

## 例解普查考点阿伏加德罗常数

甘肃省民乐县一中 734500 刘彩虹

阿伏加德罗常数( $N_A$ )的应用考查是高考的重要考点之一,它涉及的知识面广,灵活性强,同时也是高考命题的热点。它对于学生微粒观的建立、认识物质的组成与结构等方面都有着非常重要的意义。解答该类题目时要细心审题,特别注意题目中的关键性字词,留心“陷阱”,抓住解题的核心,主要考查点例解如下。

一、考查“标准状况”、“常温常压”等外界条件的应用

1. 在标准状况下非气态物质或气态物质非标准状况下不应该用标准状况下的气体摩尔体积( $22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$ )进行计算;如  $\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{SO}_3$ 、戊烷、 $\text{CHCl}_3$ 、 $\text{CCl}_4$ 、苯、乙醇等,体积为  $22.4 \text{ L}$  时,其分子数不等于  $N_A$ 。

2. 物质的质量、摩尔质量、微粒个数与物质的量的换算不受外界条件的影响。

例1 下列说法中正确的是( $N_A$ 表示阿伏加德罗常数) ( )。

- A.  $40 \text{ g SO}_2$  气体所占的体积为  $11.2 \text{ L}$   
 B.  $7.1 \text{ g Cl}_2$  与水反应转移电子数为  $0.2N_A$   
 C.  $1 \text{ mol/L}$  的  $\text{CH}_3\text{COONa}$  溶液中,  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  数小于  $N_A$   
 D. 常温常压下,  $32 \text{ g O}_2$  和  $\text{O}_3$  的混合气体含氧原子数为  $2N_A$

解析 A. 不能确定  $\text{SO}_2$  所处的状态,因此不能计算  $\text{SO}_2$  的体积, A 错误; B. 氯气与水反应是可逆反应,则  $7.1 \text{ g Cl}_2$  与水反应转移电子数小于  $0.2N_A$ , B 错误; C. 醋酸根水解,但不能确定醋酸钠溶液的体积,则不能计算醋酸根的物质的量, C 错误; D. 氧气和臭氧均是氧原子形成的不同单质,则常温常压下,  $32 \text{ g O}_2$  和  $\text{O}_3$  的混合气体含氧原子的物质的量是  $32 \text{ g} \div 16 \text{ g/mol} = 2 \text{ mol}$ ,所以含氧原子数为  $2N_A$ , D 正确。答案: D。

二、考查物质的组成

1. 特殊物质中所含微粒(分子、原子、电子、质子、中子等)的数目。如  $\text{Ne}$ 、 $\text{H}_2\text{O}$  和  $\text{D}_2\text{O}$ 、 $^{18}\text{O}_2$  和  $\text{H}^{37}\text{Cl}$ 、 $-\text{OH}$  和  $\text{OH}^-$  等。

2. 物质中所含化学键的数目与物质的结构有关,如  $\text{H}_2\text{O}_2$ 、 $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$  中化学键的数目分别为  $3, 3n+1$ 。

3. 最简式相同的物质中的微粒数目与物质的组成有关,如  $\text{NO}_2$  和  $\text{N}_2\text{O}_4$ 、乙烯和丙烯等。

4. 摩尔质量相同的物质中的分子数相同,原子数不一定相同。如:  $\text{N}_2$ 、 $\text{CO}$ 、 $\text{C}_2\text{H}_4$  等。

例2 设  $N_A$  为阿伏加德罗常数的值。下列说法正确的是( )。

- A. 标准状况下,  $22.4 \text{ L CCl}_4$  含有  $\text{C}-\text{Cl}$  键的数目为  $4N_A$   
 B. 取  $50 \text{ mL } 14.0 \text{ mol/L}$  浓硝酸与足量铜片反应,生成气体分子的数目为  $0.35 N_A$

C. 反应  $\text{NH}_4\text{N}_3 \xrightarrow{\Delta} 2\text{N}_2 \uparrow + 2\text{H}_2 \uparrow$ , 标准状况下每生成  $22.4 \text{ L N}_2$ , 转移电子的数目为  $2 N_A$

