

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（十二）

化学工业出版社

# 目 录

纤维素还原托伦试剂 .....	( 员 )
纤维素水解实验的改进(一) .....	( 圆 )
纤维素水解实验的改进(二) .....	( 圆 )
纤维素水解实验的改进(三) .....	( 猿 )
纤维素水解实验的改进(四) .....	( 源 )
纤维素水解实验的改进(五) .....	( 缘 )
纤维素水解实验的改进(六) .....	( 远 )
纤维素水解实验的改进(七) .....	( 远 )
纤维素水解实验的改进(八) .....	( 苑 )
纤维素水解实验的改进(九) .....	( 苑 )
纤维素水解实验的改进(十) .....	( 猿 )
纤维素水解实验的改进(十一) .....	( 源 )
纤维素水解实验的改进(十二) .....	( 苑 )
淀粉水解实验的改进 .....	( 苑 )
纤维素水解实验步骤的改进 .....	( 苑 )
葡萄糖的银镜反应实验的改进 .....	( 苑 )
葡萄糖与果糖的鉴别 .....	( 苑 )
葡萄糖与新制的氢氧化铜反应实验的改进 .....	( 苑 )

糖类水解后与新制 悦瑟韵) 反应实验的改进 .....	(圆)
脑脊液葡萄糖测定的改进 .....	(圆)
蔗糖水解实验的改进(一) .....	(圆)
蔗糖水解实验的改进(二) .....	(圆)
蛋白质的元素组成实验 .....	(圆)
蛋白质的盐析实验的改进(一) .....	(圆)
蛋白质的盐析实验的改进(二) .....	(圆)
蛋白质主要成分小实验 .....	(圆)
几种氨基酸纸层析的实验改进 .....	(圆)
橡胶的分解实验的改进 .....	(猿)
几种常用化学仪器的制作 .....	(猿)
中学化学常用仪器改革 .....	(猿)
按反应物状态进行实验装置归类 .....	(源)
中学化学仪器的更新 .....	(源)
化学实验教学中教具的制作及运用 .....	(源)
利用培养皿做投影实验(一) .....	(缘)
利用培养皿做投影实验(二) .....	(缘)
用锥形瓶改进化学实验 .....	(缘)
简易气体发生器 .....	(缘)
用双球玻璃管做的实验 .....	(缘)
离子检验、气体性质系列实验的一种简易装置 .....	(缘)
用火柴进行的两个实验 .....	(远)
巧用墨水瓶的二个小实验 .....	(远)
用气体反应瓶进行的实验 .....	(远)

安瓿瓶实验五例 .....	(远)
一种气体发生器 .....	(远)
运用针筒进行化学演示实验 .....	(远)
一瓶多用 .....	(苑)
叉型试管的妙用 .....	(苑)
原子纸片模型在化学教学中的应用 .....	(苑)
教具“氢原子的 <del>层</del> 电子云”的制作 .....	(苑)
一种能够重叠的电子云模型 .....	(愿)
原子结构理论教学的一种辅助游戏 .....	(愿)
多用微型气体发生器 .....	(愿)
怎样使失效的醋酸铅试纸复活 .....	(愿)
气球在化学实验中应用两例 .....	(愿)
手持打孔器的改进 .....	(愿)
投影仪在溶液配制中的应用 .....	(愿)
用玻璃片作投影实验 .....	(怨)
单质、氧化物、酸、碱、盐相互关系的教具制作 .....	(怨)
两种简易实验装置 .....	(怨)
液体的稀释及分瓶装置 .....	(怨)
一种多用途的实验装置 .....	(怨)
理想的储气装置——氧气袋 .....	(怨)
洗气瓶改装后的多种用途 .....	(责)
多用途实验电源 .....	(责)
一花多用的指示剂 .....	(责)
简易盐桥 .....	(责)

巧用注射器 .....	( 页)
活动化工生产流程投影片的制作 .....	( 页)
难溶性气体的储存 .....	( 页)
化学实验装置改进 .....	( 页)
裁形管在制取有毒气体时的应用 .....	( 页)
裁形管系列实验 .....	( 页)
匀形管多用实验仪器 .....	( 页)
塑料瓶在化学实验中的妙用 .....	( 页)
一种试管加热电热器的制作和使用 .....	( 页)

