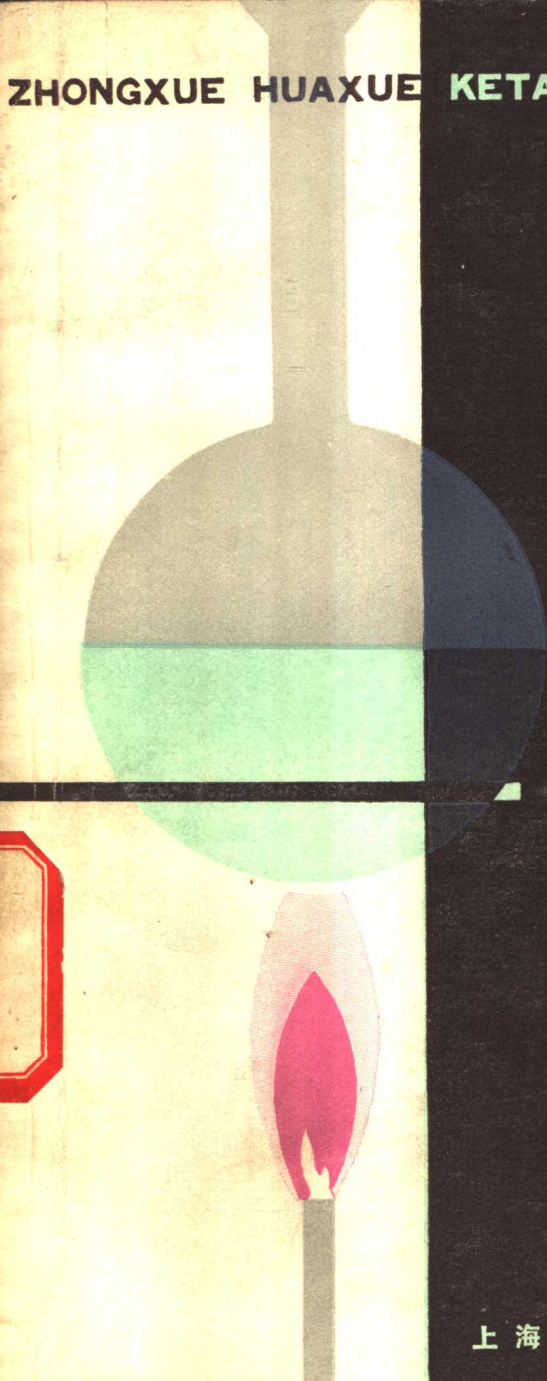


ZHONGXUE HUAXUE KETANG S IYAN

中学化学课堂实验

下

上海教育出版社



中学化学课堂实验

下 册

金立藩 马经德 编著

上海教育出版社

中学化学课堂实验

下 册

金立藩 马经德 编著

上海教育出版社出版

(上海永福路 123 号)

新华书店上海发行所发行 上海市印刷三厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 5.25 字数 115,000

1982 年 2 月第 1 版 1982 年 2 月第 1 次印刷

印数 1—18,500 本

统一书号: 7150·2659 定价: 0.45 元

目 录

第四篇 高中二年级化学课堂实验

第一章 电解质溶液1

1. 强电解质和弱电解质(1)
2. 盐类的水解(4)
3. 中和滴定(7)
4. 原电池(12)
5. 金属的腐蚀和防护(13)
6. 原电池 金属的电化腐蚀(17)
7. 离子的移动(18)
8. 电解(22)
9. 电镀(一)(26)
10. 电镀(二)(28)

第二章 镁 铝31

1. 镁和铝的性质(31)
2. 铝的重要化合物(36)
3. 铝和氢氧化铝的化学性质(37)
4. 硬水的软化(39)

第三章 过渡元素44

1. 过渡元素的通性 (44)
2. 络合物的形成和性质 (46)
3. 络合物 (49)
4. 铁的性质 (51)
5. 铁的化合物 (53)
6. 还原氧化铁制铁 (57)
7. 铜和铜的化合物 (59)
8. 电解质溶液、铝及络合物性质的实验习题 (61)

