

全国重点大学化学实验教学研究会会员单位

北京教育科学研究院

高中化学

创新
教学设计

第三本

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（三）

化学教育出版社

目 录

自制简易霍夫曼电解器	(员)
一种简易小型的水电解器	(圆)
自制电解水器(一)	(源)
自制电解水器(二)	(缘)
简易电解水装置的制作	(远)
简易电解水及水的合成装置	(苑)
合成水的装置	(愿)
电解水实验方法	(愿)
水的电解	(愿)
电解水演示实验的改进(一)	(愿)
电解水演示实验的改进(二)	(愿)
电解水演示实验的改进(三)	(愿)
电解水 μ 和 ν 体积比的误差和实验方法	(愿)
自制微型水电解器	(圆)
电解硫酸铜溶液实验的改进	(圆)
氯化铜的电解实验探究	(圆)
电解饱和食盐水演示实验的改进(一)	(圆)
电解饱和食盐水演示实验的改进(二)	(圆)

电解饱和食盐水演示实验的改进(三)	(圆)
实验室去离子水的简易制法	(猿)
用鸡蛋壳作隔膜电解食盐水	(猿)
电解法制硫酸亚锡	(猿)
电解食盐水的微型实验	(猿)
电解氯化铜溶液实验的改进	(猿)
镍在铜上的电沉积实验	(猿)
电镀原理演示实验的改进	(猿)
电镀原理演示器	(源)
电镀实验的改进(一)	(源)
电镀实验的改进(二)	(源)
电镀实验的改进(三)	(源)
化学镀实验的设计和改进行	(源)
用两个塑料桶代替储气瓶	(缘)
一种新的镀银方法	(缘)
镀膜实验的设计和改进行	(缘)
刷镀实验改进	(缘)
置换法镀银、镀铜实验的设计和改进行	(缘)
镀锌实验的设计和改进行	(缘)
钥匙的化学“镀”字法实验的设计和改进行	(缘)
玻璃棒上镀铜实验的设计和改进行	(缘)
叶脉镀铜实验的设计和改进行	(缘)
塑料化学镀铜的教学实践	(缘)
模拟铁的电化腐蚀	(远)

利用幻灯演示电化锈蚀实验	(远猿)
五氧化二碘受热分解实验	(远源)
钢铁的吸氧腐蚀实验改进设计(一)	(远缘)
钢铁的吸氧腐蚀实验改进设计(二)	(远园)
钢铁的吸氧腐蚀实验改进设计(三)	(远一)
铁的吸氧腐蚀实验设计(一)	(远二)
铁的吸氧腐蚀实验设计(二)	(远三)
铁的锈蚀的课外实验	(苑)
铁在水中腐蚀过程的实验设计	(苑源)
钢铁的电化腐蚀实验	(苑一)
金属的电化锈蚀	(苑二)
铁腐蚀的实验改进	(苑三)
吸氧腐蚀演示器的制作和使用	(愿)
增设吸氧腐蚀的演示实验	(愿一)
吸氧腐蚀的演示实验	(愿二)
金属的锈蚀空气含氧、含氮量组合实验	(愿三)
氯气性质实验的改进(一)	(愿四)
氯气性质实验的改进(二)	(愿五)
氯气化学性质实验的一种做法	(愿六)
卤素演示实验的改进	(愿七)
物质在氯气中燃烧的实验改进	(愿八)
涂层法做钠在氯气中燃烧	(愿九)
钠在氯气中燃烧实验在教学中的地位及简易作法 ...	(愿一〇)
钠在氯气中燃烧实验的改进(一)	(愿一一)

