

2015 年高考“离子反应”试题分类例析

河南省鲁山县第三高级中学 467300 师殿峰

一、考查离子能否大量共存的判断

例1 (广东理综卷) 水溶液中能大量共存的一组离子是()。

- A. NH_4^+ 、 Ba^{2+} 、 Br^- 、 CO_3^{2-} B. Cl^- 、 SO_3^{2-} 、 Fe^{2+} 、 H^+
 C. K^+ 、 Na^+ 、 SO_4^{2-} 、 MnO_4^- D. Na^+ 、 H^+ 、 NO_3^- 、 HCO_3^-

解析 A 组的 Ba^{2+} 与 CO_3^{2-} 能够反应生成沉淀而不能大量共存; B 组的 SO_3^{2-} 与 H^+ 能够反应生成气体和水、且 SO_3^{2-} 与 Fe^{2+} 能够反应而不能大量共存; C 组离子彼此不反应而能够大量共存; D 组的 H^+ 与 HCO_3^- 能够反应生成气体和水而不能大量共存。故答案为 C。

例2 (上海化学卷) 某无色溶液含有下列离子中的若干种: H^+ 、 NH_4^+ 、 Fe^{3+} 、 Ba^{2+} 、 Al^{3+} 、 CO_3^{2-} 、 Cl^- 、 OH^- 、 NO_3^- 。向该溶液中加入铝粉, 只放出 H_2 , 则溶液中能大量存在的离子最多有()。

- A. 3 种 B. 4 种 C. 5 种 D. 6 种

解析 因溶液无色, 而 Fe^{3+} 为有色离子, 则 Fe^{3+} 不能大量存在; 因向该溶液中加入铝粉, 只放出 H_2 , 则可能是酸性溶液或碱性溶液; 若为酸性溶液, CO_3^{2-} 和 OH^- 能够与 H^+ 反应而不能大量存在, 且在 H^+ 存在下, NO_3^- (相当于稀硝酸) 与铝反应不能产生氢气, 则 NO_3^- 也不能大量存在, 此时溶液中能大量存在的离子有 H^+ 、 NH_4^+ 、 Ba^{2+} 、 Al^{3+} 和 Cl^- 5 种; 若是碱性溶液, H^+ 、 NH_4^+ 和 Al^{3+} 均能够与 OH^- 反应而不能大量存在, 且 Ba^{2+} 与 CO_3^{2-} 能够反应生成沉淀而不能同时大量存在(二者只能存在其中之一), 此时溶液中能大量存在的离子有 Ba^{2+} (或 CO_3^{2-})、 Cl^- 、 OH^- 和 NO_3^- 4 种; 则溶液中能大量存在的离子最多有 5 种。故答案为 C。

点评 解答此类题目, 就必须判断在溶液中离子间能否发生化学反应。若离子间有化学反应发生(如生成难溶的物质、生成难电离的物质、生成气体、发生氧化还原反应、发生双水解反应、发生络合反应等), 则不能大量共存; 若离子间彼此不发生任何化学反应, 则能够大量共存。同时, 须特别注意题中要求的条件, 如溶液的酸碱性、pH

或指示剂颜色的变化、含有某离子或某物质的溶液中、加入 NaOH 溶液后加热既有气体放出又有沉淀生成的是、与 Al 反应能放出 H_2 的溶液、水电离的 $c(\text{H}^+) = 1 \times 10^{-13} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的溶液、是否是无色溶液等(在常见离子中, Cu^{2+} 、 MnO_4^- 、 Fe^{3+} 、 Fe^{2+} 等为有色离子), 从而准确求解。

二、考查离子方程式正误的判断

例3 (江苏化学卷) 下列指定反应的离子方程式正确的是()。

- A. 氯气溶于水: $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{H}^+ + \text{Cl}^- + \text{ClO}^-$
 B. Na_2CO_3 溶液中 CO_3^{2-} 的水解:
 $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$
 C. 酸性溶液中 KIO_3 与 KI 反应生成 I_2 :
 $\text{IO}_3^- + \text{I}^- + 6\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{I}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$
 D. NaHCO_3 溶液中加足量 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液:
 $\text{HCO}_3^- + \text{Ba}^{2+} + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{BaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$

