

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（二）

化学工业出版社



证明分子运动及比较气体密度的装置 .....	(圆)
有趣的分子运动的演示实验 .....	(圆)
镁的相对原子量测定的微型实验(一) .....	(圆)
镁的相对原子量测定的微型实验(二) .....	(圆)
某些金属原子量测定方法的改进(一) .....	(圆)
某些金属原子量测定方法的改进(二) .....	(圆)
分子量测定实验的改进(一) .....	(猿)
分子量测定的实验改进(二) .....	(猿)
用乙醇代替四氯化碳做分子量的测定 .....	(猿)
分子式和反应方程式的测定 .....	(猿)
验证水分子为极性分子的实验改进(一) .....	(猿)
验证水分子是极性分子的实验改进(二) .....	(猿)
验证水分子是极性分子的实验改进(三) .....	(猿)
水分子极性实验改进设计 .....	(猿)
演示分子极性实验的条件 .....	(猿)
电子流动方向指示器 .....	(源)
电化学实验的组合装置 .....	(源)
熔化电解质导电实验 .....	(源)
电化学多功能演示器(一) .....	(源)
电化学多功能演示器(二) .....	(源)
自制微型电化学演示器 .....	(源)
自制电化学多功能演示器 .....	(缘)
自制微型电解器 .....	(缘)
简易电化学整流装置 .....	(缘)

微型电解质溶液导电测试仪 .....	(缘园)
原电池内电路中导电微粒的验证实验 .....	(缘园)
溶液与熔化硝酸钾导电的实验装置 .....	(缘园)
溶液导电性实验的改进 .....	(缘园)
硝酸钾导电性实验的改进 .....	(缘园)
利用发光二极管进行溶液导电实验 .....	(缘园)
用音乐贺年卡做电解质导电性实验 .....	(远园)
电解质在熔化状态下导电性实验的改进 .....	(远园)
电解质导电的微型实验 .....	(远园)
醋酸溶液导电性实验的改进 .....	(远园)
电解质在熔化状态下导电性实验的改进 .....	(远园)
金属的电化腐蚀实验改进 .....	(远园)
离子移动的演示实验改进 .....	(远园)
离子运动的演示实验的方法 .....	(远园)
离子的存在及其放电演示教具的制作和应用 .....	(苑园)
离子存在及其迁移的投影演示 .....	(苑园)
离子迁移演示实验的改进(一) .....	(苑园)
离子迁移演示实验的改进(二) .....	(苑园)
离子定向移动的实验方法 .....	(苑园)
简易离子定向移动观察器 .....	(苑园)
自由离子定向移动实验的改进 .....	(苑园)
碘化钠电离的演示实验 .....	(苑园)
用实验进行电离度的数学 .....	(愿园)
自制离子反应仪 .....	(愿园)

原电池实验的改进设计(一) .....	(原源)
原电池实验的改进设计(二) .....	(原缘)
对悦原在厚电池的改进 .....	(原韵)
铝铜电池的制法和应用 .....	(原韵)
原电池的制作及其使用 .....	(原韵)
铜锌原电池实验的改进 .....	(怨园)
利用原电池镀锌 .....	(怨园)
二种原电池用锌电极的制取方法 .....	(怨猿)
可使灯泡发亮的悦原在原电池实验 .....	(怨源)
电镀、原电池二用的实验装置 .....	(怨源)
原电池实验的补充与改进——简易电池 .....	(怨缘)
三种易使小灯泡发光的原电池 .....	(怨韵)
原电池演示器 .....	(怨愿)
原电池实验的改进及析氢腐蚀演示实验的设计 .....	(怨怨)
在试纸上做微型电池实验 .....	(员园园)
自制原电池和电解池 .....	(员园员)
条件对反应速度影响实验的改进 .....	(员园圆)
实用原电池种种 .....	(员园猿)
氯化铜溶液电解实验设计 .....	(员园缘)
电解爆鸣实验装置 .....	(员园陆)
一个有趣的电解演示实验 .....	(员园园)
自制电解装置 .....	(员园猿)
几种常见的电解槽 .....	(员园源)
用粉笔做电解槽 .....	(员园韵)
电解水实验装置的改进 .....	(员园愿)