钠在氯气中燃烧实验的改进(二)	(252)
钠在氯气中燃烧实验的改进(三)	(253)
钠在氯气中燃烧实验的改进(四)	(254)
钠在氯气中燃烧实验的改进(五)	(255)
钠在氯气中燃烧实验的改进(六)	(256)
钠在氯气中燃烧实验的改进(七)	(257)
钠在氯气中燃烧实验的改进(八)	(258)
钠在氯气中燃烧实验的改进(九)	(259)
钠在氯气里燃烧实验的改进(十)	(260)
氯气跟金属铜的反应实验的改进	(261)
燃烧演示实验的改进	(262)
氯氢爆鸣实验	(263)
氯气与氢气混和见光爆炸	(264)
氯气和氢气的爆炸实验	(265)
氢气在氯气中的爆炸极限	(266)
氯氢混合气体光化爆炸实验新装置	(267)
匀在 悦 罐 中 燃 烧 实 验	(268)
氢在氯中燃烧的无污染全回收连续快速微型实验	(269)
全封闭式氢气在氯气中燃烧的实验装置	(270)

高中化学实验改进设计 (三)

自制简易霍夫曼电解器

南京师范学院化学系孙公望老师设计简单装置如图所示。

(甲) 式仪器由玻璃工吹制

(乙) 式仪器的制作过程如下：

(员) 拣取内径相近的破底试管(员伊员)二只, 在废砂轮片或砂石上把底部水磨磨平。若二管长短不等, 则先切割后再磨。

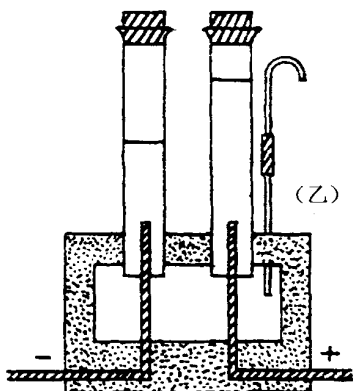
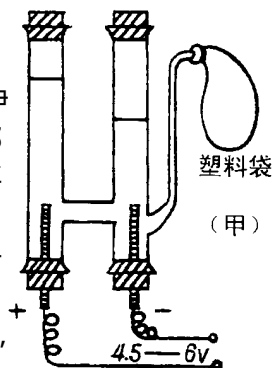
(圆) 取易烂的瓜果(黄瓜、香瓜), 去皮, 切成一个猿伊圆伊猿的内模

(猿) 把二根电极(铁片或打扁的铁丝, 最好是镍片或镀镍铁片), 垂直地穿过内模, 再以电极为轴心, 把二只试管分别插立在内模上(管内可插竹签使管保持垂直), 然后再插立一根细玻璃管。

(源) 用铁片(或硬板纸或木板)制成一个长约猿伊宽约猿伊高约猿伊的外框。向框内浇入水泥浆(细砂: 水泥 \approx 员伊员), 浇到员伊高时, 轻敲桌面, 使水泥受振动而填实。然后将内模放入, 继续浇注水泥, 浇满后, 再轻敲桌面。

(缘) 过员-圆天, 水泥初步凝固, 把外框拆除, 进行修整。

(远) 一星期后, 向管内加入水, 振荡, 洗去腐烂并干瘪的瓜果, 即可应用。



实验步骤及实验现象：

(员) 从试管口向器内注入缘-员缘的晕匀溶液，注满后，两管都塞上塞子（可用抗菌素瓶上的塞子）。

(圆) 接通缘-愿伏的直流电源（整流电源或三节干电池串联），两极上即放出气体，同时有晕匀溶液从细玻璃管排出，用烧杯予以接受（在胶管口紧扎一个塑料袋，那末可不用烧杯）。

(猿) 收集足够量的气体后，停止电解。先检验韵，后检验匀。

本实验装置与原霍夫曼电解器相较，除了几乎不需成本外，还具有体积小、重量轻、结构简单、操作简便、及需用电压较低（因两极间电阻较小）等的优点。

与课本中的简易电解器（水槽式）相较，因器内电解液的体积较小，韵的溶解量及氧化杂质（悦）所消耗的电量也都相应地减少，因而能收集到的韵的体积较多。匀和韵的体积比，可接近于圆苑。