## 高中化学实验改进设计 (十二)

### 第十四部分

## 纤维素实验的改进设计

### 纤维素还原托伦试剂

#### 托伦试剂的配制 (裁源)

取约 缘毫升 缘毫升的溶液于一支干净的试管里滴入 员滴稀氨水,边滴边振荡至沉淀恰好溶解为止,溶液的 裁值近于 员,为了防止氨水过量,可以回滴 缘毫升的员滴若溶液浑浊、再小心地滴入半滴稀氨水直到溶液刚刚变为澄清为止。

#### 圆操作与现象:

将上述配制好的银氨溶液(托伦试剂)约 源毫升置水浴中加热,然后滴入 员滴纤维素水解溶液,继续加热(怨园-怨益)约 圆分钟后光亮的银镜在管壁形成。

#### 猿讨论:

(员)在配制银氨溶液时,氨水切不可过量。吉林市空军医专李雪梅、董顺福老师曾在 源毫升银氨溶液中分别多滴入 员滴或 圆滴(员滴)稀氨水进行对比试验结果均未形成理想的银镜。

(圆) 银氨溶液经过预热(约 1 分钟)后加入纤维素水解溶液, 比试剂混合后再加热形成的银镜速度快银层厚而光亮。

注:

[1 纤维素水解液制备方法参考: 李亚策《化学教学》1984 年第 1 期总期 1984 期第 1 页。

### 纤维素水解实验的改进(一)

高三化学第六章第三节讲多糖—纤维素的性质和结构, 演示实验〔远—源 将纤维素在稀酸和一定压强下长时间加热可发生水解生成葡萄糖, 整个实验至少要 1 分钟才能完成。桐庐中学吕仲其、洪静清老师经过反复试验, 作如下改进:

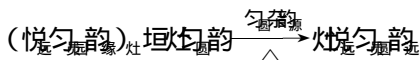
取脱脂棉一团(约 1 克)放入干燥的试管中, 加入 1 毫升 18 摩/升的浓硫酸, 用玻棒把棉花捣烂, 形成淡棕色粘稠液体, 然后倒入盛有 1 毫升水的试管中稍加振荡, 取出 1 毫升于试管中, 再用含有少量 0.1% 的 0.1% 的 0.1% 溶液中和(0.1% 作为硫酸是否中和完的指示剂)至不再产生气泡, 再过量几滴使纤维素的水解液呈碱性, 此时溶液呈亮棕色。立即滴入 0.1% 的 0.1% 溶液 1 毫升摇匀, 将试管在酒精灯上微热, 就可见鲜艳的砖红色的氧化亚铜沉淀。

这样处理的特点是: 利用浓硫酸溶于水自身放出的热量来加热, 同时仍能维持硫酸浓度在 18 摩/升左右, 从而大大加速纤维素的水解, 省略了水浴加热的 1 分钟时间, 使演示实验全过程由 1 分钟缩短到 1 分钟左右完成, 这样就有可能变验证性实验为探索性的实验。既提高了实验效率, 又提高了实验的效果。

### 纤维素水解实验的改进(二)

高中化学课本第三册(六年制重点中学)第 1 页〔实验 源—





在溶液中逐滴加入 源原的氢氧化钠溶液，开始时溶液呈亮棕色，后来颜色变浅。边加边振荡，当溶液为酸性时，颜色呈浅黄色。当加入最后 员滴氢氧化钠溶液，溶液突然变成亮棕色时，溶液呈碱性 员跃园

取亮棕色的溶液 园缘—员毫升与新制的氢氧化铜作用，加热，可看到有红色的沉淀（氧化亚铜）生成。与银氨溶液作用，有光亮的银镜生成。这证明纤维素的水解产物为葡萄糖。

按照全日制十年制高中课本化学第二册 园怨页（实验 远—源）所介绍的方法做，纤维素水解的实验，大约需 园—缘分钟。主要是纤维素在硫酸做催化剂进行水解时，要在水浴中加热 员缘分钟。水解后，用氢氧化钠溶液中和硫酸时，用指示剂颜色的变化来判断中和反应是否已经完全，（因检验醛基的银镜反应和费林反应，必须在碱性溶液中进行）这两步很费时间。现在省去“加热”这一步，又利用中和时溶液颜色的变化来判断水解液的酸碱性，所以实验过程大大加快，只需要 缘—远分钟就可以完成。

