

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

CHINESE EDITION

创新
教学设计

CHINESE EDITION

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（十六）

化学工业出版社

目 录

醇氧化成醛、羧酸的演示实验	(员)
云藻 ^巨 和 云藻 ^巨 相互转变的实验	(圆)
操作不慎对所测比热数值的影响	(猿)
运悦 ^的 的制备与性质	(远)
混合气体的爆炸实验	(苑)
几个实验的改进	(愿)
新型隐形墨水的制备	(园)
用盐酸浸取煤矸石烧渣制结晶氯化铝	(园)
复方氯化钠溶液的来历	(园)
“元素化合物”的实验探索法	(园)
带锈漆的原理及制备	(园)
苯酚溶解聚酰胺纤维的实验	(园)
用聚苯乙烯泡沫塑料制取无毒粘合剂	(园)
石硫合剂的快制取	(园)
“玻璃棒点灯”实验原理	(园)
结晶树	(园)
铝的涂色实验	(园)
青菜叶汁中色素的分离实验	(园)

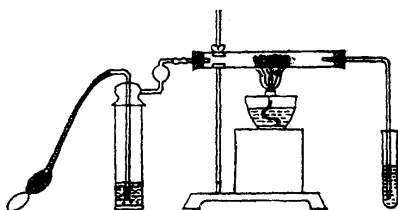
盐类水解实验的改进(一)	(圆)
盐类水解实验的改进(二)	(圆)
有趣的变色实验	(圆)
用水点燃硝化棉	(猿)
温室效应的简易演示实验	(猿)
用肥皂制防水粉	(猿)
中学化学点滴实验应微型化	(猿)
蕃茄的趣味实验	(猿)
用肥皂制防水粉	(猿)
用草木灰和废铝材进行的实验	(源)
趣味化学实验二则	(源)
香味胶水的制备	(源)
发酵制沼气实验	(源)
试管中的辩证法一例	(缘)
通过实验帮助学生掌握电化学知识	(缘)
污水处理的实验	(缘)
裂化法人造汽油	(缘)
锅垢的化学成分及清洗	(缘)
火柴为什么会熄灭	(缘)
“测定实验”的一种改进	(缘)
一种简单易制的鲜花保鲜剂的介绍	(缘)
趣味燃烧实验	(远)
对中学化学几个演示实验的改进	(远)
硝酸纤维的制取及其爆炸性实验	(远)

几个值得探讨的化学小实验	(远源)
赤橙黄绿青蓝紫	(远远)
过氧化氢水溶液的制备	(远前)
两个 是 是强氧化剂的实验	(远前)
比较气体的溶解度大小	(远后)
硫元素四种价态的串联实验	(远后)
晚上做效果更佳三个演示实验	(苑前)
推荐几个简单易行的小试管实验	(苑前)
一个有趣的氧化还原演示实验	(苑后)
硫元素四种价态的串联实验	(苑后)
一个一举多得的实验	(苑后)
利用海波做晶体的熔解和凝固实验	(愿前)
氮元素变化价的实验	(愿前)
用硫酸铬制备三氧化二铬	(愿后)
用煤渣 原 进行氨催化氧化实验	(愿后)
变色涂料的制取	(愿后)
几种简易脱漆剂的制法	(愿后)
乙烯的结构及实验室制法	(愿后)
“唾液淀粉酶消化作用”实验的改进	(怨前)
初中化学个别实验的改进与增补	(怨前)
情 的 毒性的试验及快速检测	(怨后)
用 运 的 做 匀 的 分解的催化剂	(怨后)
化学平衡中浓度曲线的科学性	(怨后)
泡沫塑料的制法	(贵后)

高中化学实验改进设计 (十六)

醇氧化成醛、羧酸的演示实验

实验装置



实验步骤

北京一四五中学贡科老师介绍其步骤：

(员) 在洗气瓶中加入 圆毫升无水乙醇；在反应管中填入少许铜屑于中部；取二支试管，其中一支先加入 圆毫升 员豫硝酸银溶液再滴加 圆云氨水至生成的沉淀又消失为止，形成银氨溶液另一支试管加入 远毫升石蕊试液放于试管架上备用。