注 员上述电解器，若将阳极改用碳棒（干电池芯子），并用粗一些的试管，就成为电解食盐水的仪器。因为电解食盐水时，管口不加塞，因此可不装排液用的玻管。

注 圆若改用聚苯乙烯硬泡沫塑料做内模，则制取更为容易。把试管口烘热后或用苯润湿后很易插牢在泡沫塑料上。水泥硬化后，向管内注入少量苯，振荡后，即可将内模溶去。

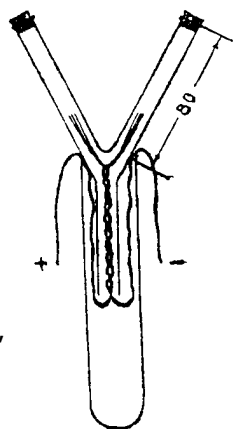
一种简易小型的水电解器

电解水实验是初中化学中的一个重要实验。过去，这一实验在没有霍夫曼水电解器的情况下，常常得不到满意的结果。主要问题有二：一是需时较长，要想缩短时间，就需要使用较高的电压；二是电解所得氢气、氧气的体积比不等于圆苑，一般总是氢气多，而氧气过少。这样的实验实际是失败的，为揭示水分子的组成带来了困难。

辽宁省赤峰元宝山中学王济洧老师介绍的是一种简易水电解

器，实验效果较好。只是作为演示实验，不利于后排学生观察，如能配合幻灯映示将可弥补其不足。

仪器 试管（ $\Phi 1.5$ ）一支、再形管（ $\Phi 1.5$ ）一个、电池、导线、小胶塞、电极（铜质导线）。



装配方法 见图。

电解液 氢氧化钠溶液。

实验体会

(1) 操作简便

先往试管里装满电解液，再用胶头滴管从试管中取电解液装满再形管。再形管装满后，可以很自由地倒转过来，放入试管，借表面张力，液体不会淌出。

(2) 速度快

使用 2 伏电压，电解进行三分钟，收集的气体的高度已明显可量；经过五、六分钟，氢气高度可达三、四厘米；电解十分钟，氢气高度可达六厘米。

(3) 氢气、氧气的体积

比较满意电解过程中，随时可用尺子量出两种气体在管中的高度，均很接近 1:2。

(4) 氢气、氧气的检验

拔去氧气一端的胶塞，迅即用带余烬的火柴杆（或卫生香）伸进管内，余烬复燃（因气量少，用卫生香效果不太理想）；拔去氢气一端的胶塞，迅即用火柴点燃，有很清晰的爆鸣声。

(5) 节省药液

只须 1 毫升左右的电解液即可进行电解。

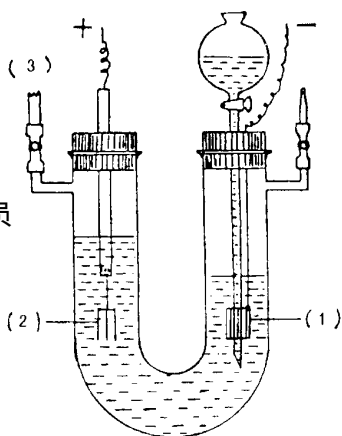
(6) 鉴于以上特点，此实验可布置成学生实验。

自制电解水器 (一)

仪器装置

陕西高陵第二综合物探大队子校毛德钧老师设计的装置如下图所示：

分液漏斗、截形管的规格分别是 50 毫升、100 毫米；支管用玻璃珠或涂油钢珠控制；(3) 是阴极，用 10 号 10 毫米铜箔三折（长约 10 厘米），再用细铜丝扎成圆筒即成；(2) 是阳极，用粗保险丝砸成 3 毫米的三个薄片，再用旧细电炉丝（较软）穿成；(1) 是截掉底的装羚羊感昌片玻璃药管。