## 高中化学实验改进设计 (二)

低压快速的胶体电泳实验

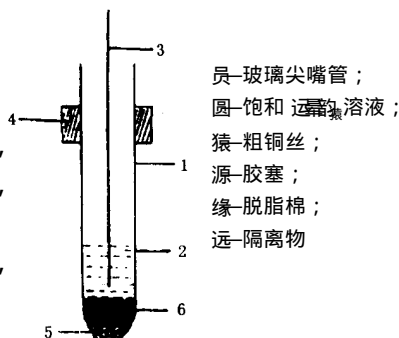
一般说来，低压电泳时间较长，不利于课堂演示；特别是胶体溶液与导电液之间的界面易混，造成实验失败。南充师院邹荣贤、田亩、王莉老师在它们之间装入了一种隔离物质，它即能导电又能使两种溶液明显分开。实验时间短，界面清楚，现象明显，适合课堂演示。现介绍如下：

实验装置图如下：

## 实验操作

## (一) 电极的制作：

①尖嘴管的拉制：用内径为缘缘皂的玻璃管或小试管，在喷灯上加热拉制成尖嘴管，尖嘴口的内径约源缘皂。冷后在上部套上一个胶塞或胶管，如图员



## ②隔离物的配制：

取用源皂蒸馏水和猿克琼脂，加源皂饱和溶液煮沸即可。

取少量食用面粉加入饱和溶液加热制成较干的浆糊。

取办公用的无粮香糊加入少量的饱和溶液搅匀。

取少量泥土加入饱和溶液，搅拌成较干的糊状。

③隔离物装入：用拉制好的尖端管口反复多次插入配好的隔离物中，使装入管内的隔离物约猿皂一皂为止，为了防止通电使隔离物受热熔化而脱落，在尖嘴管口塞入一个小棉球。最后在隔离物上加入源皂饱和溶液，并插入粗铜丝作电极。

按照上述同样的方法，制作两支装相同隔离物的电极待用。

(圆) 胶体溶液的配制：

在洗净的 员圆皂 烧杯中，加入 缘皂皂 蒸馏水，加热至沸，在沸水中滴入 圆 猿 滴潮解后的 云薄藻 溶液，然后冷却，制得了透明的红棕色的氢氧化铁胶体溶液。

(猿 在洗净的 员圆皂 伊 员圆皂 的 哉 型管中，加入 远 苑 皂 新配制的氢氧化铁胶体溶液，使液柱高出 哉 形管的弯曲处 员缘 皂 圆皂 处为宜，再分别插入两支自制的电极，其深度应使尖嘴管口部与胶体溶液刚好接触，切不能插入太深。

(源 按照装置图 遭 接在 员缘 猿 伏 的直流电源上，电泳 圆 猿 分钟，在阳极明显的看得出胶体往下移动的现象。

猿 实验体会：

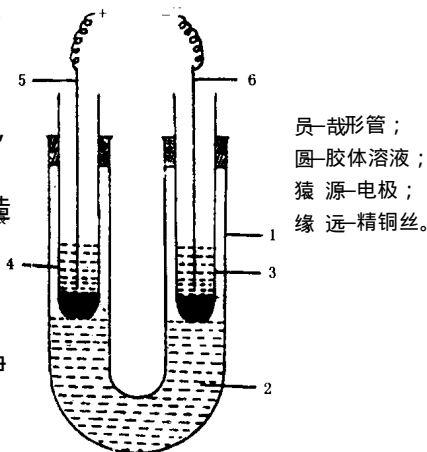
(员 关于隔离物的选择

在胶体溶液中。如果混有电解质会使胶体凝聚，或者把电极直接插入胶体溶液，胶体粒子要在电极上放电使胶体凝聚。为了解决这个问题，笔者采用不同的隔离物，并将高压改用低压，分别进行了同样的实验。发现选用无粮香糊作隔离物效果最好，特别适用于低压下电泳，在没有无粮香糊的情况下，也可以采用面粉或泥土作隔离物，即方便易找、效果也可以，通电受热易融化影响界面的清晰，最好不采用。

(圆 关于电源和电压的选择

①采用①—猿 伏 的晶体管稳压直流电源，电压选用 圆 缘 伏 为宜，实验证明，电泳时间短，现象明显，电泳 源 缘 分钟，电泳距离为 员 员 缘 厘米

②用干电池作电源，电压最好选用 怨 员 伏 为宜，电泳时间稍



长,现象也比较明显,实验证明,电泳源—缘分钟,电泳距离为

(猿) 关于胶体溶液的浓度

胶体溶液的浓度对电泳速度影响较大。胶体溶液过浓,过稀电泳速度都会相应减慢。实验证明,在缘皂沸腾的蒸馏水中加入圆猿商(约圆皂皂潮解的云藻溶液制得的胶体溶液为最好。在制备时所用的烧杯和盛装胶体的哉形管也要洗净,不得带入任何电解质、否则效果不好。