(圆) 将仪器按装置图装好。

(猿) 乙醇氧化成乙醛及其检验的实验

操作步骤	实验现象	解释结论
①将反应管中铜屑预热至微红，立即撒火鼓入乙醇空气	铜屑自行保持红热；导管口有刺激气味逸出	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \xrightarrow{\Delta} \text{C}_2\text{H}_4\text{O} + \text{H}_2\text{O}$
②将装有银氨溶液试管吸收导管口放出的气体。	透明的银氨溶液变浑至黑且有银镜出现	$\text{C}_2\text{H}_4\text{O} + 2[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+ + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2^- + 2\text{Ag} + 4\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$

(源) 乙醛进一步氧化成乙酸的实验

操作步骤	实验现象	解释结论
①将上述实验装置中的导管及试管撤下，换成装有醋酸锰粉末（玻璃丝做载体）的直角导管，用装有石蕊试液的试管吸收导管口放出的气体。同猿之操作。	铜屑自行保持红热，试管中紫色石蕊迅即由紫色变成红色	乙醇氧化是放热反应，放出的热足使铜屑处于红热状态石蕊试液变红说明有酸生成 $\text{乙醇} \xrightarrow{\text{醋酸锰}} \text{乙酸}$

猿几点说明：

(员) 醋酸锰做催化剂要固相催化才能成功。

(圆) 这二个实验内容可单独进行也可连续完成。反应现象明显，速度快、银镜的生成和紫石蕊试液变红都可在圆-猿分钟内完成。铜屑自行保持红热现象很明显。

云藻和云藻相互转变的实验

员云藻转变为云藻：

在一支试管中，注入圆毫升硫酸亚铁溶液，并滴入二滴溴水，振荡；然后，加入几滴亚铁氰化钾溶液，即可看到有蓝色的沉淀产生。

圆云藻垣月越云藻垣月

源云藻垣猿[云藻(悦晕)远]源越云藻[云藻((悦晕)远)↓

圆云藻转变为云藻

在二支试管中，分别注入圆毫升黄色的氯化铁溶液；在其中一支试管中加入少量的还原铁粉，振荡，静置数秒后，溶液澄清，变成了浅绿色。然后，在这二支试管中分别滴入几滴硫氰化钾溶液，加了铁粉的一支试管内没有什么现象；而不加铁粉的一支试

管，溶液的颜色马上变成了红色。

圆藻^圆 垣藻^垣——猿藻^猿

(黄色) (浅绿色)

云藻^云 垣杂藻^垣——[云藻(杂藻)]^云

(黄色) (红色)

操作不慎对所测比热数值的影响

用混合法测定物质的比热的实验中，常因操作不慎给所测定的比热值造成偶然误差。下面从几个主要方面定性分析一下不规范操作对所测比热数值的影响。

分析的依据是混合法测定物质比热的原理所遵循的热交换式 $m_{铜}c_{铜}(t_{终}-t_{初})=m_{水}c_{水}(t_{终}-t_{初})$ ，设待测铜块的质量为 $m_{铜}$ ，比热为 $c_{铜}$ ，初温 $t_{初}$ ，量热器小筒内所盛水的质量为 $m_{水}$ ，比热为 $c_{水}$ ，初温 $t_{初}$ ，两者混合后的温度为 $t_{终}$ 。将这些数据代入上式后，经整理可得待测铜块的比热的测定值为：

$$c_{铜} = \frac{m_{水}c_{水}(t_{终}-t_{初})}{m_{铜}(t_{终}-t_{初})} \quad (1)$$

这样，分析操作不慎对所测比热数值的影响基本方法就是将(1)式中的比热的测定值跟比热的实际数值相比较，看所测数值偏大了还是偏小。

1. 铜块在沸水杯中加热时间太短

按规定铜块在沸水烧杯中加热时间需超过 10 分钟，若加热时间太短，铜块内部还没有获得通过传异传递过来的热量，因此铜块中只有一部分质量达到 $t_{终}$ ，设这部份质量为 $m_{铜原}$ ，这样铜块比热的实际值应为

