

利用“三个守恒”进行金属与硝酸反应的计算

安徽省灵璧中学 234200 王法鹏

摘要:金属与硝酸的反应,产物比较复杂,涉及到的计算种类较多,是中学化学计算中的重点、难点内容之一,也是重要的考点之一.利用“三个守恒”进行计算,可以简化计算过程,具有很好的解题效果.

关键词:金属与硝酸;三个守恒;化学计算

电子守恒、电荷守恒和物料守恒是化学计算中常用的三个守恒,在化学计算中具有非常重要的作用,利用“三个守恒”进行金属与硝酸反应的计算可以简化计算过程、省略解题步骤,提高解题正确率,具有很重要的意义.

电子守恒:氧化还原反应中,氧化剂得电子总数等于还原剂失电子总数.电子守恒是氧化还原反应计算的基础和依据,金属与硝酸的反应均是氧化还原反应,所以在进行金属与硝酸的反应中,电子守恒具有很重要的意义.

电荷守恒:在溶液中,阳离子所带正电荷总数等于阴离子所带负电荷总数.金属与硝酸反应后,金属失电子以阳离子形式存在于溶液中,一个 OH^- 离子带有一个单位负电荷,利用电荷守恒关系,完全沉淀金属阳离子时所需 OH^- 物质的量即为金属失电子总数.

物料守恒:即为原子守恒的另一种说法,任一化学反应前后元素原子种类和数量分别保持不变.金属与硝酸反应以后,硝酸中氮原子有三个去处,一是体现酸性参与成盐存在于硝酸盐中,二是参与还原反应,存在于还原产物(NO 、 NO_2 等)中,三是过量存在于反应后的硝酸溶液中,可以根据反应后溶液的PH值进行计算.根据物料守恒,硝酸的总物质的量等于参与成盐的硝酸根加上被还原的硝酸(即 NO 、 NO_2 的总物质的量)和过量的硝酸(即反应后溶液中氢离子的物质的量).

在进行金属与硝酸的反应计算中,可以综合利用“三个守恒”,提升解题效率.

例1 Zn 与 HNO_3 反应, Zn 和被还原的 HNO_3 的物质的量之比为4:1则 HNO_3 的还原产物可能为()

A. NO_2 B. NO C. N_2O D. NH_4NO_3

解析 设还原产物中氮元素的化合价为 x ,由电子守恒: $4 \times 2(\uparrow) = 1(\downarrow) \times (5 - x)$,解得: $x = -3$.

答案:D

例2 取 m 克 Mg 和 Cu 的合金完全溶于浓 HNO_3 中,反应过程中 HNO_3 被还原只产生8960 mL NO_2 和672 mL N_2O_4 气体(SPT),向反应后的溶液中加入足量的 NaOH 溶液,形成沉淀质量为17.02克,则 m 的值为()

A. 8.64克 B. 9.20克
C. 9.00克 D. 9.44克

解析 由电子守恒与电荷守恒, m g Mg 和 Cu 共失去电子为 $n(e^-) = n(\text{OH}^-) \times 1 = 0.46 \text{ mol}$,即 Mg^{2+} 和 Cu^{2+} 共需要结合 0.46 mol OH^- ,因此有 $m + 0.46 \text{ mol} \times 17 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 17.02 \text{ g}$,解得 $m = 9.20 \text{ g}$

答案:B

例3 将51.2 g Cu 完全溶于适量浓硝酸中,收集到氮的氧化物(含 NO 、 N_2O_4 、 NO_2)的混合物共0.8 mol,这些气体恰好能被500 mL $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaOH 溶液完全吸收,生成 NaNO_3 和 NaNO_2 的混合溶液,其中生成的 NaNO_3 的物质的量为()

(已知 $\text{NO} + \text{NO}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$, $2\text{NO}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaNO}_3 + \text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$)

A. 0.2 mol B. 0.4 mol
C. 0.6 mol D. 0.8 mol

解析 51.2 g Cu 即为0.8 mol Cu ,根据电子守恒, Cu 失去的电子等于 NaNO_2 生成时得到的电子,则 NaNO_2 为0.8 mol,再由物料守恒即 Na^+ 守恒知: $n(\text{Na}^+) = n(\text{NaNO}_2) + n(\text{NaNO}_3)$,得 NaNO_3 为

0.2 mol.