### 纤维素水解实验的改进（四）

为了加速纤维素水解，提高课堂教学效率，笔者对这个实验曾作多次探索，将宁波市骆驼中学徐菊夫老师对做这个实验的思维方法和具体做法介绍如下。

纤维素是纤维二糖的高聚体，水解后可得 员原葡萄糖，但是由于联接葡萄糖单位的是  $\beta$  原员 源原糖苷键，葡萄糖分子间是相互扭着的，纤维素分子的链和链之间是像麻绳一样缠在一起的，纤维素在稀酸和一定压强下长时间加热才能被水解成葡萄糖，我想到牛、马、羊等食草动物体内分泌出来的一种酶，能水解  $\beta$  原员 源原糖苷键将部分纤维素转变为葡萄糖，所以纤维素是食草动物的能源，鉴于这样的思维，于是，我用洗耳球（橡皮质）从牛的嘴里



## 纤维素水解实验的改进 (六)

高中化学课本中，纤维素水解及中和水解液里的酸所需时间长，又因所用硫酸溶液浓度较大纤维素易脱水碳化。甘肃省高台第一中学李亚策老师提出采用下述方法和步骤实验，可避免这些缺点。

(员) 取一支大试管，向其中注入源缘毫升远缘的硫酸溶液(百分比浓度为远缘)，把一张定性滤纸( $\phi$ 越忽厘米)的员员远撕碎放入其中(或用少许脱脂棉)，用力振荡数次，便可形成近于无色的半透明状的粘稠液体。把这支试管置于缘苑的水浴中加热猿分钟，试和内的粘稠液体就变为白色悬浊液。此即纤维素的酸性水解液。

(圆) 把上述水解液冷却至室温。向其中滴入一滴酚酞试液，取约一毫升(不宜过多)于另一支试管中。向该试管中逐滴加入圆缘的氢氧化钠溶液，边滴边振荡，直至试管内全部液体刚变为粉红色为止。立即向其中滴入少量新制的氢氧化铜的悬浊液，振荡，管内即出现砖红色的絮状氧化亚铜。静置片刻，则析出大量沉淀(其中混有一定量的未水解的纤维素)。

用此法实验时，水解液里的酸被中和后，试管内液体温度高达苑愿，足可以使葡萄糖、纤维二糖与氢氧化铜发生氧化—还原反应。因此，不再加热煮沸。

## 纤维素水解实验的改进 (七)

纤维素水解实验是高中化学中的一个演示实验，由于实验的结果所受影响的因素多，操作讲究，所以，它是一个较难做的实验。如果根据课本上的说法来做，时间长，势必影响课堂效率，为了探讨有关因素对纤维素水解效果的影响，从而提高实验的效率，广东珠海市二中陈少康老师对这项实验作了一些初步的探讨。

## 实验的原理

纤维素在硫酸催化及加热的条件下发生水解，生成纤维四糖、纤维三糖、纤维二糖等，但最终的产物是 葡萄糖（α-D-葡萄糖）。葡萄糖中的醛基与新制氢氧化铜一起加热时，首先生成 蓝色沉淀，进一步加热，分解成砖红色的 氧化亚铜。

在实际生产中，对纤维的水解是在浓硫酸或稀酸加压下进行的，在实验室的条件下，不可能进行加压实验，且没有必要，只要让学生知道纤维素的水解产物是葡萄糖就行了。

## 实验的影响因素

### (一) 硫酸的浓度

这一实验，硫酸是作为催化剂而加进去的。课本上要用 浓硫酸 10mL，此量太多，这为后面的中和步骤带来了困难，经反复试验证明，如果用玉米一般大的一团棉花（脱脂棉，也可用滤纸，但棉花比滤纸易变糊精），只用 1滴浓硫酸便可，而硫酸的浓度大小却是影响实验结果的重要因素。我曾采用不同浓度的硫酸作平行试验，用量均用 1滴，在常温 60℃ 下进行，结果如下表：

