

碱金属高考题分类例析

陕西省永寿县中学 (713400) 马亚楼

碱金属是高中元素化合物的重要组成部分,其化学性质之活泼、钠及其化合物用途之广泛,因而受到高考命题者的青睐.现就其常见高考题型分类例析如下,以期对读者有所帮助:

一、以钠及其化合物为载体考查离子共存

例1 (全国高考题)在溶液中加入中量 Na_2O_2 后仍能大量共存的离子组是().

- A. NH_4^+ 、 Ba^{2+} 、 Cl^- 、 NO_3^-
- B. K^+ 、 AlO_2^- 、 Cl^- 、 SO_4^{2-}
- C. Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 NO_3^- 、 HCO_3^-
- D. Na^+ 、 Cl^- 、 CO_3^{2-} 、 SO_3^{2-}

解析 由于过氧化钠具有强的氧化性,其溶于水后,与水发生化学反应生成氢氧化钠,因此凡具有还原性的离子以及能与 OH^- 反应的离子都不能大量共存. A 项中 $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, NH_4^+ 不能大量共存,故 A 项错误; B 项,各种离子都不与过氧化钠反应,也不与氢氧化钠反应,能大量共存, B 项正确. C 项 $\text{Mg}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Mg}(\text{OH})_2$, $\text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Ca}(\text{OH})_2$, $\text{HCO}_3^- + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$, C 项错误; D 项 SO_3^{2-} 具有还原性,能与过氧化钠发生氧化还原反应, D 项错误. 此题选(B)

二、以钠及其化合物为载体考查化学计算

例2 (上海高考题) 9.2 g 金属钠投入到足量的重水中,则产生的气体中含有().

- A. 0.2 mol 中子
- B. 0.4 mol 电子
- C. 0.2 mol 质子
- D. 0.4 mol 分子

解析 本题主要考查钠和水的反应及分子中微粒数目的判断. 根据反应 $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow$ 知关系式 $2\text{Na} \sim \text{H}_2$, 则 0.4 mol 钠会生成氢气 0.2 mol, 不过氢气中的氢是有一个质子和一个中子、质量数是 2 的重氢, 1 mol 重氢中有 2 mol 电子、2 mol 中子、2 mol 质子, 则 0.2 mol 含有 0.4 mol 电

和 KCl 的混合液, 电解现象如下, 阳极有气体产生, 溶液中先有白色沉淀, 后沉淀消失, 则该氯化物为____, 充分电解后向所得溶液中加入 1 mol/L 的 H_2SO_4 , 当加至 50 mL 开始出现沉淀, 假设电解过程中溶液体积变化忽略不计, 原溶液中 KCl 的物质的量浓度为 2 mol/L, 则原溶液中甲的物质的量浓度为

子、0.4 mol 中子、0.4 mol 质子, 故选(B).

三、以钠及其化合物为载体考查化学实验

例3 (海南高考题) 除去 NaHCO_3 溶液中混有的少量 Na_2CO_3 可采取的方法是().

- A. 通入二氧化碳气体
- B. 加入氢氧化钡溶液
- C. 加入澄清石灰水
- D. 加入稀盐酸

解析 由于 Na_2CO_3 可与 H_2O 和 CO_2 发生化学反应生成 NaHCO_3 , 所以此题选(A), 即除去了杂质, 又将杂质转化为溶质, 可以说一举两得.

例4 (全国 II 卷高考题) 下列叙述中正确的是().

- A. 向含有 CaCO_3 沉淀的水中通入 CO_2 至沉淀恰好溶解, 再向溶液中加入 NaHCO_3 饱和溶液, 又有 CaCO_3 沉淀生成
- B. 向 Na_2CO_3 溶液中滴加等物质的量的稀盐酸, 生成的 CO_2 与原 Na_2CO_3 的物质的量之比为 1:2.
- C. 等质量的 NaHCO_3 和 Na_2CO_3 分别与足量盐酸反应, 在同温同压下, 生成的 CO_2 体积相同
- D. 向 Na_2CO_3 饱和溶液中通入 CO_2 , 有 NaHCO_3 结晶析出