课前准备

照图装好仪器。阴极用五、六根极细铜丝（从电灯花线中剥出）连接，散成单根平铺于胶塞孔内，让分液漏斗管穿过。阳极上穿过胶塞的是一根长约 10 厘米的玻璃管或圆竹管（跟分液漏斗管同径），胶塞以下长约 10 厘米。用一端接有电炉丝的导线穿过细管，接头拉入管内，下口用融化松香封固。下接阳极（如无电炉丝，可用涂过沥青、凡士林或松香的酒精溶液的铜线代之）。

气密性检查后，注入 10%—15% 的硫酸溶液，至内部气体排净为止。外接低压电源（或学生电源）用额定 2 安培、10 伏到 15 伏直流电试作。通电 1 分钟后，氢气约高 10 厘米（此处和另一管 10 厘米处各套一橡皮筋作标记）。其目的—则全面检查装置质量；二则使氧气溶解达到饱和，下次实验中不再溶解。

课堂演示

课前几分钟，将仪器内气体排净。演示时打开电源，两个电极迅速产生大量气泡。氢气达到标记处，停止通电。氧气接近标

记处(约差 4—5 毫米)。放出氧气(约 1 毫升),能使带有火星的火柴梗复燃。点燃氢气,开始有小爆鸣声,继而产生火焰。

注意事项

两个电极下端应略高于 彘形管下弯的上缘。偏上不利于导电;偏下产生的气体可能相混。

胶塞下缘应和支管上缘相平。偏上,管内气体排不净;偏下,会堵塞气孔。胶塞稍大,可用细砂纸(粒度 200 或更细)磨细。

自制电解水器(二)

制作时可按下列过程:

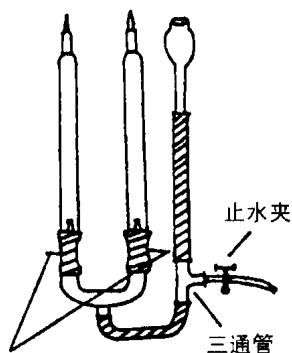
1. 取一 15 厘米长,直径为 1 厘米粗细均匀的直玻璃管从中间截成长为 8 厘米的两根。然后分别对其一端在酒精喷灯上加工一个细嘴口,如图。

待细嘴口冷却后,在细嘴上套一小段里面有玻璃小球的乳胶管作为封闭和放出氢氧气体,再在乳胶管上各套一个小尖嘴,作为鉴别气体用。

2. 取一三通玻璃管,其中直通的玻璃管应于 15 中所取的长玻璃管粗细相同,也是直径 1 厘米,且其长度大约是 10 厘米。然后在酒精喷灯上,将直通的玻璃管弯曲成如图(圆)所示 彘形状。

3. 截取长度大约是 10 厘米的两段连电源橡胶管(橡胶管的粗细应刚好套下 1 厘米的玻璃管牢固而不漏水)。再制两个铂电极或用旧电解水器上的电极,将两电极都弯成直角,用其钉状的尖端,从橡胶管内侧中间处、向外插出。

4. 用插好电极的橡胶管(电极插出处可用蜡涂一下以防漏水),将长玻璃管和 彘形三通管连接起来,电极要在玻璃管内中间处。另外,再用一三通管,相应的胶管,一长颈漏斗和一止水夹



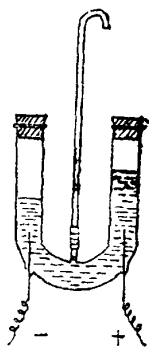
连接。那样，最后将整个装置固定在倒栽形架上制作就完成了。

使用时，最好选用 1mol/L 的氢氧化钠溶液来代替水，电压选在 12V ，电解开始后应将止水夹打开把漏斗内液体放入一烧杯中，以使用氢气管与氧气管中的水压差，来平衡一下氧气溶解度大的问题。电解后废液由带止水夹的导管放出。

