

警惕阿伏伽德罗常数 N_A 在高考考查中的“陷阱”

江苏省南京市行知实验中学 210000 陈子健

物质的量是高中化学的核心内容,判断一定量(质量、体积、物质的量)的宏观物质含某种指定微粒的数目,即以阿伏伽德罗常数 N_A 的表述呈现的考查方式,此类题型面广,常常在题中设置“陷阱”,学生易错,具有较好的区分度,故在全国各地高考中均保持良好的稳定性和连续性。若要更好、更准确地解决此类试题,尤其要警惕题中设置的“陷阱”,下面举例说明。

例 1 (2016 届扬州中学 3 月测试题) 设 N_A 为阿伏伽德罗常数的值,下列说法正确的是()。

- A. 密闭容器中 2 mol NO 与 1 mol O_2 充分反应后,容器内气体的分子数为 $2N_A$
- B. 用惰性电极电解 $CuSO_4$ 溶液后,如果加入 0.1 mol $Cu(OH)_2$ 能使溶液复原,则电路中转移电子的数目为 $0.2N_A$
- C. 142 g Na_2SO_4 和 Na_2HPO_4 固体混合物中,阴阳离子总数为 $3N_A$
- D. 过氧化钠与水反应时,生成 0.1 mol 氧气转移的电子数为 $0.4N_A$

解析 本题四个选项中从不同角度处处设

►结合元素的电荷守恒可知电极的反应式为: $NO_3^- + 8e^- + 10H^+ = NH_4^+ + 3H_2O$; (2) 从 pH 对硝酸根去除率的影响来看,初始的 pH=4.5 时去除率低,主要是因为铁离子容易水解生成 $FeO(OH)$,同时生成的 Fe_3O_4 产率降低,且生成的 $Fe(OH)$ 不导电,同时该物质会阻碍电子的转移,所以 NO_3^- 去除率低。(3) ①从图可以看出只加铁粉和只加二价铁离子, NO_3^- 的去除率都比同时加入铁粉和二价铁离子的去除率要低,说明了不是应用了亚铁离子的还原性提高了硝酸根的去除率的,而是由于二价铁离子破坏了 $FeO(OH)$ 生成四氧化三铁;(4) pH 升高,三价铁离子越容易生成 $FeO(OH)$,又因为 $FeO(OH)$ 不导电,所以 NO_3^- 的去除率越低。

剖析 这道题目主要考察了电化学的反应原理,同时还考察了氧化还原反应,离子的水解以及 pH 的问题。这道题给出的图比较多,基本上都是考

陷,许多学生都认为选项 A 2 mol NO 与 1 mol O_2 刚好完全反应生成 2 mol NO_2 ,误认为容器内气体的分子数为 $2N_A$,忽视了 NO_2 常温下就存在平衡 $2NO_2 \rightleftharpoons N_2O_4$ 的“陷阱”,所以容器内气体的分子数应小于 $2N_A$,故选项 A 错误。选项 B 中已明确用惰性电极电解 $CuSO_4$ 溶液,根据电解 $CuSO_4$ 溶液方程式: $2CuSO_4 + 2H_2O = 2Cu + 2H_2SO_4 + O_2 \uparrow$,加入 0.1 mol $Cu(OH)_2$ 能使溶液复原, $H_2SO_4 + Cu(OH)_2 = CuSO_4 + 2H_2O$,“陷阱”就在加入 0.1 mol $Cu(OH)_2$ 与生成的 H_2SO_4 反应生成 0.2 mol H_2O ,而电解消耗的水是 0.1 mol,则 $CuSO_4$ 全部电解,还要电解 0.1 mol,所以电路中转移电子的数目为 $0.4N_A$,选项 B 错误。选项 C 中以 Na_2SO_4 和 Na_2HPO_4 固体混合物,不会分析比较的考生无从下手,另对 Na_2HPO_4 误认为有 Na^+ 、 H^+ 、 PO_4^{3-} 实际上固体中含的 2 个 Na^+ 、1 个 HPO_4^{2-} 共 3 个离子, Na_2SO_4 和 Na_2HPO_4 的摩尔质量均为 142 g/mol, 142 g Na_2SO_4 和 Na_2HPO_4 固体混合物计算物质的量为 1 mol,阴阳离子总数为 $3N_A$,故选项 C 正确。选项 D 由方程式 $2Na_2O_2 + 2H_2O = 4NaOH + O_2 \uparrow$,转移