解析 CaCO_3 与 CO_2 反应生成 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, 再加入 NaHCO_3 是没有现象的, 故 A 项错; 当向 Na_2CO_3 溶液中逐滴加入等物质的量的稀盐酸, 仅生成 NaHCO_3 , 无 CO_2 气体放出, B 项错; 由于 NaHCO_3 的摩尔质量比 Na_2CO_3 的小, 等质量的 NaHCO_3 和 Na_2CO_3 , 其中 NaHCO_3 的物质的量多, 与足量 HCl 反应时, 放出的 CO_2 多, C 项错; D 项, 发生的反应为: $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{NaHCO}_3 \downarrow$, 由于 NaHCO_3 的溶解性较小, 故有结晶析出, 正确. 选(D)

四、以钠及其化合物为载体考查化学平衡

例5 (福建高考题) 在一定条件下, Na_2CO_3 溶

综上所述, 反应优先规律, 是解上述题型时必须掌握的规律技巧, 只有熟练掌握了这些规律, 才能抓住问题的关键得出准确的分析结论, 从而使问题迎刃而解.

(收稿日期: 2013 - 10 - 20)

液存在水解平衡: $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$. 下列说法正确的是().

- A. 稀释溶液, 水解平衡常数增大
- B. 通入 CO_2 , 平衡朝正反应方向移动
- C. 升高温度, $\frac{c(\text{HCO}_3^-)}{c(\text{CO}_3^{2-})}$ 减小
- D. 加入 NaOH 固体, 溶液 pH 减小

解析 本题主要考查的是水解平衡的有关知识. A 项中水解平衡常数只与温度有关, 与溶液的稀、浓无关; C 项由于水解是吸热过程, 升高温度会促进水解, $\frac{c(\text{HCO}_3^-)}{c(\text{CO}_3^{2-})}$ 将增大, D 项加入 NaOH 固体, 氢氧化钠显碱性, 所以溶液 pH 增大. CO_2 通入水中, 其与水发生反应, 生成了 H_2CO_3 , 可以与 OH^- 反应, 而促进平衡向正方向移动, 即 B 项正确. 答案: B

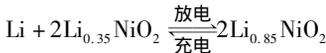
例 6 (天津高考题) 25°C 时, 浓度均为 0.2 mol/L 的 NaHCO_3 和 Na_2CO_3 溶液中, 下列判断不正确的是().

- A. 均存在电离平衡和水解平衡
- B. 存在的粒子种类相同
- C. $c(\text{OH}^-)$ 前者大于后者
- D. 分别加入 NaOH 固体, 恢复到原温度, $c(\text{CO}_3^{2-})$ 均增大

解析 本题主要考查碳酸钠和碳酸氢钠的性质、盐类水解平衡和电离平衡及外界条件对盐类水解平衡的影响因素. 由于两种盐均为强碱弱酸盐, 因而均发生水解而使溶液呈碱性, 即都存在水解平衡, 二者的溶液中还存在水的电离平衡, 同时碳酸氢钠溶液中, 还存在碳酸氢根离子的电离平衡, 故 A 说法正确; 答案 B.

五、以钠及其化合物为载体考查电化学

例 7 (浙江高考题) 市场上经常见到的标记为 Li-ion 的电池称为“锂离子电池”. 它的负极材料是金属锂和碳的复合材料(碳作为金属锂的载体), 电解质为一种能传导 Li 的高分子材料. 这种锂离子电池的电池反应为:



下列说法不正确的是().

- A. 放电时, 负极的电极反应式: $\text{Li} - e^- = \text{Li}^+$
- B. 充电时, $\text{Li}_{0.85}\text{NiO}_2$ 既发生氧化反应又发生还原反应
- C. 该电池不能用水溶液作为电解质
- D. 放电过程中 Li^+ 向负极移动

解析 此题考查电化学知识. 根据电池反应式, 放电时, Li 为负极, 失去电子发生氧化反应, Li^+ 移向正极, A 项正确, D 项错误; 充电时, $\text{Li}_{0.85}\text{NiO}_2$ 转化成 Li 和 $\text{Li}_{0.35}\text{NiO}_2$, 元素化合价发生升高及降低, 故既发生氧化反应又发生还原反应, B 项正确; Li 属活泼金属, 能与水反应, 该电池不能用水溶液作为电解质, C 项正确. 该题选(D).

