

# 阿伏加德罗常数的判断

## 一、考向归纳

- 【考向一】有关物质的量等基本概念和公式的规范应用
- 【考向二】一定物质中原子、中子、质子、电子等数目计算
- 【考向三】一定量的物质中化学键的计算
- 【考向四】有关特殊微观粒子的考查
- 【考向五】混合物中微粒数的计算
- 【考向六】氧化还原反应中电子转移数目的计算
- 【考向七】物质转化中的隐含反应
- 【考向八】溶液中微粒数的计算

## 二、考点训练

### 01 考向归纳

#### 【考向一】有关物质的量等基本概念和公式的规范应用

#### 典例分析

**例 1**  $N_A$  为阿伏加德罗常数的值。下列说法错误的是 \_\_\_\_\_。

- A. (2023·全国甲卷)  $1.0L 1.0mol \cdot L^{-1}$  的  $Na_2CO_3$  溶液中  $CO_3^{2-}$  的数目为  $1.0N_A$
- B. (2023·海南卷)  $5.6g$  铁粉与  $0.1L 1mol \cdot L^{-1}$  的  $HCl$  的溶液充分反应, 产生的气体分子数目为  $0.1N_A$
- C. (2023·浙江 6 月) 向  $1L 0.1mol/L CH_3COOH$  溶液通氨气至中性, 铵根离子数为  $0.1N_A$
- D. (2023·广东卷)  $1mol NH_4Cl$  含有的共价键数目为  $5N_A$
- E. (2023·辽宁卷)  $11.2L CO_2$  含  $\pi$  键数目为  $N_A$
- F. (2022·全国甲卷)  $25^\circ C$ 、 $101kPa$  下,  $28L$  氢气中质子的数目为  $2.5N_A$
- G. (2021·天津卷)  $1L 1mol/L HCl$  溶液中,  $HCl$  分子的数目为  $N_A$
- H. (2023·全国甲卷) 标准状况下,  $2.24L SO_3$  中电子的数目为  $4.00N_A$
- I. (2022·辽宁卷)  $pH=12$  的  $Na_2CO_3$  溶液中  $OH^-$  数目为  $0.01N_A$
- J. (2021·福建卷)  $1.12L C_2H_4$  所含极性共价键的数目为  $0.2N_A$
- K.  $0.1mol \cdot L^{-1} HClO_4$  溶液中含有的  $H^+$  数为  $0.1N_A$
- L. (2021·广东卷)  $11.2L NO$  与  $11.2L O_2$  混合后的分子数目为  $N_A$
- M. (2022·浙江 6 月)  $11.2L$  乙烷和丙烯的混合气体中所含碳氢键数为  $3N_A$

**【解析】**A.  $Na_2CO_3$  属于强碱弱酸盐, 在水溶液中  $CO_3^{2-}$  会发生水解, 所以  $1.0L 1.0mol/L$  的  $Na_2CO_3$  溶液中  $CO_3^{2-}$  的数目小于  $1.0N_A$ , A 错误;

B.  $5.6g$  铁粉与  $0.1L 1mol \cdot L^{-1}$  的  $HCl$  的溶液充分反应, 产生的氢气的分子数目为  $0.05N_A$ , 故 B 错误;

C. 向  $1L 0.1mol/L CH_3COOH$  溶液通氨气至中性, 溶液中存在电荷守恒关系:  $c(CH_3COO^-) + c(OH^-) =$

$c(\text{NH}_4^+) + c(\text{H}^+)$ , 中性溶液  $c(\text{OH}^-) = c(\text{H}^+)$ , 则  $c(\text{CH}_3\text{COO}^-) = c(\text{NH}_4^+)$ , 再根据物料守恒:  $n(\text{CH}_3\text{COO}^-) + n(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0.1\text{mol}$ , 得出铵根离子数小于  $0.1N_A$ ,  $C$  不正确;

