

# 高考题中的阿伏加德罗常数

安徽省宿州市砀山中学 235300 王 振

以阿伏加德罗常数为载体的题目是高考的传统题型之一,此类题目基本为选择题,命题的形式也都是已知阿伏加德罗常数为  $N_A$ ,判断和计算一定量的物质所含离子数的多少。主要考查知识点为物质状态、气体摩尔体积的适用条件、分子组成、物质结构和化学键数目、质子数、中子数和电子数的计算、氧化还原反应中电子转移数目、盐类的水解、弱电解质的电离、化学平衡、可逆反应、元素化合物等多方面的知识。总体说来,试题难度不大,覆盖面较广,区分度较好。本文总结分析近三年的高考试题并对经常设置的陷阱加以分析。

## 一、近三年高考试题及分析

1. (2017年新课标Ⅱ)阿伏加德罗常数的值为  $N_A$ 。下列说法正确的是( )。

A. 1 L 0.1 mol/L  $\text{NH}_4\text{Cl}$  溶液中,  $\text{NH}_4^+$  的数量为  $0.1N_A$

B. 2.4 g Mg 与  $\text{H}_2\text{SO}_4$  完全反应,转移的电子

数为  $0.1N_A$

C. 标准状况下, 2.24 L  $\text{N}_2$  和  $\text{O}_2$  的混合气体中分子数为  $0.2N_A$

D. 0.1 mol  $\text{H}_2$  和 0.1 mol  $\text{I}_2$  于密闭容器中充分反应后,其分子总数为  $0.2N_A$

**解析** A.  $\text{NH}_4^+$  是弱碱阳离子,发生水解,因此  $\text{NH}_4^+$  数量小于  $0.1N_A$ ,所以 A 错误; B. 2.4 g Mg 的物质的量为 0.1 mol, 1 mol Mg 与硫酸完全反应转移 2 mol 电子,所以 0.1 mol Mg 转移电子数为 0.2 mol,故 B 错误; C. 标准状况下, 2.24 L 任何气体的物质的量都为 1 mol,所以 2.24 L  $\text{N}_2$  和  $\text{O}_2$  的混合气体中分子数为  $0.1N_A$ ,故 C 错误; D.  $\text{H}_2 + \text{I}_2 \rightleftharpoons 2\text{HI}$ ,反应前后系数之和相等,所以反应前后物质的量不变,其分子总数为  $0.2N_A$ ,故 D 正确。答案选 D。

2. (2017年新课标Ⅲ)  $N_A$  为阿伏加德罗常数的值。下列说法正确的是( )。

►介于 Q、X 之间,结合②可知,Cl 元素的化合价为  $X > Z > Q$ ,所以五种化合物中氯的化合价由低到高的顺序为 G、Y、Q、Z、X。

答案: A

## 考点六、氧化还原反应的配平

氧化还原反应方程式的配平方法有多种,其中化合价升降总数相等或电子转移总数相等是配平氧化还原反应的依据。主要步骤为:

一标: 标出变价元素的化合价;

二找: 找出变价元素化合价变化的最小公倍数;

三定: 根据最小公倍数,确定变价元素所在物质的系数;

四平: 根据原子守恒或电荷守恒,配平其它物质或离子的系数;

五查: 根据化合价升降守恒、原子守恒或电荷守恒检查左右两边物质的系数是否正确。

例 6  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  在高温下分解,产物是

$\text{SO}_2$ 、 $\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{N}_2$  和  $\text{NH}_3$ 。在该反应的化学方程式中,化学计量数由小到大的产物分子依次是( )。

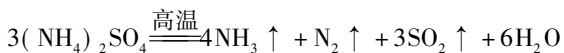
A.  $\text{SO}_2$ 、 $\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{N}_2$ 、 $\text{NH}_3$

B.  $\text{N}_2$ 、 $\text{SO}_2$ 、 $\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{NH}_3$

C.  $\text{N}_2$ 、 $\text{SO}_2$ 、 $\text{NH}_3$ 、 $\text{H}_2\text{O}$

D.  $\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{NH}_3$ 、 $\text{SO}_2$ 、 $\text{N}_2$

**解析** 此题实际上是考查化学方程式的配平,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{NH}_3 + \text{N}_2 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ,反应中: N:  $-3 \rightarrow 0$ ,化合价变化总数为 6, S:  $+6 \rightarrow +4$ ,化合价变化数为 2,根据化合价升高和降低的总数相等,所以应在  $\text{SO}_2$  前配 3,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  前面配 3,  $\text{NH}_3$  前面配 4,  $\text{H}_2\text{O}$  前面配 6,最后计算反应前后的 O 原子个数相等。配平后的化学方程式为:



答案: C

(收稿日期: 2017-12-13)

- A. 0.1 mol 的 $^{11}\text{B}$ 中,含有 $0.6N_A$ 个中子  
 B. pH=1 的 $\text{H}_3\text{PO}_4$ 溶液中,含有 $0.1N_A$ 个 $\text{H}^+$   
 C. 2.24 L(标准状况)苯在 $\text{O}_2$ 中完全燃烧,得到 $0.6N_A$ 个 $\text{CO}_2$ 分子  
 D. 密闭容器中1 mol  $\text{PCl}_3$ 与1 mol  $\text{Cl}_2$ 反应制备 $\text{PCl}_5(\text{g})$ ,增加 $2N_A$ 个P-Cl键

**解析** A. 硼的原子序数为5,即质子数为5,在质量数为11的B原子中含有6个中子,0.1 mol  $^{11}\text{B}$ 含有 $0.6N_A$ 个中子,故A正确; B. 溶液体积未告诉,不能求出 $\text{H}^+$ 个数,故B错误; C. 标准状况下苯是液体,不能利用气体摩尔体积计算2.24 L苯的物质的量,所以无法判断其完全燃烧产生的 $\text{CO}_2$ 分子数目,故C错误; D.  $\text{PCl}_3$ 与 $\text{Cl}_2$ 反应生成 $\text{PCl}_5$ 的反应是可逆反应,反应物不可能完全转化为生成物,则1 mol  $\text{PCl}_3$ 与1 mol  $\text{Cl}_2$ 反应生成的 $\text{PCl}_5$ 小于1 mol,增加的P-Cl键的数目小于 $2N_A$ 个,故D错误。答案选A。

3. (2016年新课标I) 设 $N_A$ 为阿伏加德罗常数。下列有关叙述正确的是( )。

- A. 14 g 乙烯和丙烯混合气体中的氢原子数为 $2N_A$   
 B. 1 mol  $\text{N}_2$ 与4 mol  $\text{H}_2$ 反应生成的 $\text{NH}_3$ 分子数为 $2N_A$   
 C. 1 mol Fe 溶于过量硝酸,电子转移数为 $2N_A$   
 D. 标准状况下,2.24 L  $\text{CCl}_4$ 含有的共价键数为 $0.4N_A$

**解析** A. 乙烯和丙烯的最简式都为 $\text{CH}_2$ ,14 g 乙烯和丙烯混合气体中含有的最简式的物质的量为 $n(\text{CH}_2) = 1 \text{ mol}$ ,所以含有的氢原子数为 $2N_A$ ,故A正确; B.  $\text{N}_2$ 和 $\text{H}_2$ 的反应是可逆反应,反应物不能完全转化为生成物,所以1 mol  $\text{N}_2$ 与4 mol  $\text{H}_2$ 反应生成的 $\text{NH}_3$ 分子数小于 $2N_A$ ,故B错误; C. 铁是变价金属,当与硝酸反应时,硝酸过量生成 $\text{Fe}^{3+}$ ,所以1 mol Fe 溶于过量硝酸,电子转移数为 $3N_A$ ,故C错误; D. 标准状况下 $\text{CCl}_4$ 是液体,不能利用气体摩尔体积计算2.24 L  $\text{CCl}_4$ 的物质的量,所以无法判断其共价键数目,故D错误。答案选A。