D. 电解精炼铜时,若转移的电子数为  $N_A$  个,则阳极质量减小  $32 \text{ g}$

解析 A. 标准状况下  $\text{CCl}_4$  是液体,不能用气体摩尔体积,错误; B. 浓硝酸与  $\text{Cu}$  发生反应:  $\text{Cu} + 4\text{HNO}_3(\text{浓}) = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $n(\text{HNO}_3) = 0.05 \text{ L} \times 14.0 \text{ mol/L} = 0.7 \text{ mol}$ 。若完全发生该反应,产生的气体分子的物质的量是  $0.35 \text{ mol}$ ,分子数是  $0.35 N_A$ 。随着反应的进行,硝酸变稀,反应为:  $3\text{Cu} + 8\text{HNO}_3(\text{稀}) = 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ 。若完全反应,产生气体的分子的物质的量是  $0.7 \text{ mol} \div 4 = 0.175 \text{ mol}$ 。所以产生气体的物质的量介于  $0.35 \text{ mol}$  与  $0.175 \text{ mol}$  之间,错误; C. 在反应  $\text{NH}_4\text{N}_3 \xrightarrow{\Delta} 2\text{N}_2 \uparrow + 2\text{H}_2 \uparrow$ , 每转移  $4 \text{ mol}$  的电子,产生  $2 \text{ mol}$  的  $\text{N}_2$ 。在标准状况下每生成  $22.4 \text{ L N}_2$ , 转移电子的数目为  $2 N_A$ , 正确; D. 电解精炼铜时,粗铜作阳极。若转移的电子数为  $N_A$  个,则阳极溶解的金属既有  $\text{Cu}$ , 也有活动性比  $\text{Cu}$  强的金属,活动性弱的金属则变为阳极泥沉在容器的底部,因此质量减小可能大于  $32 \text{ g}$ , 也可能小于  $32 \text{ g}$ , 错误。答案: C。

三、考查氧化还原反应

电子转移(得失)数目问题的分析,如  $1 \text{ mol}$

$\text{Na}_2\text{O}_2$  与足量  $\text{H}_2\text{O}$  或  $\text{CO}_2$  反应,转移的电子数为  $N_A$ ; 1 mol  $\text{Cl}_2$  与足量  $\text{H}_2\text{O}$  或  $\text{NaOH}$  反应,转移的电子数为  $N_A$ ; 其他如  $\text{NO}_2$  与  $\text{H}_2\text{O}$  反应、电解  $\text{AgNO}_3$  溶液或  $\text{CuSO}_4$  溶液的反应、 $\text{Cl}_2$  与  $\text{Fe}$  的反应等,转移电子数的情况均较特殊,分析该类题目时还要注意反应产物以及过量计算问题。

例3 下列叙述正确的是( )。

A. Na 在足量  $\text{O}_2$  中燃烧,消耗 1 mol  $\text{O}_2$  时转移的电子数是  $4 \times 6.02 \times 10^{23}$

B. 盐酸和醋酸的混合溶液  $\text{pH} = 1$ , 该溶液中  $c(\text{H}^+) = 0.1 \text{ mol/L}$

C. 1 L 0.1 mol/L  $\text{NH}_4\text{Cl}$  溶液中的  $\text{NH}_4^+$  数是  $0.1 \times 6.02 \times 10^{23}$

D. 标准状况下 2.24 L  $\text{Cl}_2$  中含有 0.2 mol 共价键

解析 A. 钠与足量氧气反应,可以生成氧化钠,也可以生成过氧化钠,但氧气的物质的量一定时,由于生成物不能确定,则 O 元素的化合价不能确定,则转移的电子数不能确定,错误; B.  $\text{pH} = 1$  的溶液中  $c(\text{H}^+) = 0.1 \text{ mol/L}$ , 无论该溶液是单一的酸溶液还是混合的酸溶液,正确; C. 铵根离子会发生水解反应,所以 1 L 0.1 mol/L  $\text{NH}_4\text{Cl}$  溶液中的  $\text{NH}_4^+$  数小于  $0.1 \times 6.02 \times 10^{23}$ , 错误; D. 标准状况下 2.24 L 氯气的物质的量是 0.1 mol, 1 个氯气分子中有一个共价键,所以 1 mol 氯气中含有  $0.1 N_A$  个共价键,错误。答案: B。