$$c_{铜原} = \frac{m_{水}c_{水}(t_{终}-t_{初})}{m_{铜原}(t_{终}-t_{初})}$$

将该式和(1)式相比较，不难发现因将 $m_{铜原}$ 误认为 $m_{铜}$ ，而

皂_原约皂_原，致使悦_原约悦_原乙，即所测的比热值将偏小。

圆铜块从烧杯中取出时附着一层沸水

按规定将铜块从沸水烧杯中取出时，应将铜块在上方的水蒸气中抖动几下，将附着的沸水甩掉，若这一步操作未做，铜块上附着了一些沸水，设这些沸水的质量为皂_原，那么，根据热交换公式，可得到铜块的比热的数值

$$\text{悦}_{\text{原}} \text{乙} \frac{\text{皂}_{\text{原}} \text{悦}_{\text{原}} (\text{贼}_{\text{原}} \text{贼}_{\text{原}}) \text{原皂}_{\text{原}} \text{悦}_{\text{原}} (\text{贼}_{\text{原}} \text{贼}_{\text{原}})}{\text{皂}_{\text{原}} (\text{贼}_{\text{原}} \text{贼}_{\text{原}})}$$

但是计算比热时，仍按照(员)式计算的，这样显然有悦_原约悦_原乙，即所测得的比热数值偏大。

猿铜块从沸水杯中取出再投入量热器小筒的过程动作迟钝

按规定上述过程应迅速利索，做到“立刻”完成，若动作迟钝，则铜块投入量热器小筒中时，温度已下降至贼_原乙，这时，比热的实际值应为

$$\text{悦}_{\text{原}} \text{乙} \frac{\text{皂}_{\text{原}} \text{悦}_{\text{原}} (\text{贼}_{\text{原}} \text{贼}_{\text{原}})}{\text{皂}_{\text{原}} (\text{贼}_{\text{原}} \text{乙} \text{原贼}_{\text{原}})}$$

但计算时仍按(员)式，故所测值悦_原约悦_原乙也偏小。

源量热器散热多，如量热器大小两筒接触，或量热器上面的木盖未盖严实等

实验中的量热器的结构能够比较好地防止热传递，但如果按上述不规范操作，铜块释放的热量中将有一部份通过传导和对流散失掉，没散失的热量为垣乙，则铜块的比热实际值应为

$$\text{悦}_{\text{原}} \text{乙} \frac{\text{皂}_{\text{原}} \text{悦}_{\text{原}} (\text{贼}_{\text{原}} \text{贼}_{\text{原}}) \text{垣垣乙}}{\text{皂}_{\text{原}} (\text{贼}_{\text{原}} \text{贼}_{\text{原}})}$$

缘量热器小筒内盛水太少，不能将铜块浸没

量热器小筒内所盛水以能浸没铜块为宜，若盛水太少，铜块外露，则铜块外露部分的热量将不能被小筒内的冷水所吸收，根据第四部分的分析，可知所测的比热值将偏小。

远温度计测混合后的温度不是最高温度

按规定，铜块放入量热器小筒里后，应用搅动器上下搅动小

筒里的水,使两者充分进行热交换,直到两者的温度相同为止,此时的温度即是混合后的最高温度,若实验时操之过急,在温度还在上升时就读数,这个温度实际上是低于混合后的共同温度的,设再升高温度 Δt 后达最高温度,则比热值的实际数值满足

$$c_{\text{实际}} = \frac{c_{\text{原}}(t_{\text{原}} - t_{\text{混}}) + c_{\text{水}}(t_{\text{混}} - t_{\text{原}})}{c_{\text{水}}(t_{\text{混}} - t_{\text{原}})}$$

$$\text{得 } c_{\text{实际}} = \frac{c_{\text{水}}(t_{\text{混}} - t_{\text{原}})}{c_{\text{水}}(t_{\text{混}} - t_{\text{原}}) - c_{\text{原}}(t_{\text{混}} - t_{\text{原}})}$$

但测量时还是按照(1)式计算比热值,显然测得的值偏小。

若测量时漫不经心,在混合后达最高温度之后读数,测得的比热值亦同样偏小。

量热器小筒内水的质量量错

量热器小筒内水的质量是由量筒测得体积后再计算得到的,量筒的最小分度较大,测量的误差较大,若测算的值为 $V_{\text{水}}$,实际上有误差 ΔV ,则比热的实际数值

$$c_{\text{实际}} = \frac{(V_{\text{水}} - \Delta V) c_{\text{水}}(t_{\text{混}} - t_{\text{原}})}{V_{\text{水}}(t_{\text{混}} - t_{\text{原}})}$$

