

十年真题 2015-2024

专题 53 难溶电解质的溶解平衡

十年考情·探规律

考点	十年考情(2015-2024)	命题趋势
考点1 沉淀溶解平衡	(2023·浙江省1月选考、2019·浙江4月卷、2018·海南卷、2016·海南卷、2024·江苏卷)	高考中常以具体的某种或几种难溶电解质为载体,结合图像考查有关难溶电解质的沉淀溶解平衡及应用、 K_{sp} 的理解和计算等,考查考生对平衡思想的理解和应用。本考点既有选择题也有非选择题。选择题通过图像分析、反应条件控制等考查难溶电解质的溶解平衡,非选择题主要考查 K_{sp} 的计算与应用。题目的难度较大,沉淀溶解平衡是化学平衡知识的延续与深化。
考点2 沉淀溶解平衡曲线	2024·山东卷、2024·辽吉黑卷、2024·浙江6月卷、2024·湖北卷、2024·全国甲卷、2023·全国乙卷、2023·辽宁省选择性考试、2023·全国甲卷、2023·全国新课标卷、2023·北京卷、2022·福建卷、2022·湖南选择性卷、2022·山东卷、2022·海南省选择性卷、2021·全国甲卷、2021·全国乙卷、2019·新课标Ⅱ卷、2019·海南卷、2018·新课标Ⅲ卷、2017·新课标Ⅲ卷	

分考点·精准练

考点1 沉淀溶解平衡

1. (2023·浙江省1月选考,15) 碳酸钙是常见难溶物,将过量碳酸钙粉末置于水中达到溶解平衡: $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$ [已知 $K_{sp}(\text{CaCO}_3) = 3.4 \times 10^{-9}$, $K_{sp}(\text{CaSO}_4) = 4.9 \times 10^{-5}$, H_2CO_3 的电离常数 $K_{a1} = 4.5 \times 10^{-7}$, $K_{a2} = 4.7 \times 10^{-11}$], 下列有关说法正确的是()

- A. 上层清液中存在 $c(\text{Ca}^{2+}) = c(\text{CO}_3^{2-})$
- B. 上层清液中含碳微粒最主要以 HCO_3^- 形式存在
- C. 向体系中通入 CO_2 气体, 溶液中 $c(\text{Ca}^{2+})$ 保持不变
- D. 通过加 Na_2SO_4 溶液可实现 CaCO_3 向 CaSO_4 的有效转化

【答案】B

【解析】A项, 上层清液为碳酸钙的饱和溶液, 碳酸根离子水解生成碳酸氢根离子, 因此 $c(\text{Ca}^{2+}) > c(\text{CO}_3^{2-})$,

$$\frac{c(\text{CO}_3^{2-})c(\text{H}^+)}{c(\text{HCO}_3^-)} = 4.7 \times 10^{-11}$$

A 错误；B 项，根据 $K_{a2}=4.7 \times 10^{-11}$ 可得 $\frac{c(\text{CO}_3^{2-})c(\text{H}^+)}{c(\text{HCO}_3^-)} = 4.7 \times 10^{-11}$ ，则碳酸根的水解平衡常数为

$$K_h = \frac{c(\text{HCO}_3^-)c(\text{OH}^-)}{c(\text{CO}_3^{2-})} = \frac{K_w}{K_{a2}} = 2 \times 10^2$$

，说明碳酸根的水解程度较大，则上层清液中含碳微粒主要为碳酸氢根离子，B 正确；C 项，向体系中通入 CO_2 ，碳酸钙与 CO_2 反应生成碳酸氢钙，碳酸氢钙易溶于水，则溶液中钙离子浓度增大，C 错误；D 项，由题干可知， $K_{sp}(\text{CaCO}_3)=3.4 \times 10^{-9}$ ， $K_{sp}(\text{CaSO}_4)=4.9 \times 10^{-5}$ ，碳酸钙比硫酸钙更难溶，加入硫酸钠后碳酸钙不会转化成硫酸钙，D 错误；故选 B。

2. (2019·浙江 4 月卷, 20)在温热气候条件下，浅海地区有厚层的石灰石沉积，而深海地区却很少。下列解析不正确的是()

- A. 与深海地区相比，浅海地区水温较高，有利于游离的 CO_2 增多、石灰石沉积
- B. 与浅海地区相比，深海地区压强大，石灰石岩层易被 CO_2 溶解，沉积少
- C. 深海地区石灰石岩层的溶解反应为： $\text{CaCO}_3(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{CO}_2(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2(\text{aq})$
- D. 海水呈弱酸性，大气中 CO_2 浓度增加，会导致海水中 CO_3^{2-} 浓度增大

【答案】D

【解析】A 项，海水中 CO_2 的溶解度随温度的升高而减小，随压力的增大而增大，在浅海地区，海水层压力较小，同时水温比较高，因而 CO_2 的浓度较小，即游离的 CO_2 增多，根据平衡移动原理，上述平衡向生成 CaCO_3 方向移动，产生石灰石沉积，A 项正确；B 项，与 A 恰恰相反，石灰石岩层易被 CO_2 溶解，沉积少，B 项正确；C 项，在深海地区中，上述平衡向右移动，且倾向很大，故溶解反应为 $\text{CaCO}_3(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{CO}_2(\text{aq}) = \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2(\text{aq})$ ，C 项正确；D 项，海水温度一定时，大气中 CO_2 浓度增加，海水中溶解的 CO_2 随之增大，导致 CO_3^{2-} 转化为 HCO_3^- ， CO_3^{2-} 浓度降低，D 项错误。

3. (2018·海南卷, 6)某温度下向含 AgCl 固体的 AgCl 饱和溶液中加入少量稀盐酸。下列说法正确的是()

- A. AgCl 的溶解度、 K_{sp} 均减小
- B. AgCl 的溶解度、 K_{sp} 均不变
- C. AgCl 的溶解度减小， K_{sp} 不变
- D. AgCl 的溶解度不变， K_{sp} 减小

【答案】C

【解析】在溶液中滴加盐酸，使溶液中的 Cl^- 的浓度增大，因同离子效应使 AgCl 的溶解平衡逆向移动，故 AgCl 的溶解度减小，但因 K_{sp} 只与温度有关，故其保持不变，C 项正确。

4. (2016·海南卷, 5)向含有 MgCO_3 固体的溶液中滴加少许浓盐酸(忽略体积变化)，下列数值变小的是()

- A. $c(\text{CO}_3^{2-})$
- B. $c(\text{Mg}^{2+})$
- C. $c(\text{H}^+)$
- D. $K_{sp}(\text{MgCO}_3)$

【答案】A

【解析】 MgCO_3 固体的溶液中存在溶解平衡： $\text{MgCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$ ，加入少量稀盐酸可与 CO_3^{2-} 促使溶解平衡正向移动，故溶液中 $c(\text{CO}_3^{2-})$ 减小， $c(\text{Mg}^{2+})$ 及 $c(\text{H}^+)$ 增大， $K_{sp}(\text{MgCO}_3)$ 只与温度有关，不变。故选 A。

5. (2024·江苏卷, 16, 15 分)贵金属银应用广泛。Ag 与稀 HNO_3 制得 AgNO_3

，常用于循环处理高氯废水。

(1)沉淀 Cl^- 。在高氯水样中加入 K_2CrO_4 使 CrO_4^{2-} 浓度约为 $5 \times 10^{-3} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，当滴加 AgNO_3 溶液至开始产生 Ag_2CrO_4 沉淀(忽略滴加过程的体积增加)，此时溶液中 Cl^- 浓度约为_____ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。[已知： $K_{\text{sp}}(\text{AgCl})=1.8 \times 10^{-10}$ ， $K_{\text{sp}}(\text{Ag}_2\text{CrO}_4)=2.0 \times 10^{-12}$]

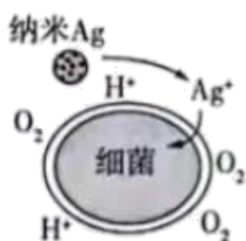
(2)还原 AgCl 。在 AgCl 沉淀中埋入铁圈并压实，加入足量 $0.5 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 盐酸后静置，充分反应得到 Ag 。

①铁将 AgCl 转化为单质 Ag 的化学方程式为_____。

②不与铁圈直接接触的 AgCl 也能转化为 Ag 的原因是_____。

③为判断 AgCl 是否完全转化，补充完整实验方案 取出铁圈，搅拌均匀，取少量混合物过滤，_____ [实验中必须使用的试剂和设备：稀 HNO_3 、 AgNO_3 溶液，通风设备]

(3) Ag 的抗菌性能。纳米 Ag 表面能产生 Ag^+ 杀死细菌(如图所示)，其抗菌性能受溶解氧浓度影响。



①纳米 Ag 溶解产生 Ag^+ 的离子方程式为_____。

②实验表明溶解氧浓度过高，纳米 Ag 的抗菌性能下降，主要原因是_____。

【答案】 (1) 9×10^{-6}

(2)① $\text{Fe} + \text{AgCl} + 2\text{HCl} = \text{FeCl}_3 + \text{Ag} + \text{H}_2\uparrow$ ②形成了以 Fe 为负极， AgCl 为正极，盐酸为电解质溶液的原电池，正极 AgCl 得到电子，电极反应式为 $\text{AgCl} + \text{e}^- = \text{Ag} + \text{Cl}^-$ ，生成 Ag ③洗涤，向最后一次洗涤液中滴加硝酸银溶液，确保氯离子洗净，开启通风设备，向滤渣中加入足量稀 HNO_3 ，搅拌，若固体完全溶解，则 AgCl 完全转化，若固体未完全溶解，则 AgCl 未完全转化

(3)① $4\text{Ag} + \text{O}_2 + 4\text{H}^+ = 4\text{Ag}^+ + 2\text{H}_2\text{O}$ ②纳米 Ag 与氧气生成 Ag_2O ，使得 Ag^+ 浓度下降

【解析】 (1) CrO_4^{2-} 浓度约为 $5 \times 10^{-3} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，当滴加 AgNO_3 溶液至开始产生 Ag_2CrO_4 沉淀，此时

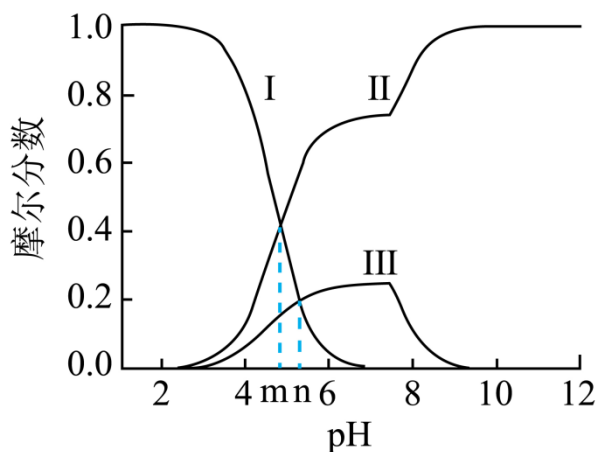
$$c(\text{Ag}^+) = \sqrt{\frac{K_{\text{sp}}(\text{Ag}_2\text{CrO}_4)}{c(\text{CrO}_4^{2-})}} = \sqrt{\frac{2.0 \times 10^{-12}}{5 \times 10^{-3}}} \text{mol/L} = 2 \times 10^{-5} \text{mol/L}, \quad c(\text{Cl}^-) = \frac{K_{\text{sp}}(\text{AgCl})}{c(\text{Ag}^+)} = \left(\frac{1.8 \times 10^{-10}}{2 \times 10^{-5}} \right) \text{mol/L} = 9 \times 10^{-6} \text{mol/L}$$