解析 A 项错在将难电离的次氯酸写出离子形式, 其正确的离子方程式为 $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{Cl}^- + \text{HClO}$; B 项错在用“ \rightleftharpoons ”连接(盐类的水解一般是可逆反应), 其正确的离子方程式为 $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$; C 项错在电荷和得失电子不守恒, 其正确的离子方程式为 $\text{IO}_3^- + 5\text{I}^- + 6\text{H}^+ \rightleftharpoons 3\text{I}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$; 而 D 项符合离子方程式的书写原则。故答案为 D。

点评 解答此类题目, 就必须判断其是否符合离子方程式的书写原则。若符合离子方程式的书写原则, 则是正确的。若不符合离子方程式书写的任一原则(如不符合客观事实, 表示各物质的化学式或离子符号书写不正确, 质量或电荷不守恒, 漏写部分离子反应, 不符合反应物用量的关系等), 则是不正确的。

三、考查离子的检验

例4 (天津、福建、山东理综卷组合) 下列关于离子检验的叙述正确的是()。

- A. 在溶液中加入 KSCN , 溶液显红色, 证明原溶液中有 Fe^{3+} , 无 Fe^{2+}

B. 检验溶液中是否含有 NH_4^+ , 取少量试液于试管中, 加入 NaOH 溶液并加热, 用湿润的红色石蕊试纸检验产生的气体

C. 灼烧白色粉末, 火焰呈黄色, 证明原粉末中有 Na^+ , 无 K^+

D. 向某溶液中滴加氯水后再加入 KSCN 溶液, 溶液呈红色, 溶液中一定含有 Fe^{2+}

解析 对于 A 项, Fe^{3+} 遇 KSCN 会使溶液呈现红色, Fe^{2+} 遇 KSCN 无明显现象产生, 如果该溶液既含 Fe^{3+} 又含 Fe^{2+} , 滴加 KSCN 溶液, 溶液呈红色, 则证明存在 Fe^{3+} , 但不能证明无 Fe^{2+} , A 项错误; 对于 B 项, 检验溶液中是否含有 NH_4^+ 的方法是取少量试液于试管中, 加入 NaOH 溶液并加热, 用湿润的红色石蕊试纸检验产生的气体, 若红色石蕊试纸变蓝色则原溶液中含有 NH_4^+ , 否则原溶液中不含 NH_4^+ , B 项正确; 对于 C 项, 灼烧白色粉末, 火焰呈黄色, 证明原粉末中有 Na^+ , Na^+ 的颜色反应为黄色, 但不能证明无 K^+ , 因为黄色光可遮住紫色光, 则 K^+ 的颜色反应需透过蓝色的钴玻璃滤去黄色光后观察, C 项错误; 对于 D 项, 若溶液中含有 Fe^{3+} , 滴加氯水后再加入 KSCN 溶液, 溶液也呈红色, 则溶液中不一定含有 Fe^{2+} , D 项错误。故答案为 B。

点评 解答此类题目, 须根据有关离子的特性, 应用有关反应原理, 结合有关实验现象, 并排除有关离子的干扰, 从而正确判断。

四、考查根据离子方程式确定元素的化合价

例 5 (海南化学卷) 已知在碱性溶液中可发生如下反应: $2\text{R}(\text{OH})_3 + 3\text{ClO}^- + 4\text{OH}^- = 2\text{RO}_4^{n-} + 3\text{Cl}^- + 5\text{H}_2\text{O}$ 。则 RO_4^{n-} 中 R 的化合价是()。

- A. +3 B. +4 C. +5 D. +6

解析 根据离子方程式两边电荷守恒原则得: $3 + 4 = 2n + 3$, 解得 $n = 2$; 设 RO_4^{n-} 中 R 的化合价为 x , 从而得: $x + 4 \times (-2) = -2$, 解得 $x = +6$ 。答案 D。

