

浅谈电离平衡对溶液浓度变化题型求解

江西省赣州市第三中学 341000 罗章林

摘要:水溶液中的离子平衡是化学平衡的延伸和应用,也是高考中考点分布较多的内容之一.其中沉淀溶解平衡是新课标中新增的知识点,题型主要是选择题和填空题,许多高中生在应对强弱电解质、盐类水解、离子反应、水的电离、计算 pH 值问题以及酸碱度大小问题时常出现错误.为此,本文尝试对这类题型做一个小结与归纳,达到更好的掌握知识点.除此之外,也能够提高中学生的综合解题能力.现结合实例,简要地介绍几类电离平衡问题的解题方法.

关键词:电解质;电离平衡;方法

一、强弱电解质的区别

强弱电解质的实质区别是电离的程度,在水溶液中能够完全电离的电解质是强电解质,强电解质有 NaCl、H₂SO₄、NaOH 等;只能部分电离的电解质为弱电解质.常见的弱电解质有:HF、CH₃COOH、H₂CO₃、HClO、H₂O、NH₃·H₂O 等^[1].

例 1 仅能在水溶液中导电的电解质是().

A. NaOH B. NaHCO₃ C. CO₂ D. CH₃OH

解析 NaOH 是离子化合物,熔融状态能电离,而在熔融状态也能导电. NaHCO₃ 是离子化合物,但受热易分解,因而只能在水溶液中导电. C 和 D 都是非电解质,不符合题意. 答案: B

易错点:一般情况下,离子化合物在水溶液中和熔融状态下均能导电,共价化合物只在水溶液中导电,但是某些离子化合物没有熔融态,只能在水溶液中导电.

二、弱电解质的电离平衡

1. 在一定温度下,弱电解质电离平衡态的特征符合一般化学平衡的特征;

2. 影响弱电解质电离平衡的因素,除其本身的结构外,还与温度和浓度等因素有关.

以 CH₃COOH \rightleftharpoons H⁺ + CH₃COO⁻ 为例.

表 1

外界条件	微热	盐酸	NaOH	CH ₃ COONa	加水
c(CH ₃ COO ⁻)变化	↑	↓	↑	↑	↓
pH 变化	↓	↓	↑	↑	↑

例 2 已知 HClO 比 H₂CO₃ 弱,氯水中存在下列平衡: Cl₂ + H₂O \rightleftharpoons HCl + HClO, HClO \rightleftharpoons H⁺ + ClO⁻, 达平衡后,要使 HClO 浓度增加,可加入()

A. H₂S B. CaCO₃ C. NaOH D. HCl

解析 A 选项中的 H₂S 与 HClO 能发生氧化还原反应,使得 HClO 的浓度减小. B 中的 CaCO₃ 能与 HCl 反应,使 Cl₂ + H₂O \rightleftharpoons HCl + HClO 的平衡向生成 HClO 方向移动, HClO 的浓度增加;特别要注意的是 HClO 的酸性比 H₂CO₃ 的弱,所以 CaCO₃ 不能结合 HClO 电离的 H⁺,故次氯酸的浓度不会因平衡正移而减小. 故应选 B. 对于 C,由于 NaOH 是强碱,故两个平衡都向正方向移动,致使 c(HClO)减小. 答案选: B

易错点:(1) 弱电解质电离平衡常数 K 只受温度的影响,与浓度无关;

(2) 相同浓度下,弱酸的 K 值越大,酸性越强;

(3) 判断 HA 是强酸还是弱酸最典型的两种方法:①将钠盐(NaA)溶于水,测其 pH,若 pH > 7,表明 HA 为弱酸^[2];②配制一定物质的量浓度的 HA 溶液(如:0.01 mol/L),测其 pH. 若 pH > 2,则说明 HA 为弱酸.

