

非常道

反应,将放出的气体与 1.12 L O_2 (标准状况)混合,通入水中恰好全部吸收,则合金中 Cu 的质量是()。

- A 9.6 g; B 6.4 g;
C 3.2 g; D 1.6 g

解析 该题为连续反应的计算,因金属与硝酸反应的产物无法判断,故不便列式。但整个过程可视为硝酸先得电子后失电子仅起传递电子作用,故有合金所失电子数等于 O_2 所得电子数。设合金中 Cu 质量为 x g:

$$\frac{x \text{ g}}{64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 2 + \frac{14 \text{ g} - x \text{ g}}{108 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = \frac{1.12 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 4,$$

解得 $x=3.2$ 。

答案 C。

点评 使用电子守恒时,一般在一系列反应中某物质担任了“桥梁”的作用。

链接练习

1. 准确称取 6 g 铝土矿样品(含 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 、 SiO_2),加入 100 mL 硫酸溶液,充分反应后滤液中加入 $10 \text{ mol} \cdot L^{-1}$ NaOH 溶液,产

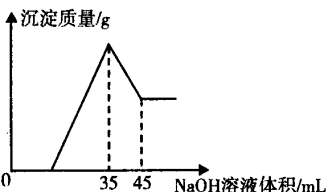


图 2

生沉淀的质量与加入 NaOH 溶液体积的关系如图 2 所示,则所用硫酸溶液的物质的量浓度为()。

- A $3.50 \text{ mol} \cdot L^{-1}$; B $1.75 \text{ mol} \cdot L^{-1}$;
C $1.85 \text{ mol} \cdot L^{-1}$; D 无法计算

2. 将镁带在空气中燃烧的全部产物溶解在 500 mL 浓度为 $1.8 \text{ mol} \cdot L^{-1}$ 的盐酸中,以 20 mL $0.9 \text{ mol} \cdot L^{-1}$ 的 NaOH 溶液中和多余的盐酸,然后在此溶液中加入过量的 NaOH 使氨全部蒸出来,用足量盐酸吸收经测定氨为 0.102 g。求镁带的质量。

3. 将 5.1 g Mg、Al 合金投入 500 mL $2 \text{ mol} \cdot L^{-1}$ 盐酸中,金属完全溶解后,再加入 $4 \text{ mol} \cdot L^{-1}$ NaOH 溶液多少毫升时所得沉淀质量最多?

链接练习参考答案

1. B。提示:从图中可以看出,当沉淀达到最大时,溶液溶质全部为硫酸钠,根据元素守恒即可求出 $c=1.75 \text{ mol} \cdot L^{-1}$ 。

2. 0.792 g。提示:当盐酸被恰好中和时,溶液中溶质为 NaCl、 NH_4Cl 、 $MgCl_2$,根据溶液中电荷守恒得 $n(Na^+) + n(NH_4^+) + 2n(Mg^{2+}) = n(Cl^-)$,可求得镁带质量为 0.792 g。

3. 250 mL。提示:沉淀最多时刚好生成 NaCl,所以需 250 mL 该 NaOH 溶液。

(作者单位:江苏省泰兴市第三高级中学)



江苏 谢兆贵

镁、铝及其化合物在工业及生活中有着重要而广泛的用途,特别是铝及其化合物的两性,在题目中的计算形式方法性和技巧性均较强,是金属及其化合物知识的重点与难点。代表题型有镁的强还原性、铝盐与强碱反应产物的讨论、天平平衡问题、含铝化合物沉淀图象题等。

例 1 相同质量的镁条分别在氧气、氮气、空气中充分燃烧,所得固体的质量由大到小的顺序是_____;过量的镁条分别在相同状况下,相同体积的氧气、氮气、空气中充分燃烧,生成的固体产物的质量由大到小的顺序是_____。

解析 本题假设空气是氧气和氮气的混合物,考查考生对 MgO 、 Mg_3N_2 的熟悉程度,用质量差量法可以来解决问题。反应方程式依次为 $2Mg + O_2 = 2MgO$, $2Mg + CO_2 = 2MgO + C$, $3Mg + N_2 = Mg_3N_2$,经计算可判断出由大到小顺序为: O_2 、空气、 N_2 、 N_2 、空气、 O_2 。