(源) 胶体溶液的用量和哉形管的大小对电泳速度也有影响。

实验证明,用员皂伊员皂哉形管,装入远—苑皂胶体溶液,其液柱高约员缘—圆皂。如用不同规格的哉形管,加入胶体溶液的量,以保持胶体液柱高在员缘—圆皂之间即可。

(缘) 电极铜丝和装有隔离物的电极插入的深浅,对电泳速度也有影响。

用擦亮的粗铜丝插入饱运藻溶液时,以刚好接触隔离物为好。至于自制的装有隔离物的电极插入胶体溶液,也是刚接触为好,即通电又不影响界面的清晰。

(远) 配制隔离物时,加入运藻溶液的浓度对电泳速度也有影响。

加入的目的是增加导电性,如果加入运藻的浓度过稀,电泳速度慢,只有加入饱和运藻溶液效果较好。

综上所述,实验成败的关键是;制好电极选好隔离物和电压,配制好胶体,用量要适当,电极插入要刚好接触。如各种条件紧密配合,实验稳定性强、重现性好,电压低,时间短,现象明显,即是低压,又是快速电泳,适合课堂演示。

### 电泳电极的改进

用缘皂水和员皂琼脂,在穿底小试管中,作成琼脂塞,插入电极做成琼脂塞电极,然后再把琼脂塞电极浸在胶体层上面的运藻

溶液中，通电进行电泳实验。中国科大附中张颐琮、邹瑞然老师介绍此法的优点：①完全排除了电极对胶体、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$  溶液的干扰。②演示时，同学们观察有色胶体在无色  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  溶液中所形成的两边胶体液面差就明了了，效果好。做好该实验要注意以下几点：

①  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  或  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  胶体的浓度必须足够。（ $\text{Fe}(\text{OH})_3$  沸水中滴入饱和  $\text{FeCl}_3$  溶液 1 滴制成  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  胶体。 $\text{Fe}(\text{OH})_2$  蒸馏水中加 0.5 克酒石酸锑钾，通  $\text{H}_2$  气体至橙色制成  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  胶体。） $\text{Fe}(\text{OH})_3$  溶液浓度为 0.1%

② 哉形管必须清洁。

③ 作琼脂塞时可加少量  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ，以增加导电性。

④ 哉形管中装入胶体后，加苯液（层高约 1cm），再用毛细滴管沿 哉壁小心加入  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ，这样三种液体分层才能清晰。插入琼脂塞电极前，可用滴管吸掉苯，避免电极与  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  溶液接触不良而影响导电效果。（加苯是起到胶体与  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  的分层作用。）

上述实验， $\text{Fe}(\text{OH})_3$  胶体接直流电源为 10V 1A 15 分钟后，有色界面差可达 1cm 左右。

### 用直玻璃管做电泳实验

现在的教材中，胶体电泳实验几乎都用传统的 哉形管。四川自贡师专李慎新老师将一种用直玻璃管做电泳实验的方法具体介绍如下：

#### 装置的制作

取长约 10 厘米、内径约 1 厘米的一段普通玻璃管。用两段铜丝一端卷成蚊香状，做成两个电极，将两电极插入橡皮塞中央，塞入玻璃管的两端，构成一个电泳装置，将一支滴管在喷灯上拉成一支毛细滴管，尖嘴毛细部分长不少于 2 厘米（可用普通滴管上套饮料吸管）。

### 溶胶和①液②液的制备

在 100 毫升沸水中加入 1 毫升 0.5% 氯化铁溶液，继续沸腾半分钟。将此胶体溶液用火棉胶做的半透膜进行渗析纯化。当渗析液中检验不出氯离子，且渗析液的 pH 值在 5 左右（用 pH 试纸检验），即停止渗析。将此渗析液的一部分加固体尿素（约 1 克）使其比重增加，此部分为①液。另一部分为②液。