4. (2015年新课标I)  $N_A$ 为阿伏伽德罗常数的值。下列说法正确的是( )。

- A. 18 g  $\text{D}_2\text{O}$ 和18 g  $\text{H}_2\text{O}$ 中含有的质子数均

为 $10N_A$

- B. 2 L 0.5 mol/L 亚硫酸溶液中含有的 $\text{H}^+$ 数为 $2N_A$

C. 过氧化钠与水反应时,生成0.1 mol 氧气转移的电子数为 $0.2N_A$

D. 密闭容器中2 mol NO 与1 mol  $\text{O}_2$ 充分反应,产物的分子数为 $2N_A$

**解析** A. 核素D和H的质量数不同,质子数相同,则18 g  $\text{D}_2\text{O}$ 和18 g  $\text{H}_2\text{O}$ 的物质的量不同,所以含有的质子数不同,故A错误; B. 亚硫酸为弱酸,在水溶液中不能完全电离,所以溶液中 $\text{H}^+$ 数目小于 $2N_A$ ,故B错误; C. 过氧化钠与水反应生成氧气时,氧气(其中氧元素化合价为0价)中的氧原子来自于过氧化钠(其中氧元素化合价为-1价),生成0.1 mol 氧气转移的电子数为 $0.2N_A$ ,故C正确; D. NO 与 $\text{O}_2$ 反应生成 $\text{NO}_2$ ,但在常温下, $\text{NO}_2$ 和 $\text{N}_2\text{O}_4$ 存在平衡转化,所以产物的分子数小于 $2N_A$ ,故D错误。答案选A。

5. (2015年新课标II)  $N_A$ 代表阿伏加德罗常数的值。下列叙述正确的是( )。

- A. 60 g 丙醇中存在的共价键总数为 $10N_A$   
 B. 1 L 0.1 mol · L $^{-1}$ 的 $\text{NaHCO}_3$ 溶液中 $\text{HCO}_3^-$ 和 $\text{CO}_3^{2-}$ 离子数之和为 $0.1N_A$   
 C. 钠在空气中燃烧可生成多种氧化物,23 g 钠充分燃烧时转移电子数为 $1N_A$   
 D. 235 g 核素 $_{92}^{235}\text{U}$ 发生裂变反应:

$_{92}^{235}\text{U} + {}_0^1\text{n} \xrightarrow{\text{裂变}} {}_{38}^{90}\text{Sr} + {}_{54}^{135}\text{U} + 10{}_0^1\text{n}$  净产生的中子( ${}_0^1\text{n}$ )数为 $10N_A$

**解析** A. 60 g 丙醇的物质的量为1 mol,丙醇的结构简式为 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ ,所以1 mol 丙醇分子中存在的共价键总数为 $11N_A$ ,故A错误; B. 根据水解可知 $\text{HCO}_3^-$ 可以水解生成 $\text{H}_2\text{CO}_3$ ,根据电离可知 $\text{HCO}_3^-$ 可以电离生成 $\text{CO}_3^{2-}$ ,所以应该说溶液中 $\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$ 和 $\text{H}_2\text{CO}_3$ 微粒数之和为 $0.1N_A$ ,故B错误; C. 钠在空气中燃烧可生成多种氧化物,但是由于钠原子最外层只有一个电子,所以一个钠原子只能失去一个电子,23 g 钠(即1 mol 钠)充分燃烧时转移电子数为 $1N_A$ ,故C正确; D. 235 g 核素 $_{92}^{235}\text{U}$ 为1 mol,根据反应 $_{92}^{235}\text{U} + {}_0^1\text{n} \xrightarrow{\text{裂变}} {}_{38}^{90}\text{Sr} + {}_{54}^{135}\text{U} + 10{}_0^1\text{n}$  净产生的中子( ${}_0^1\text{n}$ )数为 $9N_A$ ,故

D 错误。答案选 C。

## 二、总结试题中常设置的陷阱

1. 在气体摩尔体积的适用条件及物质的聚集状态上设置陷阱

①要看是否为标准状况下,不为标准状况无法直接用  $22.4 \text{ L/mol}$  (标准状况下气体的摩尔体积) 来求物质的量。

②要看物质在标准状况下是否为气态,若不为气态也无法由标准状况下的气体摩尔体积求得物质的量,如  $\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{SO}_3$ 、 $\text{CCl}_4$ 、 $\text{HF}$ 、 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 、液溴、戊烷及碳原子数更多的烃或其衍生物常作为命题的干扰项。

2. 在物质的组成和结构上设置陷阱

①记住一些特殊物质的摩尔质量、质子数、中子数和电子数

	$\text{H}_2\text{O}$	$\text{D}_2\text{O}$	$\text{T}_2\text{O}$	$^3\text{H}_2^{18}\text{O}$	$\text{H}^{37}\text{Cl}$	$^{18}\text{O}_2$
质子数	10	10	10	10	18	16
中子数	8	10	12	14	20	20
电子数	10	10	10	10	18	16
相对分子质量	18	20	22	24	38	36