硫酸浓度	棉花情况
10%	10秒后，成棕黑色液状
5%	15秒后，成深棕色液状
2%	20秒后，成黄棕色液状
1%	搅动，15秒后变粘稠液状，略带微黄
0.5%	搅动，15秒变无色粘稠液状
0.2%	搅动 1分钟变无色液状，更粘稠
0.1%	搅动 15分钟变很粘稠白色半透明液状，带少量渣（棉花）
0.05%	搅动，成一团渣，15分钟后情况同上
0.02%	搅动，成一团渣，15分钟后不变
0.01%	搅动，棉花无明显变化

可见，取用硫酸浓度超过 愿缘，有部分棉花被炭化而带棕或黑色，酸越浓炭化越严重，浓度在 远缘以下，实验效果又不理想（常压下），而效果较好的是选取 苑缘原愿缘的硫酸。这里还要注意，市面上出售的硫酸，其浓度未必与瓶上标签浓度相符，甚至相差较大，故此，要经过标定才能确定其浓度。

### （圆）水解时间

本人用相同材料，在相同条件下，用不同水解时间试验，得到如下结果：

编号	一	二	三	四	五
水解时间 (分钟)	圆	猿	源	缘	远
水解结果用 悦(韵)圆 检验	无现象	略变黄	呈砖红色， 沉淀多	呈砖红色， 沉淀更多	同左

可见，水解时间在 源分钟以上效果才好，且与用葡萄糖还原悦(韵)圆现象一致。

### （猿）不同操作情况

#### ①纤维素水解在两种加热方式下的不同结果。

用相同量的棉花，加入浓度、体积相同的硫酸，在下列两种加热方式下作水解试验，结果对照如下：

粤沸水水浴加热 源分钟—→浓碱中和，用悦(韵)圆检验<sup>△</sup>—→呈砖红色，静置有大量红色固体沉淀析出。

愿直接在酒精灯上加热 源分钟—→浓碱中和，用悦(韵)圆检验<sup>△</sup>—→黄色，静置有黄色沉淀析出，但生成的固体比粤少。

显然，采用水浴加热比直接加热得到的实验结果要好。并与用葡萄糖还原悦(韵)圆现象一致。至于用直接加热出现的黄色沉淀，这现象与前者加热初时出现的现象一样，故它有可能是



②看颜色，由于纤维素水解液在中性或偏碱时出现明显的亮棕色特征，当中和至出现此色时，表示已中和好了。在实际过程中，往往把这两种方法结合一起运用，这里要注意，无需去找寻很准确的终点，由于还原性是在碱性条件下进行，所以，中和时有意把溶液中和至稍偏碱，如此一来，做起来就简便得多了。

### 如何做好纤维素的水解实验

根据上述的试验结果与分析，做好本实验要注意三个环节：①硫酸的浓度要讲究；②掌握好水解的时间；③中和及判断方法，经过反反复复的试验和比较，本人认为采用下列方法较好，它能大大提高实验的效率，按课本上去做需要 10 分钟，且用药量大，中和难，现缩短至 5 分钟能做完，成功率高，操作简便，现介绍如下，仅供参考。

用一小团棉花（脱脂棉，像玉米般大），用玻璃棒压入试管底，滴入 5 滴 10% 硫酸，用玻璃棒搅动片刻成无色粘稠液体，不能存有渣，如气温较低时可置于热水浴中边加热边操作，或适当提高硫酸浓度，再注入 10 滴水，置于沸水浴中加热 5 分钟，取出用浓碱中和至亮棕色，待用。另取 10 滴水，滴入 5 滴 10% 硫酸，摇荡，倾入上述水解液 10 滴水，直接加热片刻，观察现象。

## 纤维素水解实验的改进 (八)

### 纤维素水解实验设计原理：

华中农业大学附中殷国荣老师作了如下分析：淀粉和纤维素属于天然的高分子化合物，在自然界中的分布最广，也是最重要的多糖，它是单糖分子间失水，以糖苷键连接而成的高聚物，它们在无机酸存在的条件下可以完全水解并定量地得到 D-葡萄糖，中学教材中就根据这个性质设计了两个课堂演示实验，即淀粉水解实验和纤维素水解实验。

