

文本学习

“文本学习”是将所有的化学实验内容以文本形式呈现的授课内容。此学习方式将与视频课堂的内容完全一致，确保学习的方便性与快捷性。通过学习进一步完善和掌握化学实验的整体知识。

第七章 醋酸电离度和电离常数的测定

一. 实验目的

1. 学习测定醋酸电离度和电离常数的基本原理和方法；
2. 学会酸度计的使用方法；
3. 掌握溶液的配制及容量瓶和移液管的使用。

二. 实验原理

弱电解质 HAc 在水溶液中存在下列电离平衡：



若 c 为醋酸的起始浓度， $[\text{H}^+]$ 、 $[\text{Ac}^-]$ 、 $[\text{HAc}]$ 为 H^+ 、 Ac^- 、 HAc 的平衡浓度，温度一定时，HAc 的电离度为 α ，则 $[\text{H}^+] = [\text{Ac}^-] = c\alpha$ ， $[\text{HAc}] = c(1 - \alpha)$ ，得：

$$\alpha = \frac{[\text{H}^+]}{c} \times 100\% \quad (1)$$

$$K_i = \frac{[\text{H}^+][\text{Ac}^-]}{[\text{HAc}]} = \frac{[\text{H}^+]^2}{c - [\text{H}^+]} \quad (2)$$

当 $\alpha < 5\%$ 时， $K_i = [\text{H}^+]^2/c$ 。因此，用 pH 计测定了已知浓度的醋酸溶液的 pH 值，就可以计算它的解离度和解离常数。在一定温度下，用酸度计测一系列已知浓度的 HAc 溶液的 pH 值，根据 $\text{pH} = -\lg[\text{H}^+]$ ，可求得各浓度 HAc 溶液对应的 $[\text{H}^+]$ ，利用 $[\text{H}^+] = c\alpha$ ，求得各对应的电离度 α 值，将 α 代入 (2) 式中，可求得一系列对应的 K 值。取 α 及 K 的平均值，即得该温度下醋酸的电离常数 $K_{(\text{HAc})}$ 及 $\alpha_{(\text{HAc})}$ 。

三. 仪器与材料

1. 仪器:移液管、吸量管、容量瓶、烧杯、锥形瓶、碱式滴定管、滴定管夹、PB-10 型酸度计。
2. 药品:醋酸标准溶液(约 $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 左右), 标准缓冲溶液($\text{pH} = 6.86$, $\text{pH} = 4.00$)

四. 实验预习

移液管是指单纯用来吸取液体的,是用于准确量取一定体积溶液的量出式玻璃量器,正规名是“单标线吸量管”,通常称移液管,管颈上部刻有一圈标线。而吸量管是刻度线的量出式玻璃量器,用于精确移取非固定量的溶液,在吸取时还可以读出你所吸液体的多少,故常用来作一些定量性的实验。

(一) 正确使用移液管和吸量管



图 1 移液管



图 2 吸量管

移液管和吸量管使用方法大致相同,以移液管为例介绍其使用方法:

1. 使用前检查移液管规格及是否有破损,用少量铬酸洗液润洗至内壁和下端外壁不挂水珠,再依次用自来水和蒸馏水洗净,用待取溶液润洗移液管 2~3 次;
2. 吸取溶液。吸液时右手拇指及中指拿住管径刻线上方的部位,管尖插入液面以下 1-2 cm,左手拿住洗耳球,压挤吸耳球的球部,排出空气紧按在管口上吸液,用吸耳球吸取溶液到刻度线以上 2-3 cm,为了避免吸入空气,在取样的时候,移液管的尖端始终要在液面以下。
3. 调液面至刻度,用食指堵住移液管的末端,为了减慢流速,可以使移液管尖端触到容器底部。
4. 擦拭移液管:用吸水管擦拭移液管直到尖端无液体。
5. 排放溶液:保持移液管垂直,抵住容器壁,和容器壁呈 30 度角,保持移液管垂直;

6. 留心等待时间，通常等待时间为 15 秒，移去最后一滴液体。
7. 如果移液管有 Ex 标志，则只有移液管外面的一滴液体应移去。移液管内部的液体依然保留，不吹空移液管，如果移液管有“吹”的标志，则移液管内部的液体应用洗耳球吹空。
8. 移液管的存放：如果每天都用，清洁后，选择一个稳定的架台，尖朝上存放。如长期储存，对于清洁的移液管，存放在底下垫有干净塑料泡沫的抽屉里。