生在复习预习的过程中没有遇到过的,需要考生自己分析题目给出的信息,分析实验现象。这道题目有效地考察了考生的读图能力以及信息提取能力,难度较大,但是只要考生熟练掌握教材中的基本知识,认真分析题目中的信息,同样可以快速准确的作答。

四、学习攻略

分析以上几例高考电化学试题,不难发现,高考中和电化学有关的出题和教材上的基础知识紧密联系,同时会将电化学与社会热点问题紧密衔接,主要包括新能源、环境保护、工业生产等问题;还会与中学化学中的其他知识相融合,主要包括离子水解、化学反应中的能量变化、有机化学等。

笔者结合自己多年的高三教学经验,提出以下几点学习建议:(1) 熟练掌握基础知识。(2) 总结电化学中的知识点。(3) 加强与电化学有关的专题训练。

(收稿日期:2016-07-15)

电子数为 $2e^-$, 生成 0.1 mol 氧气转移的电子数为 $0.2N_A$, 故选项 D 错误。参考答案: C。

例 2 设 N_A 为阿伏加德罗常数的值, 下列说法中正确的是()。

A. 标准状况下, 11.2 L NO 和 11.2 L SO_3 的分子总数为 $0.5N_A$

B. 0.1 mol Br_2 与足量 H_2O 或 NaOH 反应转移的电子数均为 $0.1N_A$

C. 0.1 mol 的白磷(P_4) 或四氯化碳(CCl_4) 中所含的共价键数均为 $0.4N_A$

D. 在精炼铜或电镀铜的过程中, 当阴极析出铜 32 g 转移电子数均为 N_A

解析 选项 A 中设陷 SO_3 在标准状况下是固体, 不适用气体摩尔体积 22.4 L/mol , 标准状况下 11.2 L SO_3 无法计算, 选项 A 错误。选项 B 中 Br_2 与 H_2O 反应是可逆反应, 反应程度很小, 不能完全反应, 转移的电子数均小于 $0.1N_A$, 选项 B 错误。选项 C 中白磷(P_4) 结构为正四面体, 1 mol 的白磷(P_4) 中有 6 mol P-P 共价键, 选项 C 错误。选项 D 中阴极析出铜 32 g , 即析出 0.5 mol 的铜, 由 $\text{Cu}^{2+} + 2e^- \longrightarrow \text{Cu}$ 计算转移的电子数为 1 mol , 选项 D 正确。

