

实验活动 2 强酸与强碱的中和滴定

【实验目的】

1. 练习中和滴定的实验操作；理解中和滴定的原理；探究酸碱中和反应过程中 pH 的变化特点。
2. 通过实验进一步掌握数据分析的方法，体会定量实验在化学研究中的作用。

【实验用品】

酸式滴定管、碱式滴定管、滴定管夹、烧杯、锥形瓶、铁架台。

$0.1000 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ HCl 溶液、 $0.1000 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 左右的 NaOH 溶液、酚酞溶液、蒸馏水。

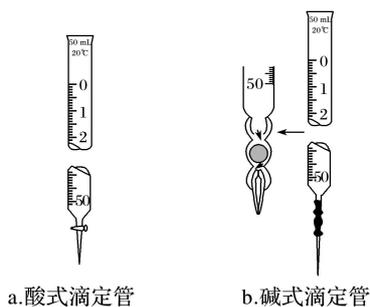
【实验原理】

利用酸碱中和反应 $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$ 和酸碱指示剂的颜色改变判定终点。

【实验步骤】

一、练习使用滴定管

1. 滴定管的构造



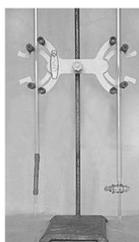
酸式滴定管可用于盛酸性、中性、氧化性溶液；

碱式滴定管可用于盛碱性、中性溶液；

精确度均为 0.01 mL。

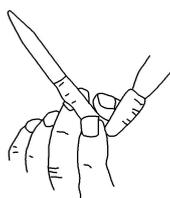
2. 滴定管的使用方法

- (1)检查仪器：在使用滴定管前，首先要检查活塞是否漏水。
- (2)润洗仪器：从滴定管上口加入 $3\sim 5 \text{ mL}$ 所要盛装的酸溶液或碱溶液，倾斜着转动滴定管，使液体润湿全部滴定管内壁。然后，一手控制活塞(轻轻转动酸式滴定管的活塞；或者轻轻挤压碱式滴定管中的玻璃球)，将液体从滴定管下部放入预置的烧杯中。
- (3)加入反应液：分别将酸溶液、碱溶液加到酸式滴定管、碱式滴定管中，使液面位于滴定管刻度“0”以上 $2\sim 3 \text{ mL}$ 处，并将滴定管垂直固定在滴定管夹上(如图)。



固定滴定管

(4)调节起始读数：在滴定管下放一个烧杯，调节活塞，使滴定管尖嘴部分充满反应液(如果滴定管内部有气泡，应快速放液以赶走气泡；除去碱式滴定管乳胶管中气泡的方法如图所示)，并使液面处于“0”刻度或以下，准确记录读数。



除去碱式滴定管乳胶管中的气泡的方法

(5)放出反应液：根据实验需要从滴定管中逐滴放出一定量的液体。

二、用已知浓度的强酸滴定未知浓度的强碱

1. 向润洗过的酸式滴定管中加入 $0.1000 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ HCl 溶液，赶气泡、调节液面后记录准确读数，并填入下表中。
2. 向润洗过的碱式滴定管中加入待测浓度的 NaOH 溶液，赶气泡、调节液面后，用碱式滴定管向锥形瓶中滴入 25.00 mL 待测溶液，再向其中滴入 2 滴酚酞溶液，这时溶液呈红色。
3. 把锥形瓶放在酸式滴定管的下方，瓶下垫一张白纸，小心地滴入酸。边滴边摇动锥形瓶(接近终点时，改为滴加半滴酸)，直到因加入半滴酸后，溶液颜色从粉红色刚好变为无色，且半分钟内不变色为止。这表示已经到达滴定终点。记录滴定管液面的读数并填入下表中。
4. 重复实验三次，并记录相关数据，填入下表中。