答案:A

例4 将11.2g的Mg和Cu的混合物完全溶解于足量的硝酸中,收集反应产生的气体X,再向所得溶液中加入适量的NaOH溶液,产生21.4g沉淀,根据题意推断气体X的成分可能是()

- A. 0.3mol NO₂ 和 0.3mol NO
- B. 0.2mol NO₂ 和 0.1mol N₂O₄
- C. 0.1mol NO、0.2mol NO₂ 和 0.05mol N₂O₄
- D. 0.6mol NO

解析 混合物与硝酸的反应中Mg、Cu的变化分别为:Mg ~ Mg²⁺ ~ 2OH⁻ ~ Mg(OH)₂ ~ 2e⁻、Cu ~ Cu²⁺ ~ 2OH⁻ ~ Cu(OH)₂ ~ 2e⁻,由固体物料守恒、电荷守恒与电子守恒可知增加的质量为OH⁻的质量,转移电子的物质的量与OH⁻的物质的量相等,则有n(OH⁻) = (21.4 - 11.2)g ÷ 17g·mol⁻¹ = 0.6 mol,故反应转移的电子的物质的量也为0.6 mol. 选项A转移电子的物质的量为0.3mol × 1 + 0.3mol × 3 = 1.2 mol,不正确;选项B转移电子的物质的量为0.2mol × 1 + 0.1mol × 2 = 0.4 mol,不正确;选项C转移电子的物质的量为0.1mol × 3 + 0.2mol × 1 + 0.05mol × 2 = 0.6 mol,正确;选项D转移电子的物质的量为0.6mol × 3 = 1.8 mol,不正确.

答案:C

例5 将一定量的铁粉加入到一定浓度的稀硝酸中,金属恰好完全溶解,反应后溶液中存在:Fe²⁺与Fe³⁺的浓度之比3:2,则参加反应的Fe与HNO₃的物质的量之比为()

- A. 1:1
- B. 5:16
- C. 2:3
- D. 3:2

解析 设反应中有3molFe²⁺、2molFe³⁺,则转移电子的物质的量为3mol × 2 + 2mol × 3 = 12 mol,根据得失电子守恒,由H⁺ + NO₃⁻ + 3e⁻ = NO↑ + H₂O,可知反应中被还原的HNO₃是4mol,与Fe²⁺、Fe³⁺参与成盐的NO₃⁻根据物料守恒为12mol,所以参加反应的Fe的物质的量为5mol,参加反应HNO₃的物质的量是12mol + 4mol = 16mol.

答案:B

例6 足量铜溶于一定量浓硝酸,产生NO₂、N₂O₄、NO的混合气体,这些气体与1.12LO₂(SPT)混

合后通入水中,气体被完全吸收.若向原所得溶液中加入5mol/L H₂SO₄溶液100mL,则继续溶解的铜的质量为()

- A. 6.4 g
- B. 9.6 g
- C. 19.2 g
- D. 24 g

解析 设初始溶解铜的物质的量为n mol,则铜失去2n mol电子被氮元素得到形成NO₂、N₂O₄、NO,这些氧化物再与O₂、H₂O反应生成HNO₃,则由电子守恒:2n = 1.12L/22.4mol/L × 4,解得n = 0.1mol.根据电荷守恒,溶液中NO₃⁻的物质的量为0.2mol,由3Cu + 8H⁺ + 2NO₃⁻ = 3Cu²⁺ + 2NO↑ + 4H₂O, H⁺过量,所以继续溶解铜的质量为0.3mol × 64g/mol = 19.2g.

答案:C

例7 向wg的Fe、FeO、Fe₂O₃、Fe₃O₄、FeCO₃和Fe(OH)₃组成的混合物中加入600mL 4mol/L的硝酸恰好固体全部溶解.假设还原产物只有NO,将产生的NO与6720mL O₂(SPT)混合并通入足量水中,气体全部被吸收.取少量反应后的溶液,向其中滴加KSCN溶液不显红色.另取wg原固体混合物在高温下通入足量的H₂完全反应,得到铁的质量为()

- A. 22.4 g
- B. 28.0 g
- C. 56.0 g
- D. 78.4 g

解析 反应中硝酸的还原产物只有NO,可以与6720mL O₂(SPT)完全又转化为硝酸,由电子守恒:n(NO) × 3 = n(O₂) × 4,解得n(NO) = 0.4mol,由物料守恒与电荷守恒,参与成盐的硝酸的物质的量为600 × 10⁻³L × 4mol/L - 0.4mol = 2.0mol,即n(Fe(NO₃)₂) = 1.0mol,所以wg混合物中含有铁的物质的量为1.0mol,根据质量守恒,与H₂在高温下反应后得到铁的物质的量为1.0mol,质量为1.0mol × 56g/mol = 56.0 g.