(2)①在足量 $0.5 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 盐酸中静置，铁将 AgCl 转化为单质 Ag ，反应的化学方程式为： $\text{Fe} + \text{AgCl} + 2\text{HCl} = \text{FeCl}_3 + \text{Ag} + \text{H}_2\uparrow$ ；②不与铁圈直接接触的 AgCl 也能转化为 Ag ，是因为形成了以 Fe 为负极， AgCl 为正极，盐酸为电解质溶液的原电池，正极 AgCl 得到电子，电极反应式为 $\text{AgCl} + \text{e}^- = \text{Ag} + \text{Cl}^-$ ，生成 Ag ；③判断 AgCl 是否完全转化，即检验混合物中是否含有 AgCl ，若 AgCl 完全转化，则剩余固体全部为银，可完全溶于稀硝酸，若 AgCl 未完全转化，剩余 AgCl 不能溶于稀硝酸，则可用稀硝酸检验，稀硝酸参与反应可能会产生氮氧化物，反应需在通风设备中进行，反应后的溶液中存在氯离子，若未将滤渣洗净，氯离子会干扰实验，所以首先需要检验氯离子是否洗净，实验方案为：取出铁圈，搅拌均匀，取少量混合物过滤，洗涤，向最后一次洗涤液中滴加 AgNO_3 溶液，确保氯离子洗净，打开通风设备，向洗涤干净的滤渣中加入足量稀

HNO_3 ，搅拌，若固体完全溶解，则 AgCl 完全转化，若固体未完全溶解，则 AgCl 未完全转化；(3)① 纳米 Ag 溶解时被氧化为 Ag^+ ，离子方程式为： $4\text{Ag}+\text{O}_2+4\text{H}^+=4\text{Ag}^++2\text{H}_2\text{O}$ ；②溶解氧浓度过高，纳米 Ag 与氧气生成 Ag_2O ，使得 Ag^+ 浓度下降，抗菌性能下降。

考点 2 沉淀溶解平衡曲线

1. (2024·山东卷, 10, 2分) 常温下 $\text{Ag(I)}-\text{CH}_3\text{COOH}$ 水溶液体系中存在反应： $\text{Ag}^++\text{CH}_3\text{COO}^- \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOAg(aq)}$ ，平衡常数为 K 。已初始浓度 $c_0(\text{Ag}^+)=c_0(\text{CH}_3\text{COOH})=0.08\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，所有含碳物种的摩尔分数与 pH 变化关系如图所示(忽略溶液体积变化)。下列说法正确的是()



- A. 线 II 表示 CH_3COOH 的变化情况
 B. CH_3COOH 的电离平衡常数 $K_a=10^{-n}$
 C. $\text{pH}=n$ 时, $c(\text{Ag}^+)=\frac{10^{m-n}}{K}\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$
 D. $\text{pH}=10$ 时, $c(\text{Ag}^+)+c(\text{CH}_3\text{COOAg})=0.08\text{mol/L}$

【答案】C

【解析】 在溶液中存在平衡： $\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^-+\text{H}^+$ (①)、 $\text{Ag}^++\text{CH}_3\text{COO}^- \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOAg(aq)}$ (②)， Ag^+ 的水解平衡 $\text{Ag}^++\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{AgOH}+\text{H}^+$ (③)，随着 pH 的增大， $c(\text{H}^+)$ 减小，平衡①正向移动， $c(\text{CH}_3\text{COOH})$ 、 $c(\text{Ag}^+)$ 减小， pH 较小时(约小于 7.8) CH_3COO^- 浓度增大的影响大于 Ag^+ 浓度减小的影响， CH_3COOAg 浓度增大， pH 较大时(约大于 7.8) CH_3COO^- 浓度增大的影响小于 Ag^+ 浓度减小的影响， CH_3COOAg 浓度减小，故线 I 表示 CH_3COOH 的摩尔分数随 pH 变化的关系，线 II 表示 CH_3COO^- 的摩尔分数随 pH 变化的关系，线 III 表示 CH_3COOAg 随 pH 变化的关系。A 项，线 II 表示 CH_3COO^- 的变化情况，A 项错误；B 项，由图可知，当 $c(\text{CH}_3\text{COOH})=c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$ 相等时(即线 I 和线 II 的交点)，溶液的 $\text{pH}=m$ ，则 CH_3COOH 的电离平衡常数 $K_a=\frac{c(\text{H}^+)c(\text{CH}_3\text{COO}^-)}{c(\text{CH}_3\text{COOH})}=10^{-m}$ ，B 项错误；C 项， $\text{pH}=n$ 时 $\frac{c(\text{H}^+)c(\text{CH}_3\text{COO}^-)}{c(\text{CH}_3\text{COOH})}=10^{-m}$ ， $c(\text{CH}_3\text{COO}^-)=\frac{10^{-m}c(\text{CH}_3\text{COOH})}{c(\text{H}^+)}$ ， $\text{Ag}^++\text{CH}_3\text{COO}^- \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOAg(aq)}$ 的 $K=$

$$\frac{c(\text{CH}_3\text{COOAg})}{c(\text{Ag}^+)c(\text{CH}_3\text{COO}^-)}, c(\text{Ag}^+) = \frac{c(\text{CH}_3\text{COOAg})}{Kc(\text{CH}_3\text{COO}^-)}, \text{由图可知 pH=n 时, } c(\text{CH}_3\text{COOH})=c(\text{CH}_3\text{COOAg}),$$

代入整理得 $c(\text{Ag}^+) = \frac{10^{m-n}}{K} \text{ mol/L}$, C 项正确; D 项, 根据物料守恒, $\text{pH}=10$ 时溶液中

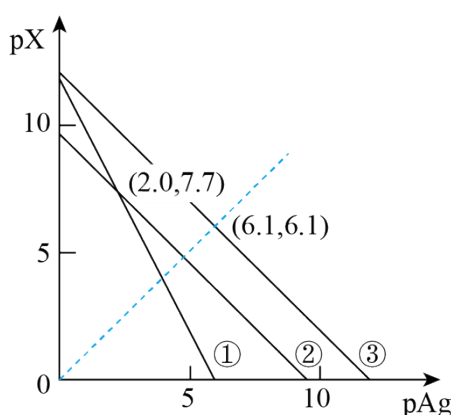
$c(\text{Ag}^+) + c(\text{CH}_3\text{COOAg}) + c(\text{AgOH}) = 0.08 \text{ mol/L}$, D 项错误; 故选 C。

2. (2024·辽吉黑卷, 15, 3 分) 25°C 下, AgCl 、 AgBr 和 Ag_2CrO_4 的沉淀溶解平衡曲线如下图所示。某实验小组以 K_2CrO_4 为指示剂, 用 AgNO_3 标准溶液分别滴定含 Cl^- 水样、含 Br^- 水样。

已知: ① Ag_2CrO_4 为砖红色沉淀;

② 相同条件下 AgCl 溶解度大于 AgBr ;

③ 25°C 时, $\text{p}K_{a_1}(\text{H}_2\text{CrO}_4) = 0.7$, $\text{p}K_{a_2}(\text{H}_2\text{CrO}_4) = 6.5$ 。



$$\begin{aligned} \text{pAg} &= -\lg[c(\text{Ag}^+)/(\text{mol}\cdot\text{L}^{-1})] \\ \text{X} &= -\lg[c(\text{X}^n)/(\text{mol}\cdot\text{L}^{-1})] \\ (\text{X}^n \text{ 代表 } \text{Cl}^-, \text{Br}^- \text{ 或 } \text{CrO}_4^{2-}) \end{aligned}$$

下列说法错误的是()

A. 曲线②为 AgCl 沉淀溶解平衡曲线

B. 反应 $\text{Ag}_2\text{CrO}_4 + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Ag}^+ + \text{H}_2\text{CrO}_4$ 的平衡常数 $K = 10^{-5.2}$

C. 滴定 Cl^- 时, 理论上混合液中指示剂浓度不宜超过 $10^{-2.0} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$

D. 滴定 Br^- 达终点时, 溶液中 $\frac{c(\text{Br}^-)}{c(\text{CrO}_4^{2-})} = 10^{-0.5}$

【答案】D

【解析】由于 AgCl 和 AgBr 中阴、阳离子个数比均为 1:1, 即两者图象平行, 所以①代表 Ag_2CrO_4 , 由于相同条件下, AgCl 溶解度大于 AgBr , 即 $K_{\text{sp}}(\text{AgCl}) > K_{\text{sp}}(\text{AgBr})$, 所以②代表 AgCl , 则③代表 AgBr , 根据①上的点(2.0, 7.7), 可求得 $K_{\text{sp}}(\text{Ag}_2\text{CrO}_4) = c^2(\text{Ag}^+) \times c(\text{CrO}_4^{2-}) = (10^{-2})^2 \times 10^{-7.7} = 10^{-11.7}$, 根据②上的点(2.0, 7.7), 可求得 $K_{\text{sp}}(\text{AgCl}) = c(\text{Ag}^+) \times c(\text{Cl}^-) = 10^{-2} \times 10^{-7.7} = 10^{-9.7}$, 根据③上的点(6.1, 6.1), 可求得 $K_{\text{sp}}(\text{AgBr}) = c(\text{Ag}^+) \times c(\text{Br}^-) = 10^{-6.1} \times 10^{-6.1} = 10^{-12.2}$ 。A 项, 曲线②为 AgCl 沉淀溶解平衡曲线, A 正确; B 项, 反应 $\text{Ag}_2\text{CrO}_4 + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Ag}^+ + \text{H}_2\text{CrO}_4$ 的平衡常数

$$K = \frac{c^2(\text{Ag}^+)c(\text{HCrO}_4^-)}{c(\text{H}^+)} = \frac{c^2(\text{Ag}^+)c(\text{CrO}_4^{2-})c(\text{HCrO}_4^-)}{c(\text{H}^+)c(\text{CrO}_4^{2-})} = \frac{K_{\text{sp}}(\text{Ag}_2\text{CrO}_4)}{K_{\text{a2}}(\text{H}_2\text{CrO}_4)} = \frac{10^{-11.7}}{10^{-6.5}} = 10^{-5.2}, \text{ B 正}$$

确；C 项，当 Cl⁻恰好滴定完全时， $c(\text{Ag}^+) = \sqrt{K_{\text{sp}}(\text{AgCl})} = 10^{-4.85} \text{ mol/L}$ ，即

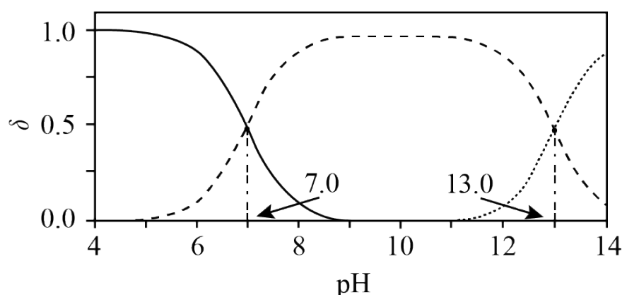
$$c(\text{CrO}_4^{2-}) = \frac{K_{\text{sp}}(\text{Ag}_2\text{CrO}_4)}{c^2(\text{Ag}^+)} = \frac{10^{-11.7}}{(10^{-4.85})^2} = 10^{-2} \text{ mol/L}$$
，因此，指示剂的浓度不宜超过 10^{-2} mol/L ，C 正确；