### 操作方法

将装置洗净，竖直固定在铁架台上。取开上面的电极，用毛细滴管将①液加到液柱高出下面电极面 1 厘米以内。用②液洗涤滴管后，用环壁流法小心加溶液，使界面清晰，加到溶胶柱长为 5 厘米左右。注意溶胶不能沾污上部玻管。将滴管充分洗涤干净后，同样用环壁流法加②液，液柱长 1 厘米以上。调整上部电极长短，使放进的电极面距离溶胶界面约为 1 厘米，且两电极面平行。这样装好后的装置中两电极面间的距离约 1 厘米。将 200 伏直流电源（可用 3 节干电池串联后代替）负极接上面电极，正极接下面电极，猿 缘分钟后可明显看到溶胶界面移向阴极，且阴极附近有棕色环出现。若继续通电，可看到形成的棕色环沉淀由于重力作用，一部分下沉，紧接着又形成一棕色环。

### 优点：

①克服了由于使用 U 型管而需要的溶胶量大，两电极间的距离远，使得在电泳时，只有在所用的电压较高（一般为几十至一百多伏）时，才能在短时间内看到明显的界面移动现象的不足。也克服了输高电压难于实现，且不安全，又会使得 U 型管内产生“沸腾”现象，使得胶体界面不清晰的缺点。

②在做氢氧化铁胶体电泳时，克服了一般实验中，只看到胶粒运动，而看不到界面移动和阴极附近棕色环形成的不足。

③此方法在用于高校物理化学实验，氢氧化铁溶胶  $\zeta$  电位的定量测定中，还有其突出的优越性。

### 注意事项：

(1) 两电极界面要平整。装好后，电极面要平行。否则电泳

过程中，界面移动不整齐，棕色环不圆。

(圆) 长毛细滴管毛细部分要足够长，否则在加溶胶和②液时，不易形成清晰界面。在加溶胶和②液时，一定要轻轻挤压橡皮乳头，否则由于压出的液体压力太大，不利于使界面清晰。

(猿) 溶胶最好进行纯化。如果不纯化，①液和②液可用圆型滴云云<sub>集</sub>的加适量盐酸再加尿素和不加尿素组成。但由于酸度太高，阴极产生的氢气泡较多，这是阴极的棕色环不整齐。

### 如何做低压电泳实验

四川永川地区教师进修学院王恕称、永川中学段明学、江津一中李玲老师的设计是：

实验步骤：

(员) 氢氧化铁胶体溶液的制备

取大约 源皂 蒸馏水于小烧杯中，加热至沸腾，用胶头滴管吸取潮解的 云藻 液体（或浓的 云藻 溶液）感滴左右滴加（利用水沸腾自然搅拌）至水溶液变成红棕色（澄清、透明、无沉淀检出），冷却后即得氢氧化铁胶体溶液。

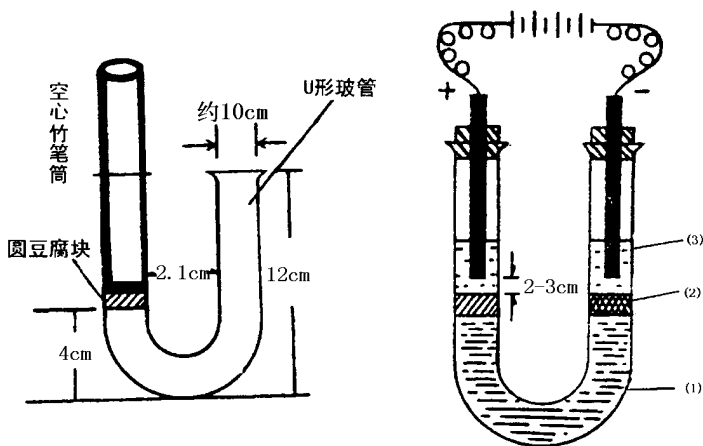
(圆) 饱和硝酸钾溶液的制备：

取大约 圆皂 蒸馏水于小烧杯中，加入少量 远皂 晶体，用玻璃棒搅拌，直至烧杯水溶液里有少量硝酸钾不再溶解，即可认为室温下的饱和溶液。

(猿) 低电压电泳实验操作过程：

选 原哉 形玻璃管，内径约 员皂 左右，恰好与打孔器直径相当，洗净，用蒸馏水冲洗 员—圆 次。用小刀切一小方块豆腐（约 皂 厚），平摊在木板上，再用打孔器打出两块圆豆腐，小心用毛笔筒把一块平通入 哉 形管里，加入 云藻 (韵) 溶胶，排除气泡。再在另一块圆豆腐上先打一小孔（排除 哉 形管内空气用），用毛笔筒平通入另一端，排除气泡后，用少量豆腐封住小孔。然后在 哉 形管两