$D$ . 铵根中存在 4 个  $N-H$  共价键,  $1\text{mol NH}_4\text{Cl}$  含有的共价键数目为  $4N_A$ ,  $D$  错误;

$E$ .  $\text{CO}_2$  分子含有 2 个  $\pi$  键, 题中没有说是标况条件下, 气体摩尔体积未知, 无法计算  $\pi$  键个数,  $E$  项错误;

$F$ .  $25^\circ\text{C}$ 、 $101\text{kPa}$  不是标准状况, 不能用标况下的气体摩尔体积计算氢气的物质的量, 故  $F$  错误;

$G$ .  $\text{HCl}$  为强电解质, 在水溶液中完全电离, 溶液中不含  $\text{HCl}$  分子, 故  $G$  错误;

$H$ . 在标准状况下,  $\text{SO}_3$  状态为固态, 不能计算出  $2.24\text{L SO}_3$  物质的量, 故无法求出其电子数目,  $H$  错误;

$I$ . 没有给出  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液的体积, 无法计算  $\text{pH}=12$  的  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液中  $\text{OH}^-$  的数目, 故  $I$  错误。

$J$ . 没有标明气体的存在状态,  $1.12\text{L C}_2\text{H}_4$  的物质的量不一定为  $0.5\text{mol}$ , 故  $J$  错误;

$K$ . 没有给出  $\text{HClO}_4$  溶液的体积, 无法计算  $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{HClO}_4$  溶液中  $\text{H}^+$  的数目, 故  $K$  错误。

$L$ . 未提到具体的温度、压强(如标况下), 故无法计算  $11.2\text{LNO}$  与  $11.2\text{LO}_2$  混合后的分子数目, 故  $L$  错误;

$M$ . 没有指明气体的温度和压强, 无法确定  $11.2\text{L}$  乙烷和丙烯的混合气体的物质的量是多少, 因此, 无法确定其中所含碳氢键的数目, 故  $M$  错误。

【答案】 $ABCDEFGHIJKLM$

### 提分秘籍

1. 物质的量只能衡量微观粒子, 必须指明具体粒子的种类或化学式。如  $1\text{molH}$  和  $1\text{molNaCl}$ 。

2. 物质的量是物理量, 摩尔是物质的量的单位, 不是物理量。

3.  $6.02 \times 10^{23}$  是个纯数值, 没有任何物理意义, 而阿伏加德罗常数 ( $N_A$ ) 是指  $1\text{mol}$  任何微粒所含的粒子数, 数值约为  $6.02 \times 10^{23}$ ;  $N_A \approx 6.02 \times 10^{23}/\text{mol}$ 。

4. 摩尔质量、相对原子(或分子)质量的含义不同, 不是同一个物理量。二者单位也不同, 摩尔质量的单位是  $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$  或  $\text{kg}\cdot\text{mol}^{-1}$ , 相对原子(或分子)质量的单位为 1, 当摩尔质量以  $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$  为单位时, 二者在数值上相等。

5. 对具体的物质, 其摩尔质量是确定的, 不随物质的量的多少而变化, 也不随物质的聚集状态而变化。

6. 气体摩尔体积 ( $22.4\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}$ ) 应用的“五大误区”

(1) 使用“条件”是标准状况, 即  $0^\circ\text{C}$ 、 $101\text{kPa}$ , 而不是常温、常压。

(2) 使用对象必须是气体物质, 可以是单一气体, 也可以是混合气体。

标准状况下不是气体而又常在题中出现的物质有: 水、苯、 $\text{SO}_3$ 、 $\text{HF}$ 、 $\text{CCl}_4$ 、己烷、 $\text{CS}_2$ 、 $\text{CHCl}_3$ 、 $\text{Br}_2$ 、乙醇等。

(3) 标准状况下的气体摩尔体积约为  $22.4\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}$ , 其他条件下  $V_m$  一般不是  $22.4\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。

(4)  $22.4\text{L}$  气体, 在标准状况下的物质的量是  $1\text{mol}$ , 在非标准状况下, 可能是  $1\text{mol}$ , 也可能不是  $1\text{mol}$ 。

