

聚焦金属元素及其化合物十大命题热点

山东省滕州市第一中学西校 (277500) 柴勇

金属元素及其化合物在元素化合物知识中占有“半壁江山”,是历年高考命题的热点内容,为更好的复习这一部分知识,下面将其命题热点全面总结,希望对高考备考有所帮助。

一、金属在元素周期表中的位置及其性质的递变规律

例1 W、X、Y、Z均为短周期元素,W的最外层电子数与核外电子总数之比为7:17;X与W同主族;Y的原子序数是W和X的原子序数之和的一半;含Z元素的物质焰色反应为黄色。下列判断正确的是()。

- A. 金属性: $Y > Z$
- B. 氢化物的沸点: $X > W$
- C. 离子的还原性: $X > W$
- D. 原子及离子半径: $Z > W > X$

解析 根据信息可知 W、X、Y、Z 分别为 Cl、F、Mg、Na。答案: B。

二、金属的通性、合金的概念及其重要应用

例2 铁和铁合金是生活中常用的材料,下列说法正确的是()。

- A. 不锈钢是铁合金,只含金属元素
- B. 一定条件下,铁粉可与水蒸气反应
- C. 铁与盐酸反应,铁合金不与盐酸反应
- D. 在空气中,铁板比镀锌铁板更耐腐蚀

解析 本题考查了常见金属铁及其合金、金属腐蚀的有关知识。铁是一种较活泼的金属单质,在高温的条件下可以与水蒸气反应,不锈钢是由普通钢中加入铬、镍等多种元素炼成的钢材,里面含有碳元素, A 是错项, B 项正确。C 项铁在氢的前面,能与盐酸反应,铁合金主要成分是铁,能与盐酸反应, C 是错项,很多学生误选这项,只看了前面的内容,后面不看。金属的腐蚀与金属的活泼性有关,越活泼,越易被腐蚀,因此 D 为错项。答案: B。

三、以钠为代表的碱金属化合物性质及应用

例3 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 除杂方法要操作简便、效果好、不带来新

的杂质、保留非杂质成份。溶液中可用这样的方法: $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightleftharpoons 2\text{NaHCO}_3$ 。答案: A。

四、镁铝及其化合物的性质和应用

例4 化学在生产和日常生活中有着重要的应用。下列说法不正确的是()。

- A. 明矾水解形成的 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 胶体能吸附水中悬浮物,可用于水的净化
- B. 在海轮外壳上镶入锌块,可减缓船体的腐蚀速率
- C. MgO 的熔点很高,可用于制作耐高温材料
- D. 电解 MgCl_2 饱和溶液,可制得金属镁

解析 A 项,明矾净水的原理是 $\text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3(\text{胶体}) + 3\text{H}^+$,利用 $\text{Al}(\text{OH})_3(\text{胶体})$ 的吸附性进行净水; B 项,是因为轮船主要用铁造外壳,铁在海水中易被腐蚀,镀上比铁活泼的锌,形成原电池,锌作负极,失去电子先被腐蚀,从而起到保护铁的作用,从而可减缓船体的腐蚀速率;氧化镁的熔点是 2852°C ,可用于制作耐高温材料;电解 MgCl_2 饱和溶液,发生的化学反应为

$$\text{MgCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} \text{Mg}(\text{OH})_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + \text{H}_2 \uparrow$$

不会产生金属镁,电解熔融的 MgCl_2 能制取单质镁,发生的反应 $\text{MgCl}_2(\text{熔融}) \xrightarrow{\text{电解}} \text{Mg} + \text{Cl}_2 \uparrow$ 。答案: D。

五、铁铜及其化合物的性质和应用

例5 出土的锡青铜(铜锡合金)文物常有 $\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$ 覆盖在其表面。下列说法正确的是()。

