

聚焦 2013 年高考试题中的碱金属考点

山东省滕州市第一中学西校 277500 柴 勇

碱金属是元素化合物的重要组成部分,因其化学性质活泼,故备受高考命题专家的青睐。现将 2013 年高考试题中的与碱金属相关的考点总结如下。

一、以钠及其化合物为载体考查氧化还原

例 1 (上海卷第 18 题) 汽车剧烈碰撞时,安全气囊中发生反应 $10\text{NaN}_3 + 2\text{KNO}_3 \rightarrow \text{K}_2\text{O} + 5\text{Na}_2\text{O} + 16\text{N}_2 \uparrow$ 。若氧化产物比还原产物多 1.75 mol,则下列判断正确的是()。

- A. 生成 40.0 L N_2 (标准状况)
 B. 有 0.250 mol KNO_3 被氧化
 C. 转移电子的物质的量为 1.25 mol
 D. 被氧化的 N 原子的物质的量为 3.75 mol

解析 根据反应方程式可知: NaN_3 是还原剂, KNO_3 是氧化剂, N_2 既是氧化产物又是还原产物(16 mol N_2 其中 15 mol 是氧化产物, 1 mol 是还原产物)。若氧化产物比还原产物多 1.75 mol, 则生成 N_2 $1.75 \text{ mol} \times (16/14) = 2 \text{ mol}$, 即生成 44.8 L N_2 (标准状况); 有 0.250 mol KNO_3 被还原; 转移电子的物质的量为 1.25 mol; 被氧化的 N 原子的物质的量为 3.75 mol。答案: CD。

二、以钠及其化合物为载体考查离子反应

例 2 (全国卷 II 第 10 题) 能正确表示下列反应的离子方程式()。

- A. 浓盐酸与铁屑反应:
 $2\text{Fe} + 6\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2 \uparrow$
 B. 钠与 CuSO_4 溶液反应:
 $2\text{Na} + \text{Cu}^{2+} \rightleftharpoons \text{Cu} \downarrow + 2\text{Na}^+$
 C. NaHCO_3 溶液与稀 H_2SO_4 反应:
 $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$
 D. 向 FeCl_3 溶液中加入 $\text{Mg}(\text{OH})_2$:
 $3\text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{Fe}^{3+} \rightleftharpoons 2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{Mg}^{2+}$

解析 浓盐酸与铁屑反应: $\text{Fe} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2 \uparrow$; 钠与 CuSO_4 溶液反应: $2\text{Na} + \text{Cu}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{Na}^+ + \text{H}_2 \uparrow$; NaHCO_3 溶

液与稀 H_2SO_4 反应: $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ 。答案: D。

三、以钠及其化合物为载体考查化学计量

例 3 (广东卷第 9 题) 设 N_A 为阿伏加德罗常数的数值, 下列说法正确的是()。

- A. 常温常压下 8 g O_2 含有 $4N_A$ 个电子
 B. 1 L 0.1 mol · L⁻¹ 的氨水中有 N_A 个 NH_4^+
 C. 标准状况下, 22.4 L 盐酸含有 N_A 个 HCl 分子

D. 1 mol Na 被完全氧化生成 Na_2O_2 , 失去 $2N_A$ 个电子

解析 常温常压下, 8 g O_2 物质的量是 0.25 mol, 含有电子的物质的量是 $0.25 \text{ mol} \times 8 \times 2 = 4 \text{ mol}$, 即 $4N_A$ 个, A 正确; $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 是弱电解质, 部分电离, 所以 1 L 0.1 mol · L⁻¹ 的氨水中含有 NH_4^+ 的数目小于 N_A 个, B 错误; C 中没有浓度; 1 mol Na 被完全氧化生成 Na_2O_2 , 失去 N_A 个电子, D 错误。答案: A。

四、以钠及其化合物为载体考查元素推断

例 4 (海南卷第 13 题) X 、 Y 和 Z 均为短周期元素, 原子序数依次增大, X 的单质为密度最小的气体, Y 原子最外层电子数是其周期数的三倍, Z 与 X 原子最外层电子数相同。回答下列问题:

(1) X 、 Y 和 Z 的元素符号分别为 _____、_____、_____。

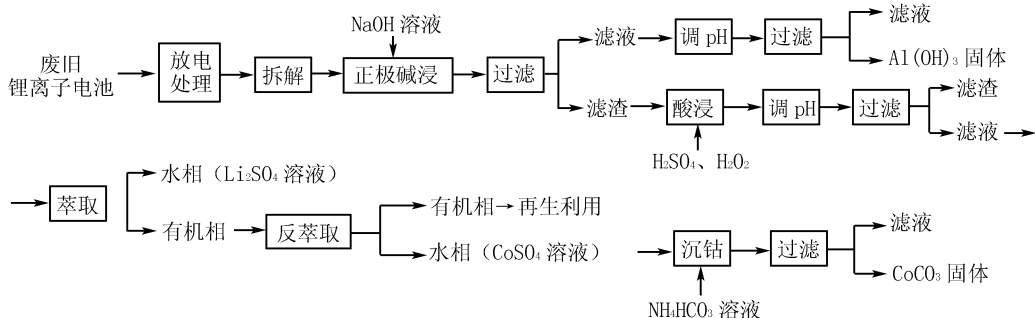
(2) 由上述元素组成的化合物中, 既含有共价键又含有离子键的有 _____、_____。

(3) X 和 Y 组成的化合物中, 既含有极性共价键又含有非极性共价键的是 _____。此化合物在酸性条件下与高锰酸钾反应的离子方程式为 _____; 此化合物还可将碱性工业废水中的 CN^- 氧化为碳酸盐和氨, 相应的离子方程式为 _____。

解析 根据 X 的单质为密度最小的气体, 可知 X 是 H; Y 原子最外层电子数是其周期数的三倍, 可知 Y 是 O; Z 与 X 原子最外层电子数相同, 可知 Z 是 Na。由上述元素组成的化合物中, 既含

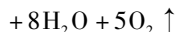
有共价键又含有离子键的有 NaOH、Na₂O₂。X 和 Y 组成的化合物中,既含有极性共价键又含有非极性共价键的是 H₂O₂。此化合物在酸性条件下与高锰酸钾反应的离子方程式为 5H₂O₂ + 2MnO₄⁻ + 6H⁺ = 2Mn²⁺ + 8H₂O + 5O₂↑。此化合物将碱性工业废水中的 CN⁻ 氧化为碳酸盐和氨的离子方程式为 H₂O₂ + CN⁻ + OH⁻ = CO₃²⁻ + NH₃。

答案: (1) H O Na (2) NaOH Na₂O₂
(3) H₂O₂ 5H₂O₂ + 2MnO₄⁻ + 6H⁺ = 2Mn²⁺



回答下列问题: (1) LiCoO₂ 中,Co 元素的化合价为 ____。(2) 写出“正极碱浸”中发生反应的离子方程式 ____。(3) “酸浸”一般在 80℃ 下进行。写出该步骤中发生的所有氧化还原反应的化学方程式 ____;可用盐酸代替 H₂SO₄ 和 H₂O₂ 的混合液,但缺点是 ____。(4) 写出“沉钴”过程中发生反应的化学方程式 ____。(5) 充放电过程中,发生 LiCoO₂ 与 Li_{1-x}CoO₂ 之间的转化,写出放电时电池反应方程式 ____。(6) 上述工艺中,“放电处理”有利于锂在正极的回收,其原因是 ____。在整个回收工艺中,可回收到的金属化合物有 ____ (填化学式)。

解析 (1) LiCoO₂ 中,Co 元素的化合价为 +3 (Li 为 +1 价,O 为 -2 价); (2) 因为正极材料有铝箔,所以“正极碱浸”中发生反应的离子方程式是 2Al + 2OH⁻ + 6H₂O = 2Al(OH)₄⁻ + 3H₂↑。(3) “酸浸”中发生的所有氧化还原反应的化学方程式是 2LiCoO₂ + 3H₂SO₄ + H₂O₂ $\xrightarrow{\Delta}$ Li₂SO₄ + 2CoSO₄ + O₂↑ + 4H₂O; 2H₂O₂ $\xrightarrow{\Delta}$ 2H₂O + O₂↑。用盐酸代替 H₂SO₄ 和 H₂O₂ 的混合液的缺点是有氯气生成,污染较大。(4) “沉钴”过程中发生反应的化学方程式是 CoSO₄ + 2NH₄HCO₃ = CoCO₃↓ + (NH₄)₂SO₄ + CO₂↑ + H₂O。(5) 根据题意,放电时电池反应方程式是 Li_{1-x}CoO₂ + Li_xC₆