第四章 烃67

1. 有机化合物的特性(67)
2. 甲烷的制取和性质(一)(68)
3. 甲烷的制取和性质(二)(74)
4. 乙烯的制取和性质(75)
5. 乙炔的制取和性质(80)
6. 乙烯 乙炔的制取和性质(83)
7. 苯的性质(85)
8. 甲苯 二甲苯 萘和蒽的性质(89)
9. 苯和甲苯的性质(90)
10. 石油的分馏(91)
11. 石油的裂化(94)
12. 石油的炼制(97)
13. 煤的干馏(100)

第五章 烃的衍生物102

1. 卤代烃的性质(102)
2. 乙醇分子结构式的测定(104)
3. 乙醇的性质(107)
4. 乙醚的生成和性质(110)
5. 乙二

醇和丙三醇的性质(113) 6. 苯酚的性质(114) 7. 乙醛和丙酮的性质(117) 8. 乙醛的性质(122) 9. 乙酸的性质(124) 10. 乙醇和苯酚的性质(126) 11. 羧酸的性质(128) 12. 酯的性质(130) 13. 油脂的性质(132) 14. 硝基苯和苯胺的制备和性质(134)

第六章 糖类 蛋白质138

1. 葡萄糖的性质(138) 2. 蔗糖的水解(139) 3. 淀粉的性质(140) 4. 纤维素的性质(142) 5. 葡萄糖 蔗糖 淀粉和纤维素的性质(144) 6. 蛋白质的性质(一)(146) 7. 蛋白质的性质(二)(148) 8. 酶的催化反应(151)

第七章 合成有机高分子化合物153

1. 高分子材料的溶解性(153) 2. 高分子材料在不同温度下的性能(155) 3. 酚醛树脂的生成(156) 4. 酚醛树脂的制取(159) 5. 聚氯乙烯的分解(160) 6. 一些重要有机物性质的实验习题(161)

第四篇 高中二年级

化学课堂实验

第一章 电解质溶液

1. 强电解质和弱电解质

目的：从酸、碱、盐水溶液导电能力的强弱来认识强电解质和弱电解质。

类型：演示实验。

实验用品：导电灯座、电源、烧杯、量筒、洗瓶、电流计、电钥。

盐酸、磷酸、醋酸、氢氧化钠、氢氧化钙、氨水、氯化钠、碳酸钠、硫酸铵、醋酸铵。

准备和操作：学习了初中化学，学生知道酸、碱、盐是电解质，它们的水溶液都能导电。本实验就在这个基础上进一步研究同浓度而不同种类的酸、碱、盐溶液导电能力的强弱，从而识别强电解质和弱电解质。

这个实验用导电灯座做最简便，灯座的装置可参阅上册第197页。取100毫升的小烧杯10只，分别盛0.1N的盐酸、磷酸、醋酸、氢氧化钠、氢氧化钙的饱和溶液，0.1N的氨水以及0.1N的氯化钠、碳酸钠、硫酸铵、醋酸铵溶液各30毫升。在烧杯外分别贴写有试剂名称的标签，把它们按酸、碱、盐排成三行。另取小烧杯一只，盛半杯蒸馏水，用来洗涤

电极。

把第一行盛酸的 3 只烧杯，一一放在导电灯座的座台上，用小木块垫起使电极都插入试剂里。开启导电灯座侧旁的总开关，再逐一开启电极前面的分开关。观察灯泡是否发光并比较光的亮度。这 3 种溶液都能导电使灯泡发光，但是它们的导电能力不同，灯泡发光的亮度就不一样。插入盐酸溶液电极上的灯泡最亮，插入磷酸溶液电极上的灯泡次之，插入醋酸溶液电极上的灯泡最暗。

关上所有开关，卸下盛酸的烧杯，用蒸馏水洗净所有的电极。把第二行盛碱溶液的 3 只烧杯放在灯座的座台上，用和上面同样的方法实验。发现氢氧化钠溶液的导电能力很强，插入它里面电极上的灯泡最亮。氢氧化钙溶液的导电能力也相当强，但是它使灯泡发亮的程度比不上氢氧化钠溶液。氨水的导电能力较差，插入它里面电极上的灯泡最暗。