点评 解答此类题目, 应首先根据电荷守恒原则求出离子所带电荷的数值, 再根据有关元素的化合价建立代数方程进行求解。

五、考查离子方程式的意义或离子方程式的书写

例 6 (上海化学卷) 离子方程式 $2\text{Ca}^{2+} + 3\text{HCO}_3^- + 3\text{OH}^- \rightarrow 2\text{CaCO}_3 \downarrow + \text{CO}_3^{2-} + 3\text{H}_2\text{O}$ 可以表示()。

- A. $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 与 NaOH 溶液反应
B. NaHCO_3 与澄清石灰水反应
C. $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 与澄清石灰水反应
D. NH_4HCO_3 与澄清石灰水反应

解析 根据离子方程式的意义可知, 题给离子方程式可表示 $2\text{mol Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 与 3mol NaOH 的离子反应或 3mol NaHCO_3 与 $2\text{mol Ca}(\text{OH})_2$ 的离子反应, A、B 项符合题意。或者根据离子方程式的书写原则书写, 对于 A 项, 当 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 与 NaOH 的物质的量之比为 2:3 时, 其离子方程式为 $2\text{Ca}^{2+} + 3\text{HCO}_3^- + 3\text{OH}^- \rightarrow 2\text{CaCO}_3 \downarrow + \text{CO}_3^{2-} + 3\text{H}_2\text{O}$; 对于 B 项, 当 NaHCO_3 与 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 的物质的量之比为 3:2 时, 其离子方程式为 $2\text{Ca}^{2+} + 3\text{HCO}_3^- + 3\text{OH}^- \rightarrow 2\text{CaCO}_3 \downarrow + \text{CO}_3^{2-} + 3\text{H}_2\text{O}$; 对于 C 项, 其离子方程式为 $\text{Ca}^{2+} + \text{HCO}_3^- + \text{OH}^- \rightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$; 对于 D 项, 其离子方程式为 $\text{NH}_4^+ + \text{HCO}_3^- + \text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$ 或 $\text{NH}_4^+ + \text{HCO}_3^- + \text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{NH}_3 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。答案为 A、B。

点评 解答此类题目, 应根据离子方程式的意义, 进行分析判断。或根据离子方程式的书写原则, 分别写出各选项的离子方程式并与已知离子方程式进行比较, 从而求解。

六、考查用离子方程式解释有关反应原理正误的判断

例 7 (北京理综卷) 某消毒液的主要成分为 NaClO , 还含有一定量的 NaOH , 下列用来解释事实的方程式中不合理的是(已知: 饱和 NaClO 溶液的 pH 约为 11) ()。

A. 该消毒液可用 NaOH 溶液吸收 Cl_2 制备: $\text{Cl}_2 + 2\text{OH}^- = \text{Cl}^- + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$

B. 该消毒液的 pH 约为 12: $\text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HClO} + \text{OH}^-$

C. 该消毒液与洁厕灵(主要成分为 HCl) 混用, 产生 Cl_2 : $2\text{H}^+ + \text{Cl}^- + \text{ClO}^- = \text{Cl}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

D. 该消毒液加白醋生成 HClO , 可增强漂白作用: $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{ClO}^- = \text{HClO} + \text{CH}_3\text{COO}^-$

解析 对于 A 项, NaOH 溶液与 Cl_2 反应($\text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$) 可制取漂白液, 其离子方程式为 $\text{Cl}_2 + 2\text{OH}^- = \text{Cl}^- + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$, A 项合理; 对于 B 项, 饱和 NaClO 溶液的

中考化学新热点——教材实验*

江苏省无锡市梅里中学 214112 李 华

初中化学教材中有关空气的组成、水的净化(过滤、吸附、蒸发、蒸馏等操作)、水的电解、氧气和二氧化碳的制取及性质、木炭还原氧化铜、可燃物的燃烧及燃烧的条件、金属锈蚀的条件、浓硫酸的稀释、酸的性质、碱的性质、pH的测定等实验是初中化学的重点实验内容,它既能考查学生的科学探究能力,又能全面地考查学生分析问题及解决问题的能力,也是近年来全国各省、市中考试题的热点内容之一。现列举几例供学生在复习时参考。

