧电线的上端。接好后，把两根导线的另一端跟电池的两极相触，就可以看到匙里的细铜丝红热而引起白磷燃烧，这时筒里火光闪闪，并充满白烟。

燃烧完毕，玻筒冷却，筒内白烟溶入水中以后（燃烧后的五氧化二磷是极易溶于水），把一根导管浸入盛着用红墨

水染色水的烧杯里，轻轻开启管夹，红墨水就进入筒内，在正常的情况下，水进入玻筒只能在标线2左右。证明氧气在空气中的体积约是它的1/5。

3.另取125毫升集气瓶两个，盛水倒放在水槽里，准备用排水法集气。目的是要把筒内余下的气体转到集气瓶里来。

先在筒右方的橡皮管上也连接一根长导管，使它的另一管口放在集气瓶口内。然后开启管夹，从左方导管中加水入筒，使筒内气体排出，转移入集气瓶。这样，就把筒内余下的气体等分地转移到两个集气瓶里去。

用烛火插入一个集气瓶里检验，烛火熄灭。在另一集气瓶里加入澄清石灰水，振荡，石灰水不变浑浊。证明了集气瓶里的气体既不能支持燃烧，又不能使澄清的石灰水变浑浊，它是氮气。

实验中用白磷在空气中燃烧的方法来测定空气的成分。由于白磷既有毒性，又容易燃烧（在40℃时即能着火），所以取用白磷时要用镊子夹取，不能用手接触。其次，只能在水中把它切割成小块，同时只能用纸吸去它表面的水分，而不能“擦干”。由于它的着火点低，所以使用时不能“遗失”，万一不慎失落，应尽量把它找出。以免发生火灾。正由于上述缺点，所以实验改用红磷较为安全。

三 质量守恒定律

当化学反应时，产生的气体物质，可以逃得无影无踪。现在我们做一个实验，设法将生成的气体“捕”住，研究一下化学反应前后物质质量之间的关系。

取1克重铬酸铵固体（用粉末状的氯化铵和重铬酸钾按质量4：1混合也可），放在蒸发皿（或铁片）里，在天平上称量。称好后，用小火在蒸发皿下加热。当固体受热时，立即自行传递热量。刹那间，犹如火山爆发一样喷出绿色的物质（在敞开的容器中加热是没有危险的）。它受热后分解出氮气和水蒸气，并且产生可以作为绿色颜料的三氧化二铬。将作用后的产物收集起来，再放在天平上称量，一定会发现质量减少了不少。下一步的问题是设法把反应中释放出来的气体“捕”住。这样就为我们研究质量守恒定律提供了一个实例。

可以这样做，找一个小气球，先用嘴吹（或用打气筒打气），把气球吹大，再让它收缩，这样反复几次，一方面检查气球是否漏气，另外又可以使新气球容易吹入气体。再寻找一根钢笔杆一样大小的小试管（如果没有小试管，可以用大试管再配上橡皮塞和导管），在小试管里放入米粒大小的重铬酸铵3—5粒，把气球捏瘪，排掉其中的空气，小心地

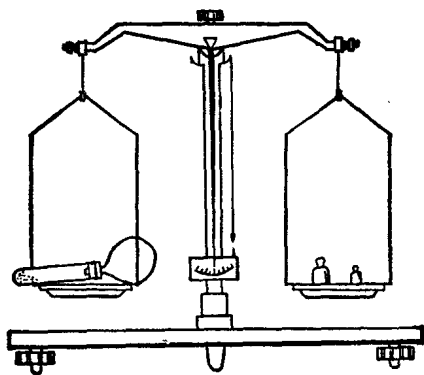


图6 质量守恒定律实验的装置

套在小试管上。如图 6 所示。准备妥当后，把套有气球的试管在天平上称量。

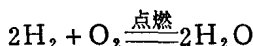
然后，取出试管，放在小火焰上加热，不久就看到前面所述的现象，瘪掉的气球也缓缓地伸展起来，鼓成一个小泡，成为“捕”住气体的场所。等到反应结束后，再放在天平上称量，观察质量有没有变化。

重铬酸铵经过化学变化，产生多种形态的物质。假如实验操作准确的话，我们可以发现变化前后的总质量仍然不变。这就是无数实验所证明了的一条规律：参加化学反应的各物质的质量总和，等于反应后生成各物质的质量总和。这条规律称质量守恒定律。