（二）正确使用容量瓶

容量瓶，是一种细颈梨形平底的玻璃容器，带有磨口玻璃塞，颈上有标线。表示在所指温度下液体凹液面与容量瓶颈部的标线相切时，溶液体积恰好与瓶上标注的体积相等。容量瓶上标有：温度、容量、刻度线。它主要用于直接法配制标准溶液和准确稀释溶液以及制备样品溶液。容量瓶也叫量瓶，它的使用方法如下：



图 3 容量瓶

1. 查漏。使用前要检验是否漏水，程序是：加水至标线附近，盖好塞，用右手拿住瓶颈上端，食指压住瓶塞，左手指托住瓶底，将容量瓶倒置 2 分钟，观察是否漏水，如不漏水，将瓶塞旋转 180° ，再检查一次，如不漏才可使用；
2. 洗涤。用少量铬酸洗液润洗至内壁不挂水珠，再依次用自来水和蒸馏水洗净；
3. 配制溶液。容量瓶不能用于溶解溶质，更不能用玻璃棒搅拌。因此要先把准确称量好的固体溶质放在干净的烧杯中，用少量溶剂溶解（如果放热，要放置使其降温到室温）。然后把溶液转移到容量瓶里，转移时要用玻璃棒引流。方法是

玻璃棒一端靠在容量瓶颈内壁上，注意不要让玻璃棒其它部位触及容量瓶口，防止液体流到容量瓶外壁上。转移液体器皿需要在转移后洗涤三次，不能将热的溶液转移到容量瓶中，更不能给容量瓶加热。如果溶质在溶解时是放热的，则须待溶液冷却后再移液。

4. 配制一定体积的溶液，须选用与该溶液体积相同规格的容量瓶。常用的有 50 mL、100 mL、250 mL、500 mL、1000 mL 等规格。

5. 定容。当溶液达容量瓶的 $\frac{2}{3}$ 时，可将容量瓶沿水平方向摇晃几周使溶液初步混合均匀（此时绝不能倒转容量瓶）再加溶剂至标线以下约 1cm，等待 1-2 分钟，然后滴加溶剂至刻线，盖紧瓶塞。一定要平视，使液面的最低点刚好与刻度线相平。

6. 混匀。用右手拿住瓶颈上端，食指压住瓶塞，左手指托住瓶底，将容量瓶倒置 15 次以上，且摇动几周，反复操作可使溶液充分混匀；

7. 容量瓶通常不用于贮存试剂，因此，配制好的溶液要倒入试剂瓶中，并贴上标签。

（三）PB-10 型全自动 pH 计的使用和注意事项

PB-10 型酸度计是一台精密数字显示 pH 计，如图 4。它适用于测定水溶液的 pH 值和电极电位，测量范围（mV）：pH：0~14，mV：±1500 mV，温度范围：-5.0~105.0℃，全自动温度补偿。

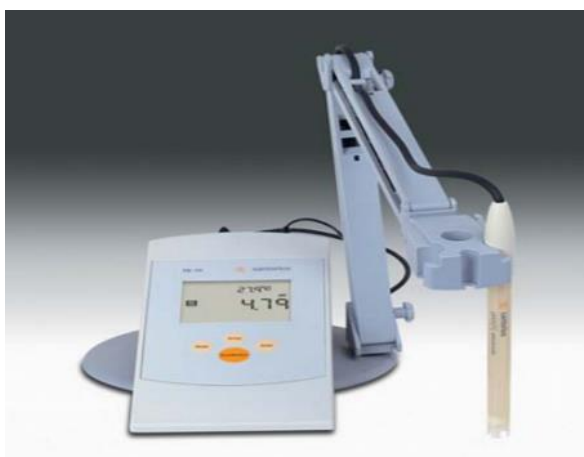


图 4 PB-10 型全自动 pH/mV 计

1. 使用前的准备

1) 支好电极支架，插好电极和温度传感器（ATC），接通电源。

2) pH 计在使用前处于待机状态, 电极部分浸泡于 3M KCl 的电极储存液中。

2. 校准

1) 按“Mode”键, 可在 pH 和 mV 模式之间进行切换。测定溶液 pH 值时, 将模式置于 pH 模式。

2) 按“SETUP”键, 显示屏显示 Clear buffer, 按“ENTER”键确认, 清除以前的校准数据。

3) 按“SETUP”键, 直至显示屏显示缓冲溶液组“1.68, 4.01, 6.86, 9.18, 12.46”, 按“ENTER”确认。

4) 将电极小心从电极储存液中取出, 用去离子水充分冲洗电极, 冲洗干净后用滤纸吸干电极表面。将电极浸入第一种缓冲溶液(6.86), 等到数值稳定并出现“S”时, 按“STANDARDIZE”键, 等待仪器自动校准。校准成功后, 作为第一校准点数值被存储, 屏幕显示“ok”, “6.86”。