简易电解水装置的制作

装置的制作

吉林省通化地区教育学院李德玉老师设计是：选一个管壁较厚的 栽形管，把 栽形管的管口均用胶塞塞紧，把喷灯的火焰调成小火，然后将 栽形管的一侧靠近弯曲处放在火焰上加热，待玻璃红软后，栽形管中气体膨胀使红软处吹开一个小孔，将小孔和预先准备的细玻璃弯管放在喷灯上加热至红软，然后迅速对接。再把 栽形管的下部一侧放在尖细的火焰上集中一点加热，待玻璃红软后用镊子夹住软化处向外拉出一个玻璃尖咀，用锉刀或磨石磨出一个能刚好放入一根废灯泡中灯丝支架的小孔，将灯丝支架放入小孔中，然后放在火焰上加热，使灯丝支架与玻璃尖咀熔接，用同样方法在另一侧接上一根灯丝支架。然后按图组装即可。



装置的使用

(员) 电极用废灯泡中灯丝的支架，也可用电炉丝，曲别针，铁丝代替。

(圆) 从 栽形管口注入 1mol/L 的氢氧化钠溶液，注满后塞上胶塞。

(猿) 电解时用直流电源，电压一般为 12V 。

(源) 在细玻璃弯管的下面放一个小烧杯，盛装流下的水溶液。

简易电解水装置，结构简单，使用方便，造价低廉。只需要一个哉形管。与霍夫曼电解器比较，电极熔接在玻璃尖咀上，不需要用胶塞，所以具有不发生漏水的特点。

简易电解水及水的合成装置

电解水装置

材料：员号电池碳棒数根、导线若干、环氧树脂少量、悦的饱和液、集气试管、玻璃缸。

上海北郊中学彭秦身老师介绍其电极制作：将两根碳棒接上导线，插入硫酸铜饱和溶液中，通电后（电源猿远伏），阴极碳棒上很快会有铜出现，搅动片刻取出，就得到镀铜碳棒的电极，它的优点是铜被氧化后，仍固着在碳棒上不会脱落不吸附氢；条件许可，可先用电钻将碳棒一端打一个孔径员毫皂深圆皂的洞，将导线裸露铜丝插入洞内，不露出金属丝即可，并用环氧树脂粘牢封固，干后备用；阴极一般使用镀铜碳棒或铜棒，也可用一束铜线代替，阳极使用氧化后的镀铜碳棒。

溶液的配制：首先要注意溶液中不含有匀和悦等负离子，所以可用煮沸后的软水配制，并加圆毫皂的饱和溶液，或用澄清的石灰水配制，现配现用，不宜久存；若溶液内有悦的出现，电解时，阳极氧化铜会有粘胶状的蓝色产物——悦形成，使电解出的氧气大大低于理论值。

电源：可由猿远节员号电池串联，如电源为猿伏，溶液温度需要达到源度左右，两电极相距不超过员皂为宜，电极应稍露出试管口，用排水集气法收集氢气和氧气，其它操作按常规进行。

合成水的装置

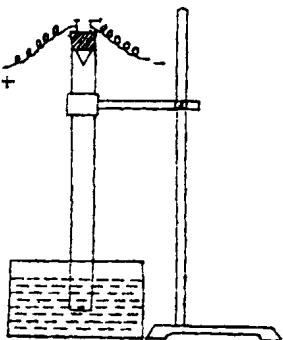
材料：橡皮管或玻璃管（长 10cm 左右）或口径相似的玻璃管一根、软木塞或橡皮塞数枚、昆虫针（或大头针和电炉丝）、环氧树脂或其它粘接剂、酒精灯、铁架、铁夹、水槽。

点火装置的制作：用锉刀或砂纸将针尖部分锉或磨毛糙，如为电炉丝应将点火端锉细，用酒精灯烧成法蓝色，或让两针尖靠接，通电让接触部发热烧成蓝色为止，使两针接触部位形成一层氧化膜，增大电阻，提高接触点的产热能力。