直链淀粉是由  $\alpha$ -D-葡萄糖单位以  $\alpha$ -1,4-糖苷键连接的线状结构。支链淀粉是一种分枝的多糖，在这种分子中是葡萄糖通过  $\alpha$ -1,4-糖苷键连接成主链，同时葡萄糖又以  $\alpha$ -1,6-糖苷键构成支链，它们在酸性条件下水解为葡萄糖和麦芽糖的混和物。

最丰富的多糖为纤维素，纤维素是一种线性的  $\beta$ -D-葡萄糖单位以  $\beta$ -1,4-糖苷键连接而成的多糖。和淀粉的  $\alpha$ -1,4-糖苷键比较，纤维素的  $\beta$ -1,4-糖苷键对酸水解有较强的抵抗力。同时纤维素的分子呈丝状，而这些丝状的分子又以氢键的形式联合成为纤维素的胶束，由于胶束中氢键的数目很多，所以结合得非常牢固，理化性质比较稳定，纤维素的水解作用要比淀粉难得多，所以按教材条件做演示实验所需时间长，效果也不明显。

纤维素与浓硫酸作用时，纤维素中的游离羟基按一般醇的方式起酯化作用生成硫酸氢酯：



同时纤维素在葡萄糖残基之间以氧原子连接的地方逐渐水解为较小的分子，从而使纤维素溶解。浓硫酸与纤维素的作用非常猛烈，~~缘故~~硫酸在冷时及短时间内只溶下纤维的表面一层，纤维部分水解的产物为分子量大的粉纤维和水解纤维素等，这些水解产物往往以坚固的质体粘在纤维素的表面，在酸性溶液中加热需要很久才能使纤维素完全溶解。这时水解的程度才较大，先生成简单产物（六糖、四糖和三糖）最后生成纤维二糖和葡萄糖。这些化合物能溶于水，并且分子中含有游离的半缩醛羟基，所以在碱溶液中能有力的还原二价铜为一价铜。

#### 实验步骤和现象：

把少量棉花或几片滤纸放入试管里，加 ~~原~~浓硫酸，用量以恰好能够溶解棉花为宜，用玻璃棒把棉花捣烂，形成无色的粘稠液体，把该试管浸在热水浴中加热至显出亮棕色时为止，然后放冷倒入约 ~~缘~~倍体积的水中，此时无絮状的沉淀析出。加碱液中和硫酸使水解液略显碱性。取出一部分已中和的溶液，用新制的氢氧化铜作检验还原性糖的实验，效果良好，在 ~~缘~~分钟内可以观察到红色氧化亚铜沉淀生成。

### 獭分析与讨论：

(夙) 加浓硫酸的量不能太多，太浓。否则会使纤维素脱水而炭化。因此硫酸的浓度控制在 苑园豫—愿园豫，用量恰好溶解纤维素（棉花或滤纸）为宜。

但硫酸的浓度也不能低于 苑园豫，否则影响水解的速度。

反应必须在热水浴中加热进行。否则会有纤维素部分水解的中间产物以坚固的质体粘在纤维素表面，阻止进一步水解，影响实验效果。

### (圆) 如何检验水解是否完全

纤维素开始水解后生成的分子量大的水解产物（粉纤维，水解纤维等），用水稀释水解液时即呈沉淀析出。若水解完全，生成较简单产物是纤维二糖和葡萄糖，这些化合物能溶于水，加水稀释时无絮状沉淀析出。

(猿) 中和硫酸时，碱液不能太稀，若浓度太稀，用碱液的数量就会太多，使单位体积内的水解产物的量相应减少，还原作用就不明显。

(源) 纤维素水解后加碱中和，碱常易加过量，这时直接加入少量硫酸铜溶液，加热，也可以观察到红色氧化亚铜沉淀生成。若能严格控制加碱的量，在 责匀越怨左右，也可以明显的作好银镜反应的实验。

(缘) 加碱中和硫酸时，边加边摇匀，否则由于局部碱化造成的错觉将导致实验失败。

## 纤维素水解实验的改进 (九)

### 操作步骤

四川旺苍中学兰劲老师的设计是：

(夙) 把少许脱脂棉或几片碎滤纸放入一支大试管里，用水浸湿，然后滴加 怨园豫的硫酸，边加边搅拌，以刚把脱脂棉或碎滤纸