四 氢氧合成水

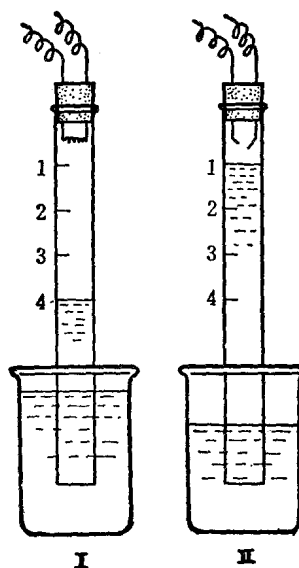
我们天天和水打交道，水是什么东西呢？

为了揭开水的秘密，人们用“拆开”和“合拢”的办法，来证实水是由氢和氧两种元素变出来的。把两体积的氢气和一体积的氧气，装进一个合成水的仪器中，通过电火花，氢气和氧气就会变成水。即。



1. 取内径为1.5—2.0厘米、长为40—50厘米的粗玻璃管一支。管的一端用橡皮塞塞住，塞中预先插入两支大头针，针的一端用极细的铜丝连紧，并将细铜丝作成适当的环状（细铜丝可用室内电线细丝，并用砂纸擦光。铜丝必须与两大头针缠紧，否则由于接触不好不易导电）。橡皮塞塞紧

后，用量筒取水 5 毫升注入玻璃管内，管外用油漆、蜡笔或橡皮圈在水面上作一记号，再注入 5 毫升水作出同样的记号，直至总容量为 20 毫升就可以了。再把管内充满水，并倒置在盛水槽内，然后固定在铁架台上。如图 7 所示。固定时管的下部要有较长一部分浸入水中，否则爆炸时容易进入空气。



I 玻璃管里混和两体积氧气和两体积氢气。

II 爆炸后管内剩下一体积氧气。

图 7 水的合成简单装置

2. 用排水法首先通入 10 毫升氧气，然后再通入 10 毫升氢气，用导线把一个大头针的顶端连在蓄电池的一个极上，另一个大头针的顶端用导线连在电键上，再将电键和蓄电池的另一极相连。关闭电键时，电流通过，大头针的细铜丝发热，就引起混和气体爆炸，爆炸后水面上升，剩余的气体应该是 5 毫升。但是由于混和气体是用排水法收集，必定含有水蒸气，又因两种气体的溶解度不同，结果往往剩余的气体体积不恰是 5 毫升。如果要检查剩余的气体是氧气，可用手指在水槽中将管口堵住，翻转玻管，并用带有火星的木条检验。为了进

一步证明水确系由二体积氢气和一体积氧气化合而成，可在玻管中通入 15 毫升氢气及 5 毫升氧气，重做此实验，用燃着的木条检验所剩的气体是氢气。

以上实验应注意的事项是：

(1) 玻璃管顶端的橡皮塞要塞紧，玻璃管必须牢固地固定在铁架台上；固定夹跟玻璃管接触的地方应垫有橡皮或绒布。这样防止当氢氧化合时气体突然膨胀而把塞子冲脱；如塞子是塞紧的，可是玻璃管没有固定好，气体爆炸使管受到剧烈震荡而震断。

(2) 两个大头针间的细铜丝要缠牢。如有水珠附在铜丝上，可用手指轻轻敲管壁使其落下，否则通电后不易爆炸，只能看到铜丝上有白雾冒出而不红热。

(3) 导入的气体必须是纯净的，先通入氧气，后通入氢气，由于氢气轻、扩散快，这样容易混和均匀，而且通入的气体体积之比应为简单的整数比，这样容易观察出水是按两体积氢和一体积氧化合而成的。

(4) 如用新充电的电池组时，可以不用细铜丝将两大头针连在一起，只须将两大头针弯成适当的角度，使两针尖端几乎接在一起就可以了。如电源的电压较低时，可在蓄电池与大头针之间连一感应圈。

这个实验是用“合拢”的方法来证实水是由氢和氧两种元素变出来的。它跟初三实验中用水在直流电的作用下分解成氢气和氧气（拆开的方法）同样说明了一个道理。

五 最轻的气体——氢气

传说1783年巴黎一个名叫沙尔的教授制了一只大气球，气球里装着一种奇怪的气体，这种气体将这只气球带到天空中去，随风飘动。然后落在离巴黎不远的地方、居民们对这只自天而降的“恶魔”恐慌极了，他们去请司祭来念一篇咒