用同样的方法，换上第三行盛盐溶液的 4 只烧杯进行实验。结果，灯泡都很亮，说明它们的导电能力都很强。

分析上面实验结果，说明溶液导电性的强弱跟溶液里存在的能够自由移动的离子的多少有关。同浓度的不同电解质，在溶液里电离的程度不一样，所以它们的导电能力不同。最后归纳出离子化合物和强极性键的共价化合物在水溶液里能全部电离成离子，没有分子存在，因此导电能力很强。这样的电解质叫做强电解质。如强酸、强碱和大部分盐类^①都属于强电解质。弱极性键的共价化合物在水溶液里只有部分电离成离子，导电能力较差。这样的电解质叫做弱电解质。弱酸、

^① 这里说大部分盐类属于强电解质，因为有些盐类在水溶液中仅部分电离，例如 HgCl_2 ，它在水溶液中主要以 HgCl_2 分子形式存在，只有少量的 HgCl^+ 、 Hg^{2+} 和 Cl^- 离子。过渡金属（长周期表中的中间部分元素）的盐类在水溶液中常常有未电离的分子。

弱碱都属于弱电解质。

这个实验最好采用 220 伏的电源和 40 瓦的灯泡，容易比较灯泡发光的亮度。演示时还应注意下列几点：(1) 每次调换烧杯，必须先关闭开关，切断电路，防止触电。特别是用简单导体(参阅上册 198 页)进行演示更要谨防发生触电事故。(2) 每次调换烧杯时，必须用蒸馏水洗净电极，以防电极上留有上一次实验的残液，影响实验结果。(3) 所有烧杯的外壁必须是干燥的，倾注溶液入烧杯时不能使烧杯外壁着潮，以防触电。必要时要用布或滤纸揩干烧杯的外壁。(4) 烧杯底下应垫上干燥的木块或玻璃片，防止灯座外部传电。

这个实验也可以采用干电池和小电珠。用 1.5 伏的一号干电池四支，两两并联后再串联起来接成电路。电极可以用铜导线剥去 1 厘米长的绝缘层制成(因所用酸的浓度较稀，不会被腐蚀)。待试的溶液只需要 20 毫升，可盛在小酒盅里。接通电路后，可以看到插入不同电解质溶液里的电极上的小电珠的发光亮度有明显的差别。

强电解质和弱电解质也可以用电流计上指针偏转角度的大小来比较。把 6 伏的蓄电池、示教电流计和电极串联起来

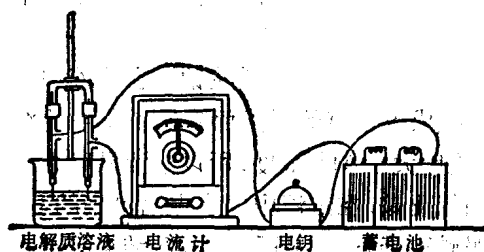


图1 测定导电度的装置

(图 1)。在两只烧杯内分盛 0.1 M 的醋酸和 0.1 M 的盐酸各 30 毫升。先用 0.1 M 的醋酸来测定, 记下电流计指针偏转的角度。再用 0.1 M 的盐酸来测定, 比较电流计上指针两次偏转角度的大小, 可以得出 0.1 M 盐酸的导电能力比 0.1 M 醋酸的导电能力强得多。

2. 盐类的水解

目的: 从盐类水溶液显现的酸碱性来认识盐类的水解作用, 并从水解平衡的移动来理解温度和溶液的酸度对水解作用的影响。

类型: 演示实验。

实验用品: 试管、试管架、烧杯、铁三脚架、石棉铁丝网、酒精灯、玻璃棒、胶头滴管。

醋酸钠、硫酸铝、氯化铵、碳酸钠、醋酸铵、氰化铵、石蕊试液、三氯化铁、氯化亚锡、盐酸。

准备和操作: 取三支试管, 各盛蒸馏水 $1/3$ 管, 分别加入少量醋酸钠、氯化铵和醋酸铵, 振荡试管, 制得三种澄清溶液。然后各滴入石蕊试液 2~3 滴。结果, 醋酸钠溶液显碱性、氯化铵溶液显酸性、醋酸铵溶液显中性。从这些盐溶于水后溶液酸碱性的强弱以及生成的酸、碱对水电离平衡的影响导出盐类水解的概念。