(毫升)读数误差在量取量中的百分比较大,配制的浓度不准之故。滴定管中最小刻度为0.1毫升,假若待测液体凹月面是在0.1毫升的位置,其中0.1毫升是直接从滴定管的刻度读出来,而0.05毫升是估算的,所以该液体的体积准确读数可能为0.15毫升,它的有效数字是两位。

从例二可以看出有效数字的最后一位数字已经是估算的,是“不定数字”,在记录实验数据和计算结果时,要注意所保留的有效数字位数是否与所用仪器的精确程度相适应。任何越过或低于仪器的精确程度的有效位数的数字都是不恰当的。例如0.15毫升量筒中读出的0.15毫升不能写作0.150毫升,滴定管中读出的0.15毫升不能写作0.150毫升。因为这种记录所反映的测量精确度,被无形中夸大或缩小了。

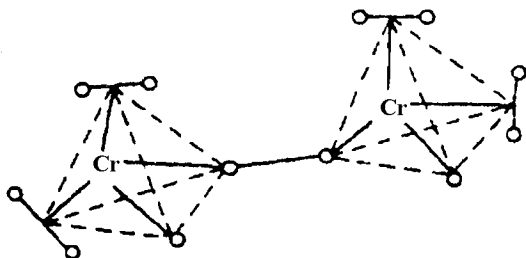
所以具有实际意义的有效数字位数,是根据测量仪器和观察的精确程度决定的。只有根据这样记录的实验数据进行的化学计算才是科学的、合理的计算。

过氧重铬酸盐的制备与性质

铬(VI)的含氧酸盐包括铬酸盐、重铬酸盐、过氧重铬酸盐及过氧重铬酸盐。

上海市曹扬二中吴敏老师介绍过氧重铬酸钾的可用如下方法制备：将过氧化氢在圆棒时小心地加到重铬酸钾溶液中，可生成蓝色的过氧重铬酸盐；或将重铬酸钾与浓盐酸氯化钾溶液混合再和过氧化氢水溶液进行反应也可制得过氧重铬酸盐。反应如下：

重铬酸钾 + 过氧化氢 + 氯化钾 → 过氧重铬酸钾 + 氯化钾
此法亦可制备其它过氧重铬酸盐。



过氧重铬酸根离子 [Cr₂O₈]²⁻ 结构可能如图所示。该离子中有两个过氧基离子（O₂²⁻）和两个氧离子分别与两个铬(VI)配位，其中一个过氧基离子作为桥基，连接两个铬离子，铬的氧化数为+6。

过氧基配位化合物在室温下是不稳定的。干燥的过氧重铬酸盐可在干燥器中保存数天，而在空气中，于数小时内即可分解成重铬酸盐。

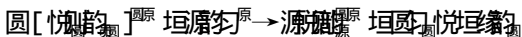
过氧重铬酸盐 → 重铬酸盐 + 氧气

加热至 200℃ 以上，则发生爆炸性的分解，并生成三氧化铬。

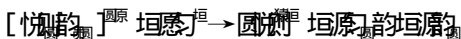
过氧重铬酸盐 → 重铬酸盐 + 氧气

过氧重铬酸钾溶于水呈紫褐色，对石蕊则呈中性。浓的水溶

液或将溶液加热，即发生水解。在中性或碱性溶液中，生成铬酸盐：



在酸性溶液中则生成三价铬盐：



混合气体的爆炸实验

初三教材中有 H_2 、 CO 、 CH_4 三种可燃性气体的内容，它们的共性是分别与空气（实质是氧气）相混合所得的混合气体在点燃时能发生爆炸。认识这种性质对学生是重要的，而要认识它必须通过实验。临潼铁中赵茹宁老师介绍分析如下：