三、水的电离平衡和 pH 计算

常见的考点是溶液的酸碱度判断及电离平衡常数值的求解. 注意两点:

(1) 当 H₂O \rightleftharpoons H⁺ + OH⁻ 的电离达到平衡时,水的离子积 K = c(H⁺) · c(OH⁻), K 为常数,不随酸碱碱性而改变,只与温度有关,温度升高, K 值增大. 除此之外,无论溶液是酸性还是碱性,水电离的 H⁺ 和 OH⁻ 的浓度始终相等;

(2) 水的电离受温度、酸、碱及其能够水解的盐等影响,其中酸碱抑制电离,水解盐促进电离.

例 3 室温下,在某溶质的溶液中,由水电离出的 c(H⁺) = 1.0 × 10^{-a} mol · L⁻¹, 下列说法正确的是()

A. a > 7 时,一定促进水的电离

B. $a < 7$ 时,一定促进水的电离

C. $a < 7$ 时, $\text{pH} = a$

D. $a > 7$ 时, pH 可能为 a

解析 由题可知,水电离出的 H^+ 的浓度为 $c(\text{H}^+) = 1.0 \times 10^{-a} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,这是考查水电离的知识点.当 $a > 7$ 时,抑制水的电离,溶液可能显酸性或碱性, pH 可能为 a 或 $14 - a$; $a < 7$ 时, $c(\text{H}^+) = 1.0 \times 10^{-a} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} > 1.0 \times 10^{-7} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,这时促进水电离的过程,则溶液必定是盐溶液,溶液可能呈酸性或碱性,因此 pH 可能为 a 或 $14 - a$. 答案为 BD.

易错点:水电离平衡的影响因素和溶液 pH 计算

(1)加入 H^+ (酸)、 OH^- (碱)会抑制水的电离,且 H^+ 、 OH^- 的浓度越大,抑制水电离的作用越强;加入能结合 H^+ 或 OH^- 的物质(如:能水解的盐),生成相应的弱酸、弱碱,且其酸碱的酸碱性越弱,促进水电离的作用越强;由于电离是吸热过程,故升高温度能促进水的电离.若温度不变,水溶液(稀溶液)中的 $c(\text{H}^+) \cdot c(\text{OH}^-)$ 就不变,若温度升高,使 $c(\text{H}^+) \cdot c(\text{OH}^-)$ 增大.

(2)计算溶液的 pH 时,应注意以下几点:①外界条件是否指室温;②当酸、碱混合后,首先要判断溶液的酸碱性,然后再计算 $c(\text{H}^+)$ 或 $c(\text{OH}^-)$,最后求得溶液的 pH ;③要特别注意溶液中的 $c(\text{H}^+)$ 和由水电离出的 H^+ 的浓度之差异,否则容易走向误区.

四、盐类的水解和离子浓度大小比较

例4 常温下,用 0.1000 mol/L NaOH 溶液滴定 20.00 mL 0.1000 mol/L CH_3COOH 溶液所得滴定曲线如图1.下列说法正确的是()