滴定次数	待测 NaOH 溶液的体积/mL	HCl 溶液		
		滴定前的刻度/mL	滴定后的刻度/mL	体积/mL
1				
2				
3				

5.计算待测 NaOH 溶液中 NaOH 的物质的量浓度。

[数据处理]：求 $V(\text{HCl})$ 平均值，

$$n(\text{HCl}) = n(\text{NaOH}),$$

$$c(\text{HCl}) \cdot V(\text{HCl}) = c(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH}),$$

$$c(\text{NaOH}) = \frac{c(\text{HCl}) \cdot V(\text{HCl})}{V(\text{NaOH})}$$

代入数据得 $c(\text{NaOH})$ 。

【问题和讨论】

1. 在进行中和滴定时，为什么要用酸(或碱)润洗酸式(或碱式)滴定管 2~3 次？

答案 为了使两种滴定管内壁附着液体的浓度与待装液的浓度一致，减小实验过程中的误差。

2. 滴定用的锥形瓶是否也要用待测的碱(或酸)润洗？锥形瓶装待测液前是否需要保持干燥？为什么？

答案 锥形瓶不用待测液润洗，装待测液前也不需要干燥；锥形瓶里面的溶质的物质的量是一定的，不因加不加水而发生改变，如果润洗会使锥形瓶中的溶质增加，则消耗标准液更多，产生误差。

【跟踪训练】

1. 滴定实验时，必须要按以下要求做的是()

- A. 锥形瓶用蒸馏水洗净后要烘干
- B. 酸式或碱式滴定管用水洗净后用相应溶液润洗
- C. 待测液一定要放在锥形瓶中，标准液一定要放在滴定管中
- D. 滴定前读数要求精确，凹液面的最低点在平视时必须要在“0”刻度或“0”刻度以上的某一刻度上

答案 B

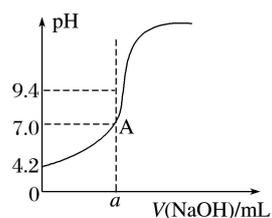
解析 滴定前锥形瓶用蒸馏水洗净后无须干燥，其中的蒸馏水不计入加入试剂的体积，也就不影响滴定结果，故 A 项不符合题意；酸式或碱式滴定管用水洗净后一定要用相应待装溶液润洗，否则会稀释溶液，故 B 项符合题意；待测液和标准液都可以放在锥形瓶中，盛放在锥形瓶中的溶液其体积为已知量，故 C 项不符合题意；滴定前，滴定管中液体的凹液面在“0”刻度或“0”刻度以下的某一时刻，“0”刻度以上没有刻度，故 D 项不符合题意。

2. 当用酸滴定碱时，下列操作中会使测定结果(碱的浓度)偏低的是()

- A. 酸式滴定管滴至终点后，俯视读数
- B. 碱液移入锥形瓶后，加了 10 mL 蒸馏水再滴定
- C. 酸式滴定管用蒸馏水润洗后，未用标准液润洗
- D. 酸式滴定管注入酸液后，尖嘴留有气泡即开始滴定，滴定终点时气泡消失

答案 A

解析 A 项，俯视读数，则读数偏小，结果偏低，正确；B 项，加水不会影响测定结果，错误；C 项，相当于稀释盐酸，使标准液的浓度变小，消耗盐酸的体积偏大，结果偏高，错误；D 项，酸式滴定管注入酸液后，尖嘴留有气泡即开始滴定，滴定终点时气泡消失相当于消耗盐酸的体积偏大，结果偏高，错误。



答案 (1)⑤②①③④⑥ 酸式滴定管 酚酞 (2)不合理 第3次滴定时消耗NaOH溶液的体积明显偏大, 该值应舍去 <

解析 (1)在用未知浓度的NaOH溶液滴定已知浓度的盐酸的操作中, 正确的操作顺序是⑤②①③④⑥, 操作②取20.00 mL标准溶液放入锥形瓶中, 使用的仪器除锥形瓶外, 还需要酸式滴定管; 为了使滴定结果准确, 可用酚酞作指示剂, 以减小滴定误差。(2)该同学的计算不合理, 原因是第3次滴定时消耗NaOH溶液的体积明显偏大, 偏离真实值, 应舍去, 根据滴定曲线可知, 在二者恰好完全反应时, $\text{pH} = 7$, 此时没有达到滴定突跃(指示剂未变色), 所以 $a < 20.02$ 。