克服过去实验方法的缺点

关于混合气体的爆炸实验，过去的操作方法是：取两个集气瓶，一瓶装入空气（或用排水法收集一定体积的氧气），盖好玻璃片。另一瓶用排水法收集满氢气，盖好玻璃片。然后将两瓶口相对，抽去中间玻璃片，上下颠倒数次使之混合后再各盖好玻璃片。取一块布缠住其中一瓶，左手压住玻璃片，右手握住集气瓶移近酒精灯火焰，然后迅速移开玻璃片。此时则能发出砰然巨响。这种实验方法虽有现象明显的优点，但也有严重缺点。其一是 H_2 和 CO 均无色，二者是否混合了学生有怀疑。其二是集气瓶被炸破的现象屡见不鲜，安全性差。现行教材所介绍的操作方法很难掌握，往往会造成实验的失败，可靠性差。

混合气体爆炸实验的新方法

我们只要根据氢气、空气或氧气的物理性质，采用适当的方法做这类实验就能收到很好的实验效果，对以后的 CO 、 CH_4 的爆炸实验创造有利的前提。

其方法是：取一容积约 1 升的塑料袋，先收集约 1/3 空气，并让学生观察所收集空气的体积，然后将塑料袋口套在氢气流经的

导管上扎紧，让 H_2 通入，并让学生观察塑料袋中气体在不断增加，引导学生认识增加的体积就是鼓入的氢气的体积。待塑料袋里气体收集满后，将塑料袋从导管上抹下，再次扎紧袋口待用。取一试管夹，从塑料袋扎口稍上处夹住少许塑料袋待用。然后取一根蜡烛点燃，左手持夹有塑料袋的试管夹，右手用剪刀迅速沿扎口线剪断塑料袋，随即左手持夹将盛混合气体的开了口的塑料袋移近烛焰，此时则发出砰然巨响。

用这样的操作方法完成这一实验的优点有三个：（ H ）将看不见的气体体积变成可以看到其气体体积大小变化，克服了前面两种方法的共同缺点。（ H ）这样操作比较安全，不会使教师和学生为瓶子可能炸破而担心。（ H ）实验现象明显，可靠性高。这样操作还有简便易行的优点，学生能看清实验现象，脑子里的许多疑问也就迎刃而解了。

几年来，用这种方法完成氢气与氧气两种混合气体的爆炸实验，教学效果很好。学生在观察这一实验时注意力高度集中，教室里非常安静，当听到尖锐的爆炸声时，教室气氛顿时活跃起来，有时同学们惊得拍手叫好。在此基础上告诉学生，由于氢气与氧气的混合气体在点燃时能发生爆炸，因此，在点燃氢气之前必须检验其纯度，并指出检验氢气纯度的方法，进而告诉学生，凡是具有可燃性的气体在点燃前都要检验其纯度。

几个实验的改进

Ⅷ 氢氧化亚铁的制备

制取氢氧化亚铁白色絮状沉淀的关键是尽量排除空气中氧气的干扰。用注射器做为反应容器可以得到较好的效果，生成的白色絮状沉淀可以保持几分钟左右不改变颜色，同时还可以观察 Fe^{2+} 转化为 Fe^{3+} 时颜色变化的过程

山东师大化学系茅树国、济南铁路局教研室龚维新老师介绍其实验步骤：

(员) 硫酸亚铁的制备：

取 缘毫 升的注射器一只，抽出针栓，加入适量的不锈钢丝（或还原铁粉），推上针栓后抽取经煮沸的 员：远硫酸溶液（体积比）缘毫 升，排尽空气，用胶管和弹簧夹封住细管口；（如图 员）。注射器内铁和硫酸反应产生的氢气使针栓外移，经过一段时间后，要打开弹簧夹，将氢气放出。由于反应在隔绝空气条件下进行，所以制得的硫酸亚铁溶液是无色透明的。上述操作可在课前进行。

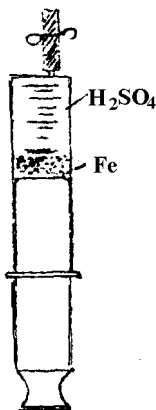


图 员

(圆) 氢氧化钠溶液的制备：

在烧杯中用蒸馏水配制 缘毫 升的氢氧化钠溶液 缘毫 升，加热到沸，另取 缘毫 升注射器一只，将经煮沸后的氢氧化钠溶液抽入注射器内，排尽空气，用胶帽（眼药水瓶上的橡胶帽）封住细管口备用。