D 项，当 Br⁻到达滴定终点时， $c(\text{Ag}^+) = c(\text{Br}^-) = \sqrt{K_{\text{sp}}(\text{AgBr})} = 10^{-6.1} \text{ mol/L}$ ，即

$$c(\text{CrO}_4^{2-}) = \frac{K_{\text{sp}}(\text{Ag}_2\text{CrO}_4)}{c^2(\text{Ag}^+)} = \frac{10^{-11.7}}{(10^{-6.1})^2} = 10^{0.5} \text{ mol/L}, \quad \frac{c(\text{Br}^-)}{c(\text{CrO}_4^{2-})} = \frac{10^{-6.1}}{10^{0.5}} = 10^{-6.6}, \text{ D 错误；故选 D。}$$

3. (2024·浙江 6 月卷, 15, 3 分)室温下, H₂S 水溶液中各含硫微粒物质的量分数 δ 随 pH 变化关系如下

图[例如 $\delta(\text{H}_2\text{S}) = \frac{c(\text{H}_2\text{S})}{c(\text{H}_2\text{S}) + c(\text{HS}^-) + c(\text{S}^{2-})}$]。已知: $K_{\text{sp}}(\text{FeS}) = 6.3 \times 10^{-18}$, $K_{\text{sp}}[\text{Fe}(\text{OH})_2] = 4.9 \times 10^{-17}$ 。

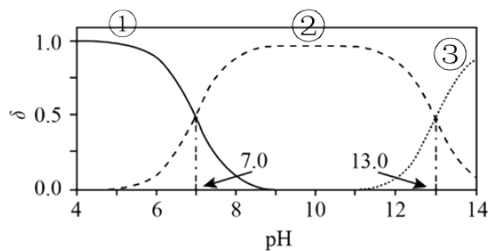


下列说法正确的是()

- A. 溶解度: FeS 大于 Fe(OH)₂
- B. 以酚酞为指示剂(变色的 pH 范围 8.2~10.0), 用 NaOH 标准溶液可滴定 H₂S 水溶液的浓度
- C. 忽略 S²⁻的第二步水解, 0.1mol/L 的 Na₂S 溶液中 S²⁻水解率约为 62%
- D. 0.010mol/L 的 FeCl₂ 溶液中加入等体积 0.20mol/L 的 Na₂S 溶液, 反应初始生成的沉淀是 FeS

【答案】C

【解析】在 H₂S 溶液中存在电离平衡: $\text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HS}^-$, $\text{HS}^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{S}^{2-}$, 随着 pH 的增大, H₂S 的物质的量分数逐渐减小, HS⁻的物质的量分数先增大后减小, S²⁻的物质的量分数逐渐增大, 图



中线①、②、③依次代表 H₂S、HS⁻、S²⁻的物质的量分数随 pH 的变

化, 由①和②交点的 pH=7 可知 $K_{\text{a1}}(\text{H}_2\text{S}) = 1 \times 10^{-7}$, 由②和③交点的 pH=13.0 可知 $K_{\text{a2}}(\text{H}_2\text{S}) = 1 \times 10^{-13}$ 。A 项, FeS 的溶解平衡为 $\text{FeS}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + \text{S}^{2-}(\text{aq})$, 饱和 FeS 溶液物质的量浓度为 $\sqrt{K_{\text{sp}}(\text{FeS})} = \sqrt{6.3 \times 10^{-18}} \text{ mol/L} =$

$\sqrt{6.3} \times 10^{-9} \text{mol/L}$, Fe(OH)_2 的溶解平衡为 $\text{Fe(OH)}_2 \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{OH}^{-}(\text{aq})$, 饱和 Fe(OH)_2 溶液物质的量浓度为 $\sqrt[3]{\frac{K_{sp}[\text{Fe(OH)}_2]}{4}} = \sqrt[3]{\frac{4.9 \times 10^{-17}}{4}} \text{mol/L} = \sqrt[3]{12.25} \times 10^{-6} \text{mol/L} > \sqrt{6.3} \times 10^{-9} \text{mol/L}$, 故溶解度: FeS 小于 Fe(OH)_2 ,

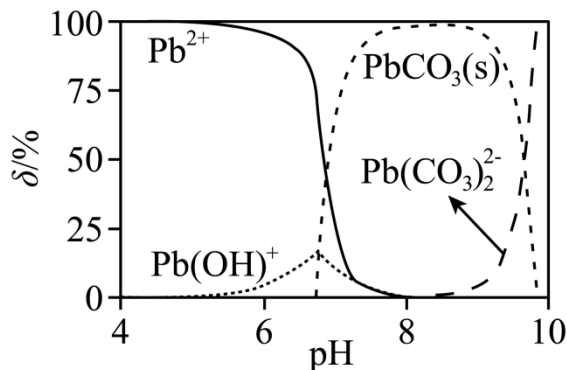
A 项错误; B 项, 酚酞的变色范围为 8.2~10, 若以酚酞为指示剂, 用 NaOH 标准溶液滴定 H_2S 水溶液, 由图可知当酚酞发生明显颜色变化时, 反应没有完全, 即不能用酚酞作指示剂判断滴定终点, B 项错误; C 项, Na_2S 溶液中存在水解平衡 $\text{S}^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HS}^{-} + \text{OH}^{-}$ 、 $\text{HS}^{-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{S} + \text{OH}^{-}$ (忽略第二步水解), 第一步水

解平衡常数 $K_h(\text{S}^{2-}) = \frac{c(\text{HS}^{-})c(\text{OH}^{-})}{c(\text{S}^{2-})} = \frac{c(\text{HS}^{-})c(\text{OH}^{-})c(\text{H}^{+})}{c(\text{S}^{2-})c(\text{H}^{+})} = \frac{K_w}{K_{a2}(\text{H}_2\text{S})} = \frac{1 \times 10^{-14}}{1 \times 10^{-13}} = 0.1$, 设水解的 S^{2-} 的浓度为 x mol/L, 则 $\frac{x^2}{0.1-x} = 0.1$, 解得 $x \approx 0.062$, S^{2-} 的水解率约为 $\frac{0.062 \text{mol/L}}{0.1 \text{mol/L}} \times 100\% = 62\%$, C 项正确; D 项, 0.01mol/L

FeCl_2 溶液中加入等体积 0.2mol/L Na_2S 溶液, 瞬间得到 0.005mol/L FeCl_2 和 0.1mol/L Na_2S 的混合液, 结合 C 项, 瞬时 $c(\text{Fe}^{2+})c(\text{S}^{2-}) = 0.005 \text{mol/L} \times (0.1 \text{mol/L} - 0.062 \text{mol/L}) = 1.9 \times 10^{-4} > K_{sp}(\text{FeS})$,

$c(\text{Fe}^{2+})c^2(\text{OH}^{-}) = 0.005 \text{mol/L} \times (0.062 \text{mol/L})^2 = 1.922 \times 10^{-5} > K_{sp}[\text{Fe(OH)}_2]$, 故反应初始生成的沉淀是 FeS 和 Fe(OH)_2 , D 项错误; 故选 C。

4. (2024·湖北卷, 13, 3 分) CO_2 气氛下, $\text{Pb}(\text{ClO}_4)_2$ 溶液中含铅物种的分布如图。纵坐标(δ)为组分中铅占总铅的质量分数。已知 $c_0(\text{Pb}^{2+}) = 2.0 \times 10^{-5} \text{mol/L}$, $\text{p}K_{a1}(\text{H}_2\text{CO}_3) = 6.4$ 、 $\text{p}K_{a2}(\text{H}_2\text{CO}_3) = 10.3$, $\text{p}K_{sp}(\text{PbCO}_3) = 12.1$ 。下列说法错误的是()



- A. $\text{pH} = 6.5$ 时, 溶液中 $c(\text{CO}_3^{2-}) < c(\text{Pb}^{2+})$
- B. $\delta(\text{Pb}^{2+}) = \delta(\text{PbCO}_3)$ 时, $c(\text{Pb}^{2+}) < 1.0 \times 10^{-5} \text{mol/L}$
- C. $\text{pH} = 7$ 时, $c(\text{Pb}^{2+}) + c[\text{Pb(OH)}^+] < 2c(\text{CO}_3^{2-}) + c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{ClO}_4^-)$
- D. $\text{pH} = 8$ 时, 溶液中加入少量 $\text{NaHCO}_3(\text{s})$, PbCO_3 会溶解

【答案】C

【解析】A 项, 由图可知, $\text{pH} = 6.5$ 时 $\delta(\text{Pb}^{2+}) > 50\%$, 即 $c(\text{Pb}^{2+}) > 1 \times 10^{-5} \text{mol/L}$, 则 $c(\text{CO}_3^{2-}) \leq \frac{K_{sp}(\text{PbCO}_3)}{c(\text{Pb}^{2+})} = \frac{10^{-12.1}}{1 \times 10^{-5}} \text{mol/L} = 10^{-7.1} \text{mol/L} < c(\text{Pb}^{2+})$, A 正确; B 项, 由图可知, $\delta(\text{Pb}^{2+}) = \delta(\text{PbCO}_3)$ 时, 溶液中还存在 Pb(OH)^+ , 根据 $c_0(\text{Pb}^{2+}) = 2.0 \times 10^{-5} \text{mol/L}$ 和 Pb 守恒, 溶液中 $c(\text{Pb}^{2+}) < 1.0 \times 10^{-5} \text{mol/L}$, B 正确; C

项，溶液中的电荷守恒为

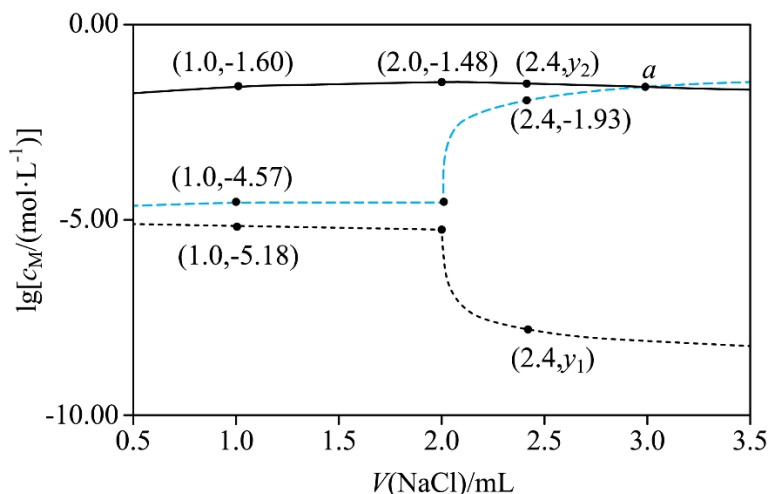
$2c(\text{Pb}^{2+})+c[\text{Pb}(\text{OH})^+]+c(\text{H}^+)=2c(\text{CO}_3^{2-})+c(\text{HCO}_3^-)+c(\text{ClO}_4^-)+2c[\text{Pb}(\text{CO}_3)_2^{2-}]+c(\text{OH}^-)$ ，pH=7 时溶液中