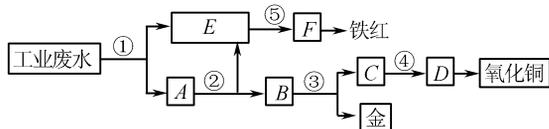
- A. 锡青铜的熔点比纯铜高
- B. 在自然环境中,锡青铜中的锡对铜起保护作用
- C. 锡青铜文物在潮湿环境中的腐蚀比干燥环境中快
- D. 生成 $\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$ 覆盖物是电化学腐蚀过程,但不是化学反应过程

解析 锡青铜属于合金,根据合金的特性,熔点比任何一种纯金属的低,判断 A 错;由于锡比铜活泼,故在发生电化学腐蚀时,锡失电子保护铜, B 正确;潮湿的环境将会加快金属的腐蚀速率, C 正确;电化学腐蚀过程实质是有电子的转移,属于化学反

应过程 ,D 错. 答案: BC.

六、金属及其化合物性质的综合应用

例 6 某厂的酸性工业废水中含有一定量的 Fe^{3+} 、 Cu^{2+} 、 Au^{3+} 等离子. 有人设计了图中的工艺流程. 利用常用的酸、碱和工业生产中的废铁屑, 从废水中回收金, 并生产一定量的铁红和氧化铜.



填写下面空白:

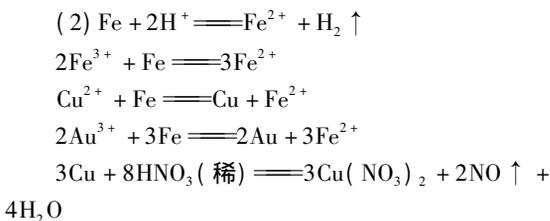
(1) 图中标号处需加入的相应物质分别是 ① _____、② _____、③ _____、④ _____、⑤ _____;

(2) 写出①处发生反应的离子方程式 _____; 写出③处发生反应的化学方程式 _____;

(3) 铁红的化学式为 _____; 分别写出铁红和氧化铜在工业上的一种主要用途: 铁红 _____; 氧化铜 _____.

解析 首先用过量铁屑将 H^+ 、 Fe^{3+} 、 Cu^{2+} 、 Au^{3+} 等离子还原成 H_2 、 Fe^{2+} 、 Cu 、 Au , 发生 4 个反应, E 中应为 Fe^{2+} , 因为后面生成铁红, 故⑤为碱液氢氧化钠, 试剂②是将过量铁屑溶解, 试剂③是将 Cu 、 Au 分离应为稀硝酸, 从 C 中的 Cu^{2+} 到氧化铜, 也应为碱液氢氧化钠.

答案: (1) ①铁屑 ②稀硫酸 ③稀硝酸 ④氢氧化钠 ⑤氢氧化钠



(3) Fe_2O_3 用作红色涂料 用作制造铜盐的原料.

七、常见的金属活动性关系与氧化还原知识和离子反应知识的联系应用

例 7 在浓盐酸中 H_3AsO_3 与 SnCl_2 反应的离子方程式为: $3\text{SnCl}_2 + 6\text{Cl}^- + 2\text{H}_3\text{AsO}_3 + 6\text{H}^+ = 2\text{As} + 3\text{SnCl}_6^{2-} + 6\text{M}$, 关于该反应的说法中正确的组合是 ().

①氧化剂是 H_3AsO_3 ; ②还原性: $\text{Cl}^- > \text{As}$; ③每生成 7.5 g As, 还原剂失去的电子为 0.3 mol; ④M 为 OH^- ; ⑤ SnCl_6^{2-} 是氧化产物

- A. ①③⑤ B. ①②④⑤
 C. ①②③④ D. ①③

解析 方程式中 Sn 元素从 +2 价上升至 +4 价, SnCl_2 是还原剂, SnCl_6^{2-} 是氧化产物; As 元素从 +3 价下降到 0 价, H_3AsO_3 是氧化剂, As 是还原产物. Cl 元素化合价没有发生变化, 不能推出还原性: $\text{Cl}^- > \text{As}$, 每生成 7.5 g As, 还原剂失去电子的物质的量为 $75 \text{ g/mol} (7.5 \text{ g}) \times 3 = 0.3 \text{ mol}$. 根据质量和电荷守恒推知 M 应为 H_2O .