#### 四、考查弱电解质的电离、盐类的水解


弱电解质在水溶液中部分电离;可水解的盐溶液中,离子发生微弱水解,电离产生的离子数量均小于理论数量。如 1 L 0.1 mol  $\cdot \text{L}^{-1}$  的乙酸溶液和 1 L 0.1 mol  $\cdot \text{L}^{-1}$  的乙酸钠溶液中  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  的数目不相等且都小于  $0.1 N_A$ 。

例4  $N_A$  为阿伏加德罗常数,下列叙述正确的是( )。

A. 1 L 0.5 mol  $\cdot \text{L}^{-1}$  氨水中所含  $\text{NH}_4^+$  数为  $0.5 N_A$

B. 1 mol Fe 与足量氯气反应转移的电子数为  $2 N_A$

C. 标准状况下 33.6 L  $\text{CO}_2$  约含有  $1.5 N_A$  个分子

D. 1 mol  中含碳碳双键数为  $3 N_A$

解析 A. 氨水中的一水合氨是弱碱,部分电

离,所以 1 L 0.5 mol  $\cdot \text{L}^{-1}$  氨水中所含  $\text{NH}_4^+$  数小于  $0.5 N_A$ , 错误; B. 由于氯气的氧化性强,可以把变价金属 Fe 氧化为高价态,所以 1 mol Fe 与足量氯气反应转移的电子数为  $3 N_A$ , 错误; C. 标准状况下 33.6 L  $\text{CO}_2$  的物质的量是 1.5 mol, 因此约含有  $1.5 N_A$  个分子,正确; D. 苯的分子结构中无碳碳双键,错误。答案: C。

#### 五、考查一些特殊的反应

一氧化氮和氧气常温常压下即可反应;二氧化氮和四氧化二氮之间的相互转化、合成氨反应等属于可逆反应,各物质的量小于理论量。

例5  $N_A$  表示阿伏加德罗常数的值,下列说法正确的是( )。

A. 一定条件下,1 mol  $\text{N}_2$  和 3 mol  $\text{H}_2$  充分反应,生成物中的 N-H 键数目为  $6 N_A$

B. 完全燃烧 1.5 mol  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$  和  $\text{C}_2\text{H}_4$  的混合物,转移电子数为  $18 N_A$

C. 100 g 98% 的浓硫酸中含氧原子个数为  $4 N_A$

D. 1 L 0.1 mol/L 的  $\text{Na}_2\text{S}$  溶液中  $\text{S}^{2-}$  和  $\text{HS}^-$  的总数为  $0.1 N_A$

解析 A. 氮气与氢气的合成反应是可逆反应,所以 1 mol  $\text{N}_2$  和 3 mol  $\text{H}_2$  充分反应,生成氨气的物质的量小于 2 mol, 则生成物中的 N-H 键数目小于  $6 N_A$ , 错误; B. 乙醇的分子式可写为  $\text{C}_2\text{H}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , 所以 1.5 mol  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$  和  $\text{C}_2\text{H}_4$  的混合物完全燃烧实际是 1.5 mol  $\text{C}_2\text{H}_4$  完全燃烧,生成二氧化碳,所以转移电子数目是  $1.5 \text{ mol} \times 2 \times 6 \times N_A = 18 N_A$ , 正确; C. 100 g 98% 的浓硫酸中硫酸的质量是 98 g, 物质的量是 1 mol, 硫酸中 O 原子数目是  $4 N_A$ , 但浓硫酸中含有 2 g 水中也含有 O 原子,所以氧原子总数大于  $4 N_A$ , 错误; D. 根据元素守恒, 1 L 0.1 mol/L 的  $\text{Na}_2\text{S}$  溶液中  $\text{S}^{2-}$  和  $\text{HS}^-$  的总数为  $0.1 N_A$ , 错误。答案: B。

总之,结合阿伏加德罗常数为  $N_A$ , 判断一定量的物质所含有的某种粒子数目的多少以及在物质转化过程中微粒数的变化,是高考命题的热点之一,在近几年的各种高考试题中保持了相当强的连续性。这种题型所涉及的内容非常丰富,并在平时的复习中应注意知识的积累和总结,并及时强化训练,定会收到满意的成效。

(收稿日期: 2015-12-15)