(猿) 氢氧化亚铁的制备：

取 缘毫 升注射器一只（带针头），排尽空气，扎入盛硫酸亚铁溶液的胶管内，抽取约 缘毫 升的溶液并通过胶帽注入到氢氧化钠溶液中（如图 圆），立即出现白色紫状沉淀。

(源) 云藻转化为云藻时颜色的变化：

将盛有氢氧化亚铁白色紫状沉淀的注射器，去掉胶帽，抽入少量空气并不断振荡，则溶液颜色立即由白色变为淡绿色，排出废气，再抽入少量空气，继续振荡，则溶液由淡绿色变成为深绿色，最后成为红褐色。

圆弱酸(醋酸)强酸(盐酸)和金属镁的反应

本实验通过金属镁分别跟相同体积，相同摩尔浓度的盐酸和醋酸进行反应，观察它们的反应速度不同；反应最终产生的氢气体积相等，

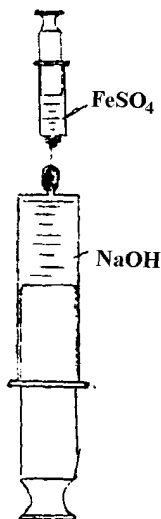


图 圆

来帮助学生理解弱电解质的电离平衡及其移动的概念。实验步骤如下：

在两支 10 毫升的注射器中分别加入适量剪短的镁条（对所用酸来说是过量的），排尽空气，用胶帽封住细管口，固定在铁架台上。另取两支 10 毫升注射器（带针头），分别抽取 10 毫升 0.1 的盐酸和醋酸溶液，将针头分别扎入装有镁的注射器的胶帽（如图 10，同时将两种酸注入到 10 毫升注射器中。反应开始后，可明显地看到反应速度不同，盐酸和镁反应速度快（针栓外移的速度快），醋酸和镁反应速度慢。约 10 分钟后，反应停止由针筒的刻度观察到两种酸和镁反应产生的氢气体积相等。

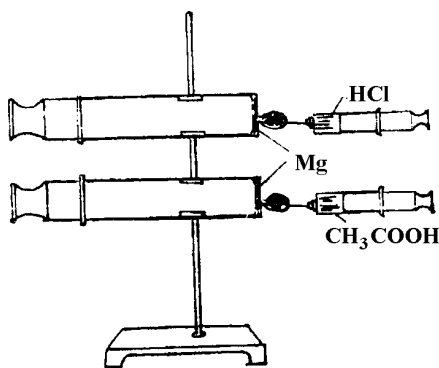


图 10

新型隐形墨水的制备

在市场上有多种隐形墨水。最原始的隐形墨水是用淀粉溶液写在纸上，用碘酒来显字。哈尔滨市第 10 中学吴克勇老师、华东师大化学系王一川老师介绍了一种新型的隐形墨水，供化学课外活动使用，以提高学生的学习兴趣。

原理简介

二氯化钴在不同溶剂中的颜色是不同的，同一溶液随温度不同它的颜色也不相同。例如二氯化六水合钴(II)的水溶液在室温下显蓝色，在甲醇中显紫色，在乙醇中显蓝色。

又比如在低温下二氯化钴水原乙醇溶液显粉红色，温度升高变此色，再升高变蓝色。

药品与仪器

(员) 药品：二氯化钴水溶液，乙醇溶液。

(圆) 仪器：烧杯、搅棒、滴管、墨水瓶、吹风机。

操作步骤

(员) 在烧杯下用滴管吸源滴二氯化钴水溶液加于乙醇溶液中，此时溶液近乎无色或略显粉红色，然后，把此溶液转移入墨水瓶中。

(圆) 用钢笔吸取上述溶液，在白纸上写字，当至烧杯以上，纸上出现紫色字迹。

(猿) 用吹风机吹写有字的白纸，当温度升至圆上，紫色字迹又变为蓝色。

讨论

(员) 二氯化钴隐形墨水的变色原因是：显粉红近无色是钴(II)在溶液中的颜色，紫[燥(匀韵)]和[燥燥]混和的颜色，蓝色是具面体几何结构[燥燥]的特征颜色。

遇热变色的原因是：

燥(匀韵)燥燥 [燥(匀韵)]