端圆豆腐上各加 员毫升饱和硝酸钾溶液，将碳电极插入硝酸钾溶液。园豆腐无孔一极接电源正极，有孔一极接电源负极。碳电极距园豆腐表面 猿为 宜，不要过高。接通电源（员或 愿）圆分钟后，即可见正极圆豆腐块下溶液出现无色透明溶液层，逐渐扩大，缘分钟左右即可见明显的电泳现象。整个装置如下图所示。



(员) 藻(韵)猿 (圆) 圆豆腐块  
(猿) 饱和硝酸钾溶液

### 注意事项：

①装入豆腐块（代替琼脂）应具有很好的密封性，排除 哉形管内空气泡很重要，否则 藻(韵)猿 和 运(韵)猿 就会相混和，通电（直流）时，阴极会出现沉淀。同时空气的存在，会增加电阻，因此需要提高电压。实验表明 员或 愿直流电已能取得明显效果。如果用 愿直流电，那末实验要 愿分钟左右。

②“垣”“原”极碳棒不得互换位置，即阳极棒插入 哉形管无孔园形豆腐的上方；阴极碳棒应插在 哉形管补好的园形豆腐上方。保证阳极完整无缺，严防 藻(韵)猿 和 运(韵)猿 混和。

③藻(韵)猿 溶胶不可装得过多，否则会 增加两极间的电阻；豆腐块也不能太厚；碳电极离豆腐块不能太远。

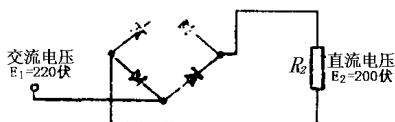
④用煮熟鸡蛋（包括鸭、鹅蛋）蛋白代替豆腐，也有同样效果，但装入 哉形管较为困难。

### 快速电泳实验初探

胶体的电泳实验是中学化学中难度较大的一个演示实验。实验中往往出现速度慢，现象不明显等情况。原因之一是：电泳实验中没有采用输出电压较高的直流电源，而且一部分中学化学实验室根本没有这种直流电源。我采用了自制的 圆伏简易直流电源，进行电泳实验，结果在短时间内获得了明显的电泳现象。普陀县沈家门中学史国平老师介绍了输出电压为 圆伏的简易电源制作及电泳实验操作方法。

#### 圆简易直流电源的制作

(员) 原理：



上图是输出电压为 圆伏，输出为脉冲电流的整流电路，作为电泳实验的电源，不需滤波。

(圆) 整流元件（二极管）参数计算及选择：

①通过二极管的平均电流

圆，一般 圆长的胶体液柱的电阻为

圆~圆(通电前的电阻)，考虑到输入电压的波动因素，选择整流电流为 圆以上即可。

②整流元件所承受的反向电压最大值

圆

考虑到输入电压的波动，最高反向工作电压应选择 圆伏以上。

符合上述两要求的二极管（整流管）是容易买到的。我采用

员型二极管 (价格每只 元)。

(猿) 制作

按上述线路焊接元件, 装箱, 即得输出为 伏的简易直流电源。

电泳实验操作

(员) 电极制作

阴极: 取一直径略小于“哉”形管口径的薄铜片, 打上几个小孔, 中心焊上导线。

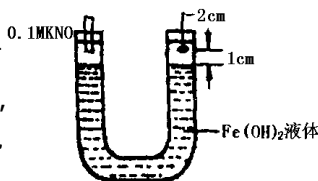
阳极: 石墨棒 (电池中的炭棒)。

(圆) 云藻(韵)胶体制备:

在 正在煮沸的蒸馏水中, 逐滴加入 滴 饱和溶液, 冷却加入 克尿素, 溶解, 得红褐色 云藻(韵)胶体。

(猿) 按右图接通电源

通电 分钟后, 可见阴极区界面明显上升, 且阴极区颜色较阳极区深, 说明 云藻(韵)胶体的胶粒发生了电泳现象。在课堂上演示效果较好。



(源) 说明:

①实验中采用了电压较高的直流电源, 操作时一定要注意安全。

②通电时间不宜过长, 否则胶体将被破坏。

### 氢氧化铁胶体电泳演示实验的简易方法

电泳现象是胶体的一个重要性质, 做好电泳的演示实验, 可以使学生直观地看到胶粒在分散剂中的运动, 这对理解胶粒的带电性, 加深对胶体本质的认识很有好处。上海师院化学系曹劲老师介绍了一种效果较好, 一般学校都可以做的简易方法——半透膜——缓冲溶液法。