强碱和弱酸生成的盐如醋酸钠, 在溶液中同水电离出来的 H^+ 作用生成难电离的弱酸而降低了 H^+ 的浓度, 结果溶液中 OH^- 浓度大于 H^+ 浓度, 所以溶液显碱性。强酸和弱碱生成的盐如氯化铵, 在溶液中同水电离出来的 OH^- 作用生成难电离的弱碱而降低了 OH^- 的浓度, 结果溶液中 H^+ 浓度大于 OH^- 的浓度, 所以溶液显酸性。弱酸和弱碱生成的盐水解

后溶液可以显中性,也可以显酸性或碱性,这要取决于弱酸和弱碱的相对强弱。

在一支盛 $1/3$ 管蒸馏水的试管里加入少量氰化铵晶体,溶解后,滴入 $2\sim 3$ 滴石蕊试液。结果,溶液显碱性。解释这个问题,只要比较这些弱酸和弱碱的电离常数就清楚了。

弱酸或弱碱		电离常数 (25°C)
醋酸	CH_3COOH	$K_a = 1.75 \times 10^{-5}$
氨水	$\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	$K_b = 1.77 \times 10^{-5}$
氢氰酸	HCN	$K_a = 4.93 \times 10^{-10}$

由于醋酸和氨水的电离常数几乎相等,所以醋酸铵溶液显中性。氢氰酸的电离常数小于氨水的电离常数,氢氰酸的相对强度小于氨水,溶液中 OH^- 浓度大于 H^+ 浓度,所以氰化铵溶液显碱性。如果生成盐的弱酸相对强度大于弱碱,水解的结果;溶液显酸性。

强碱和弱酸生成的盐与强酸和弱碱生成的盐也可以用硫酸铝(或明矾)和碳酸钠为例进行演示。

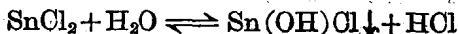
为了说明强酸和强碱生成的盐不起水解反应,用石蕊试纸检验氯化钠水溶液,结果显中性。这里必须说明氯化钠溶液和醋酸铵溶液虽然都显中性,但二者有本质上的区别。氯化钠是强酸和强碱生成的盐,在水溶液中电离所产生的氯离子和钠离子不会影响水的电离,即不起水解反应。醋酸铵是电离常数几乎相等的弱酸和弱碱生成的盐,它们对水电离出来的 H^+ 和 OH^- 浓度的影响几乎相同,所以水解后溶液显中性。

影响盐类水解的因素有两个方面,一是发生水解离子本身的特性,即盐产生的离子跟水电离生成的 H^+ 或 OH^- 结合能力的大小。结合能力越大,离子水解的倾向也越大。二是

跟盐的浓度、溶液的温度和酸度有关。盐的浓度越小,它的水解程度越大,这可以从水解度的公式推算出,但对中学生不作要求。为了说明溶液的温度和酸度对水解的影响,可以做下面的实验。

取400毫升的烧杯三只,各盛250毫升蒸馏水。第一只盛冷水(室温的蒸馏水),第二只盛温水($40\sim 50^{\circ}\text{C}$ 的蒸馏水),第三只盛正在煮沸的蒸馏水。顺着从冷水到温水再到沸水的次序,往这三只烧杯里分别逐渐加入2%的三氯化铁溶液40毫升,边加边用玻璃棒搅拌均匀。把盛沸水的烧杯继续加热1分钟。可以看到盛冷水的烧杯里溶液呈黄色,盛温水的烧杯里溶液呈淡红棕色,盛沸水的烧杯里溶液呈深红棕色。 Fe^{3+} 是淡紫色的,黄色是 Fe^{3+} 水解生成的碱式盐(FeOOl)和氢氧化铁 $[\text{Fe}(\text{OH})_3]$ 的混和色。这个实验表明升高温度能促进盐类的水解,温度越高,生成的 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 越多,所以溶液的颜色也越深。这可以从水解反应是中和反应的逆反应来理解,中和反应是放热反应,水解反应必然是吸热反应。