[燥(匀韵)]燥燥

粉红色 \rightleftharpoons 紫色 \rightleftharpoons 蓝色

←燥燥 ↔ 燥燥 →

不很稳定的粉红色水合钴离子变成较稳定的蓝色乙醇合钴盐。

用盐酸浸取煤矸石烧渣制结晶氯化铝

煤矸石是与煤伴生的岩石，其中氧化铝的含量在 10%~30% 之间，含量高者可达 30%，有较高的利用价值。用浓盐酸浸取煤矸石烧渣可得到结晶氯化铝，可作为较好的净水剂，既可废物利用，又可减少环境污染和占用耕地。

1. 制备原理

煤矸石的主要成分是铝和硅的氧化物，在 1000~1200℃ 下煅烧。煤矸石中含水高岭石、三水铝矿石等，即可分解脱水生成活性高的 γ - Al_2O_3 ，用浓盐酸浸取，则 γ - Al_2O_3 和盐酸反应生成氯化铝而被溶出，经沉降、洗涤、浓缩、抽滤，即可得产品—结晶氯化铝。

2. 生产过程

(1) 煅烧 将煤矸石投入沸腾炉在 1000~1200℃ 下煅烧 2~3 小时，注意温度不能太高，否则 Al_2O_3 发生相变生成 α - Al_2O_3 难以被盐酸溶出。

(2) 磨碎 将煅烧后的煤矸石，粉碎成粒度 10~20 μm 颗粒。

(3) 溶出 将粉碎的煤矸石烧渣，加入 10%~15% 的浓盐酸，搅拌约 30 分钟，放入沉降池中，静置沉降。

(4) 溶渣分离 先采用自然沉降，加入适量聚丙烯酰胺作混凝剂，加速沉降。然后使溶渣与溶液分离。

(5) 浓缩与结晶 将溶出溶液浓缩结晶，等固液比 1:1 时把浓缩液放入冷却罐中冷却，10~15 分钟时晶粒进一步增长，然后用真空泵抽滤得结晶氯化铝。

3. 主要设备

① 沸腾炉；② 反应罐；③ 搪瓷浓缩罐；④ 沉降池；⑤ 真空泵。

复方氯化钠溶液的来历

复方氯化钠溶液，即生理盐水，也叫林格氏液。这种溶液对失血或失水过多的病人，能及时补充水份维持其血容量，也是多种药物的载体，是医院给病人进行静脉注射的常用药。它的发现归功于英国生理学家西德尼·林格。

在伦敦大学医院的实验室里，一次，生理学家西德尼·林格和他的助手进行离体青蛙心脏的实验。他们把生理盐水注入了青蛙的心脏，使他们惊奇的是：通常食盐水灌注心脏后，青蛙心脏最多可连续跳动半小时。但这次，它连续跳动了好几个小时。细心的林格对这一异常现象进行了认真细致的分析研究。原来，这次实验时，他的助手在制作盐水溶液时，没有使用蒸馏水，用的是普通的自来水。林格据此线索断定，自来水中一定有某些物质引起这次生理活动的增加。经过反复实验，林格终于配制出一种新的生理食盐水，通常称之为“复方氯化钠溶液”。这种溶液的成分是：每1000毫升蒸馏水中含有氯化钠9.0克，氯化钾0.4克，氯化钙0.26克，这就是复方氯化钠溶液即林格氏液的来历。

“元素化合物”的实验探索法

元素化合物知识是中学化学的主要内容之一。它不仅为许多化学理论提供了事实依据，而且几乎全部覆盖了中学化学实验基本操作。对此，传统的教学方法往往是由教师讲授知识，演示实验，学生观察现象，理解性质。这样的做法，事倍功半，收效甚微。山西省阳泉市第二中学郭锐鹏老师经过较长时间的试验摸索，在这部分内容教学时，充分利用实验条件，把高中年级（学生已掌握大部分实验基本操作）的许多演示实验和学生实验揉和在一起，重新设计变成在都是指导下的学生探索性实验。采用“实验—分析—精读—辨疑”的程序和方法，研究物质性质收到了很好