安装如图所示：滴管断裂端可用三角锉刀锉平整，点火木塞用粘接剂安装在断端管口内，待粘胶干固后便可使用，这样就可以防止点火时木塞冲离管口。

实验操作注意事项：

(1) 检查点火装置的两个针尖是否接触良好，然后向管内注满水，用拇指封住管口，倒插于水槽中，用铁夹固定在铁架上。



(2) 先向管内通入氧气左右，用线做上标记，再向管内通入氢气。待氢氧混合后，再通电点火，反应后观察氢和氧是否按 2:1 进行反应。

(3) 点火部位有水时，通电时间要稍长。如时间过长，应立即检查线路和点火针尖接触情况，并加以调整。

(4) 电源可用 4 号干电池串联成 6V 伏电池组，以能点红针尖接触部位或能发出电火花为准。稳压电源因有短路自动断电装置，不宜在此项实验中使用。

电解水实验方法

中学化学教材中，为了研究水的组成，采用电解的实验方法

展开讨论。但该实验的问题一是所生成氢气、氧气的体积比难以达到 2:1，且氧气体积往往小于理论值。二是由于条件控制不好，整个电解过程时间太长。以往虽有不少改进办法，但一般都是从化学因素考虑得较多。我们知道电解水的实验是一个复杂的物理、化学变化，而影响因素又很多，条件比较难于摸清。杭州教育学院陈国建老师认为：一个成功的实验和装置要达到以下几个方面的指标：

- (1) 生产的氢气、氧气体积比为 2:1；
- (2) 电极材料应是容易得到、价廉；
- (3) 整个电解过程时间不宜太长；
- (4) 装置简单，操作容易。

故杭州教育学院陈国建老师从以上要求分别作了一系列实验，对该实验进行了探讨。

1. 电解液、电极材料的选择

(1) 电解液的选择

为了增加水的导电性，往往在水中加一些电解质，以缩短实验时间。表二是用 0.1% 的溶液、0.1% 溶液作电解质和采用几种不同电极材料的条件下电解时产生氢气、氧气体积比的情况。

用 0.1% 作电解液时，氧气体积明显偏小，主要原因是 (1) 阳极区副反应较多，生成 H_2O_2 、 O_3 等物质；(2) 非铂电极在酸性条件下，极易发生氧化反应（铅电极除外），(3) H_2O_2 的溶解度较大，这里 (1) (2) 是主要原因。而用 0.1% 作电解液时，情况有所改观，铂、镍、铁、铅等作电极时产生的氢气氧气体积比都接近 2:1，因此 0.1% 溶液较适合作电解水的溶液，浓度以 0.1% 为好。用铅作电极时，在 0.1% 的溶液中电解，其结果也令人满意，0.1% 浓度以 0.1% 为好。选择合适的浓度才能有较快的反应速度（见表一）。至于其它溶液，可能会产生较为复杂的副反应，故一般不作电解水的溶液。

(2) 电极材料的选择

表二列出了 CuSO_4 的溶液、 Na_2SO_4 溶液和不同电极材料的电解水实验结果。

以 Na_2SO_4 溶液作为电解液时，有铂、镍、铁、铅作电极材料能够满足要求。铁、镍、铅电极虽不是惰性电极，但它们是耐碱性腐蚀的金属，这些金属及其氧化物均不溶于 Na_2SO_4 溶液，故显示出较好的惰性。

铅在 CuSO_4 溶液中的表现与铂电极相当，这是由于铅电极不与 CuSO_4 溶液反应的缘故。

铜是一种两性金属在强碱性条件下电解时能与氧气反应，故在阳极区可见蓝色的 Cu_2O 生成。在 CuSO_4 溶液中，铜阳极极易被氧化腐蚀，故在阳极区可见蓝色的水合 Cu^{2+} 生成。这是由于铜的电极电位较小的缘故。

石墨阳极不论在 CuSO_4 的或 Na_2SO_4 溶液中，都易与氧气反应，所以石墨不能作电解水的电极。

电源的选择

提起电解水时的电源问题，对电压讨论较多。事实上电压高低并不能决定电解反应速度。法拉第定律告诉我们：电极上发生化学变化的物质的质量，与通过的电量 (Q) 成正比。故电解速度与 $\frac{\Delta m}{\Delta t}$ 成正比（与单位时间内通过的电量成正比），即与电流 I 成正比（ $I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$ ），故可得出结论电解速度与电流成正比。实验结果也正是如此。若要提高电解速度需提高电流 I