五、以锂及其化合物为载体考查电化学

例 5 (全国卷 I 第 27 题) 锂离子电池的应用很广,其正极材料可再生利用。某锂离子电池正极材料有钴酸锂(LiCoO₂)、导电剂乙炔黑和铝箔等。充电时,该锂离子电池负极发生的反应为 6C + xLi⁺ + xe⁻ = Li_xC₆。现欲利用以下工艺流程回收正极材料中的某些金属资源(部分条件未给出)。

= LiCoO₂ + 6C。(6) 上述工艺中,“放电处理”有利于锂在正极的回收,其原因是 Li⁺ 从负极中脱出,经由电解质向正极移动并进入正极材料中。在整个回收工艺中,可回收到的金属化合物有 Al(OH)₃、CoCO₃、Li₂SO₄。答案:略。

六、以钠及其化合物为载体考查化学实验

例 6 (江苏卷第 13 题) 下列依据相关实验得出的结论正确的是()。

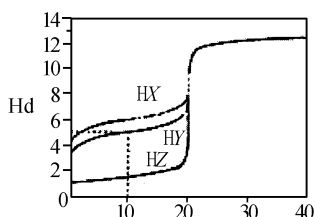
- A. 向某溶液中加入稀盐酸,产生的气体通入澄清石灰水,石灰水变浑浊,该溶液一定是碳酸盐溶液
- B. 用铂丝蘸取少量某溶液进行焰色反应,火焰呈黄色,该溶液一定是钠盐溶液
- C. 将某气体通入溴水中,溴水颜色褪去,该气体一定是乙烯
- D. 向某溶液中滴加 KSCN 溶液,溶液不变色,滴加氯水后溶液显红色,该溶液中一定含 Fe²⁺

解析 本题属于常规实验与基本实验考查范畴。A. 不能排除碳酸氢盐与 SO₃²⁻、HSO₃⁻ 形成的盐的干扰; B. 也可能是钠的单质或其它化合物,这里焰色反应火焰呈黄色仅证明含有钠元素; C. 其他还原气体或碱等都可使溴水褪色; D. Fe²⁺ 检验方法过程合理。答案: D。

七、以钠及其化合物为载体考查中和滴定

例 7 (浙江卷第 12 题) 25℃ 时,用浓度为

0.1000 mol/L 的 NaOH 溶液滴定 20.00 mL 浓度均为 0.1000 mol/L 的三种酸 HX、HY、HZ，滴定曲线如图所示。下列说法正确的是()。



A. 在相同温度下，同浓度的三种酸溶液的导电能力顺序： $HZ < HY < HX$

B. 根据滴定曲线，可得 $K_a(HY) \approx 10^{-5}$

C. 将上述 HX、HY 溶液等体积混合后，用 NaOH 溶液滴定至 HX 恰好完全反应时： $c(X^-) > c(Y^-) > c(OH^-) > c(H^+)$

D. HY 与 HZ 混合，达到平衡时： $c(H^+) = \frac{K_a(HY) \cdot c(HY)}{c(Y^-)} + c(Z^-) + c(OH^-)$

解析 浓度均为 0.1000 mol/L 的三种酸 HX、HY、HZ 根据滴定曲线 0 点三种酸的 pH 可得到 HZ 是强酸，HY 和 HX 是弱酸，但酸性： $HY > HX$ 。因此同温同浓度时，三种酸的导电性： $HZ > HY > HX$ 。B 选项：当 NaOH 溶液滴加到 10 mL 时，溶液中 $c(HY) \approx c(Y^-)$ ，即 $K_a(HY) \approx c(H^+) = 10^{-pH} = 10^{-5}$ 。C 选项：用 NaOH 溶液滴定至 HX 恰好完全反应时，HY 早被完全中和，所得溶液是 NaY 和 NaX 混合溶液，但因酸性： $HY > HX$ ，即 X^- 的水解程度大于 Y^- ，溶液中 $c(Y^-) > c(X^-)$ 。D 选项：HY 与 HZ 混合，溶液的电荷守恒式为： $c(H^+) = c(Y^-) + c(Z^-) + c(OH^-)$ ，又根据 HY 的电离平衡常数： $K_a(HY) = c(H^+) \cdot c(Y^-) / c(HY)$ ，即有： $c(Y^-) = K_a(HY) \cdot c(HY) / c(H^+)$ ，所以达平衡后： $c(H^+) = K_a(HY) \cdot c(HY) / c(H^+) + c(Z^-) + c(OH^-)$ 。