例 2 将等物质的量的镁和铝相混合,取等质量该混合物 4 份,分别加到足量的下列溶液中,充分反应后,放出氢气最多的是()。

- A $3 \text{ mol} \cdot L^{-1}$ HCl; B $4 \text{ mol} \cdot L^{-1}$ HNO_3 ;
C $8 \text{ mol} \cdot L^{-1}$ NaOH; D $18 \text{ mol} \cdot L^{-1}$ H_2SO_4

解析 在镁、铝混合物中加入 HNO_3 和浓硫酸都不能产生 H_2 ,加入 NaOH 溶液只有 Al 与 NaOH 溶液反应生成 H_2 ,而镁不反应;而加入 HCl,镁与铝都与盐酸反应生成 H_2 ,所以 H_2 量最多,选 A。需注意该题中溶液的浓度不是计算的数据,而是判断溶液属于“浓”或是“稀”。 $8 \text{ mol} \cdot L^{-1}$ 以上的 HCl、 H_2SO_4 、 HNO_3 通常认为是浓酸。

例 3 取一根镁条置于坩埚内点燃,得到氧化镁和氮化镁混合物的总质量为 0.470 g,冷却后加入足量水,将反应产物加热蒸干并灼烧,得到的氧化镁质量为 0.486 g。

(1) 写出氮化镁与水反应生成氢氧化镁和氨的化学方程式。

(2) 计算燃烧所得混合物中氮化镁的质量分数。



通过守恒法或差量法求解。

解析 (1) 化学方程式为: $Mg_3N_2 + 6H_2O = 2NH_3 \uparrow + 3Mg(OH)_2 \downarrow$ 。

(2) 解法 1: 设原混合物中 Mg_3N_2 的质量为 x , 由 Mg_3N_2 经一系列反应生成的 MgO 的质量为 y 。根据 Mg 原子个数守恒得: $Mg_3N_2 \rightarrow 3MgO$, $y = \frac{120}{100}x$ 。

$$\text{以此, } (0.470 \text{ g} - x) + \frac{120}{100}x = 0.486 \text{ g}, x = 0.080$$

$$\text{g}, \frac{0.080 \text{ g}}{0.470 \text{ g}} \times 100\% = 17\%.$$

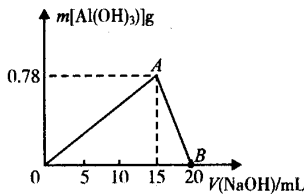
解法 2: 根据差量关系可得:

$$\frac{0.486 \text{ g} - 0.470 \text{ g}}{3 \text{ mol} \times 40 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} - 1 \text{ mol} \times 100 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = \frac{m(Mg_3N_2)}{1 \text{ mol} \times 100 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}$$

$$m(Mg_3N_2) = 0.080 \text{ g}, \frac{0.080 \text{ g}}{0.470 \text{ g}} \times 100\% = 17\%.$$



例 4 向 20 mL 某物质的量浓度的 $AlCl_3$ 溶液中滴入 $2 \text{ mol} \cdot L^{-1}$ $NaOH$ 溶液时, 得到的 $Al(OH)_3$ 沉淀质量与所加 $NaOH$ 溶液体积



(mL) 的关系如右图所示, 试回答下列问题:

- 图中 A 点表示的意义是_____。
- 图中 B 点表示的意义是_____。
- 上述两步反应用总离子方程式可表示为_____。

(4) 若溶液中有 $Al(OH)_3$ 沉淀 0.39 g, 则此时用去 $NaOH$ 溶液的体积为_____。



有关图象的问题, 通常的解法是“三看”: 一看起点; 即加入极少量 X 物质时, 看能否产生沉淀; 二看终点; 即加入过量的 X 物质时, 看所生成的沉淀能否全部消失;

前二“看”直观, 难度较小, 所以应先考虑。第三“看”难度大些, 要求正确书写出变化过程中的反应方程式, 尤其是化学方程式中的化学计量数。

答案 (1) 得到 $Al(OH)_3$ 沉淀的最大值;

(2) $Al(OH)_3$ 沉淀完全溶解;

(3) $Al^{3+} + 4OH^- = AlO_2^- + 2H_2O$;