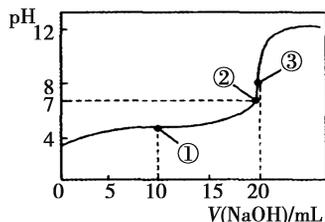


图1

A. 点①所示溶液中: $c(\text{CH}_3\text{COO}^-) + c(\text{OH}^-) = c(\text{CH}_3\text{COOH}) + c(\text{H}^+)$

B. 点②所示溶液中: $c(\text{Na}^+) = c(\text{CH}_3\text{COOH}) + c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$

C. 点③所示溶液中: $c(\text{Na}^+) > c(\text{OH}^-) > c(\text{CH}_3\text{COO}^-) > c(\text{H}^+)$

D. 滴定过程中可能出现: $c(\text{CH}_3\text{COOH}) > c(\text{CH}_3\text{COO}^-) > c(\text{H}^+) > c(\text{Na}^+) > c(\text{OH}^-)$

解析 向 CH_3COOH 溶液中逐滴滴加 NaOH 溶

液,当加入 NaOH 很少时, D 项正确;继续滴加至点①, $2n(\text{NaOH}) = n(\text{CH}_3\text{COOH})$,此时溶质为等物质的量的 CH_3COOH 和 CH_3COONa , $\text{pH} < 7$,因 CH_3COOH 电离, $c(\text{CH}_3\text{COOH}) < c(\text{Na}^+)$,根据电荷守恒 $c(\text{CH}_3\text{COO}^-) + c(\text{OH}^-) = c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+)$,则 $c(\text{CH}_3\text{COO}^-) + c(\text{OH}^-) > c(\text{CH}_3\text{COOH}) + c(\text{H}^+)$, A 错误;点②时 $\text{pH} = 7$,根据电荷守恒,则有 $c(\text{Na}^+) = c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$, B 错误;点③时 $n(\text{NaOH}) = c(\text{CH}_3\text{COOH})$,此时溶质为 CH_3COONa , CH_3COO^- 水解使溶液显碱性,正确顺序为 $c(\text{Na}^+) > c(\text{CH}_3\text{COO}^-) > c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$, C 错误. 答案: D.

易错点:对于离子浓度大小比较的考题,要对一个原理、两类平衡、三种守恒进行分析,包括了化学平衡移动原理,电离平衡和水解平衡,电荷守恒、物料守恒和质子守恒.概念理解不透,把握不准,而易出错,因此要吃透概念,理解电离平衡的过程和浓度变化.

五、沉淀溶解平衡

在水中不存在绝对不溶的物质.通常将溶解度小于 0.01 g/L 的物质称为难溶电解质.例如,在一定温度下,将过量 AgCl 固体投入水中, Ag^+ 和 Cl^- 离子在水分子的作用下会不断离开固体表面而进入溶液,形成水合离子,这是 AgCl 的溶解过程.同时,已溶解的 Ag^+ 和 Cl^- 离子又会因固体表面的异号电荷离子的吸引而回到固体表面,这就是 AgCl 的沉淀过程.当沉淀与溶解两过程达到平衡时,此时的状态称为沉淀溶解平衡.除此之外,要注意溶度积的概念,其概念为在一定温度下,难溶电解质饱和溶液中各离子浓度幂的乘积为一常数即溶度积常数 K_{sp} . K_{sp} 的大小反映了难溶电解质溶解能力的大小.当化学式所表示的组成中阴、阳离子个数比相同时, K_{sp} 数值越大的难溶电解质在水中的溶解能力越强.

例5 25°C 时, $K_{\text{sp}}[\text{Mg}(\text{OH})_2] = 5.61 \times 10^{-12}$, $K_{\text{sp}}[\text{MgF}_2] = 7.42 \times 10^{-11}$.下列说法正确的是()

A. 25°C 时,饱和 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 溶液与饱和 MgF_2 溶液中 Mg^{2+} 相比,前者的 $c(\text{Mg}^{2+})$ 大

B. 25°C 时,在 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 的悬浊液中加入少量的 NH_4Cl 固体, $c(\text{Mg}^{2+})$ 增大

C. 25°C 时, $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 固体在 20 mL 0.01 mol/L 氨水中的 K_{sp} 比在 20 mL 0.01 mol/L NH_4Cl 溶液中的 K_{sp} 小

D. 25°C 时,在 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 悬浊液中加入 NaF 溶液后, $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 不可能转化为 MgF_2

解析 $Mg(OH)_2$ 与 MgF_2 同属于 AB_2 型沉淀, 可根据 K_{sp} 的大小比较离子浓度, $K_{sp}[Mg(OH)_2]$ 比 $K_{sp}[MgF_2]$ 小, 说明 $Mg(OH)_2$ 饱和溶液中的 $c(Mg^{2+})$ 更小, A 错误; 因 $Mg(OH)_2 + 2NH_4^+ = Mg^{2+} + 2NH_3 \cdot H_2O$, 而使 $c(Mg^{2+})$ 增大, B 正确; K_{sp} 不随浓度改变而改变, C 错误; $Mg(OH)_2$ 的 K_{sp} 与 MgF_2 的 K_{sp} 数量级接近, 类比 $BaSO_4$ 可转化为 $BaCO_3$, 说明

