

# 浙江大学 实验报告

姓名: 不个飞  
学号: 3230103696  
日期: 2024.2.26  
地点: 紫金港化学实验中心

课程名称: 普通化学实验(2) 指导老师: 陈晨 成绩: 97  
实验名称: 酸碱溶液配制及酸碱滴定 实验类型: 定量分析 同组学生姓名: \_\_\_\_\_

一、实验目的和要求 (必填)

三、主要仪器设备 (必填)

五、实验数据记录和处理

七、讨论、心得

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. 练习滴定操作, 初步掌握滴定管使用方法
2. 了解酸、碱溶液配制和浓度的比较滴定
3. 熟悉甲基橙和酚酞指示剂的使用和滴定终点的颜色变化, 初步掌握酸碱指示剂选择方法, 练习正确判断终点
4. 学会准确、简明地记录实验原始数据, 学会正确运用有效数字
5. 学会定量分析数据处理及表格制作

## 二、实验原理

### 1. 溶液配制方法:

- (1) 直接水溶法: 易溶于水而不水解的固体,  $\text{NaOH}$ 、 $\text{Na}_2\text{CO}_3$
- (2) 介质水溶法: 易水解的固体,  $\text{FeCl}_3$ , 先溶于适量强酸或强碱溶液中, 再稀释

(3) 稀释法: 先量浓溶液, 再稀释, 浓  $\text{HCl}$

### 2. 用于滴定的标准物质配制:

- (1) 直接配制法——基准物质 如邻苯二甲酸氢钾  
(组成与化学式完全相符, 浓度 > 99.9%  
性质稳定, 不易吸收  $\text{CO}_2$ 、 $\text{H}_2\text{O}$ )

用分析天平称取 → 溶解 → 定容 → 计算浓度

### ② (2) 间接配制法——非基准物质

先配制成近似浓度的溶液, 再用基准物质或已知准确浓度的标准溶液来标定该溶液, 得出准确浓度

实验名称: \_\_\_\_\_

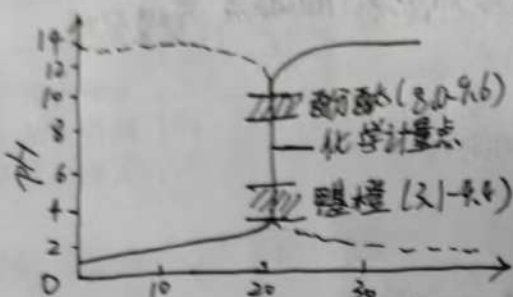
姓名: \_\_\_\_\_

学号: \_\_\_\_\_

## 3. 滴定分析

滴定曲线

0.1 mol/L NaOH 和  
0.1 mol/L HCl 互滴  
实: NaOH 滴定 HCl  
虚: HCl 滴定 NaOH



(1) 指示剂选择原则: 指示剂变化范围要在滴定突跃范围内, 范围窄, 指示剂变色敏锐, 由浅到深

甲基橙	3.1 红	→ 4.1 橙	→ 4.9 黄
甲基红	4.4 红	→ 5.2 橙	→ 6.2 黄
溴甲酚绿	4.0 黄	→ 4.9 绿	→ 5.6 蓝
酚酞	8.0 无	→ 9.7 浅红	→ 10.0 深红

(2) 滴定管及其使用

- 酸式: 酸性、中性、氧化性溶液
- 碱式: 碱性、无氧化性溶液
- 聚四氟乙烯旋塞: 任何溶液

① 准备

- 酸式: 涂凡士林, 灵活转动且不漏水
- 碱式: 检查橡皮管是否氧化老化, 玻璃珠大小是否合适
- 调整四氟乙烯旋塞, 灵活转动但不漏水

② 检漏: 将滴定管内装水到“0”刻度, 直立于滴定管夹上 2 min, 活塞边缘和管口端应无水渗出, 活塞转 180° 后, 再次观察, 如无漏水现象, 即可使用

③ 清洗: 先用去离子水清洗, 再用滴定液润洗 3 次。

每次 5-8 mL, 润洗时, 双手平托滴定管两端, 不断转动滴定管, 使溶液润洗内壁, 要润到 0 刻度

④ 装液、排气泡、调整液面:

加入滴定液至 0 刻度以上, 排出管尖气泡并除去管尖悬挂的液滴。



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

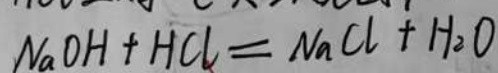
⑤ 初读数: 管内溶液静置 1 min 后记录初读数 (估读至小数点后 2 位)  
读数时, 取下滴定管, 食指与拇指拿住液面以上部分, 管竖直  
{ 无色浅色: 凹液面最低处  
深色: 读最高点  
蓝带管: 读相交最尖点

⑥ 滴定:  
酸管: 三指控制旋塞  
碱管: 拇指和食指捏住玻璃珠斜上方, 向左挤压橡皮管  
管尖伸入瓶口内 1 cm, 不要滴在瓶壁上  
摇动锥形瓶, 使溶液向一个方向形成旋涡  
每秒 3-4 滴, 近终点时慢慢加

⑦ 读数

⑧ 复原

(3) NaOH 与 HCl 互滴 (突跃范围 pH: 4.3-9.7)



$$C_{\text{HCl}} \cdot V_{\text{HCl}} = C_{\text{NaOH}} \cdot V_{\text{NaOH}} \quad \text{故} \quad \frac{C_{\text{HCl}}}{C_{\text{NaOH}}} = \frac{V_{\text{NaOH}}}{V_{\text{HCl}}}$$