(4) 7.5 mL 或者 17.5 mL。



例 5 托盘天平两托盘分别放有等质量的烧杯和等质量的 $n \text{ mol}$ 盐酸, 天平平衡。向两托盘分别放入 $a \text{ g}$ 金属钠、 $b \text{ g}$ 金属镁, 反应后(设无液体溅出)天平仍平衡。

(1) 若盐酸均过量时, a 与 b 的关系是_____。

(2) 若盐酸均不足量, a 、 b 与 n 的关系是_____。



根据题意反应后天平仍平衡, 应符合: 二者的投入质量与逸出质量之差仍相等, 以此

为思路, 讨论计算 a 、 b 、 n 的关系。

(1) 酸均过量, 逸出的氢气均应由酸提供。不必再考虑钠与水的反应, $a \text{ g}$ Na 应逸出 $\frac{a}{23} \text{ g}$ H_2 , $b \text{ g}$ Mg 应逸出 $\frac{b}{12} \text{ g}$ H_2 。巧解时可由同物质的量的 Na 或 Mg 与过量酸反应时, 剩余的溶液质量相等考虑。(即 23 g 钠逸出 1 g, 24 g Mg 逸出 2 g, 余溶液等质量)。即得 Na 与 Mg 的物质的量相等, $a : b = 23 : 24$ 。

(2) 酸不足时, 须考虑过量的 Na 与水的反应。由 Mg 提供的氢气只能由不足量盐酸提供, 由此可得恒等式为 $a \text{ g} - \frac{a}{23} \text{ g} = b \text{ g} - 0.5n \text{ g}$ 。

综上所述, 总结此类问题的突破方法: 熟悉镁及其化合物的转化关系; 将铝及其化合物的两性与过量计算相结合; 结合图象综合分析; 充分利用守恒关系。

链接练习

1. 将 1.2 g 金属镁在空气中点燃后生成物为氧化镁和氯化镁, 将它们溶于 $3 \text{ mol} \cdot L^{-1}$ 50 mL 的盐酸中, 再用 $2 \text{ mol} \cdot L^{-1}$ $NaOH$ 溶液 20 mL 恰好将多余盐酸中和, 且无气体放出。则生成氯化镁的质量是()。

A 1.0 g; B 0.5 g; C 0.1 g; D 0.05 g

2. 铝粉投入某无色澄清溶液中产生 H_2 , 则下列离子组合中正确的是()。

A H^+ 、 Mg^{2+} 、 Al^{3+} 、 NO_3^- ;

B Na^+ 、 Al^{3+} 、 Cl^- 、 Ba^{2+} ;

C OH^- 、 Al^{3+} 、 Cl^- 、 NO_3^- ;

D OH^- 、 Ba^{2+} 、 Cl^- 、 NO_3^-

3. 将各盛有 100 mL $1 \text{ mol} \cdot L^{-1}$ H_2SO_4 的 2 个烧杯放在天平的 2 个托盘上, 天平平衡。向烧杯中加入下列物质, 天平仍平衡的是()。

A 左端加 0.1 mol Mg , 右端加 0.1 mol Zn ;

B 左端加 0.2 mol Mg , 右端加 0.2 mol Zn ;

C 左端加 5 g Mg , 右端加 5 g Zn ;

D 左端加 10 g Mg , 右端加 10 g Zn

4. 称取由 $Al(OH)_3$ 、 $NaHCO_3$ 、 $CaCO_3$ 三者混合而成的固体混合物 5 g, 溶于 0.2 L $1 \text{ mol} \cdot L^{-1}$ 的盐酸中, 完全溶解后, 放出 CO_2 0.784 L (标准状况), 把 CO_2 完全除去后, 再加入 $1.2 \text{ mol} \cdot L^{-1}$ 氨水 0.15 L, 待完全沉淀后, 过滤并洗涤沉淀, 洗液和滤液混合, 用 $0.75 \text{ mol} \cdot L^{-1}$ 盐酸滴定, 用了 40 mL 才将剩余碱中和, 求原固体混合物各物质的质量分数。

链接练习参考答案

1. B. 2. A、D. 3. D.

4. $Al(OH)_3$: 36.4%, $NaHCO_3$: 33.6%, $CaCO_3$: 30%。

(作者单位: 江苏省盐城中学)