这个方法的主要特点是碳棒电极用半透膜包扎后直接插入胶体，并且在胶体中加入  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  缓冲溶液。半透膜能允许离子通过而不允许胶粒通过，这就阻止了电极与胶粒的接触而又保持了通电。但是通电后电解产生的  $\text{H}^+$  和  $\text{CO}_3^{2-}$  离子仍然能够进入胶体溶液，这些  $\text{H}^+$  离子的导电能力特别强，在系统中担负了大部分的导电任务，从而大大降低了胶粒的移动速度。而  $\text{CO}_3^{2-}$  离子能中和  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  胶粒所带的正电荷而产生絮状沉淀。加入  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  的目的就是消除  $\text{H}^+$  和  $\text{CO}_3^{2-}$  离子的作用。

一般说，电解质溶液会使胶体聚沉，如果离解出来的离子电荷数越大，那末聚沉能力也越大。这里由于  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  的电离度很小，基本上以分子的形式存在，而  $\text{Na}^+$  带正电荷，没有聚沉作用， $\text{CO}_3^{2-}$  只带有一个单位电荷，且本身体积较大，所以聚沉作用较小。实验表明，在  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  胶体中加入适量的  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液，几天时间也不会产生聚沉。

### 电极的制作

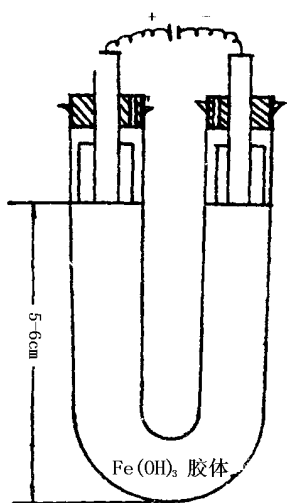
将两根碳棒并列扎牢，底部用玻璃纸包扎好。固定电极的橡皮塞上要开一个气孔。

### 胶体的制备：

在煮沸的蒸馏水中滴加  $\text{FeCl}_3$  (无水) 三氯化铁水溶液，得红褐色胶体。停止加热，冷至室温。然后滴加冰醋酸  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液，摇匀。

### 操作步骤

在直径为 1.5cm 的 U 形管中注入制好的  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  胶体，高度为 5cm~6cm，如有气泡可用滴管吸掉。然后在 U 形管两端插入制好的碳棒——半透膜电极，碳棒底刚好与胶体液面接触，接上直流电源，10 分钟后阳极处胶体上端出现一个浅色薄层，形成界面。以后浅色



层以平均每分钟  $10^{-3}$  厘米的速度增厚，同时阴极端胶体的颜色稍有加深（半透膜也可用牛皮纸——编注）。

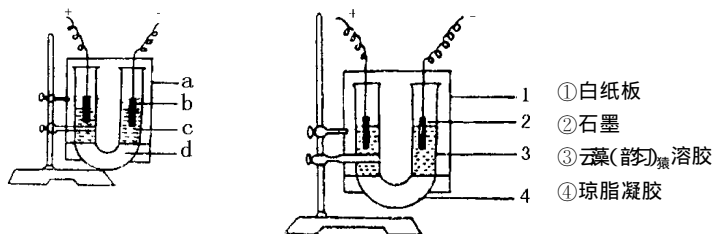
### 实验结果和注意事项：

(员) 半透膜——缓冲溶液法由于电阻小，电压利用率高，所以同样电压下，其电泳现象比其他方法来得快而且明显。能适用于条件较差的中学。

(圆) 本法的关键是加缓冲溶液的量要适当。加入量太少，实验现象不明显，太多了，会使胶体溶液混浊。如果通电后阴极一端出现混浊，可以多加一些冰醋酸。此外，在 U 形管许可的范围内，电极尽可能粗，使它与胶体的接触面尽可能大，这样也能提高电泳速度。

## 藻(韵)猴溶胶电泳实验的改进(一)

### 实验装置图



### 实验操作

#### (员) 实验前的准备工作

① 藻(韵)猴溶胶的制备和提纯 将  $0.5$  克藻(韵)猴先溶于  $10$  毫升蒸馏水中，待全部溶解后，将其逐滴加入正在煮沸的  $10$  毫升蒸馏水中，冷却后即得红褐色的藻(韵)猴溶胶。取部分藻(韵)猴溶胶，通过渗析可得到净化的藻(韵)猴溶胶。根据实验条件，电泳时所用的藻(韵)猴溶胶，可以是未经提纯的。

② 电极 最好用铂丝，也可用石墨、电炉丝或镍铬丝代用。