跟踪练习:

1. 9.8g镁、铝混合物溶解在一定量的热浓硝酸中,当金属完全溶解后收集到标准状况下8.96 L NO₂和2.24 L N₂O₄气体,向反应的溶液中加入足量的氨水,则生成的沉淀有()

- A. 18克
- B. 20克
- C. 22克
- D. 24克

2. 将Mg和Cu的合金2.64克,投入适量的稀

HNO_3 中恰好反应, 固体全部溶解时, 收集的还原产物为 NO , 体积为 0.896L (SPT), 向反应后的溶液中加入 2mol/L NaOH 溶液 60mL 时, 金属离子恰好完全沉淀, 则形成沉淀的质量为()

- A. 4.32 克 B. 4.68 克
C. 5.36 克 D. 6.38 克

3. 含 n 克 HNO_3 的稀溶液恰好与 m 克 Fe 完全反应, 若 HNO_3 只被还原为 NO , 则 $n:m$ 可能是①5:1

②9:2③3:1④2:1 ⑤4:1

- A. ②③⑤ B. ①③④
C. ②③④ D. ①③

4. 将 14 克 Ag 和 Cu 的合金与一定浓度的 HNO_3 反应, 全部溶解后, 产生的气体再通入 1.12L (SPT) O_2 , 恰好完全吸收, 求合金中各成分的含量?

参考答案: 1. B、2. B、3. A、4. 合金中 $w(\text{Ag})$ 为 77.14% , $w(\text{Cu})$ 为 22.86% .

阅读分析法在高中化学元素化合物教学中的应用

江苏省沛县中学 221600 范海燕

摘要: 阅读是人们获取知识、技能, 提高自身素质的重要途径之一. 良好的阅读习惯、科学的阅读方法, 也是学好化学必不可少的条件. 利用好元素化合物这一载体, 进行阅读方法的训练, 是我们需要不断研究的课题.

关键词: 阅读分析; 元素化合物; 化学教学

阅读是人们汲取知识的主要手段, 是学生学会学习的最基础方式, 对一个人的终身学习有着极其重要的作用. 前苏联著名教育家苏霍姆林斯基有这样一句话: “阅读能教给他们思考, 而思考会变成一种激发智力的刺激”. 但是不少学生存在这样的误区: 阅读是语文或英语的事情, 化学属于理科, 只需要解题能力, 不需要阅读能力. 我们都知道, 不去阅读、读不懂, 就谈不上理解, 解题速度会受到很大的影响. 可见, 理科的阅读是必需的, 化学的学习更需要进行阅读能力的培养.

化学阅读能力是指学生通过阅读化学资料, 获取化学知识, 并应用这些知识解决化学问题的能力. 现在的高考化学试卷量大、信息给予题多, 对学生化学阅读能力的要求越来越高. 而很多学生平时的阅读速度慢, 看到三、四行文字就失去耐心; 一目十行, 捉住题目中的只言片语就急于作答, 往往掉入出题者挖好的“陷阱”中. 所以在平时的化学教学中, 就需要我们的化学教师有目的、有计划地引导学生进行阅读训练, 并传授有效的阅读策略和分析方法. 这样不仅可以使学生减少对教师讲授的依赖性, 更容易使学生获得自主学习的意识和能力.

元素化合物知识属于化学事实性知识, 是其它化学知识的源泉, 贯穿于化学学科的始终. 化学基本概念、理论的推导和应用离不开元素化合物知识, 化学实验、计算的教学也是以元素化合物知识为载体进行的, 因此这一类的化学知识常被称作是真正意义上的化学. 但是很多教师在这部分知识的教学时, 仍以教师的讲解为主, 缺乏灵活性, 难以激起学生的兴趣. 笔者尝试了在元素化合物教学中用阅读分析法, 收到了较好的效果.

一、阅读分析法在新授课有关物质的性质和用途教学中的应用

在教授有关元素化合物的性质和用途的教学中采用指导学生阅读分析的方法, 由学生通过对教师提供的资料进行阅读分析并得出结论. 这样的教学模式可使学生感觉新鲜、有趣, 探究的积极性很高, 还能获得成功的喜悦.

如, 在过氧化钠的教学中, 教师给学生提供这样一段文字材料:

过氧化钠是淡黄色粉末, 易水解, 跟水反应生成氢氧化钠和过氧化氢, 过氧化氢进一步分解生成水并放出氧气, 其水溶液有强氧化性, 可用作氧化剂、杀菌