$c(\text{H}^+)=c(\text{OH}^-)$ ，则 $2c(\text{Pb}^{2+})+c[\text{Pb}(\text{OH})^+]=2c(\text{CO}_3^{2-})+c(\text{HCO}_3^-)+c(\text{ClO}_4^-)+2c[\text{Pb}(\text{CO}_3)_2^{2-}]$ ，C 错误；D 项， NaHCO_3

溶液中 HCO_3^- 的水解平衡常数为 $\frac{K_w}{K_{a1}(\text{H}_2\text{CO}_3)} = \frac{1 \times 10^{-14}}{10^{-6.4}} = 10^{-7.6} > K_{a2}(\text{H}_2\text{CO}_3)$ ， NaHCO_3 溶液呈碱性，加入少

量 NaHCO_3 固体，溶液 pH 增大， PbCO_3 转化成 $[\text{Pb}(\text{CO}_3)_2]^{2-}$ 而溶解，D 正确；故选 C。

5. (2024·全国甲卷, 7, 3 分)将 0.10 mmol Ag_2CrO_4 配制成 1.0mL 悬浊液，向其中滴加 $0.10\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 NaCl 溶液。 $\lg\left[\frac{c_M}{(\text{mol}\cdot\text{L}^{-1})}\right]$ (M 代表 Ag^+ 、 Cl^- 或 CrO_4^{2-}) 随加入 NaCl 溶液体积(V)的变化关系如图所示。



下列叙述正确的是()

A. 交点 a 处: $c(\text{Na}^+)=2c(\text{Cl}^-)$

B. $\frac{K_{sp}(\text{AgCl})}{K_{sp}(\text{Ag}_2\text{CrO}_4)} = 10^{-2.21}$

C. $V \leq 2.0\text{mL}$ 时, $\frac{c(\text{CrO}_4^{2-})}{c(\text{Cl}^-)}$ 不变

D. $y_1 = -7.82$, $y_2 = -\lg 34$

【答案】D

【解析】向 1.0mL 含 0.10 mmol Ag_2CrO_4 的悬浊液中滴加 $0.10\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 NaCl 溶液，发生反应：
 $\text{Ag}_2\text{CrO}_4(\text{s})+2\text{Cl}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons 2\text{AgCl}(\text{s})+ \text{CrO}_4^{2-}(\text{aq})$ ，两者恰好完全反应时， NaCl 溶液的体积为 $v(\text{NaCl})=$

$\frac{2 \times 0.10\text{mmol}}{0.10\text{mol/L}} = 2\text{mL}$ ，2mL 之后再加 NaCl 溶液， $c(\text{Cl}^-)$ 增大，据 $\text{AgCl}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ag}^+(\text{aq})+\text{Cl}^-(\text{aq})$ ，

$K_{sp}(\text{AgCl})=c(\text{Ag}^+)c(\text{Cl}^-)$ 可知， $c(\text{Ag}^+)$ 会随着 $c(\text{Cl}^-)$ 增大而减小，所以 2mL 后降低的曲线，即最下方的虚线代表 Ag^+ ，升高的曲线，即中间虚线代表 Cl^- ，则剩余最上方的实线为 CrO_4^{2-} 曲线。A 项，2mL 时 Ag_2CrO_4 与 NaCl 溶液恰好完全反应，则 a 点时溶质为 NaCl 和 Na_2CrO_4 ，电荷守恒：
 $c(\text{Na}^+)+c(\text{Ag}^+)+c(\text{H}^+)=2c(\text{CrO}_4^{2-})+c(\text{Cl}^-)+c(\text{OH}^-)$ ，此时 $c(\text{H}^+)$ 、 $c(\text{OH}^-)$ 、 $c(\text{Ag}^+)$ 可忽略不计，a 点为 Cl^- 和 CrO_4^{2-} 曲线的交点，即 $c(\text{CrO}_4^{2-})=c(\text{Cl}^-)$ ，则溶液中 $c(\text{Na}^+) \approx 3c(\text{Cl}^-)$ ，A 错误；B 项，当 $V(\text{NaCl})=1.0\text{mL}$ 时，有一半的 Ag_2CrO_4 转化为 AgCl ， Ag_2CrO_4 与 AgCl 共存，均达到沉淀溶解平衡，取图中横坐标为 1.0mL 的点，得

$K_{sp}(\text{AgCl}) = c(\text{Ag}^+)c(\text{Cl}^-) = 10^{-5.18} \times 10^{-4.57} = 10^{-9.75}$, $K_{sp}(\text{Ag}_2\text{CrO}_4) = c^2(\text{Ag}^+)c(\text{CrO}_4^{2-}) = (10^{-5.18})^2 \times 10^{-1.60} = 10^{-11.96}$, 则

$$\frac{K_{sp}(\text{AgCl})}{K_{sp}(\text{Ag}_2\text{CrO}_4)} = \frac{10^{-9.75}}{10^{-11.96}} = 10^{2.21}, \text{ B 错误 C 项, } V < 2.0\text{mL 时, Ag}^+ \text{ 未沉淀完全, 体系中 Ag}_2\text{CrO}_4 \text{ 和 AgCl}$$

共存, 则 $\frac{K_{sp}(\text{AgCl})}{K_{sp}(\text{Ag}_2\text{CrO}_4)} = \frac{c(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{Cl}^-)}{c^2(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{CrO}_4^{2-})}$ 为定值, 即 $\frac{c(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{CrO}_4^{2-})}{c(\text{Cl}^-)}$ 为定值, 由图可知, 在

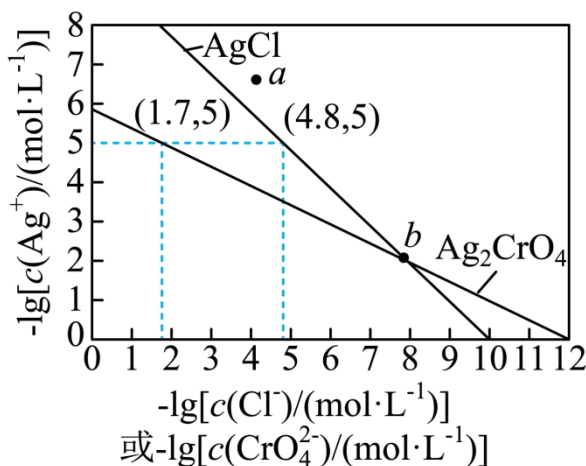
$V \leq 2.0\text{mL}$ 时 $c(\text{Ag}^+)$ 并不是定值, 则 $\frac{c(\text{CrO}_4^{2-})}{c(\text{Cl}^-)}$ 的值也不是定值, 即在变化, C 错误 D 项, $V > 2.0\text{mL}$ 时 AgCl

处于饱和状态, $V(\text{NaCl})=2.4\text{mL}$ 时, 图像显示 $c(\text{Cl}^-)=10^{-1.93}\text{mol/L}$, 则 $c(\text{Ag}^+) = \frac{K_{sp}(\text{AgCl})}{c(\text{Cl}^-)} = \frac{10^{-9.75}}{10^{-1.93}}$

$=10^{-7.82}\text{mol/L}$, 故 $y_1=-7.82$, 此时 Ag_2CrO_4 全部转化为 AgCl, $n(\text{CrO}_4^{2-})$ 守恒, 等于起始时 $n(\text{Ag}_2\text{CrO}_4)$, 则

$$c(\text{CrO}_4^{2-}) = \frac{n(\text{CrO}_4^{2-})}{V} = \frac{0.1 \times 10^{-3} \text{ mol}}{(1+2.4)\text{mL}} = \frac{1}{34} \text{ mol/L}, \text{ 则 } y_2 = \lg c(\text{CrO}_4^{2-}) = \lg \frac{1}{34} = -\lg 34, \text{ D 正确; 故选 D.}$$

6. (2023·全国乙卷, 13)一定温度下, AgCl 和 Ag_2CrO_4 的沉淀溶解平衡曲线如图所示。



下列说法正确的是()

- A. a 点条件下能生成 Ag_2CrO_4 沉淀, 也能生成 AgCl 沉淀
- B. b 点时, $c(\text{Cl}^-)=c(\text{CrO}_4^{2-})$, $K_{sp}(\text{AgCl})=K_{sp}(\text{Ag}_2\text{CrO}_4)$
- C. $\text{Ag}_2\text{CrO}_4+2\text{Cl}^- \rightleftharpoons 2\text{AgCl}+\text{CrO}_4^{2-}$ 的平衡常数 $K=10^{7.9}$
- D. 向 NaCl、 Na_2CrO_4 均为 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的混合溶液中滴加 AgNO_3 溶液, 先产生 Ag_2CrO_4 沉淀

【答案】C

【解析】根据图像, 由(1.7, 5)可得到 Ag_2CrO_4 的溶度积

$K_{sp}(\text{Ag}_2\text{CrO}_4)=c^2(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{CrO}_4^{2-})=(1 \times 10^{-5})^2 \times 1 \times 10^{-1.7}=10^{-11.7}$, 由(4.8, 5)可得到 AgCl 的溶度积

$K_{sp}(\text{AgCl})=c(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{Cl}^-)=1 \times 10^{-5} \times 1 \times 10^{-4.8}=10^{-9.8}$, 据此数据计算各选项结果。A 项, 假设 a 点坐标为(4, 6.5),

此时分别计算反应的浓度熵 Q 得, $Q(\text{AgCl})=10^{-10.5}$, $Q(\text{Ag}_2\text{CrO}_4)=10^{-17}$, 二者的浓度熵均小于其对应的溶度积 K_{sp} , 二者不会生成沉淀, A 错误; B 项, K_{sp}

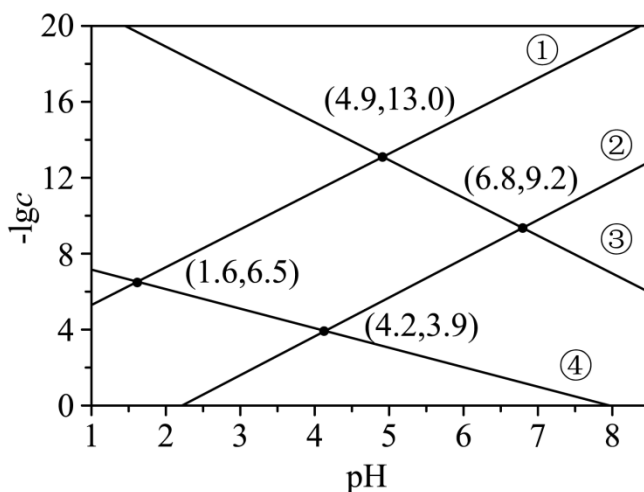
二者不会生成沉淀, A 错误; B 项, K_{sp}

为难溶物的溶度积，是一种平衡常数，平衡常数只与温度有关，与浓度无关，根据分析可知，二者的溶度积不相同，B 错误；C 项，该反应的平衡常数表达式为 $K = \frac{c(\text{CrO}_4^{2-})}{c^2(\text{Cl}^-)}$ ，将表达式转化为与两种难溶物的

