

## 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. 学习测定醋酸电解度和电解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  $\text{H}^+$ 、 $\text{Ac}^-$ 、 $\text{HAc}$  的平衡浓度，温度一定时， $\text{HAc}$  的电离度为  $\alpha$ ，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  $\alpha$  值，将  $\alpha$  代入 (2) 式中，可求得一系列对应的  $K$  值。取  $\alpha$  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1~2cm, 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2~3cm, 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，选择一个稳定的架子，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 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°C，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/(mol · L <sup>-1</sup> )	pH	[H <sup>+</sup> ] / (mol · L <sup>-1</sup> )	α	解离常数 K	
					测定值	平均值
1						
2						
3						
4						

本实验测定 K<sub>HAc</sub> 值在  $1.0 \times 10^{-5} \sim 2.0 \times 10^{-5}$  范围内合格（文献值  $1.7 \times 10^{-5}$ ）

## 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。