使用酚酞和甲基橙作指示剂

无色  $\rightarrow$  红      黄  $\rightarrow$  橙

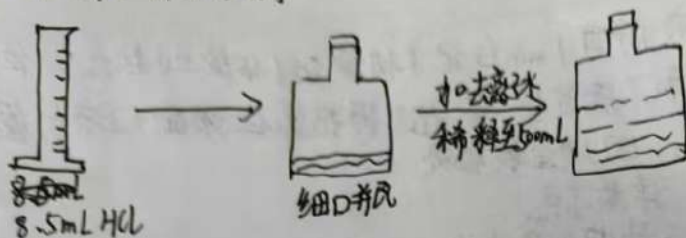
(4) 数据处理: 平行试验取平均值作为实验最后结果

定量分析要给出测量精密度, 相对误差要求  $E_r \leq \pm 0.1\%$

### 三、实验步骤

#### 1. 溶液配制

##### ① 0.1 mol/L HCl 配制



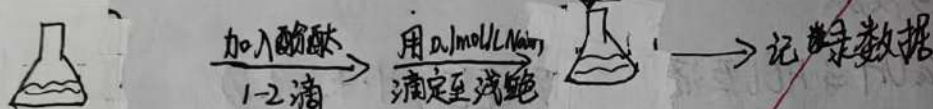
##### ② 0.1 mol/L NaOH 配制



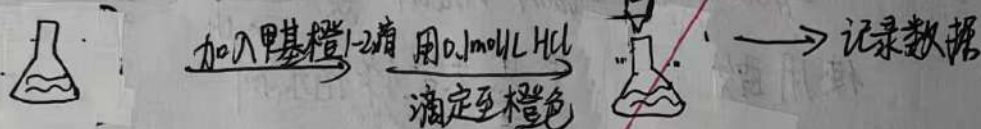
注意事项:  
(1) 用 500 mL 量筒,  
大烧杯过渡, 注意摇匀

#### 2. 滴定

##### ① 从酸管放出 15 mL 0.1 mol/L HCl



##### ② 从碱管放出 15 mL 0.1 mol/L NaOH



注意事项: (1) 浅红色要 30 s 不褪色

(2) 不要剧烈摇动锥形瓶

(3) 滴定液不能流水成线

(4) 临近终点加半滴, 若悬而未落, 用锥形瓶内壁将其靠落, 再用洗瓶冲洗

(5) 左手操作滴定管, 右手摇锥形瓶

(6) 每次都从 0 刻度附近开始做, 减少管壁不均的系统误差

#### 3. 废液处理: 中和后倒入废水池



# 四. 实验数据分析

表1 NaOH溶液与HCl溶液的比较滴定

项目	次数	甲基橙指示剂			酚酞指示剂		
		I	II	III	I	II	III
V <sub>HCl</sub> /ml	初读数	0.00	0.00	0.02	0.02	0.01	0.00
	终读数	16.22	16.24	16.28	14.87	14.86	14.89
	用量	16.22	16.24	16.26	14.85	14.85	14.89
V <sub>NaOH</sub> /ml	初读数	0.00	0.01	0.05	0.00	0.02	0.00
	终读数	14.11	14.30	14.35	13.30	13.02	13.27
	用量	14.11	14.29	14.30	13.30	13.00	13.27
V <sub>NaOH</sub> /V <sub>HCl</sub>		0.8699	0.8799	0.8794	0.8956	0.8754	0.8912
$\overline{V_{NaOH}/V_{HCl}}$		0.8764			0.8874		
相对平均偏差/r%		1.48			0.902		

其中  $\bar{dr}$  = 偏差绝对值的平均除以平均值

表示平行实验之间的平行性

以甲基橙这组为例:  $\overline{V_{NaOH}/V_{HCl}} = \frac{1}{3}(0.8699 + 0.8799 + 0.8794) = 0.8764$

$$\bar{dr} = \frac{|0.8699 - 0.8764| + |0.8799 - 0.8764| + |0.8794 - 0.8764|}{0.8764} \times \frac{1}{3} = 1.48\%$$

数据分析:

- (1) 滴定管最后一位估读误差
- (2) 甲基橙的滴定终点判断不准, 橙色中混了一点红色难以分辨
- (3) 滴定管一滴液体的量较大, 不加不够, 加了就过量
- (4) 溶液配制时不精确, NaOH和HCl浓度并不相等
- (5) 滴定过程时间较长, 空气中的CO<sub>2</sub>溶于NaOH发生反应, 消耗了一部分NaOH, 使其浓度偏低 ( $2NaOH + CO_2 = Na_2CO_3 + H_2O$ )
- (6) 酸碱指示剂本质上也是一种酸和石碱, 会对溶液产生影响。



## 五. 实验感悟

这个简单的实验是化学实验的基本功。开始时需要摸索放液的速度，活塞转到什么程度可以快速滴，怎样控制一滴一滴地落下，都需要尝试，这个实验也非常注重时机，在不经意间多加了一滴，颜色就会突变，时机稍纵即逝。练好滴定的技能非常重要，在以后的实验中必然会用到。

## 六. 思考题

1. ~~甲基橙~~、甲基红、~~酚酞~~、~~溴甲酚蓝~~
2. 指示剂变色后颜色要鲜艳，易于观察。  
HCl溶液滴定NaOH溶液时用甲基橙，由黄变红  
NaOH溶液滴定HCl溶液采用酚酞，由无色变为红色
3. 不一致。甲基橙和酚酞变色pH范围不一样  
甲基橙变色范围在酸性区，故 $V_{\text{NaOH}}/V_{\text{HCl}}$ 会偏小( $V_{\text{HCl}}$ 偏多)  
而酚酞变色范围在碱性区，故 $V_{\text{NaOH}}/V_{\text{HCl}}$ 会偏大( $V_{\text{NaOH}}$ 偏多)
4. NaOH溶液放置时间太久，NaOH溶液会吸收 $\text{CO}_2$ ，因而溶液存在 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 。  
此时用HCl滴定用酚酞和甲基橙作指示剂结果不同，用甲基橙作指示剂无影响，用酚酞作指示剂只滴定到 $\text{NaHCO}_3$ ，结果偏低
5. 滴定管洗净后含水，若不用所装溶液润洗，溶液将被稀释。润洗2-3次已润洗干净，次数再多浪费试剂。不需干燥，也不得用标准溶液润洗。因为滴定反应仅滴定剂与被滴定物反应，锥形瓶和烧杯中的水不影响~~结果~~滴定；锥形瓶或烧杯若用标准溶液润洗，标准溶液量增加，无法定量。
6. 减小滴定管粗细不均匀引起的误差
7. 纯度最高的是G.R. 普化实验用L.R.
8. 装满水倒置时，水均匀流下，形成水膜，不挂水珠
9. 滴定管、移液管
10. 一组试验，实验的仪器、试剂、条件完全一样，同一人完成，一般为3-6次
11. 减小滴定误差
12. 4位，3位