溶度积有关的式子得 $K = \frac{c(\text{CrO}_4^{2-})}{c^2(\text{Cl}^-)} = \frac{c(\text{CrO}_4^{2-}) \cdot c^2(\text{Ag}^+)}{c^2(\text{Cl}^-) \cdot c^2(\text{Ag}^+)} = \frac{K_{\text{sp}}(\text{AgCrO}_4)}{K_{\text{sp}}^2(\text{AgCl})} = \frac{1 \times 10^{-11.7}}{(1 \times 10^{-9.8})^2} = 1 \times 10^{7.9}$ ，C 正确；D 项，

向 NaCl 、 Na_2CrO_4 均为 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的混合溶液中滴加 AgNO_3 ，开始沉淀时所需要的 $c(\text{Ag}^+)$ 分别为 $10^{-8.8}$ 和 $10^{-5.35}$ ，说明此时沉淀 Cl^- 需要的银离子浓度更低，在这种情况下，先沉淀的是 AgCl ，D 错误；故选 C。

7. (2023·辽宁省选择性考试, 15) 某废水处理过程中始终保持 H_2S 饱和，即 $c(\text{H}_2\text{S}) = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，通过调节 pH 使 Ni^{2+} 和 Cd^{2+} 形成硫化物而分离，体系中 pH 与 $-\lg c$ 关系如下图所示，c 为 HS^- 、 S^{2-} 、 Ni^{2+} 和 Cd^{2+} 的浓度，单位为 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。已知 $K_{\text{sp}}(\text{NiS}) > K_{\text{sp}}(\text{CdS})$ ，下列说法正确的是()



A. $K_{\text{sp}}(\text{CdS}) = 10^{-18.4}$

B. ③为 pH 与 $-\lg c(\text{HS}^-)$ 的关系曲线

C. $K_{\text{a1}}(\text{H}_2\text{S}) = 10^{-8.1}$

D. $K_{\text{a2}}(\text{H}_2\text{S}) = 10^{-14.7}$

【答案】D

【解析】已知 H_2S 饱和溶液中随着 pH 的增大， H_2S 的浓度逐渐减小， HS^- 的浓度增大， S^{2-} 浓度逐渐增大，则有 $-\lg c(\text{HS}^-)$ 和 $-\lg c(\text{S}^{2-})$ 随着 pH 增大而减小，且相同 pH 相同时， HS^- 浓度大于 S^{2-} ，即 $-\lg c(\text{HS}^-)$ 小于 $-\lg c(\text{S}^{2-})$ ，则 Ni^{2+} 和 Cd^{2+} 浓度逐渐减小，且 $K_{\text{sp}}(\text{NiS}) > K_{\text{sp}}(\text{CdS})$ 即当 $c(\text{S}^{2-})$ 相同时， $c(\text{Ni}^{2+}) > c(\text{Cd}^{2+})$ ，则 $-\lg c(\text{Ni}^{2+})$ 和 $-\lg c(\text{Cd}^{2+})$ 随着 pH 增大而增大，且有 $-\lg c(\text{Ni}^{2+})$ 小于 $-\lg c(\text{Cd}^{2+})$ ，由此可知曲线①代表 Cd^{2+} 、②代表 Ni^{2+} 、③代表 S^{2-} 、④代表 HS^- 。A 项，由分析可知，曲线①代表 Cd^{2+} 、③代表 S^{2-} ，由图示曲线①③交点可知，此时 $c(\text{Cd}^{2+}) = c(\text{S}^{2-}) = 10^{-13} \text{ mol/L}$ ，则有 $K_{\text{sp}}(\text{CdS}) = c(\text{Cd}^{2+}) \cdot c(\text{S}^{2-}) = 10^{-13} \times 10^{-13} = 10^{-26}$ ，A 错误；B 项，③为 pH 与 $-\lg c(\text{S}^{2-})$ 的关系曲线，B 错误；C 项，曲线④代表 HS^- ，由图示曲线④两点坐标可知，此时 $c(\text{H}^+) = 10^{-1.6} \text{ mol/L}$ 时，

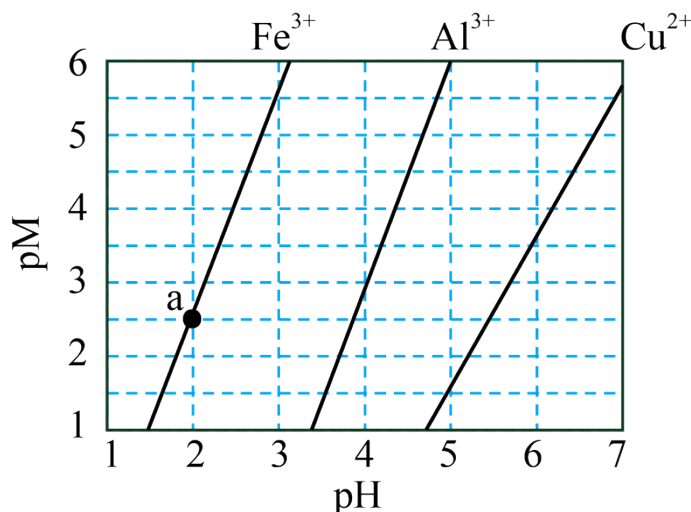
$$c(\text{HS}^-) = 10^{-6.5} \text{ mol/L}, \quad K_{\text{a1}}(\text{H}_2\text{S}) = \frac{c(\text{H}^+)c(\text{HS}^-)}{c(\text{H}_2\text{S})} = \frac{10^{-1.6} \times 10^{-6.5}}{0.1} = 10^{-7.1} \text{ 或者当 } c(\text{H}^+) = 10^{-4.2} \text{ mol/L 时,}$$

$$c(\text{HS}^-)=10^{-3.9} \text{ mol/L}, K_{a1}(\text{H}_2\text{S})=\frac{c(\text{H}^+)c(\text{HS}^-)}{c(\text{H}_2\text{S})}=\frac{10^{-4.2}\times 10^{-3.9}}{0.1}=10^{-7.1}, \text{C 错误; D 项, 已知 } K_{a1}K_{a2}=\frac{c(\text{H}^+)c(\text{HS}^-)}{c(\text{H}_2\text{S})}\times\frac{c(\text{H}^+)c(\text{S}^{2-})}{c(\text{HS}^-)}=\frac{c^2(\text{H}^+)c(\text{S}^{2-})}{c(\text{H}_2\text{S})}$$

由曲线③两点坐标可知, 当 $c(\text{H}^+)=10^{-4.9} \text{ mol/L}$ 时, $c(\text{S}^{2-})=10^{-13} \text{ mol/L}$, 或者当 $c(\text{H}^+)=10^{-6.8} \text{ mol/L}$ 时, $c(\text{S}^{2-})=10^{-9.2} \text{ mol/L}$, 故有 $K_{a1}K_{a2}=\frac{c^2(\text{H}^+)c(\text{S}^{2-})}{c(\text{H}_2\text{S})}=\frac{(10^{-4.9})^2\times 10^{-13}}{0.1}=\frac{(10^{-6.8})^2\times 10^{-9.2}}{0.1}=10^{-21.8}$, 结合 C 项分析可知, $K_{a1}=10^{-7.1}$ 故有 $K_{a2}(\text{H}_2\text{S})=10^{-14.7}$, D 正确; 故

选 D。

8. (2023·全国甲卷, 13) 下图为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 和 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 在水中达沉淀溶解平衡时的 $\text{pM}-\text{pH}$ 关系图 ($\text{pM}=-\lg\left[\frac{c(\text{M})}{\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}}\right]$; $c(\text{M})\leq 10^{-5} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 可认为 M 离子沉淀完全)。下列叙述正确的是()

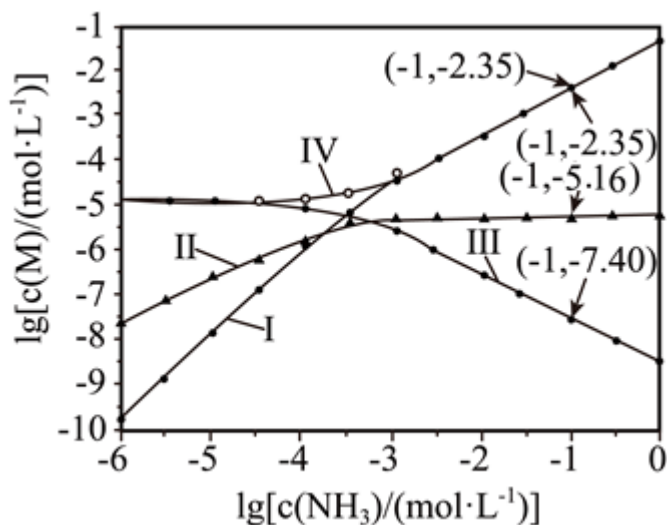


- A. 由 a 点可求得 $K_{sp}[\text{Fe}(\text{OH})_3]=10^{-8.5}$
 B. $\text{pH}=4$ 时 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 的溶解度为 $\frac{10^{-10}}{3} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$
 C. 浓度均为 $0.01 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 Al^{3+} 和 Fe^{3+} 可通过分步沉淀进行分离
 D. Al^{3+} 、 Cu^{2+} 混合溶液中 $c(\text{Cu}^{2+})=0.2 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 时二者不会同时沉淀

【答案】C

【解析】A 项, 由点 a(2, 2.5) 可知, 此时 $\text{pH}=2$, $\text{pOH}=12$, 则 $K_{sp}[\text{Fe}(\text{OH})_3]=c(\text{Fe}^{3+})\cdot c^3(\text{OH}^-)=10^{-2.5}\times(10^{-12})^3=10^{-38.5}$, 故 A 错误; B 项, 由点(5, 6)可知, 此时 $\text{pH}=5$, $\text{pOH}=9$, 则 $K_{sp}[\text{Al}(\text{OH})_3]=c(\text{Al}^{3+})\cdot c^3(\text{OH}^-)=10^{-6}\times(10^{-9})^3=10^{-33}$, $\text{pH}=4$ 时 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 的溶解度为 $\frac{10^{-33}}{(10^{-10})^3}=10^{-3} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, 故 B 错误; C 项, 由图可知, 当铁离子完全沉淀时, 铝离子尚未开始沉淀, 可通过调节溶液 pH 的方法分步沉淀 Al^{3+} 和 Fe^{3+} , 故 C 正确; D 项, 由图可知, Al^{3+} 沉淀完全时, pH 约为 4.7, Cu^{2+} 刚要开始沉淀, 此时 $c(\text{Cu}^{2+})=0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, 若 $c(\text{Cu}^{2+})=0.2 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}>0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, 则 Al^{3+} 、 Cu^{2+} 会同时沉淀, 故 D 错误; 故选 C。

9. (2023•全国新课标卷, 13)向 AgCl 饱和溶液(有足量 AgCl 固体)中滴加氨水, 发生反应 $\text{Ag}^+ + \text{NH}_3 \rightleftharpoons [\text{Ag}(\text{NH}_3)]^+$ 和 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)]^+ + \text{NH}_3 \rightleftharpoons [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$, $\lg [c(\text{M})/(\text{mol}\cdot\text{L}^{-1})]$ 与 $\lg [c(\text{NH}_3)/(\text{mol}\cdot\text{L}^{-1})]$ 的关系如下图所示(其中 M 代表 Ag^+ 、 Cl^- 、 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)]^+$ 或 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$)。



下列说法错误的是()

