

# 实验报告

日期: 2024.3.11

日期: 2006.6.1  
地点: 紫金港化学实验中心(18)

成績:

同组学生姓名:

## 二、实验内容和原理(必填)

#### 四、操作方法与实验步骤

### 六、实验结果与分析 (必填)

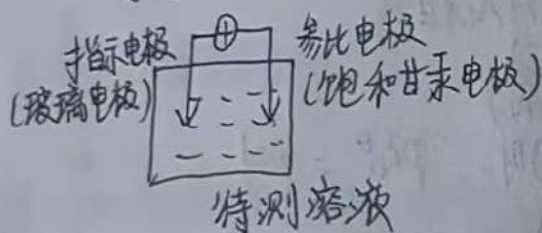
## 一、实验目的

1. 了解 pH 法测定弱酸的解离常数和解离度的原理和方法
2. 了解直流电位法测量溶液 pH 的原理
3. 学习使用 pH 计, 了解用缓冲溶液校准仪器的意义
4. 学习移液管、容量瓶和半微量滴定管的基本操作

## 二、实验原理

1. 附计的原理: 电位分析法

自把测得的化学电池的电动势转换成 $pH$ 表示出来



pH测定原电池的组成为:

(c)  $\text{Ag} | \text{AgCl}, \text{内参比溶液} | \text{玻璃膜} | \text{pH溶液} | \text{KCl (饱和)}, \text{Hg}_2\text{Cl}_2 | \text{Hg}$

$$E_{\text{电池}} = k - 2.303 \frac{RT}{F} \lg \alpha(\text{H}^+)$$

$$\text{又 } \text{pH} = -\lg \alpha(\text{H}^+)$$

$$\therefore E = k + 2.303 \frac{RT}{F} \log \frac{1}{j}$$

pH计在使用前要校准, 测量最适范围为1~10

补充：离子强度  $I = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n C_i Z_i^2$   
 $\uparrow$  浓度  $\uparrow$  电荷数

实验名称: \_\_\_\_\_

姓名: \_\_\_\_\_

学号: \_\_\_\_\_

## 2. 解离度与解离常数

(1) 乙酸电离平衡:  $\text{HAc} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Ac}^-$ 

$$K_a^\ominus = \frac{\frac{c(\text{H}^+)}{c^\ominus} \cdot \frac{c(\text{Ac}^-)}{c^\ominus}}{\frac{c(\text{HAc})}{c^\ominus}}$$

其中  $c(\text{H}^+)$ ,  $c(\text{Ac}^-)$ ,  $c(\text{HAc})$  为平衡浓度,  $c^\ominus = 1 \text{ mol/L}$ 初:  $\text{HAc}$  浓度为  $C$ 末:  $c(\text{HAc}) = C - c(\text{H}^+)$ ,  $c(\text{H}^+) = c(\text{Ac}^-)$ 解离度  $\alpha = \frac{c(\text{H}^+)}{C}$ , 弱电解质浓度越大,  $\alpha$  越小

$$\text{解离常数 } K_a^\ominus = \frac{\left(\frac{c(\text{H}^+)}{c^\ominus}\right)^2}{\frac{c(\text{HAc})}{c^\ominus}} = \frac{C\alpha^2}{1-\alpha}$$

实验中配制已知浓度的  $\text{HAc}$  溶液, 用 pH 计测得 pH 值, 换算得  $c(\text{H}^+)$ , 代入公式即可求出  $\alpha$  与  $K_a^\ominus$ (2) 缓冲溶液: 由  $\text{NaAc}$  与  $\text{HAc}$  组成

$$\text{pH} = \text{p}K_a^\ominus + \lg \frac{c(\text{Ac}^-)}{c(\text{HAc})}$$

当  $c(\text{Ac}^-) = c(\text{HAc})$  时,  $\text{p}K_a^\ominus = \text{pH}$ 

$$\therefore K_a^\ominus = c(\text{H}^+)$$

## 3. 实验仪器及试剂

仪器: pH 计、烧杯、滴定管、移液管、容量瓶、吸耳球

试剂: 乙酸溶液 ( $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ), 未知一元弱酸溶液 ( $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ),  $\text{NaOH}$  ( $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ), 0.2% 酚酞试剂