②记住某些物质分子中的原子个数,如单原子分子:稀有气体;双原子分子: $\text{H}_2$ 、 $\text{O}_2$ 、 $\text{N}_2$ 、等;三原子分子: $\text{O}_3$  等;四原子分子:白磷等。

③记住一些物质中的化学键数目

1 mol  $\text{SiO}_2$  含有 4 mol Si - O 键;

1 mol  $\text{P}_4$  含有 6 mol P - P 键;

1 mol 金刚石含有 2 mol C - C 键;

1 mol  $\text{CO}_2$  含有 2 mol C = O 键;

1 mol  $\text{H}_2\text{O}_2$  含有 2 mol H - O 键,1 mol O - O 键;

1 mol  $\text{C}_6\text{H}_6$  含有 6 mol 介于 C - C 键和 C = C 之间的特殊的键;

1 mol  $\text{CH}_3\text{OH}$  含有 3 mol C - H 键,1 mol O - H 键;

1 mol  $\text{C}_3\text{H}_8$  含有 8 mol C - H 键,10 mol 共用电子对。

④最简式相同的物质,若质量相同,则所含原子数一样。例如氧气和臭氧相同质量时,所含原子数目相等。

3. 在氧化还原反应中电子转移数目上设置陷阱  
注意计算公式:得电子数 = 失电子数 = 转移

电子数 = 化合价升高数 = 化合价降低数

①注意量的不同,所表现的化合价不同:例如铁和硝酸反应,铁不足,生成  $\text{Fe}^{3+}$ ;铁足量,生成  $\text{Fe}^{2+}$ 。

②氧化剂或还原剂不同,所表现的化合价不同:例如 Cu 和  $\text{Cl}_2$  反应生成  $\text{CuCl}_2$ ,而 Cu 和 S 反应生成  $\text{Cu}_2\text{S}$ 。

③注意氧化还原的顺序:例如向  $\text{FeI}_2$  溶液中通入  $\text{Cl}_2$ ,首先氧化  $\text{I}^-$ ,再氧化  $\text{Fe}^{2+}$ 。

4. 在难电离、易水解的粒子数目上设置陷阱

①当溶质为弱电解质时,其在溶液中部分电离,在不知电离度时,溶液中所含的分子数及电离出的粒子数就不能求解。例如 1 L 1 mol/L 的  $\text{CH}_3\text{COOH}$  溶液中含有的  $\text{H}^+$  个数小于  $N_A$ 。

②当电解质在溶液中发生水解时,在不知水解平衡常数时,溶液中发生水解的离子数目不能求解。例如 1 L 1 mol/L 的  $\text{CH}_3\text{COONa}$  溶液中含有的  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  个数小于  $N_A$ 。

③“已知浓度缺体积”和“已知体积缺浓度”均无法求解溶液中所含目标粒子的数目。例如  $25^\circ\text{C}$  时,  $\text{pH} = 13$  的  $\text{NaOH}$  溶液中所含  $\text{OH}^-$  的数目无法求解。

④当溶剂中也含所求的粒子时,往往习惯地只考虑溶质中所含粒子,而忽视了溶剂中所含粒子而出错。

5. 在隐含的可逆反应、反应物浓度改变引起反应程度改变上设置陷阱

①可逆反应:因为可逆反应进行不完全,当没有给出转化率时,不能求出准确的目标粒子数。例如密闭容器中有 1 mol  $\text{N}_2$  和 3 mol  $\text{H}_2$ ,在一定条件下充分反应,转移电子数就无法求解;再如标准状况下,5.6 L  $\text{NO}$  和 2.8 L  $\text{O}_2$  混合后的分子数难以求解,因为存在  $\text{NO}_2$  和  $\text{N}_2\text{O}_4$  的平衡。

②溶液浓度变化使反应停止,难以求出准确的粒子数目:例如 100 mL 12 mol/L 的浓盐酸与足量的  $\text{MnO}_2$  反应,生成的  $\text{Cl}_2$  分子数就小于  $0.3N_A$ 。

所以要想正确解答本类型的题目,首先要认真审题,审题的过程中要注意分析题目中一些关键性的字、词,要边阅读边思索。其次要留心各式各样的“陷阱”,对常见的一些陷阱要千万要当心。

(收稿日期:2017 - 12 - 13)