- A. 曲线 I 可视为 AgCl 溶解度随 NH_3 浓度变化曲线
 B. AgCl 的溶度积常数 $K_{\text{sp}}(\text{AgCl}) = c(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{Cl}^-) = 1.0 \times 10^{-9.75}$
 C. 反应 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)]^+ + \text{NH}_3 \rightleftharpoons [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ 的平衡常数 K 的值为 $10^{3.81}$
 D. $c(\text{NH}_3) = 0.01 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 时, 溶液中 $c\{[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+\} > c\{[\text{Ag}(\text{NH}_3)]^+\} > c(\text{Ag}^+)$

【答案】A

【解析】首先确定曲线, 曲线 I, 开始时浓度最小, 依据题意, 最小的 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$, 曲线 II, 浓度先增大后减少, 依据题意, 是 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)]^+$, 曲线 III, IV 开始浓度一样, 是 Ag^+ 和 Cl^- , 曲线 III 浓度后减少, 说明是 Ag^+ , 曲线 IV 浓度后增大, 说明是 Cl^- 。A 项, 曲线 I 为二氨合银离子与氨气浓度对数变化的曲线, 故 A 错误; B 项, 曲线 I、II、III、IV 分别表示二氨合银离子、一氨合银离子、银离子、氯离子与氨气浓度对数变化的曲线, 由图可知, 当氨分子浓度为 10^{-1} mol/L 时, 溶液中银离子和氯离子浓度分别为 $10^{-7.40} \text{ mol/L}$ 、 $10^{-2.35} \text{ mol/L}$, 则氯化银的溶度积为 $10^{-2.35} \times 10^{-7.40} = 10^{-9.75}$, 故 B 正确; C 项, 由图可知, 氨分子浓度对数为 -1 时, 溶液中二氨合银离子和一氨合银离子的浓度分别为 $10^{-2.35} \text{ mol/L}$ 和 $10^{-5.16} \text{ mol/L}$,

$$\text{则} [\text{Ag}(\text{NH}_3)]^+ + \text{NH}_3 \rightleftharpoons [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+ \text{ 的平衡常数 } K = \frac{c[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+]}{c[\text{Ag}(\text{NH}_3)^+]c(\text{NH}_3)} = \frac{c[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+]}{c[\text{Ag}(\text{NH}_3)^+]c(\text{NH}_3)}$$

$\frac{c[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+]}{c[\text{Ag}(\text{NH}_3)^+]c(\text{NH}_3)} = \frac{10^{-2.35}}{10^{-5.16} \times 10^{-1}} = 10^{3.81}$, 故 C 正确; D 项, 曲线 I、II、III、IV 分别表示二氨合银离子、一氨合银离子、银离子、氯离子与氨气浓度对数变化的曲线, 则 $c(\text{NH}_3) = 0.01 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 时, 溶液中 $c\{[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+\} > c\{[\text{Ag}(\text{NH}_3)]^+\} > c(\text{Ag}^+)$, 故 D 正确; 故选 A。

10. (2023•北京卷, 14)利用平衡移动原理, 分析一定温度下 Mg^{2+} 在不同 pH 的 Na_2CO_3

体系中的可能产物。

已知：i.图 1 中曲线表示 Na_2CO_3 体系中各含碳粒子的物质的量分数与 pH 的关系。

ii.2 中曲线 I 的离子浓度关系符合 $c(\text{Mg}^{2+}) \cdot c^2(\text{OH}^-) = K_s[\text{Mg}(\text{OH})_2]$ ；曲线 II 的离子浓度关系符合 $c(\text{Mg}^{2+}) \cdot c(\text{CO}_3^{2-}) = K_s(\text{MgCO}_3)$ [注：起始 $c(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，不同 pH 下 $c(\text{CO}_3^{2-})$ 由图 1 得到]。

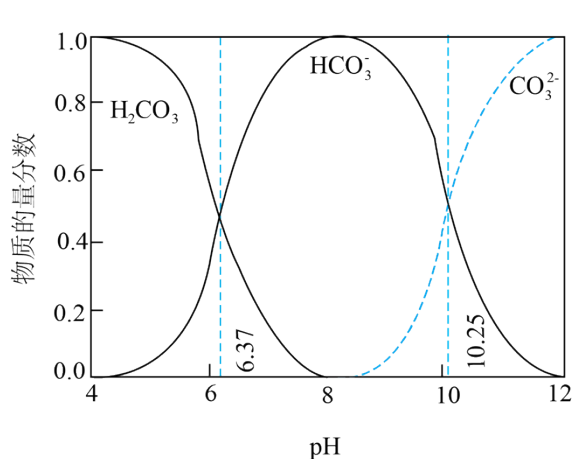


图1

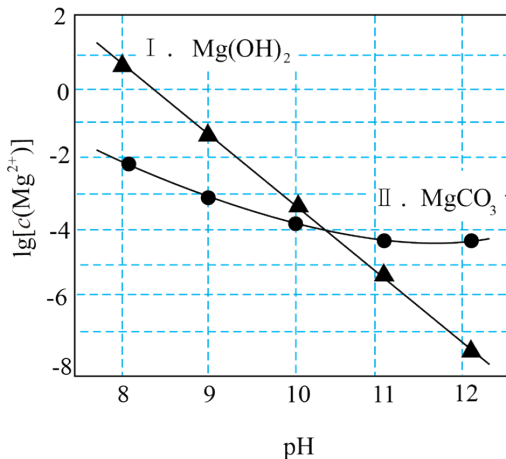


图2

下列说

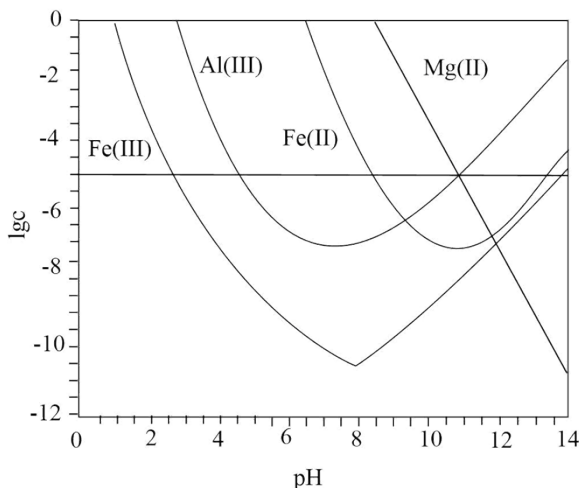
法不正确的是()

- A. 由图 1， $\text{pH}=10.25$ ， $c(\text{HCO}_3^-) = c(\text{CO}_3^{2-})$
- B. 由图 2，初始状态 $\text{pH}=11$ 、 $\lg[c(\text{Mg}^{2+})] = -6$ ，无沉淀生成
- C. 由图 2，初始状态 $\text{pH}=9$ 、 $\lg[c(\text{Mg}^{2+})] = -2$ ，平衡后溶液中存在 $c(\text{H}_2\text{CO}_3) + c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{CO}_3^{2-}) = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- D. 由图 1 和图 2，初始状态 $\text{pH}=8$ 、 $\lg[c(\text{Mg}^{2+})] = -1$ ，发生反应： $\text{Mg}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- = \text{MgCO}_3 \downarrow + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

【答案】C

【解析】A 项，水溶液中的离子平衡 从图 1 可以看出 $\text{pH}=10.25$ 时，碳酸氢根离子与碳酸根离子浓度相同，A 项正确；B 项，从图 2 可以看出 $\text{pH}=11$ 、 $\lg[c(\text{Mg}^{2+})] = -6$ 时，该点位于曲线 I 和曲线 II 的下方，不会产生碳酸镁沉淀或氢氧化镁沉淀，B 项正确；C 项，从图 2 可以看出 $\text{pH}=9$ 、 $\lg[c(\text{Mg}^{2+})] = -2$ 时，该点位于曲线 II 的上方，会生成碳酸镁沉淀，根据物料守恒，溶液中 $c(\text{H}_2\text{CO}_3) + c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{CO}_3^{2-}) < 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，C 项错误；D 项， $\text{pH}=8$ 时，溶液中主要含碳微粒是 HCO_3^- ， $\text{pH}=8$ ， $\lg[c(\text{Mg}^{2+})] = -1$ 时，该点位于曲线 II 的上方，会生成碳酸镁沉淀，因此反应的离子方程式为 $\text{Mg}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- = \text{MgCO}_3 \downarrow + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ，D 项正确；故选 C。

11. (2022·福建卷，7) 锂辉石是锂的重要来源，其焙烧后的酸性浸出液中含有 Fe^{3+} 、 Al^{3+} 、 Fe^{2+} 和 Mg^{2+} 杂质离子，可在 0~14 范围内调节 pH 对其净化(即相关离子浓度 $c < 1.0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$)。25°C 时， $\lg c$ 与 pH 关系见下图(碱性过强时 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 和 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 会部分溶解)。下列说法正确的是()

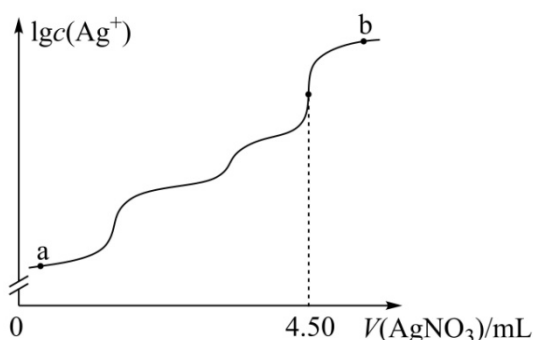


- A. Mg^{2+} 可被净化的 pH 区间最大
- B. 加入适量 H_2O_2 , 可进一步提升净化程度
- C. 净化的先后顺序: Mg^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Al^{3+}
- D. $K_{sp}[Fe(OH)_3] < K_{sp}[Fe(OH)_2] < K_{sp}[Al(OH)_3]$

【答案】B

【解析】A 项, 对离子净化时, 相关离子浓度 $c < 10^{-5} \text{ mol/L}$, 则 $\lg c < -5$, 由图可知, 可作净化的 pH 区间最大的是 Fe^{3+} , A 错误; B 项, 加入适量 H_2O_2 , 可将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} , 提高净化程度, B 正确; C 项, 由图可知, 净化的先后顺序为 Fe^{3+} 、 Al^{3+} 、 Fe^{2+} 、 Mg^{2+} , C 错误; D 项, 对离子净化时, 相关离子浓度 $c < 10^{-5} \text{ mol/L}$, $\lg c < -5$, 由图可知, Fe^{3+} 完全沉淀的 pH 约为 2.5, $c(H^+) = 10^{-2.5} \text{ mol/L}$, $c(OH^-) = 10^{-11.5} \text{ mol/L}$, $K_{sp}[Fe(OH)_3] = 10^{-5} \text{ mol/L} \times (10^{-11.5} \text{ mol/L})^3 = 10^{-39.5}$, Al^{3+} 完全沉淀的 pH 约为 4.5, $c(H^+) = 10^{-4.5} \text{ mol/L}$, $c(OH^-) = 10^{-9.5} \text{ mol/L}$, $K_{sp}[Al(OH)_3] = 10^{-5} \text{ mol/L} \times (10^{-9.5} \text{ mol/L})^3 = 10^{-33.5}$, Fe^{2+} 完全沉淀的 pH 约为 8.5, $c(H^+) = 10^{-8.5} \text{ mol/L}$, $c(OH^-) = 10^{-5.5} \text{ mol/L}$, $K_{sp}[Fe(OH)_2] = 10^{-5} \text{ mol/L} \times (10^{-5.5} \text{ mol/L})^2 = 10^{-16}$, 则有 $K_{sp}[Fe(OH)_3] < K_{sp}[Al(OH)_3] < K_{sp}[Fe(OH)_2]$, D 错误; 故选 B。

