

判断弱电解质方案的设计

宁夏固原一中 756000 李晓峰

弱电解质的判定问题重点考查学生对这类问题的探究中其操作的科学性和可行性,同时也考查学生对弱电解质的特点及电离程度的理解。本文以醋酸为例介绍对弱电解质判断的全方位、多角度方案设计,供高二学习或高三复习过程中参考。

一、从电离平衡方面进行方案设计

由于醋酸不能完全电离,存在着电离平衡,所以如 0.1 mol/L 的醋酸溶液中的 H^+ 浓度小于 0.1 mol/L ,溶液的 $\text{pH} > 1$ 。而盐酸溶液则能完全电离,不存在电离平衡, $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的盐酸溶液中的 H^+ 浓度等于 0.1 mol/L , $\text{pH} = 1$,可以从电离平衡这一角度对其判断为弱电解质进行探究设计,其方案可归纳如下:

方案 1、称取一定量的无水醋酸配制 0.1 mol/L 的醋酸溶液,测定该溶液的 pH 。

现象:测出 0.1 mol/L 的醋酸溶液 $\text{pH} = 3$ 。

方案 2、配制物质的量浓度相同的盐酸和醋酸,分别测定两溶液的 pH 。

现象:盐酸溶液的 pH 小,醋酸溶液的 pH 大。

方案 3、配制物质的量浓度相同的盐酸和醋酸,取相同体积分别加入烧杯并并联,接通电源,观察灯泡的亮度。

现象:插在盐酸中的灯泡亮度大。

方案 4、配制物质的量浓度相同的盐酸和醋酸溶液,加入完全相同的同种锌片,观察产生氢气的速率。

现象:开始两溶液产生氢气的速率其大小为:盐酸 $>$ 醋酸。

方案 5、配制相同 pH 的盐酸和醋酸溶液,分别取相同体积,用酚酞试液作指示剂,以氢氧化钠标准溶液进行滴定,确定两溶液所消耗 NaOH 标准溶液的体积。

现象:两溶液消耗 NaOH 标准溶液的体积大小为:醋酸 $>$ 盐酸。

方案 6、分别取 pH 相同的盐酸和醋酸的两种

溶液,且体积相同,放入足量的锌,收集生成的氢气。

现象:两溶液中生成的氢气其体积大小为:醋酸 $>$ 盐酸。

方案 7、 $\text{pH} = 2$ 的醋酸与 $\text{pH} = 12$ 的氢氧化钠溶液等体积混合,测溶液的酸碱性。

现象:溶液呈酸性。

方案 8、 pH 相同的盐酸与醋酸溶液,则醋酸溶液物质的量浓度大。

二、从外界条件改变时,电离平衡移动方面进行方案设计

弱电解质的电离程度受外界因素如:温度、浓度等因素的影响,判断醋酸是弱电解质可采用加热或加入其对应的可溶性盐固体的方法,测其 pH ;加入甲基橙试液,观察颜色变化;也可采用加水稀释相同倍数,测其 pH 的变化。常见方案如下:

方案 1、配制 pH 相同的盐酸和醋酸溶液,各取 1 mL 分别用蒸馏水稀释相同倍数(如 100 倍),再测定稀释后两溶液的 pH 。

现象:盐酸 pH 变化程度大,醋酸 pH 变化程度小(原因:若稀释 10^n 倍,盐酸溶液 pH 变化 n 个单位,而醋酸溶液 pH 变化不到 n 个单位)。

方案 2、取等体积 $\text{pH} = 4$ 的盐酸与醋酸溶液,稀释成 $\text{pH} = 5$ 的溶液,测定加水量的多少。

现象:醋酸溶液加水量多。

方案 3、配制一定物质的量浓度的醋酸,滴入几滴甲基橙,再加入少量醋酸钠,观察溶液颜色变化。

现象:溶液由红色逐渐变浅。(原因:醋酸是弱电解质,其水溶液中存在着电离平衡,在醋酸溶液中加入醋酸钠后,溶液中的醋酸根离子浓度增大,醋酸电离平衡左移,导致 H^+ 浓度减小,溶液则红色变浅)。