答案: A.

八、常见的金属的性质与电解质溶液、电解理论的综合考查

例 8 把铝条放入盛有过量稀盐酸的试管中, 不影响氢气产生速率的因素是 ().

- A. 盐酸的浓度 B. 铝条的表面积
 C. 溶液的温度 D. 加少量 Na_2SO_4

解析 铝与盐酸反应的实质是 $2\text{Al} + 6\text{H}^+ = 2\text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2 \uparrow$, 因此盐酸的浓度、铝条的表面积和溶液的温度均会影响反应的速率, 而加少量 Na_2SO_4 对溶液中的各物质的浓度没有影响, 不会影响反应速率. 答案: D.

九、以金属元素及其化合物的性质为背景的综合计算

例 9 镁铝合金 5.1 g 溶于 300 mL 2 mol/L 的盐酸中, 在标准状况下放出气体的体积为 5.6 L. 向反应后的溶液中加入足量氨水, 产生沉淀的质量为 ().

- A. 5.1 g B. 10.2 g C. 13.6 g D. 15.3 g

解析 根据电荷守恒: $n(\text{OH}^-) = 3n(\text{Al}^{3+}) + 2n(\text{Mg}^{2+}) = 2n(\text{H}_2)$, 再根据质量守恒得: $m(\text{沉淀}) = m(\text{合金}) + m(\text{OH}^-) = 5.1 \text{ g} + 2 \times \frac{5.6 \text{ L}}{22.4 \text{ L/mol}} \times 17 = 13.6 \text{ g}$. 答案: C.

十、以金属元素及其化合物的性质为背景的实验试题

例 10 现拟在实验室里利用空气和镁粉为原料制取少量氮化镁 (Mg_3N_2). 已知实验中可能会发生下列反应:

- ① $2\text{Mg} + \text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{MgO}$;
 ② $3\text{Mg} + \text{N}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{Mg}_3\text{N}_2$;
 ③ $2\text{Mg} + \text{CO}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{MgO} + \text{C}$;
 ④ $\text{Mg} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{MgO} + \text{H}_2 \uparrow$;
 ⑤ $\text{Mg}_3\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O} = 3\text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{NH}_3 \uparrow$.

可供选择的装置和药品如下图所示(镁粉、还原铁粉均已干燥, 装置内所发生的反应是完全的, ►

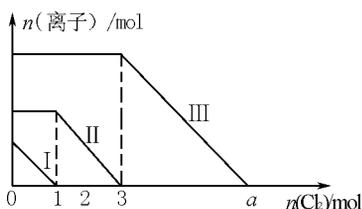
化学反应中的优先规律在解题中的应用

江西省高安中学 (330800) 胡谈香

一、氧化还原反应中的优先规律

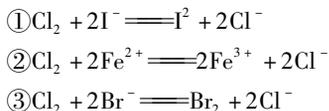
在同一溶液中,若同时有几种不同的还原剂可与同一种氧化剂发生反应时,则它首先与其中还原性最强的还原剂反应,后依次进行反应;同理,若同时有几种不同的氧化剂可与同一种还原剂反应时,则它首先与其中氧化性最强的氧化剂反应,后依次反应。

例1 向仅含 Fe^{2+} 、 I^- 、 Br^- 的溶液通入适量氯气,溶液中这三种离子的物质的量的变化如图所示。下列说法正确的是()。



- A. 线段Ⅲ代表 Fe^{2+} 的变化情况
- B. 线段Ⅰ代表 Br^- 的变化情况
- C. a 值等于 6
- D. 原混合液中 $n(FeBr_2) = 4 \text{ mol}$

解析 溶液中的三种离子 Fe^{2+} 、 I^- 、 Br^- 都能被氯气氧化,由于三者还原性由强到弱的顺序为 $I^- > Fe^{2+} > Br^-$,所以它们与 Cl_2 反应的先后顺序为:



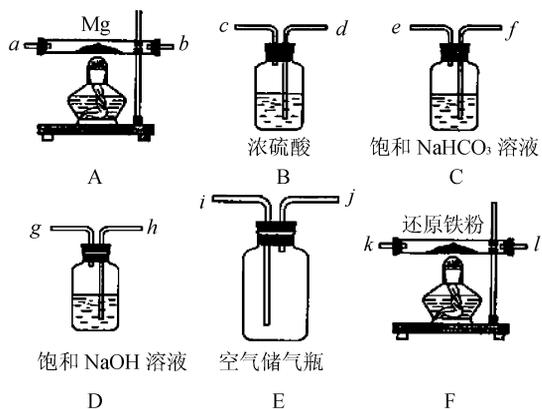
因此可知,图中曲线 I、II、III 分别代表 I^- 、 Fe^{2+} 、 Br^- 。I、 Fe^{2+} 分别消耗 Cl_2 1 mol、2 mol,通过方程式①②计算可知 I^- 为 2 mol, Fe^{2+} 为 4 mol。

根据电荷守恒 $2n(Fe^{2+}) = n(Br^-) + n(I^-)$
 $n(Br^-) = 2n(Fe^{2+}) - n(I^-) = 2 \times 4 \text{ mol} - 2 \text{ mol} = 6 \text{ mol}$ 。所以 Br^- 消耗 Cl_2 为 3 mol,所以 $a = 6$ 。所以正确答案为 C。

练习 在含有 $Cu(NO_3)_2$ 、 $Zn(NO_3)_2$ 、 $Fe(NO_3)_3$ 、 $AgNO_3$ 各 0.01 mol 的酸性混合液中加入 0.01 mol 铁粉,经搅拌后,发生的变化是()。

- A. 铁溶解,析出 0.01 mol Ag 和 0.05 mol Cu
- B. 铁溶解,析出 0.01 mol Ag,并放出 H_2
- C. 铁溶解,析出 0.01 mol Ag,溶液中没有 Fe^{3+}

▶ 整套装置的末端与干燥管相连)。



回答下列问题:

(1) 在设计实验方案时,除装置 A、E 外,还选择的装置(填字母代号)及其目的分别 _____。

(2) 连接并检查实验装置的气密性。实验开始时,打开自来水的开关,将空气从 5 升的储气瓶压入反应装置,则气流流经导管的顺序是(填字母代号) _____。

(3) 通气后,如果同时点燃 A、F 装置的酒精灯,

对实验结果有何影响? _____,原因是 _____。

(4) 请设计一个实验,验证产物是氮化镁: _____。

解析 本实验的目的是:在实验室里利用空气和镁粉为原料制取少量氮化镁(Mg_3N_2),而在实验中,氧气、二氧化碳和水都能与镁反应,所以在把氮气通入 A 之前要除去空气中的氧气、二氧化碳和水蒸气,除去氧气要用装置 F,除去二氧化碳要用装置 D,除去水蒸气要用装置 B,并且除去的由前到后的顺序为:二氧化碳 - 水蒸气(从装置 D 中会带出水蒸气) - 氧气。

答案: (1) B 目的是除去空气中的水蒸气,避免反应④发生; D 目的是除去空气中的 CO_2 ,避免反应③发生; F 目的是除去空气中的 O_2 ,避免反应①发生。 (2) $j \rightarrow h \rightarrow g \rightarrow d \rightarrow c \rightarrow k \rightarrow l$ (或 $l \rightarrow k$) $\rightarrow a \rightarrow b$ (或 $b \rightarrow a$); (3) 制得的氮化镁将不纯,因为 A 装置没有排完空气前就加热会让空气中的氧气、 CO_2 、水蒸气等与镁反应; (4) 将产物取少量置于试管中,加入适量水,将润湿的红色石蕊试纸置于试管口,如果能够看到润湿的红色石蕊试纸变蓝,则说明产物是氮化镁。

(收稿日期:2013-03-21)