实验名称: \_\_\_\_\_ 姓名: \_\_\_\_\_ 学号: \_\_\_\_\_

### 三、实验步骤

实验步骤	实验现象及操作注意事项
<p>1. 配制不同浓度的乙酸溶液</p> <p>用移液管分别移取①5.00mL ②10.00mL ③25.00mL的HAc于三个50mL容量瓶中, 稀释摇匀</p> <p>↓</p> <p>分别取40mL置于3只50mL小烧杯中</p> <p>↓</p> <p>直接取未稀释的HAc溶液40mL于烧杯中, 记为④</p>	<p>注意: 移液管的使用</p> <p>(1) 取液后用食指按紧上口</p> <p>(2) 手不得碰管尖</p> <p>(3) 调节凹液面至标线时管尖应紧贴试剂瓶内壁(瓶口处)</p> <p>(4) 放液时移液管竖直, 容器45°</p> <p>(5) 液体流完后管转360°</p> <p>(6) 用前要润洗</p> <p>(7) 尽量少使用下端</p>
<p>2. 缓冲溶液的配制</p> <p>用移液管取10mL 0.1mol/L未知一元弱酸溶液于干燥洁净的50mL烧杯中, 记为⑤</p> <p>↓</p> <p>加入1-2滴酚酞</p> <p>↓</p> <p>用0.1mol/L NaOH滴定至终点 (微红色, 不褪色)</p> <p>↓</p> <p>用移液管准确移取10.00mL, 该弱酸加入到上述滴定液中, 搅拌均匀</p>	<p><del>PH计使用注意: 容量瓶使用注意</del></p> <p><del>(1) 取下电极保湿</del></p> <p>(1) 转瓶后要用少量去离子水洗涤小烧杯, 洗涤液全部倒入容量瓶后定容, 且反复3次</p> <p>(2) 要直立旋摇容量瓶</p> <p>* 滴定管不用润洗, 不要读数</p>
<p>3. 测定溶液pH值</p> <p>将复合电极插入待测溶液中, 在磁力搅拌下用PH计测出上述5种溶液pH, 记录室温与pH</p> <p>测量顺序为⑤、①、②、③、④</p>	<p>PH计使用注意:</p> <p>(1) 取下电极保湿帽后要用去离子水中洗电极并用纸巾吸干</p> <p>(2) 按下校准键后等待出现稳定符号</p> <p>(3) 可使用pH=4.01或7.00缓冲液短期保存, 长期保存不放回保湿帽</p> <p>(4) 校准先放pH=6.86再放pH=9.00</p> <p>(5) 每次测一次清洗电极</p>

#### 四、数据记录及处理

##### 乙酸电离度及解离常数测定

编号	$C_0$	pH	$C(H^+)$	$C(Ac^-)$	$K_a^\theta$	$\alpha/\%$
1	0.01022	3.51	$3.1 \times 10^{-4}$	$3.1 \times 10^{-4}$	$9.68 \times 10^{-6}$	3.03
2	0.02044	3.13	$7.4 \times 10^{-4}$	$7.4 \times 10^{-4}$	$3.78 \times 10^{-5}$	3.62
3	0.05110	2.92	$1.2 \times 10^{-3}$	$1.2 \times 10^{-3}$	$2.89 \times 10^{-5}$	2.35
4	0.1022	2.76	$1.7 \times 10^{-3}$	$1.7 \times 10^{-3}$	$2.90 \times 10^{-5}$	1.67
平均: $K_a^\theta = 2.63 \times 10^{-5}$					解离度不要求平均值	
5	—	4.59	$2.57 \times 10^{-5}$	—	$2.57 \times 10^{-5}$	—

$T = 24.7^\circ C$

○ 结果表明, 解离度  $\alpha$  随乙酸浓度增大而下降, 成功验证了弱电解质浓度越大,  $\alpha$  越小的规律

○ 误差分析: 理论值  $K_a^\theta = 1.77 \times 10^{-5}$   
实验值  $K_a^\theta = 2.63 \times 10^{-5}$

$$\text{相对误差} = \frac{2.63 \times 10^{-5} - 1.77 \times 10^{-5}}{1.77 \times 10^{-5}} = 48.6\%$$

原因: (1) 乙酸溶液配完后放置时间过长, 有部分乙酸挥发, 实际浓度低于理论值

(2) 使用移液管时不精确, 取得的乙酸偏少, 测得  $C(H^+)$  偏小, pH 偏高

(3) 使用 pH 计测量时待测溶液摇晃不均, 且急于读数, 使得读到的数值并非稳定值

(4) 滴定时肉眼判断不准确



实验名称: \_\_\_\_\_

姓名: \_\_\_\_\_

学号: \_\_\_\_\_

## 五、实验感悟

看似并不复杂的实验其实蕴含了众多非常重要的化学实验操作技能,如移液管、容量瓶、pH计等仪器的使用。每种仪器都需要学习其完整严谨的使用方法,否则在流程中许多微小的不规范操作的累加,就会导致实验结果的天差地别。课前者老师演示,感觉并不困难,但实际上手操作时也会手忙脚乱。总而言之,我的耐心、仔细程度,实验技能等能力在接下来的课程中还有很大提升空间。

## 六、思考题

1. 为了防止pH计未被去离子水冲洗干净,而上一溶液浓度比待测浓度高则使溶液浓度变高而形成浓度误差。
2. (1) 不可以,此时无法忽略水电离  
(2) 不可以,  $Ac^-$  会影响电离平衡  
(3) 可以
3.  $K_a^\ominus$  不受影响,  $\alpha$  受影响  
 $\alpha$  越大则电离度越大,不能表示  $c(H^+)$  越大反而在单一溶液中  $\alpha$  随 pH 越大,  $c(H^+)$  越小
4. 测 HAc 的  $K_a^\ominus$  时使用公式  $K_a^\ominus = \frac{[H^+]^2}{[HAC]}$ , 所以要测 HAc 浓度  
测定未知酸时使用公式  $pK_a^\ominus = pH$ , 所以不必测浓度
5. 有影响, HAc 浓度与 pH 值呈线性关系, 浓度不准确则 pH 值不准
6. 不需要, 只需滴定剂 NaOH 和醋酸中和即可

装

订

线