例 8 (海南高考题) $\text{Li} - \text{SOCl}_2$ 电池可用于心脏起搏器. 该电池的电极材料分别为锂和碳, 电解液是 $\text{LiAlCl}_4 - \text{SOCl}_2$. 电池的总反应可表示为:



请回答下列问题:

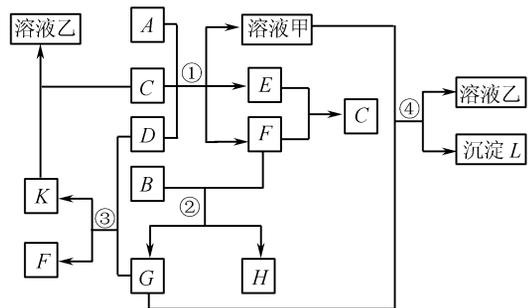
- (1) 电池的负极材料为____, 发生的电极反应为____;
- (2) 电池正极发生的电极反应为____;
- (3) SOCl_2 易挥发, 实验室中常用 NaOH 溶液吸收 SOCl_2 , 有 Na_2SO_3 和 NaCl 生成. 如果把少量水滴到 SOCl_2 中, 实验现象是____, 反应的化学方程式为____;
- (4) 组装该电池必须在无水、无氧的条件下进行, 原因是____.

解析 根据电池负极发生氧化反应, 失去电子, 正极发生还原反应, 得到电子的规律, 可知电池的负极材料为锂, 发生的电池反应为 $\text{Li} - e^- = \text{Li}^+$, 正极发生的电极反应为 $2\text{SOCl}_2 + 4e^- = 4\text{Cl}^- + \text{S} + \text{SO}_2$;

- (3) 出现白雾, 有刺激性气体生成
- (4) 锂是活泼金属, 易与 H_2O 、 O_2 反应; SOCl_2 也可与水反应

六、以钠及其化合物为载体考查无机推断

例 9 (宁夏高考题) 下图表示有关物质(均由短周期元素形成)之间的转化关系, 其中 A 为常见的金属单质, B 为非金属单质(一般是黑色粉末), C 是常见的无色无味液体, D 是淡黄色的固体化合物.(反应条件图中已省略.)



(1) A、B、C、D 代表的物质分别为____、____、

____、____ (填化学式);

(2) 反应①中的 C、D 均过量, 该反应的化学方程式是 ____;

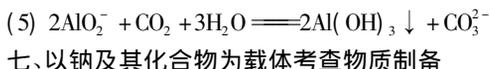
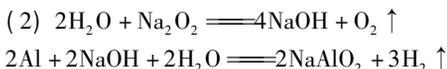
(3) 反应②中, 若 B 与 F 物质的量之比为 4:3, G、H 分别是 ____、____ (填化学式);

(4) 反应③产物中 K 的化学式为 ____;

(5) 反应④的离子方程式为 ____.

解析 由 D 是淡黄色的固体化合物, 结合中学所学的物质可知 D 是 Na₂O₂, 能与水和 CO₂ 反应, C 是常见的无色无味液体, 则 C 是水, 此二者反应产物有 NaOH 和氧气, 在 NaOH 溶液中能够反应的短周期金属只有 Al, 所以由此推知“溶液甲”为 NaAlO₂ 溶液; B 为非金属且为黑色粉末, 则 B 为碳单质, 故 E、F 中 F 为氧气, E 为氢气, 因此 G、H 为碳的氧化物, 结合 G 可以与 D 反应, 所以 G 为 CO₂, H 为 CO; 由反应③可知 K 为 Na₂CO₃, “溶液乙”为碳酸钠溶液; 反应④为二氧化碳与 NaAlO₂ 的反应, 故 L 为 Al(OH)₃.