12. (2022·湖南选择性卷, 10) 室温时, 用 $0.100 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的标准 $AgNO_3$ 溶液滴定 15.00 mL 浓度相等的 Cl^- 、 Br^- 和 I^- 混合溶液, 通过电位滴定法获得 $\lg c(Ag^+)$ 与 $V(AgNO_3)$ 的关系曲线如图所示(忽略沉淀对离子的吸附作用。若溶液中离子浓度小于 $1.0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时, 认为该离子沉淀完全。 $K_{sp}(AgCl) = 1.8 \times 10^{-10}$, $K_{sp}(AgBr) = 5.4 \times 10^{-13}$, $K_{sp}(AgI) = 8.5 \times 10^{-17}$)。下列说法正确的是()

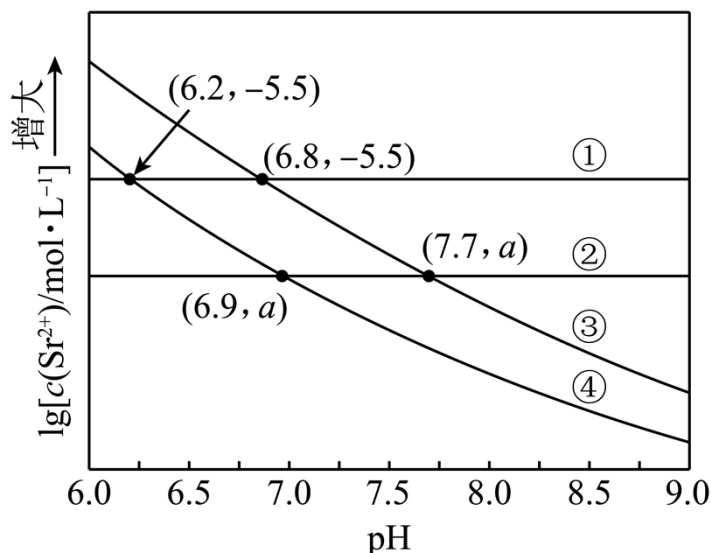


- A. a 点: 有白色沉淀生成
 B. 原溶液中 I^- 的浓度为 $0.100\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$
 C. 当 Br^- 沉淀完全时, 已经有部分 Cl^- 沉淀
 D. b 点: $c(Cl^-) > c(Br^-) > c(I^-) > c(Ag^+)$

【答案】C

【解析】向含浓度相等的 Cl^- 、 Br^- 和 I^- 混合溶液中滴加硝酸银溶液, 根据三种沉淀的溶度积常数, 三种离子沉淀的先后顺序为 I^- 、 Br^- 、 Cl^- , 根据滴定图示, 当滴入 4.50mL 硝酸银溶液时, Cl^- 恰好沉淀完全, 此时共消耗硝酸银的物质的量为 $4.50\text{mL} \times 10^{-3}\text{L/mL} \times 0.1000\text{mol/L} = 4.5 \times 10^{-4}\text{mol}$, 所以 Cl^- 、 Br^- 和 I^- 均为 $1.5 \times 10^{-4}\text{mol}$ 。A 项, I^- 先沉淀, AgI 是黄色的, 所以 a 点有黄色沉淀 AgI 生成, 故 A 错误 B 项, 原溶液中 I^- 的物质的量为 $1.5 \times 10^{-4}\text{mol}$, 则 I^- 的浓度为 $\frac{1.5 \times 10^{-4}\text{mol}}{0.01500\text{L}} = 0.0100\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$, 故 B 错误 C 项, 当 Br^- 沉淀完全时 (Br^- 浓度为 $1.0 \times 10^{-5}\text{mol/L}$), 溶液中的 $c(Ag^+) = \frac{K_{sp}(AgBr)}{c(Br^-)} = \frac{5.4 \times 10^{-13}}{1.0 \times 10^{-5}} = 5.4 \times 10^{-8}\text{mol/L}$, 若 Cl^- 已经开始沉淀, 则此时溶液中的 $c(Cl^-) = \frac{K_{sp}(AgCl)}{c(Ag^+)} = \frac{1.8 \times 10^{-13}}{5.4 \times 10^{-8}} = 3.3 \times 10^{-3}\text{mol/L}$, 原溶液中的 $c(Cl^-) = c(I^-) = 0.0100\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$, 则已经有部分 Cl^- 沉淀, 故 C 正确 D 项, b 点加入了过量的硝酸银溶液, Ag^+ 浓度最大, 则 b 点各离子浓度为: $c(Ag^+) > c(Cl^-) > c(Br^-) > c(I^-)$, 故 D 错误; 故选 C。

13. (2022·山东卷, 14) 工业上以 $SrSO_4(s)$ 为原料生产 $SrCO_3(s)$, 对其工艺条件进行研究。现有含 $SrCO_3(s)$ 的 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 、 $1.0\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ Na_2CO_3 溶液, 含 $SrSO_4(s)$ 的 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 、 $1.0\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ Na_2SO_4 溶液。在一定 pH 范围内, 四种溶液中 $\lg[c(Sr^{2+})/\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}]$ 随 pH 的变化关系如图所示。下列说法错误的是()



- A. 反应 $\text{SrSO}_4(\text{s}) + \text{CO}_3^{2-} \rightleftharpoons \text{SrCO}_3(\text{s}) + \text{SO}_4^{2-}$ 的平衡常数 $K = \frac{K_{\text{sp}}(\text{SrSO}_4)}{K_{\text{sp}}(\text{SrCO}_3)}$
- B. $a = -6.5$
- C. 曲线④代表含 $\text{SrCO}_3(\text{s})$ 的 $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 溶液的变化曲线
- D. 对含 $\text{SrCO}_3(\text{s})$ 且 Na_2SO_4 和 Na_2CO_3 初始浓度均为 $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的混合溶液, $\text{pH} \geq 7.7$ 时才发生沉淀转化

【答案】D

【解析】分析题给图象, 硫酸是强酸, 溶液 pH 变化, 溶液中硫酸根离子浓度几乎不变, 则含硫酸锶固体的硫酸钠溶液中锶离子的浓度几乎不变, pH 相同时, 溶液中硫酸根离子越大, 锶离子浓度越小, 所以曲线①代表含硫酸锶固体的 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 硫酸钠溶液的变化曲线, 曲线②代表含硫酸锶固体的 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 硫酸钠溶液的变化曲线; 碳酸是弱酸, 溶液 pH 减小, 溶液中碳酸根离子浓度越小, 锶离子浓度越大, pH 相同时, $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 碳酸钠溶液中碳酸根离子浓度大于 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 碳酸钠溶液, 则曲线③表示含碳酸锶固体的 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 碳酸钠溶液的变化曲线, 曲线④表示含碳酸锶固体的 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 碳酸钠溶液的变化曲线。A 项, 反

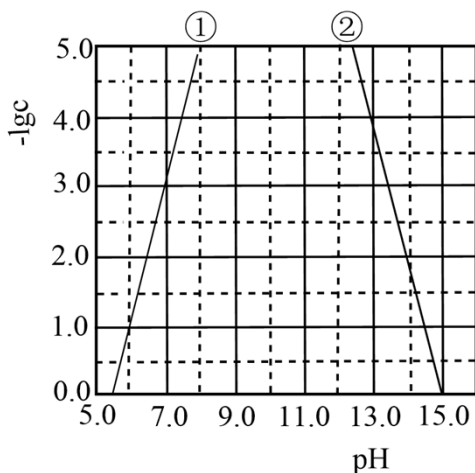
应 $\text{SrSO}_4(\text{s}) + \text{CO}_3^{2-} \rightleftharpoons \text{SrCO}_3(\text{s}) + \text{SO}_4^{2-}$ 的平衡常数 $K = \frac{c(\text{SO}_4^{2-})}{c(\text{CO}_3^{2-})} = \frac{c(\text{SO}_4^{2-})c(\text{Sr}^{2+})}{c(\text{CO}_3^{2-})c(\text{Sr}^{2+})} = \frac{K_{\text{sp}}(\text{SrSO}_4)}{K_{\text{sp}}(\text{SrCO}_3)}$, 故 A 正确; B

项, 曲线①代表含硫酸锶固体的 0.1 mol/L 硫酸钠溶液的变化曲线, 则硫酸锶的溶度积

$K_{\text{sp}}(\text{SrSO}_4) = 10^{-5.5} \times 0.1 = 10^{-6.5}$, 温度不变, 溶度积不变, 则溶液 pH 为 7.7 时, 锶离子的浓度为 $\frac{10^{-6.5}}{1 \text{ mol/L}}$

$= 10^{-6.5}$, 则 a 为 -6.5; C 项, 曲线④表示含碳酸锶固体的 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 碳酸钠溶液的变化曲线, 故 C 正确; D 项, 硫酸是强酸, 溶液 pH 变化, 溶液中硫酸根离子浓度几乎不变, 则含硫酸锶固体的硫酸钠溶液中锶离子的浓度几乎不变, 所以硫酸锶的生成与溶液 pH 无关, 故 D 错误; 故选 D。

14. (2022·海南省选择性卷, 14) 某元素 M 的氢氧化物 $\text{M}(\text{OH})_2(\text{s})$ 在水中的溶解反应为: $\text{M}(\text{OH})_2(\text{s}) \rightleftharpoons \text{M}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{OH}^{-}(\text{aq})$, $\text{M}(\text{OH})_2(\text{s}) + 2\text{OH}^{-}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{M}(\text{OH})_4^{2-}(\text{aq})$, 25°C , $-\lg c$ 与 pH 的关系如图所示, c 为 M^{2+} 或 $\text{M}(\text{OH})_4^{2-}$ 浓度的值。下列说法错误的是()

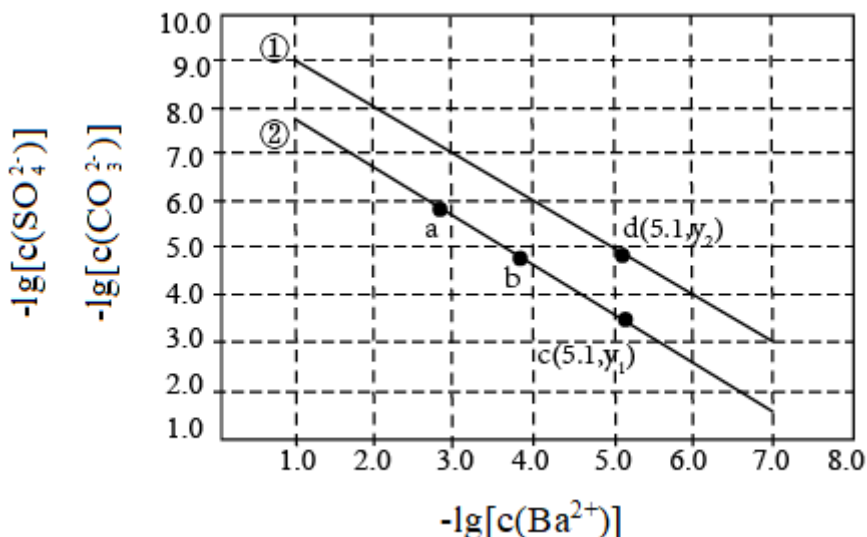


- A. 曲线①代表 $-\lg c(\text{M}^{2+})$ 与 pH 的关系
- B. $\text{M}(\text{OH})_2$ 的 K_{sp} 约为 1×10^{-10}
- C. 向 $c(\text{M}^{2+})=0.1\text{mol/L}$ 的溶液中加入 NaOH 溶液至 $\text{pH}=9.0$, 体系中元素 M 主要以 $\text{M}(\text{OH})_2(\text{s})$ 存在
- D. 向 $c[\text{M}(\text{OH})_4^{2-}]=0.1\text{mol/L}$ 的溶液中加入等体积 0.4mol/L 的 HCl 后, 体系中元素 M 主要以 M^{2+} 存在