5) 将电极从第一种缓冲溶液中取出, 用去离子水充分冲洗电极, 冲洗干净后用滤纸吸干电极表面。将电极浸入第二种缓冲溶液(4.01), 等到数值达到稳定并出现“S”时, 按“STANDARDIZE”键, 等待仪器自动校准。校准成功后, 作为第二校准点数值被存储, 屏幕显示“ok”, “4.01 6.86”, 该测量值在 90-105%范围内可以接受。如果与理论值有更大偏差, 将显示错误信息(Err), 电极应清洗, 并重复上述步骤重新校准。

6) 重复以上操作, 完成校准。

3. 测量: 用去离子水反复冲洗电极, 滤纸吸干电极表面残留水份后将电极浸入待测溶液。待数值达到稳定出现“S”时, 即可读数。

4、注意事项

1) 使用完毕后, 将电极用去离子水冲洗干净, 滤纸吸干电极上的水。浸于 3M KCl 溶液中保存。

2) 测量完成后, 不用拔下 pH 计的变压器, 应待机或关闭总电源, 以保护仪器。

3) 如发现电极有问题, 可用 0.1 M HCl 溶液浸泡电极半小时, 再放入 3 M KCl 溶液中保存。

4) pH 玻璃电极测量 pH 值的核心部件是位于电极末端的玻璃薄膜, 该部分是整个仪器最敏感也最容易受到损伤部位。在清洗和使用的过程中, 应该避免任何由于不小心造成的碰撞。使用滤纸吸干电极表面残留液时也要小心, 不要反复擦拭。

5) 如果使用磁力搅拌, 在测量时应保证电极与溶液底部有一定的距离, 以防止磁棒碰到电极上。

五. 实验内容

1. 醋酸溶液浓度 (由实验准备教师提供醋酸溶液的准确浓度)

$$c = 0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

2. 配制不同浓度的醋酸溶液

用吸管分别吸取 25.00 mL、5.00 mL、2.50 mL 已测得准确浓度的醋酸溶液, 把它们分别置于三个 50 mL 容量瓶中。再用蒸馏水稀释到刻度, 摇匀, 并计算出这三瓶醋酸溶液的准确浓度。

3. 测定醋酸溶液的 pH 值, 并计算醋酸的解离度和解离常数

把以上四种不同浓度的醋酸溶液分别适量倒入 4 只洁净干燥的 50 mL 烧杯中, 按由稀到浓的次序在 pH 计上分别测定它们的 pH 值, 记录数据和室温。计算解离度和解离常数。

六. 数据处理

不同浓度 HAc 溶液的解离度和解离常数 (温度_____°C)

表 1 不同浓度 HAc 溶液的解离度和解离常数 温度_____°C

溶液编号	$c/(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$	pH	$[\text{H}^+]/(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$	α	解离常数 K	
					测定值	平均值
1						
2						
3						
4						

本实验测定 K_{HAc} 值在 $1.0 \times 10^{-5} \sim 2.0 \times 10^{-5}$ 范围内合格 (文献值 1.7×10^{-5})

七. 问题讨论

1. 烧杯是否必须烘干？

答：烧杯如果不烘干，残留的水份会影响所配制的溶液浓度，从而带来误差。

2. 如果搅拌结束后玻璃棒上带出了部分溶液对测定结果有无影响？

答：没有影响，因为溶液浓度并没有发生变化。

3. 测量时可否不用按照溶液浓度由低到高进行测量？

答：因该按照由低到高进行测量，这样带来的误差较小。

4. 使用酸度计的主要步骤有哪些？

答：主要步骤有：（1）打开电源开关进行预热；（2）进行温度补偿；（3）使用标准溶液进行定位；（4）使用标准溶液进行斜率校正；（5）测量 pH 值。