溶液酸度对水解的影响可以用氯化亚锡来演示。取两支试管,一盛蒸馏水半管,另一支盛用1毫升盐酸酸化了的蒸馏水半管。在这两支试管里分别加入等量的氯化亚锡少许,振荡试管。结果盛蒸馏水的试管里有白色沉淀生成使溶液浑浊。沉淀是氯化亚锡水解生成的碱式盐 $[\text{Sn}(\text{OH})\text{Cl}]$ 。



在盛酸化了的蒸馏水试管里溶液是澄清的,说明酸能抑制水解反应的发生,这可以从上面水解平衡的移动来理解。为了抑制水解,可以先把氯化亚锡溶解在较浓的盐酸里,然后再用水稀释到所需的浓度。如果氯化亚锡已经水解生成了碱式氯化亚锡沉淀,再加盐酸沉淀也不容易消失。

3. 中和滴定

目的: 1. 初步学会用酸式滴定管和碱式滴定管进行中和滴定的操作; 2. 学习和巩固中和滴定的计算技能。

类型: 学生实验。

实验用品: 酸式滴定管、碱式滴定管、滴定管夹、铁架台、锥形烧瓶、移液管、橡皮洗耳球、滴管。

标准盐酸溶液(0.2 N)、**待测氢氧化钠溶液**、**待测盐酸溶液**、**甲基橙试液**、**酚酞试液**。

实验过程中的说明和指导: 学生在初中学习“酸跟碱的中和反应”时,曾看到过教师用滴定管进行酸跟碱中和反应的演示实验,初步懂得了使酸和碱反应达到中和的方法。学习了酸碱当量浓度后,要进一步用已知当量浓度的酸(或碱)测定未知碱(或酸)的当量浓度,这就是中和滴定。本实验用的酸式滴定管、碱式滴定管、移液管等仪器,学生是第一次使用,用滴定管进行中和滴定的操作也是第一次,因此实验中教师要给以必要的指导。

(1) 滴定管的使用

(i) 介绍滴定管的容量、刻度、酸式滴定管下端用来控制液滴的玻璃活塞和碱式滴定管下端控制液滴的橡皮管和玻璃珠(参阅上册第210

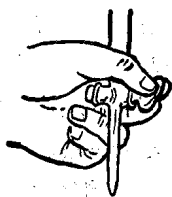


图2 用左手旋转活塞法

页)。教会学生旋转玻璃活塞的方法并作示范操作。用左手从滴定管左方向右伸出,把拇指放在滴定管前,食指和中指放在管后,三指平行地拿住活塞柄,无名指和小指向手心弯曲着(图2)。要使活塞作顺时针方向旋转时,拇指对着食指向下按,中指向上顶。要使活塞作逆时针方向旋转时,拇指移向中

指的一端向下按,食指向上顶,轻轻转动活塞。转动时应将食指和中指微微弯曲,轻轻向里扣住,防止活塞脱出。当活塞上的小孔和滴定管通路时,溶液即能流出。使用碱式滴定管,只要用手指捏玻璃珠附近的橡皮管,使形成隙缝,溶液就能流出。

(ii) 检查滴定管是否漏水和洗涤方法。滴定管在使用前应检查是否漏水,活塞是否灵活。告诉学生,如果酸式滴定管漏水或活塞转动不灵,应卸下活塞,加以修理。方法是把滴定管平放在桌上,取下扣住活塞的橡皮筋或小橡皮圈,卸下活塞,用洁净的干布擦净,再用干布卷成小卷塞入活塞槽内把内壁擦净。用手指在活塞小孔的周围涂上一薄层凡士林[图3(a)],然后重行把活塞插入槽内。安装活塞时,应使活塞的小孔通道和滴定管平行,插入后要向同一方向转动活塞[图3(b)、(c)],直到从外面观察活塞处全部透明为止。如果是碱式滴定管漏水,就应更换玻璃珠或橡皮管。有时遇到活塞的孔道或滴定管的出口管被凡士林堵塞。属于前者只要取下活塞,用细铜丝把堵塞物捅出即可。后者处理时先要使全管充满水,把出口管浸在热水中,温热一、二分钟后打开活塞,使管内的水突然冲下,把熔化的油滴带出。也可以用四氯化碳把凡士林浸溶后洗去。如果这些方法不能奏效,必要时就得取下活塞,用一根细而软的铜丝从出口管下端伸入,自下而上地把堵