方案 4、配制物质的量浓度相同的盐酸和醋酸溶液,稀释相同的倍数,测溶液的 pH 的变化幅度。

现象:测得溶液的 pH 的变化幅度不同,强酸(盐酸)稀释后 pH 变化幅度大,弱酸(醋酸)稀释后 pH 变化幅度小。

方案 5、将一定物质的量浓度的醋酸溶液两份,其中一份加入醋酸钠固体,然后分别加入形状相同质量相同的锌,观察产生氢气的快慢是否相同。

现象:产生氢气的快慢不相同,不加入醋酸钠的一份较快(加入醋酸钠固体的一份由于同离子效应,抑制了醋酸的电离,致使 $c(\text{H}^+)$ 减小)

三、从其盐溶液的酸碱性进行方案设计

方案 1、配制一定物质的量浓度的醋酸钠溶液,向其中加入几滴酚酞试液。

现象:溶液呈浅红色。

方案 2、配制一定物质的量浓度的醋酸钠溶液,向其中加入几滴紫色石蕊试液。

现象:紫色石蕊试剂呈蓝色,

方案 3、用玻璃棒蘸取一定物质的量浓度的醋酸钠溶液滴在 pH 试纸上,测其 pH。

现象:测得溶液的 pH 大于 7。

方案 4、比较 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{CH}_3\text{COONa}$ 溶液与 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaCl}$ 溶液的 pH。

现象: $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{CH}_3\text{COONa}$ 溶液 pH 比 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaCl}$ 溶液大。

方案 5、比较醋酸钠溶液中, $c(\text{Na}^+)$ 与 $c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$ 相对大小。

结论: $c(\text{Na}^+) > c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$

巩固练习:

1. (全国高考)甲酸的下列性质中,可以证明它是弱电解质的是()。

- A. $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 甲酸溶液的 pH 约为 2
- B. 甲酸能与水以任何比例互溶
- C. 10 mL $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 甲酸恰好与 10 mL $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaOH}$ 溶液完全反应
- D. 在相同条件下,甲酸溶液的导电性比强酸溶液的弱

2. (上海高考)在下列叙述中,能说明盐酸是强酸,醋酸是弱酸的是()。

A. 将 pH=4 的盐酸和醋酸稀释成 pH=5 的溶液,醋酸所需加入的水量多

B. 盐酸和醋酸都可用相应的钠盐与浓硫酸

反应制取

反应制取

C. 相同 pH 的盐酸和醋酸溶液中分别加入相应的钠盐固体,醋酸的 pH 变化大

D. 相同 pH 的盐酸和醋酸分别跟锌反应时,产生氢气的起始速度相等

3. (上海高考)取 pH 均等于 2 的盐酸和醋酸各 100 mL 分别稀释 2 倍后,再分别加入 0.03 g 锌粉,在相同条件下充分反应,有关叙述正确的是()。

- A. 醋酸与锌反应放出氢气多
- B. 盐酸和醋酸分别与锌反应放出的氢气一样多
- C. 醋酸与锌反应速率大
- D. 盐酸和醋酸分别与锌反应的速率一样大

4. (全国高考)下列事实可证明氨水是弱碱的是()。

- A. 氨水能跟氯化亚铁溶液反应生成氢氧化亚铁
- B. 铵盐受热易分解
- C. $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 氨水可以使酚酞试液变红
- D. $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 氯化铵溶液的 pH 约为 5

5. (江苏高考)用 pH 均为 2 的盐酸和醋酸溶液,分别中和等体积、等物质的量浓度的氢氧化钠溶液,当氢氧化钠恰好被完全中和时,消耗盐酸和醋酸溶液的体积分别为 V_1 和 V_2 ,则 V_1 和 V_2 的关系正确的是()。

- A. $V_1 > V_2$
- B. $V_1 < V_2$
- C. $V_1 = V_2$
- D. $V_1 \leq V_2$

6. (全国高考)有两瓶 pH=2 的酸溶液,一瓶是强酸,一瓶是弱酸。现只有石蕊试液、酚酞试液、pH 试纸和蒸馏水,而没有其它试剂。简述如何用最简便的实验方法来判别哪瓶是强酸: _____。

7. (上海高考)用实验确定某酸 HA 是弱电解质。两同学的方案是:

甲:① 称取一定质量的 HA 配制 0.1 mol/L 的溶液 100 mL;