答案：B。

八、以钠及其化合物为载体考查化学计算

例 8 (上海卷第十一题) 碳酸氢钠俗称“小苏打”，是氨碱法和联合制碱法制纯碱的中间产物，可用作膨松剂，制酸剂，灭火剂等。工业上用纯碱溶液碳酸化制取碳酸氢钠。

(1) 某碳酸氢钠样品中含有少量氯化钠。称取该样品，用 0.1000 mol/L 盐酸滴定，耗用盐酸

20.00 mL。若改用 0.05618 mol/L 硫酸滴定，需用硫酸 _____ mL(保留两位小数)。

(2) 某溶液组成如表 1：

表 1

化合物	Na ₂ CO ₃	NaHCO ₃	NaCl
质量(kg)	814.8	400.3	97.3

问该溶液通入二氧化碳，析出碳酸氢钠晶体。

取出晶体后溶液组成如表 2：

表 2

化合物	Na ₂ CO ₃	NaHCO ₃	NaCl
质量(kg)	137.7	428.8	97.3

计算析出的碳酸氢钠晶体的质量(保留 1 位小数)。

(3) 将组成如表 2 的溶液加热，使碳酸氢钠部分分解，溶液中 NaHCO₃ 的质量由 428.8 kg 降为 400.3 kg，补加适量碳酸钠，使溶液组成回到表 1 状态。计算补加的碳酸钠质量(保留 1 位小数)。

(4) 某种由碳酸钠和碳酸氢钠组成的晶体 452 kg 溶于水，然后通入二氧化碳，吸收二氧化碳 44.8×10^3 L(标准状况)，获得纯的碳酸氢钠溶液，测得溶液中含碳酸氢钠 504 kg。通过计算确定该晶体的化学式。

解析 (1) 在滴定碳酸氢钠溶液时，1 mol 硫酸相当于 2 mol 盐酸，所以需用硫酸 $0.1000 \text{ mol/L} \times 20.00 \text{ mL} \div 0.05618 \text{ mol/L} \div 2 = 17.80 \text{ mL}$ 。(2) 根据表中数据，反应前后碳酸钠的质量减少了 $814.8 \text{ kg} - 137.7 \text{ kg} = 677.1 \text{ kg}$ ，根据反应方程式 $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{NaHCO}_3$ ，可知生成 NaHCO₃ 的质量为 $677.1 \text{ kg} \div 106 \text{ g/mol} \times 84 \text{ g/mol} \times 2 = 1073.14 \text{ kg}$ ，所以析出的碳酸氢钠晶体的质量为 $1073.14 \text{ kg} - (428.8 \text{ kg} - 400.3 \text{ kg}) = 1044.6 \text{ kg}$ 。56. 碳酸氢钠部分分解生成 Na₂CO₃ 的质量为 $(428.8 \text{ kg} - 400.3 \text{ kg}) \div (84 \text{ g/mol} \times 2) \times 106 \text{ g/mol} = 17.98 \text{ kg}$ ，使溶液组成回到表 1 状态补加的碳酸钠质量为 $814.8 \text{ kg} - 137.7 \text{ kg} - 17.98 \text{ kg} = 659.1 \text{ kg}$ 。(4) 吸收二氧化碳 $44.8 \times 10^3 \text{ L}$ 可生成碳酸氢钠 336 kg，消耗 Na₂CO₃ 212 kg，所以原晶体中含有 Na₂CO₃ 212 kg，NaHCO₃ $504 \text{ kg} - 336 \text{ kg} = 168 \text{ kg}$ ，H₂O $452 \text{ kg} - 212 \text{ kg} - 168 \text{ kg} = 72 \text{ kg}$ 。所以原晶体中含有 Na₂CO₃ (2 mol)，NaHCO₃ (2 mol)，H₂O (4 mol)，该晶体的化学式为 NaHCO₃ · Na₂CO₃ · 2H₂O。

答案：略

(收稿日期：2014-01-02)