$Mg(OH)_2$ 也可能转化为 MgF_2 , D 错误. 答案: B

参考文献:

- [1] 班寿燕; 刘志峰. 对水溶液中的离子平衡几个问题的解释方法的探讨[J]. 化学教与学, 2017, (03): 35-36.
- [2] 符晓东. 弱电解质的电离平衡考查视角[J]. 中学化学, 2015, (03): 22-23.

“金属的腐蚀与防护(第一课时)”教学案例

江苏省南京市高淳区湖滨高级中学 211316 吕咏玉

摘要:《化学与生活》模块的教学目标是让学生了解日常生活中常见物质的性质, 探讨生活中常见现象折射的基本化学原理, 体会化学对提高生活质量和保护环境的积极作用, 形成合理使用化学品的意识, 以及运用化学知识解决问题的能力. 在这个模块中, 生活素材本身就是课程内容的主体, 所以, 从生活素材中发现化学问题, 用化学知识解决生活问题就是课程的基本教学思路, 培养学生用化学的目光审视生活, 利用化学的方法解决生活问题的能力就是教学的目标. “金属的腐蚀与防护(第一课时)”是选修模块第三章“探索生活材料”的第二节, 内容上紧承着前一节生活中常见金属材料的介绍, 重点探讨金属腐蚀的原理.

关键词: 金属的腐蚀; 教学案例分析

案例描述

1. 共鸣产生探讨兴趣

上课开始, 教师展示锈蚀斑斑的 U 型锁以及困难重重的开锁过程. 由此引起学生对金属腐蚀的关注.

播放视频: 钢铁锈蚀的危害

教师引入课题: “上节课我们认识到, 目前利用最广泛的合金是钢铁. ‘钢铁’一词常常被赋予坚强、不易变质的含义, 例如‘铁骨铮铮’、‘钢铁一般的意志’等等, 但是这段视频却告诉我们钢铁是一种容易腐蚀的材料. 钢铁为什么会生锈? 金属生锈的原理是怎样的?”

2. 多组实验渐进式探讨腐蚀原理

(1) 化学腐蚀原理探讨:

教师展示一卷表面已经附着一层灰白色氧化层的镁带, 并提问镁带腐蚀的原理. 学生回答并总结: 1、化学腐蚀——金属跟接触到的物质直接发生化学反应而引起的腐蚀.

通过阅读课本图片(图 3-14), 学生分析化学腐蚀主要影响因素是温度.

(2) 电化学腐蚀原理探讨:

教师展示一根生锈的铁钉, 继续提问: “为什么铁会这么轻易的腐蚀?” 学生回答: 铁的性质活泼, 能够与氧气等反应. 教师展示实验.

三支试管: 1. 铁钉置于干燥空气中(试管口用保鲜膜密封);

2. 铁钉一半浸入水中;

3. 铁钉完全浸没于水中(煮沸的蒸馏水, 油封).

教师介绍实验的操作细节和要点, 并提问铁钉生锈需要的条件. 学生回答: 氧气和水. 教师引导: “铁钉的腐蚀, 这两个条件都必不可少. 请大家再观察下一组实验. 然后探讨下, 说明了什么?”

第四支试管: 4. 铁钉一半浸入氯化钠溶液中.

学生感叹: 铁钉生锈更厉害, 说明氯化钠的存在促进了铁钉腐蚀. 教师引导: “铁与氯化钠并不反应, 但是氯化钠的存在确实促进了铁钉的腐蚀, 这是为什么? 氯化钠溶液是一种常见的电解质溶液, 电解质溶液有时会加快某些反应的速率.” 学生恍然: 原电池原理.