② 用 pH 试纸测出该溶液的 pH,即可证明 HA 是弱电解质。

乙:① 用已知物质的量浓度的 HA 溶液、盐酸,分别配制 pH=1 的两种酸溶液各 100 mL; ▶

守恒法巧解化学计算题

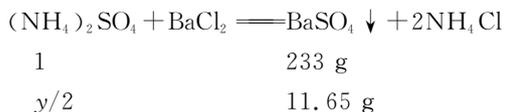
江苏省无锡市第三高级中学 214028 陈铮铮

一、高中化学计算题中的质量守恒

高中化学问题中的质量守恒即原子守恒是指在化学反应过程的前后,原子的种类和原子数目都保持不变,在实际问题处理过程中这里的原子可以扩展为原子团和离子等。

例 1 现有两份质量相等的 NH_4NO_3 和 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 固体混合物,将其中一份与足量的 NaOH 溶液共同加热发生反应,且收集标准状况下的 NH_3 6.72 L,在另一份混合物制成水溶液后与足量的 BaCl_2 混合,产生 11.65 g 的白色沉淀。试求:原混合固体中 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 的质量和氮元素的质量分数?

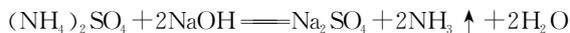
解析 常规解法 假设原混合物中 NH_4NO_3 为 x mol; $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 为 y mol,其中在第一份试样与 NaOH 反应时, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 产生的 NH_3 标况下的体积为 V L



解之得: $y=0.1$ mol,

则 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 的质量为:

$$0.1 \text{ mol} \times 132 \text{ g/mol} = 13.2 \text{ g}$$



$$\frac{1 \text{ mol}}{0.05 \text{ mol}} = \frac{2 \times 22.4 \text{ L}}{V \text{ L}}$$

$$\frac{1 \text{ mol}}{0.05 \text{ mol}} = \frac{2 \times 22.4 \text{ L}}{V \text{ L}}, \text{解之得: } V = 2.24 \text{ L}$$



$$\frac{1 \text{ mol}}{x/2} = \frac{22.4 \text{ L}}{(6.72 - 2.24) \text{ L}}$$

$$\frac{1 \text{ mol}}{x/2} = \frac{22.4 \text{ L}}{(6.72 - 2.24) \text{ L}}, \text{解之得: } x = 0.4 \text{ mol}$$

则原混合物中氮元素的质量分数:

$$\omega(\text{N}) = \frac{14 \times 2 \times 0.1 + 14 \times 2 \times 0.4}{132 \times 0.1 + 80 \times 0.4} \times 100\% = 31\%$$

巧解分析 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{BaSO}_4$ 中 SO_4^{2-} 守恒,过程中 $\text{NH}_4^+ \rightarrow \text{NH}_3 \uparrow$ 元素守恒;

$$\begin{cases} \frac{x}{2} + y = \frac{6.72}{22.4} (\text{NH}_4^+ \text{ 守恒}) \\ \frac{y}{2} = \frac{11.65}{233} (\text{SO}_4^{2-} \text{ 守恒}) \end{cases} \text{解之得: } \begin{cases} x = 0.4 \text{ mol} \\ y = 0.1 \text{ mol} \end{cases}$$

二、高中化学计算题中的电子守恒

电子得失总数守恒即电子守恒是特指在氧化还原反应中,还原剂被氧化过程中失去的电子总数

► ② 分别取这两种溶液各 10 mL,加水稀释为 100 mL;

③ 各取相同体积的两种稀释液装入两个试管,同时加入纯度相同的锌粒,观察现象,即可证明 HA 是弱电解质。

(1)在两个方案的第①步中,都要用到的定量仪器是 _____。

(2)甲方案中,说明 HA 是弱电解质的理由是测得溶液的 pH _____ 1(选填 >、<、=)

乙方案中,说明 HA 是弱电解质的现象是 _____ (多选扣分)

- (a)装 HCl 溶液的试管中放出 H_2 的速率快;
(b)装 HA 溶液的试管中放出 H_2 的速率快;
(c)两个试管中产生气体速率一样快。

(3)请你评价:乙方案中难以实现之处和不妥

之处 _____、_____。

(4)请你再提出一个合理而比较容易进行的方案(药品可任取),作简明扼要表述。

参考答案:

1. A、D 2. A、C 3. A、C 4. D 5. A

6. 各取等体积酸液用蒸馏水稀释相同倍数(如 100 倍),然后用 pH 试纸分别测其 pH, pH 变化大的那瓶是强酸。

7. (1)100 mL 容量瓶

(2) > b

(3)配制 $\text{pH}=1$ 的 HA 溶液难以实现;不妥之处在于加入的锌粒难以做到表面积相同

(4)配制 NaA 溶液,测其 $\text{pH}>7$ 即证明 HA 是弱电解质。

(收稿日期:2014-02-10)