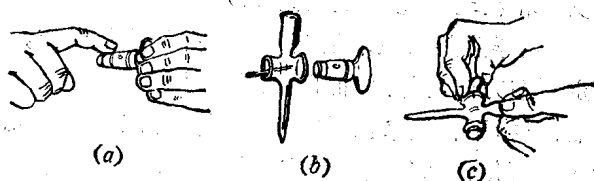


图3 (a) 涂油方法 (b) 安装活塞的取向 (c) 转动活塞

塞物捅出。

滴定管漏水的修理和清除堵塞物，对第一次使用滴定管的中学生来说可以不作要求。教师在分发仪器前应检查并及时修理好，在上实验课时只要介绍处理方法或演示示范操作就可以了。

洗涤滴定管可用长柄滴定管刷，这对中学生也不作要求，但应向学生指出，如果滴定管经水冲洗后，内壁附有水滴，表示内壁有油垢存在，这就要依次用洗涤液或温热的碳酸钠溶液、自来水、蒸馏水洗净，最后用滴定液漂洗。洗涤方法见上册第 210 页。

(iii) 注入溶液的方法。往滴定管内注入溶液可以用小漏斗，也可以直接用烧杯或量筒注入。先要加入过量的溶液，使液面高出“0”刻度，然后调节到滴定管的尖嘴部分充满溶液。为了清除滴定管内的气泡，可以把酸式滴定管倾斜 30° 角，迅速打开活塞，用激流法使溶液冲出以赶出气泡。碱式滴定赶气泡的操作是把橡皮管稍向上弯曲，用拇指和食指挤压玻璃珠附近的橡皮管，使溶液从尖嘴喷出带出气泡。操作手法可参阅上册第 211 页图 123。

(2) 移液管的使用 移液管是一种量出式玻璃量器，是用来移取一定量液体的。移液管有带刻度和不带刻度的两种（见图 4）。不带刻度的移液管一般有 25 毫升和 10 毫升两种。带刻度的移液管是量取少量溶液的，有 10 毫升、5 毫升、1 毫升等。这种移液管有时也叫吸量管。使用时，先把溶液抽吸至它的弯月面与标线相切，然后让溶液自然放出，并把移液管的尖嘴靠在承受器的内壁上稍待片刻就可拿开，不必把管内的残留溶液吹出，因在标定移液管时就没有把这点溶液计算在内。



图4 移液管

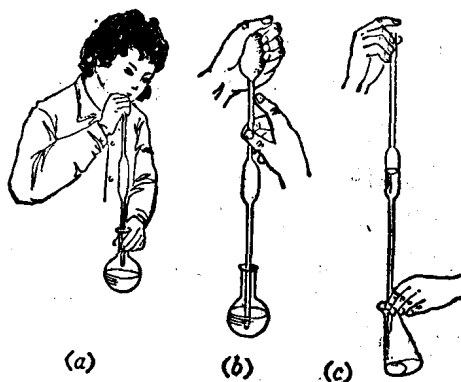


图5 用移液管吸取和放出溶液

使用移液管前，也要依次用洗涤液、自来水、蒸馏水洗至放出液体后，内壁上不附有水滴为止。最后用少量被吸取的溶液漂洗二、三次。吸取溶液时，用右手的拇指和中指拿住移液管上端靠近管端的部位，左手拿住盛溶液的容器，如图5(a)所示。然后把移液管的下端伸入液面下约1厘米处吸取。为了防止吸入有刺激性或有毒液体，常用洗耳球代替嘴吸[图5(b)]。在吸取溶液时，眼睛要注意移液管里液面的上升，同时随着容器内液面的下降，移液管的下端要逐渐向下伸入，使不脱离液面。当管内液面上升到标线以上时，迅速用食指堵住管口。从液体中取出移液管，下端靠在容器壁上，慢慢松开食指，用拇指和中指轻轻捻动移液管，使标线以上的液体流出，直到管内液体的弯月面正好与标线相切时，立即用食指按紧管口，使液体不再流出。此时，取出移液管，移到承受器内，使下端的尖嘴出口靠在器壁上，让承受器倾斜而移液管直立。