答案:



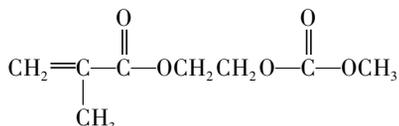
七、以钠及其化合物为载体考查物质制备

例 10 (四川高考题) 新型锂离子电池在新能源的开发中占有重要地位. 可用作节能环保电动汽车的动力电池. 磷酸亚铁锂 (LiFePO₄) 是新型锂离子电池的首选电极材料, 它的制备方法如下:

方法一: 将碳酸锂、乙酸亚铁 [(CH₃COO)Fe], 磷酸二氢铵按一定比例混合、充分研磨后, 在 800℃ 左右、惰性气体氛围中煅烧制得晶态磷酸亚铁锂, 同时生成的乙酸及其它产物均以气体逸出.

方法二: 将一定浓度的磷酸二氢铵、氯化锂混合溶液作为电解液, 以铁棒为阳极, 石墨为阴极, 电解析出磷酸亚铁锂沉淀. 沉淀经过滤、洗涤、干燥, 在 800℃ 左右、惰性气体氛围中煅烧制得晶态磷酸亚铁锂.

在锂离子电池中, 需要一种有机聚合物作为正负极之间锂离子选移的介质, 该有机聚合物的单体之一 (用 M 表示) 的结构简式如下:



请回答下列问题:

(1) 上述两种方法制备磷酸亚铁锂的过程都必须在惰性气体氛围中进行. 其原因是 ____.

(2) 在方法一所发生的反应中, 除生成磷酸亚铁锂、乙酸外, 还有 ____、____、____ (填化学式) 生成.

(3) 在方法二中, 阳极生成磷酸亚铁锂的电极反应式为 ____.

(4) 写出 M 与足量氢氧化钠溶液反应的化学方程式: ____.

(5) 已知该锂离子电池在充电过程中, 阳极的磷酸亚铁锂生成磷酸铁, 则该电池放电时正极的电极反应式为 ____.

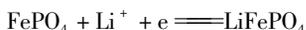
解析 (1) 由于磷酸亚铁锂中存在 Fe²⁺, 很容易被空气中的氧气所氧化, 所以灼烧时需用惰性气体保护.

(2) 方法一发生的是复分解反应, 除生成磷酸亚铁锂、乙酸外, 还有 (NH₄)₂CO₃ 生成, 之后又在 800℃ 左右条件下反应, (NH₄)₂CO₃ 会分解生成 CO₂、NH₃、H₂O 等气体.

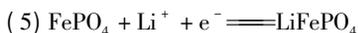
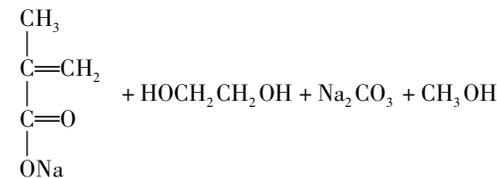
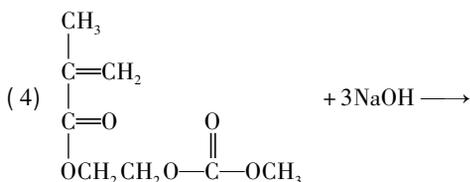
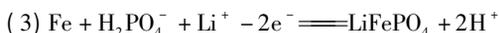
(3) 方法二中, 阳极的电极反应包括 Fe 原子失去电子生成 Fe²⁺、H₂PO₄⁻、Li⁺ 的沉淀反应: Fe + H₂PO₄⁻ + Li⁺ - 2e⁻ = LiFePO₄ + 2H⁺.

(4) 根据 M 的结构简式可以看出, M 为二元酯类, 与足量氢氧化钠溶液发生酯类物质碱性条件下的水解反应, 生成对应的醇和羧酸盐.

(5) 可充电电池充电时, 发生的反应是电池放电时的逆过程, 根据这个原理, 正极放电时的电极反应为:



答案: (1) 为了防止亚铁化合物被氧化



(收稿日期: 2013 - 04 - 23)