例 3 N_A 代表阿伏加德罗常数的值。下列说法正确的是()。

A. C_2H_4 和 C_3H_6 的混合物的质量为 $a\text{ g}$, 所含碳氢键数目为 $a N_A/7$

B. 标准状况下, $2.24\text{ L } ^2\text{H}^{35}\text{Cl}$ 中所含中子数为 $1.8N_A$

C. $50\text{ mL } 12\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 盐酸与足量 MnO_2 共热, 转移的电子数为 $0.3N_A$

D. $1\text{ L } 0.1\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaHCO_3 溶液中 HCO_3^- 和 CO_3^{2-} 的离子数之和为 $0.1N_A$

解析 选项 A 中 C_2H_4 和 C_3H_6 最简式都为 CH_2 , C_2H_4 和 C_3H_6 的混合物的物质的量为 $a/14\text{ mol}$, 所含碳氢共价键的数目为 $a N_A/7$, 故选项 A 正确。选项 B 中 $^2\text{H}^{35}\text{Cl}$ 是气体, 标准状况下 $2.24\text{ L } ^2\text{H}^{35}\text{Cl}$ 气体的物质的量是 0.1 mol , 一个 $^2\text{H}^{35}\text{Cl}$ 分子中含有 19 个质子, 所以在标准状况下, $2.24\text{ L } ^2\text{H}^{35}\text{Cl}$ 中所含中子数为 $1.9N_A$, 选项 B 错误。选项 C MnO_2 与浓盐酸在加热条件下才会反应, 随反应的进行, 盐酸的浓度变稀, 稀到一定程度时不能与 MnO_2 反应, 所以 $50\text{ mL } 12\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 盐酸不能完全反应, 转移的电子

数小于 0.3 mol , 选项 C 错误。选项 D NaHCO_3 溶液中 HCO_3^- 存在电离和水解平衡, 碳元素存在形式有 HCO_3^- 、 CO_3^{2-} 和 H_2CO_3 , 根据原子守恒或物料守恒, HCO_3^- 、 CO_3^{2-} 和 H_2CO_3 三种微粒的物质的量之和为 0.1 mol , 所以选项 D 错误。参考答案: A。

例 4 设 N_A 为阿伏加德罗常数的值, 下列说法正确的是()。

A. 1 mol Na 与 O_2 完全反应生成 Na_2O 和 Na_2O_2 的混合物, 转移电子 N_A , 生成物中离子总数为 $2N_A$

B. $1\text{ L pH}=2$ 的 NaHSO_3 溶液中, 由水电离的 H^+ 数目为 $0.01 N_A$ 个

C. 1.5 g CH_3^+ 里含有的电子数目为 N_A

D. 62 g 白磷中含有 P-P 键的数目为 $3N_A$

解析 选项 A 设置了 Na 与 O_2 完全反应生成 Na_2O 和 Na_2O_2 的混合物, 好多学生无法计算, 另 Na_2O_2 中存在 2 个 Na^+ 和一个 O_2^{2-} , 其实根据钠原子守恒计算出 Na_2O 和 Na_2O_2 的混合物的物质的量为 0.5 mol , Na_2O 和 Na_2O_2 中均含有 2 个阳离子和 1 个阴离子, 所以生成物中离子总数为 1.5 mol , 选项 A 错误。选项 B, NaHSO_3 溶液呈酸性是因为 NaHSO_3 电离出 0.01 mol H^+ , 对水的电离起抑制作用, 根据由水电离出 H^+ 和 OH^- 相等, 所以由水电离出的 H^+ 数目等于 OH^- 的数目, 由 K_w 计算出 OH^- 的浓度, 可知由水电离的 H^+ 数目为 $10^{-12} N_A$ 个, B 错误。选择项 C 中 1.5 g CH_3^+ 的物质的量是 0.1 mol , 1 个 CH_3^+ 中含有 8 个电子, 所以 1.5 g CH_3^+ 里含有的电子数目为 $0.8N_A$, C 错误。选项 D 中白磷的分子式为 P_4 , 空间结构是正四面体, 一个 P_4 分子中有 6 个 P-P 共价键, 62 g 白磷的物质的量是 0.5 mol , 所以 62 g 白磷中含有 P-P 键的数目为 $3N_A$, 答案选 D。

阿伏加德罗常数 N_A 在高考考查中主要是考查阿伏伽德罗定律、同位素的概念及原子的构成、分子组成、物质结构中化学键及共用电子对的数目、取代基及其原子团的电子、质子等、物质状态、同素异形体及最简式相同的物质、氧化还原反应转移电子数的计算、某些离子或原子团在水溶液中水解平衡、弱电解质的电离平衡、可逆反应等问题。警惕题中相关隐含的陷阱, 理清题意, 在平时复习和训练中要强化审题细节意识, 积累知识和解题思维的培养, 就可成功正确的解决此类试题。(收稿日期: 2016-06-15)