放开食指，让溶液自由地顺着器壁流下[图 5(c)]。待溶液全部流尽，再停留 10 秒钟左右，取出移液管。

(3) 滴定操作 用标准盐酸滴定氢氧化钠溶液时，把酸液盛在滴定管内，用移液管移取碱液盛在锥形瓶内，滴入 2~3 滴甲基橙指示剂，振荡锥形瓶，使溶液充分混和，此时溶液呈黄色，然后把锥形瓶移到滴定管下面，瓶底衬一张白纸，小心地转动滴定管活塞，滴入酸溶液。此时黄色溶液内会出现红色，但一经振荡，红色立即褪去。开始滴入酸溶液时可以稍微快些。当接近等当点，红色褪去较慢时，应该逐滴地加入酸液，每加入一滴酸液，要摇匀溶液，并观察红色是否立即褪去。如果红色立即褪去，而溶液呈现橙色，可以加入第二滴酸液。如果加入一滴后红色不立即褪去，就把锥形瓶放在一旁，在一分钟内红色不消失，可以认为已到达终点，记下滴定管内液面的位置。它和滴定前液面位置的差数，就是滴定时所用酸液的量。

如果加入的酸液过多而使滴定过头，红色太深，可以用碱式滴定管滴入碱液到橙色，再重新用酸液滴定。计算碱液的体积时，应把后加的碱液一并记算在内。

用已知浓度的氢氧化钠溶液滴定未知浓度的盐酸溶液时，用酚酞作指示剂，滴到加入一滴碱液使溶液由无色变成红色，并在半分钟内不褪去为止。

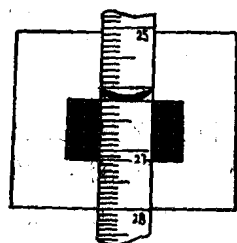


图 6 使用读数卡读数

(4) 读数和计算 滴定到达终点后必须等 1~2 分钟，待附着在滴定管内壁上的溶液流下后，再行读数。读数应读到小数点后二位。为了准确读数，可以

利用读数卡(图6)读取。取长方形的黑纸条衬在滴定管后的弯月形下,此时弯月面的反射层成为黑色。读出黑色弯月面下缘的最低点,就是应读取的数值。

最后用公式 $N_1V_1=N_2V_2$ 代入有关数值,求出碱或酸的浓度。

根据学生实验的速度,本实验可以做2~4次。要求每次滴定达到终点时所用溶液的体积都要记录下来。

4. 原 电 池

目的: 认识原电池的构造,了解由化学能转变为电能的原理。

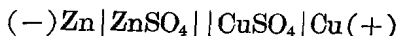
类型: 演示实验。

实验用品: 烧杯、导线、接线夹、U形管、示教电流计。

锌片、铜片、硫酸锌、硫酸铜、氯化钠。

准备和操作: 原电池是把化学能转变为电能的一种装置,它是氧化-还原反应中电子转移而产生电流的。最简单的原电池可用铜片和锌片作为电极,平行地插入盛有稀硫酸的容器里,用导线把电路接通,就可以看到电流计上的指针发生偏转。

为了更好地说明电子的流动,可以用下面的装置。取250毫升烧杯2只,分别盛150毫升1N硫酸锌溶液和150毫升1N硫酸铜溶液。在硫酸锌溶液中插入锌片,在硫酸铜溶液中插入铜片,中间用盐桥联接,即组成铜锌原电池。



盐桥用U形管制成。取一根直径约6毫米、长约20厘米的玻璃管,在火焰上加热后弯成U形,使玻璃管两边的长度基本相等。U形管内装满1N氯化钠溶液,两端用棉花塞