根据欧姆定律： $I = \frac{\epsilon}{R_{\text{总}}}$ ，要增大电流可采取的措施是：

(1) 增大电动势 ϵ （可近似看成电源电压）；

(2) 减少电路中的外电阻 R ；

① 选择合适的电解液的浓度（参考表一）；

② 缩短两电极的距离（改变电解装置）；

③ 增加电极的表面积。

这里选择合适的电解液效果最为明显，其次是增加电极的表

面积。

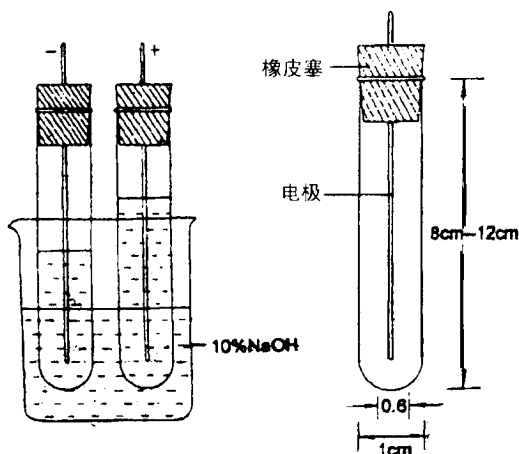
(猿 选用内阻小的电源 (即 则要小) ;

内阻是电源的固有特性。一般可选用蓄电池, 标称电流大的直流电源器等内阻小的电源。干电池、学生用直流电源器因内阻较大, 作电解电源时反应速度较慢。

故选择合适的电源是决定反应速度的关键之一。

猿 电解水实验的最佳条件和装置的探讨

通过以上对电解水条件的讨论笔者认为最佳搭配是: 电极选用廉价的铁丝, 电解液选择 员 圆 像 匀 的 溶液, 或电极选用铅 (铅合金), 电解液选择 员 圆 像 匀 的 溶液; 电源要选择内阻小的电源, 如蓄电池或功率大的电源变换器。



电解水的装置, 教材中用的是霍夫曼电解器, 但装置较笨重。现根据笔者多年的实验教学经验, 设计了一套简易实用的电解水装置, 对酸液, 碱液电解都适用。如图收集管可用废滴定管改制, 从滴定管中割取 愿 员 圆 像 匀 的一段, 下端用喷灯加热, 使管口受热微微向里收口成直径为 园 圆 像 匀 的圆孔, 管的上端配上一橡皮塞, 橡皮塞上穿一镀镍铁丝。收集管做两支备用。实验时把两支收集管管底向上, 用滴管将 员 圆 像 匀 溶液加满。由于收集管管底小孔很

小，所以收集管翻过来，溶液不会流出来，并插入盛有 0.1 mol/L 硫酸铜溶液的小烧杯中，然后通上直流电，片刻氢气就集满了（在一安培的电流作用下，收集一管氢气和半管氧气约需一分钟）。检验时将收集管倒过来，用明火点氢气可听“噗”的一声，用带火星的木条去检验氧气，木条可复燃。整个实验过程中，手不会接触到溶液。

表一 不同浓度硫酸铜溶液的比电导（欧姆⁻¹厘米⁻¹）

浓度（重量百分数）	氢气的	氧气的
0.1	0.15	—
0.2	0.25	0.15
0.3	0.35	0.25
0.4	0.45	0.35

表二 不同电解液和不同电极电解结果

电极材料	氢气、氧气体积比	
	氢气的	氧气的
铂	0.15	0.15
镍	—	0.15
铁	—	0.15
铅	0.15	0.15
铜	氢气正常、氧气几乎没有	0.15
石墨（电池芯）	0.15	0.15
镀镍铁丝	—	0.15

水的电解

实验要求

材料易得，装置简易，时间节约，现象明显，并尽可能使电