例1 (2014·葫芦岛)如图1所示的是初中化学中的一些重要实验。请回答下列问题:

(1) 实验A: 倾倒CO₂时观察到的现象是____。(2) 实验B: 测得空气中氧气体积分数小于1/5的原因可能是(只答一条):____。(3) 实验

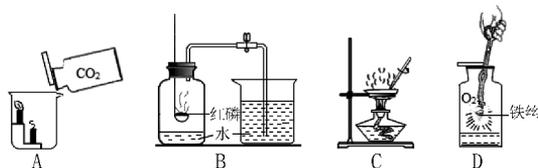


图1

C: 用玻璃棒搅拌的目的是____。(4) 实验D: 集气瓶内放少量水的目的是____。观察到铁丝剧烈燃烧,____生成黑色固体,放出大量的热。

解析 (1) 由于二氧化碳的密度大于空气,并且二氧化碳不支持燃烧,所以倾倒CO₂时下层的蜡烛先熄灭,上层的蜡烛后熄灭。(2) 在测量空气中氧气的体积分数的实验中,有三个主要原因可能会导致测量氧气的体积分数小于1/5,分

► pH约为11(NaClO水解使溶液的pH约为11,其离子方程式为 $\text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HClO} + \text{OH}^-$),而该消毒液的pH约为12(pH>11),主要是因为该溶液中含有一定量的NaOH,B项不合理;对于C项,该消毒液与洁厕灵(主要成分为HCl)混用,HCl与NaClO发生“归中反应”(2HCl + NaClO = Cl₂↑ + H₂O + NaCl)产生Cl₂,其离子方程式为 $2\text{H}^+ + \text{Cl}^- + \text{ClO}^- = \text{Cl}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$,C项合理;对于D项,CH₃COOH的酸性比HClO的酸性强,该消毒液加白醋使NaClO与醋酸反应生成HClO(CH₃COOH + NaClO = HClO + CH₃COONa)而增强漂白作用,其离子方程式为 $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{ClO}^- = \text{HClO} + \text{CH}_3\text{COO}^-$,D项合理。故答案为B。

点评 解答此类题目,既要分析判断所给离子方程式解释的反应原理或事实是否正确,又要分析判断所给离子方程式是否正确(一般可根据其反应原理先写出其化学方程式,再改写为离子方程式);若二者都正确,则是合理的;若其中之一不正确,则是不合理的。

七、考查离子方程式的书写

例8 (重庆、广东、福建理综卷组合)已知在酸性条件下NaClO₂可发生反应生成NaCl并释放出

ClO₂,该反应的离子方程式为____。用NaOH溶液可除去废Al片表面的氧化膜,反应的离子方程式为____。氯化铝在水中形成具有净水作用的氢氧化铝胶体,其反应的离子方程式为____。

解析 因在酸性条件下NaClO₂可发生反应生成NaCl并释放出ClO₂,实质是在H⁺存在条件下,ClO₂⁻发生“歧化反应”生成Cl⁻、ClO₂和H₂O,则该反应的离子方程式为 $4\text{H}^+ + 5\text{ClO}_2^- = \text{Cl}^- + 4\text{ClO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。用NaOH溶液可除去废Al片表面的氧化膜,实质是Al片表面的Al₂O₃与OH⁻反应生成AlO₂⁻和H₂O,则其反应的离子方程式为 $\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{OH}^- = 2\text{AlO}_2^- + \text{H}_2\text{O}$ 。氯化铝在水中形成具有净水作用的氢氧化铝胶体,实质是Al³⁺发生水解生成Al(OH)₃胶体和H⁺,则其反应的离子方程式为 $\text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+$ 。答案为: $4\text{H}^+ + 5\text{ClO}_2^- = \text{Cl}^- + 4\text{ClO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{OH}^- = 2\text{AlO}_2^- + \text{H}_2\text{O}$, $\text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+$ 。

点评 解答此类题目,应分析反应原理,找出反应物和生成物,常可先写出化学方程式,然后改写为离子方程式。或通过分析反应实质,直接写出离子方程式。

(收稿日期:2015-07-13)