【答案】BD

【解析】由题干信息, $\text{M}(\text{OH})_2(\text{s}) \rightleftharpoons \text{M}^{2+}(\text{aq})+2\text{OH}^{-}(\text{aq})$, $\text{M}(\text{OH})_2(\text{s})+2\text{OH}^{-}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{M}(\text{OH})_4^{2-}(\text{aq})$, 随着 pH 增大, $c(\text{OH}^{-})$ 增大, 则 $c(\text{M}^{2+})$ 减小, $c[\text{M}(\text{OH})_4^{2-}]$ 增大, 即 $-\lg c(\text{M}^{2+})$ 增大, $-\lg c[\text{M}(\text{OH})_4^{2-}]$ 减小, 因此曲线①代表 $-\lg c(\text{M}^{2+})$ 与 pH 的关系, 曲线②代表 $-\lg c[\text{M}(\text{OH})_4^{2-}]$ 与 pH 的关系。A 项, 曲线①代表 $-\lg c(\text{M}^{2+})$ 与 pH 的关系, A 正确; B 项, 由图象, $\text{pH}=7.0$ 时, $-\lg c(\text{M}^{2+})=3.0$, 则 $\text{M}(\text{OH})_2$ 的 $K_{\text{sp}}=c(\text{M}^{2+}) \cdot c^2(\text{OH}^{-})=1 \times 10^{-17}$, B 错误; C 项, 向 $c(\text{M}^{2+})=0.1\text{mol/L}$ 的溶液中加入 NaOH 溶液至 $\text{pH}=9.0$, 根据图像, $\text{pH}=9.0$ 时, $c(\text{M}^{2+})$ 、 $c[\text{M}(\text{OH})_4^{2-}]$ 均极小, 则体系中元素 M 主要以 $\text{M}(\text{OH})_2(\text{s})$ 存在, C 正确; D 项, $c[\text{M}(\text{OH})_4^{2-}]=0.1\text{mol/L}$ 的溶液中, 由于溶解平衡是少量的, 因此加入等体积的 0.4mol/L 的 HCl 后, 体系中元素 M 仍主要以 $\text{M}(\text{OH})_4^{2-}$ 存在, D 错误; 故选 BD。

15. (2021·全国甲卷, 12) 已知相同温度下, $K_{\text{sp}}(\text{BaSO}_4) < K_{\text{sp}}(\text{BaCO}_3)$ 。某温度下, 饱和溶液中 $-\lg[c(\text{SO}_4^{2-})]$ 、 $-\lg[c(\text{CO}_3^{2-})]$ 、与 $-\lg[c(\text{Ba}^{2+})]$ 的关系如图所示。



下列说法正确的是()

- A. 曲线①代表 BaCO₃ 的沉淀溶解曲线
- B. 该温度下 BaSO₄ 的 $K_{sp}(\text{BaSO}_4)$ 值为 1.0×10^{-10}
- C. 加适量 BaCl₂ 固体可使溶液由 a 点变到 b 点
- D. $c(\text{Ba}^{2+}) = 10^{-5.1}$ 时两溶液中 $\frac{c(\text{SO}_4^{2-})}{c(\text{CO}_3^{2-})} = 10^{y_2 - y_1}$

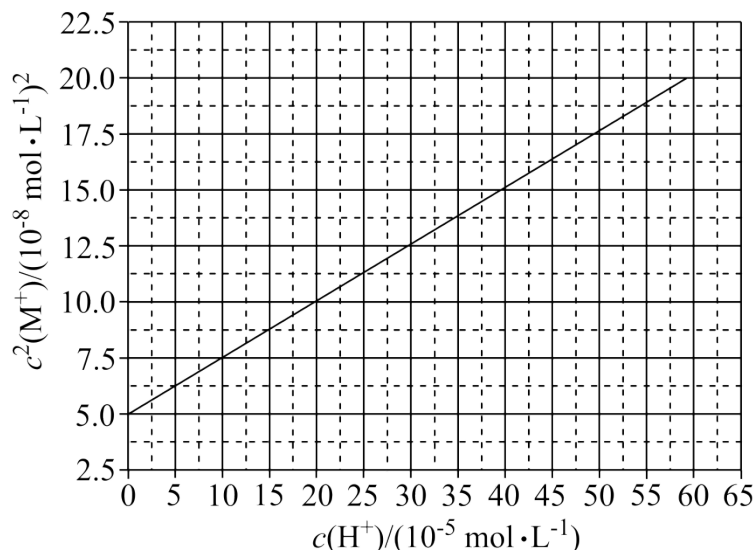
【答案】B

【解析】因 BaCO₃、BaSO₄ 均为难溶物, 饱和溶液中 $-\lg[c(\text{Ba}^{2+})] + \{-\lg[c(\text{SO}_4^{2-})]\} = -\lg[c(\text{Ba}^{2+}) \times c(\text{SO}_4^{2-})] = -\lg[K_{sp}(\text{BaSO}_4)]$, 同理可知溶液中 $-\lg[c(\text{Ba}^{2+})] + \{-\lg[c(\text{CO}_3^{2-})]\} = -\lg[K_{sp}(\text{BaCO}_3)]$, 因 $K_{sp}(\text{BaSO}_4) < K_{sp}(\text{BaCO}_3)$, 则 $-\lg[K_{sp}(\text{BaCO}_3)] < -\lg[K_{sp}(\text{BaSO}_4)]$, 由此可知曲线①为 $-\lg[c(\text{Ba}^{2+})]$ 与 $-\lg[c(\text{SO}_4^{2-})]$ 的关系, 曲线②为 $-\lg[c(\text{Ba}^{2+})]$ 与 $-\lg[c(\text{CO}_3^{2-})]$ 的关系。A 项, 由题可知, 曲线上的点均为饱和溶液中微粒浓度关系, 由上述分析可知, 曲线①为 BaSO₄ 的沉淀溶解曲线, 故 A 错误; B 项, 曲线①为 BaSO₄ 溶液中 $-\lg[c(\text{Ba}^{2+})]$ 与 $-\lg[c(\text{SO}_4^{2-})]$ 的关系, 由图可知, 当溶液中 $-\lg[c(\text{Ba}^{2+})] = 3$ 时, $-\lg[c(\text{SO}_4^{2-})] = 7$, 则 $-\lg[K_{sp}(\text{BaSO}_4)] = 7 + 3 = 10$, 因此 $K_{sp}(\text{BaSO}_4) = 1.0 \times 10^{-10}$, 故 B 正确; C 项, 向饱和 BaSO₄ 溶液中加入适量 BaCl₂ 固体后, 溶液中 $c(\text{Ba}^{2+})$ 增大, 根据温度不变则 $K_{sp}(\text{BaSO}_4)$ 不变可知, 溶液中 $c(\text{SO}_4^{2-})$ 将减小, 因此 a 点将沿曲线①向左

上方移动, 故 C 错误; D 项, 由图可知, 当溶液中 $c(\text{Ba}^{2+}) = 10^{-5.1}$ 时, 两溶液中 $\frac{c(\text{SO}_4^{2-})}{c(\text{CO}_3^{2-})} = \frac{10^{-y_2}}{10^{-y_1}} =$

$10^{y_1 - y_2}$, 故 D 错误; 故选 B。

16. (2021·全国乙卷, 7)HA 是一元弱酸, 难溶盐 MA 的饱和溶液中 $c(\text{M}^+)$ 随 $c(\text{H}^+)$ 而变化, M^+ 不发生水解。实验发现, 298K 时 $c^2(\text{M}^+) - c(\text{H}^+)$ 为线性关系, 如下图中实线所示。



下列叙述错误的是()

- A. 溶液 pH=4 时, $c(\text{M}^+) < 3.0 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
 B. MA 的溶度积 $K_{\text{sp}}(\text{MA}) = 5.0 \times 10^{-8}$
 C. 溶液 pH=7 时, $c(\text{M}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{A}^-) + c(\text{OH}^-)$
 D. HA 的电离常数 $K_{\text{a1}}(\text{HA}) \approx 2.0 \times 10^{-4}$

【答案】C

【解析】A 项, 由图可知 pH=4, 即 $c(\text{H}^+) = 10 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ 时, $c^2(\text{M}^+) = 7.5 \times 10^{-8} \text{ mol}^2/\text{L}^2$, $c(\text{M}^+) = \sqrt{7.5 \times 10^{-8}} \text{ mol/L} = \sqrt{7.5} \times 10^{-4} \text{ mol/L} < 3.0 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$, A 正确; B 项, 由图可知, $c(\text{H}^+) = 0$ 时, 可看作溶液中有较大浓度的 OH^- , 此时 A 的水解极大地被抑制, 溶液中 $c(\text{M}^+) = c(\text{A}^-)$, 则 $K_{\text{sp}}(\text{MA}) = c(\text{M}^+) \times c(\text{A}^-) = c^2(\text{M}^+) = 5.0 \times 10^{-8}$, B 正确; C. 设调 pH 所用的酸为 H_nX , 则结合电荷守恒可知 $c(\text{M}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{A}^-) + c(\text{OH}^-) + nc(\text{X}^n)$, 题给等式右边缺阴离子部分 $nc(\text{X}^n)$, C 错误; D 项, $K_{\text{a}}(\text{HA}) = \frac{c(\text{H}^+) \times c(\text{A}^-)}{c(\text{HA})}$ 当 $c(\text{HA}) = c(\text{A}^-)$ 时, 由物料守恒知 $c(\text{A}^-) + c(\text{HA}) = c(\text{M}^+)$, 则 $c(\text{A}^-) = \frac{c(\text{M}^+)}{2}$, $K_{\text{sp}}(\text{MA}) = c(\text{M}^+) \times c(\text{A}^-) = \frac{c^2(\text{M}^+)}{2} = 5.0 \times 10^{-8}$, 则 $c^2(\text{M}^+) = 5.0 \times 10^{-8}$, 对应图得此时溶液中 $c(\text{H}^+) = 2.0 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$, $K_{\text{a}}(\text{HA}) = \frac{c(\text{H}^+) \times c(\text{A}^-)}{c(\text{HA})} = c(\text{H}^+) \approx 2.0 \times 10^{-4}$, D 正确; 故选 C。

17. (2019·新课标 II 卷, 12) 绚丽多彩的无机颜料的应用曾创造了古代绘画和彩陶的辉煌。硫化镉(CdS)是一种难溶于水的黄色颜料, 其在水中的沉淀溶解平衡曲线如图所示。下列说法错误的是()

以上内容仅为本文档的试下载部分, 为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文, 请访问: <https://d.book118.com/105201113010012003>