

“铜与硝酸”类型试题的解法

江苏省泰州市张甸中学 225527 李庆国

铜与硝酸反应的计算题中,硝酸的浓度、用量的多少,对反应的还原产物、反应程度、反应类型有很大的影响,在一定程度上增加了解题的难度。然而,只要认真分析,挖掘其中隐含的条件,找准方法,就能灵活、快速地解决问题,达到事半功倍的良好效果。

一、电子守恒法

铜与硝酸的反应,由于硝酸浓度的变化,使还原产物不好判断,电子守恒法的应用可避开对产物的讨论,简单而快捷地解决问题。

例 1 将 1.92 g 铜投入到一定量的浓硝酸中,铜完全溶解,收集到 672 mL 气体(标准状况下)。将收集的气体倒扣在水槽中,充入一定量的氧气使气体完全溶解于水中。试计算,需要标准状况下氧气的体积。

解析 硝酸的还原产物有多种可能,可能是 NO₂,可能是 NO₂ 与 NO 的混合气体,还可能更复杂,从这方面入手难度较大。从试题的整体来看,整个过程相当于铜将电子转移给了氧气。则设通入的氧气为 x L,根据电子守恒可得:

$$\frac{1.92}{64} \times 2 = \frac{x}{22.4} \times 4 \text{ 解得 } x = 0.336 \text{ L.}$$

二、元素守恒法

铜与硝酸的反应,产物复杂,利用方程式进行解决,繁琐不易理解。元素守恒法可简化中间过程,直接解决问题。

例 2 38.4 mg 的铜与硝酸反应,铜全部溶解且收集到 22.4 mL 气体(标准状况下)。试计算,铜与硝酸反应中消耗硝酸的物质的量。

解析 此题并没有明确,收集到的气体是 NO₂,还是 NO。如果对之讨论,势必非常繁琐。可得:参加反应的硝酸 $n(\text{HNO}_3) = n[\text{Cu}(\text{NO}_3)_2] \times 2 + n(\text{NO}_x)$,即反应消耗硝酸: $n(\text{HNO}_3) = \frac{0.0384}{64} \times 2 + \frac{0.0224}{22.4} = 2.2 \times 10^{-3} \text{ mol.}$

三、关系式法

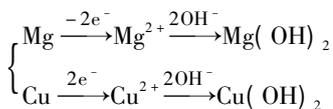
关系式法是指结合方程式、电子守恒和元素

守恒,将已知量和未知量之间的关系进行简化,从而顺利解决问题。

例 3 将 4.6 g 的镁、铜合金全部溶解于浓硝酸中,反应生成标准状况下 4.48 L 的 NO₂ 气体和 0.336 L 的 N₂O₄ 气体,向反应后的溶液中滴入足量的 NaOH 溶液。

试计算,最终生成沉淀的质量。

解析 由镁铜转化的终态结果。可以得到如下关系:



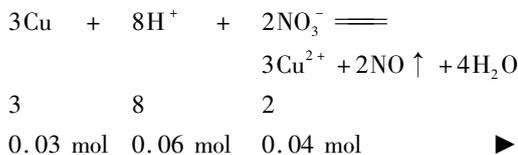
由此得出:镁、铜在化合物中的化合价均为 +2 价,故可以设合金的物质的量为 x mol,根据关系式可得: $2x = \frac{4.48}{22.4} + \frac{0.336}{22.4} \times 2 = 0.23$,根据质量守恒 $m(\text{沉淀}) = m(\text{合金}) + m(\text{OH}^-) = 4.6 + 0.23 \times 17 = 8.51 \text{ g.}$

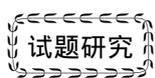
四、离子方程式法

铜与混酸的反应中,铜虽然与稀硫酸不反应,但是稀硫酸却为铜与硝酸的反应提供了 H⁺,故反应可利用离子方程式法进行解决。

例 4 在 100 mL 稀硝酸与稀硫酸的混合酸中,稀硝酸的物质的量浓度为 0.4 mol/L,稀硫酸的物质的量浓度为 0.1 mol/L,向该混合液中加入 1.92 g 的金属铜。试计算,充分反应后溶液中 Cu²⁺ 的物质的量浓度。

解析 如果利用化学方程式,稀硫酸与铜不反应,只能写出铜与稀硝酸反应的化学方程式,显然忽略了稀硫酸提供的氢离子,即 NO₃⁻ 在酸性条件下仍然具有硝酸的性质,与金属铜继续发生反应,直至 Cu、H⁺ 和 NO₃⁻ 三者中有一个消耗完为止,故要利用离子方程式法,根据:





2015 年高考“非金属及其化合物”试题解析

河南省鲁山县第三高级中学 467300 师殿峰

一、考查非金属化合物的性质

例 1 (全国理综课标卷 I) 我国清代《本草纲目拾遗》中记叙无机药物 335 种, 其中“强水”条目下写道“性最烈, 能蚀五金……其水甚强, 五金八石皆能穿滴, 惟玻璃可盛。”这里的“强水”是指()。

A. 氨水 B. 硝酸 C. 醋 D. 卤水

解析 根据题给信息可知, “强水”具有强氧化性和酸性, 而题给四种物质中只有硝酸符合题意(“性最烈, 能蚀五金……其水甚强, 五金八石皆能穿滴, 惟玻璃可盛。”)。故答案为 B。

二、考查非金属单质和化合物的性质

例 2 (上海化学卷) 二氧化硫能使溴水褪色, 说明二氧化硫具有()。

A. 还原性 B. 氧化性 C. 漂白性 D. 酸性

解析 溴水具有氧化性, 二氧化硫能使溴水褪色说明二氧化硫具有还原性(其反应为 $\text{SO}_2 + \text{Br}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HBr}$)。

故答案为 A。

三、考查非金属化合物的性质与应用

例 3 (全国理综课标卷 II) 食品干燥剂应无毒、无味、无腐蚀性及环境友好。下列说法错误的是()。

A. 硅胶可用作食品干燥剂
B. P_2O_5 不可用作食品干燥剂
C. 六水合氯化钙可用作食品干燥剂
D. 加工后具有吸水性的植物纤维可用作食品干燥剂

解析 硅胶无毒、无味、无腐蚀性, 具有吸水性, 则硅胶可用作食品干燥剂, A 项正确; P_2O_5 是酸性氧化物, 能够与水反应生成磷酸和偏磷酸, 磷酸具有腐蚀性, 偏磷酸有毒, 则 P_2O_5 不可用作食品干燥剂, B 项正确; 无水氯化钙具有吸水性, 而六水合氯化钙无吸水性, 则六水合氯化钙不能用作食品干燥剂, C 项错误; 植物纤维无毒、无味、无腐蚀性, 则加工后具有吸水性的植物纤维可用作食品干燥剂, D 项正确。故答案为 C。

► 经判断, 反应中 H^+ 少量, 应该按 H^+ 的量进行计算, 则有: $n(\text{Cu}^{2+}) = \frac{3}{8} \times 0.06 = 0.0225 \text{ mol}$,

$$c(\text{Cu}^{2+}) = \frac{0.0225 \text{ mol}}{0.1 \text{ L}} = 0.225 \text{ mol/L}.$$

五、极限讨论法

有些关于铜与硝酸的反应中, 给出的数据较少, 无法从相关方程式中计算出未知量。极限讨论法是指找到反应中的临界状态, 对临界状态的讨论中, 得出一个关于未知量的取值范围, 在此范围内找到正确答案。

例 5 将 1.92 g 的铜全部溶解于硝酸中, 反应生成 NO 、 NO_2 和 N_2O_4 的混合气体 1.12 mL (标准状况下)。则该混合气体平均相对分子质量可能为()。

A. 66 B. 50 C. 46 D. 30

解析 反应有两个临界状态, 一个为最大值, 一个为最小值, 根据极限情况讨论分析:

(1) 当混合气体为 NO 和 NO_2 时, 有 $x(\text{NO}) + y(\text{NO}_2) = 0.05$, 此时 \bar{M} 最小, 根据电子守恒可得: $3x(\text{NO}) + y(\text{NO}_2) = 0.03 \times 2$, 解得: $x = 0.005 \text{ mol}$, $y = 0.045 \text{ mol}$, 故

$$\bar{M} = \frac{0.005 \times 30 + 0.045 \times 46}{0.05} = 44.4 \text{ g/mol}$$

(2) 当混合气体为 NO_2 和 N_2O_4 时, 有 $x(\text{NO}_2) + y(\text{N}_2\text{O}_4) = 0.05$, 此时最大, 根据电子守恒可得: $x(\text{NO}_2) + 2y(\text{N}_2\text{O}_4) = 0.03 \times 2$, 解得: $x = 0.04 \text{ mol}$, $y = 0.01 \text{ mol}$, 故

$$\bar{M} = \frac{0.04 \times 46 + 0.01 \times 92}{0.05} = 55.2 \text{ g/mol}$$

由此可得: 混合气体的平均分子质量应该在 44.4 与 55.2 之间, 正确答案为 BC。

总之, “铜与硝酸”类型的试题比较灵活, 需要学生在解答中, 能够对其过程进行深入探究, 注意电子守恒、元素守恒等方法的利用, 找准方法, 快速解题。

(收稿日期: 2015-09-15)