(5) 物质的质量、物质的量一定时, 所含微粒数与物质处于何种条件无关。

如常温常压下  $32\text{g O}_2$  所含的原子数目是  $2N_A$ 。注意不要形成定势思维, 看到“常温常压”就排除选项。

7. 阿伏加德罗定律可总结为: “三同”定“一同”, 即同温、同压下, 同体积的任何气体具有相同的分子数。

(1) 记忆方法: 三正比、二反比、一连比。

类型	描述	关系
三正比	同温同压下, 气体的体积之比等于它们的物质的量之比	$\frac{V_1}{V_2} = \frac{n_1}{n_2}$
	同温同体积下, 气体的压强之比等于它们的物质的量之比	$\frac{p_1}{p_2} = \frac{n_1}{n_2}$

	同温同压下, 气体的密度之比等于它们的摩尔质量之比	$\frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{M_1}{M_2}$
二反比	同温同压下, 相同质量的任何气体的体积与它们的摩尔质量成反比	$\frac{V_1}{V_2} = \frac{M_2}{M_1}$
	同温同体积时, 相同质量的任何气体的压强与它们的摩尔质量成反比	$\frac{p_1}{p_2} = \frac{M_2}{M_1}$
一连比	同温同压下, 相同体积的任何气体的质量之比等于它们的摩尔质量之比, 也等于它们的密度之比	$\frac{m_1}{m_2} = \frac{M_1}{M_2} = \frac{\rho_1}{\rho_2}$

(2) 应用阿伏加德罗定律推论时可通过  $pV = nRT$  及  $n = \frac{m}{M}$ 、 $\rho = \frac{m}{V}$  导出。

8. 必须能够算出某微粒的物质的量, 才能判断其个数为多少  $N_A$ 。

(1) 缺少体积, 如常温下,  $pH=2$  的  $H_2SO_4$  溶液中含有的  $H^+$  数目为  $0.01N_A$ 。

(2) 缺少温度压强, 如由  $H_2O_2$  制得  $2.24LO_2$ , 转移的电子数目为  $0.2N_A$ 。

(3) 缺少具体反应, 如  $1molCl_2$  参加反应, 转移电子数一定为  $2N_A$ 。

(4) 概念的思维定势: 等物质的量不能代替具体的物质的量。

### 变式演练

**题目 1** (2023—2024 高三上·福建福州·期中) 设  $N_A$  为阿伏加德罗常数的值。下列叙述正确的是

- A.  $N_A$  个  $P_4$  分子与  $22.4 L$  甲烷(标准状况)分子所含共价键数目之比为  $1:1$
- B.  $N_A$  个  $CO_2$  分子中共用电子对的数目为  $2N_A$
- C. 浓硝酸热分解生成  $NO_2$ 、 $N_2O_4$  共  $23 g$  时, 转移电子数为  $0.5N_A$
- D.  $0.1 mol/L KAl(SO_4)_2$  溶液中,  $Al^{3+}$  的个数小于为  $0.1N_A$

**【答案】C**

**【解析】A.** 白磷分子中共价键的数目为  $6$ , 甲烷分子中共价键数目为  $4$ , 则  $N_A$  个  $P_4$  分子与  $22.4 L$  甲烷(标准状况)分子所含共价键数目之比为  $\frac{N_A}{N_A mol^{-1}} \times 6 : \frac{22.4L}{22.4L/mol} \times 4 = 3:2$ , 故  $A$  错误;

**B.** 二氧化碳分子的结构式为  $O=C=O$ , 则  $N_A$  个二氧化碳分子中共用电子对的数目为  $4N_A$ , 故  $B$  错误;

**C.** 二氧化氮和四氧化二氮的最简式相同, 都为  $NO_2$ , 则浓硝酸热分解生成二氧化氮和四氧化二氮共  $23 g$  时, 转移电子数为  $\frac{23g}{46g/mol} \times 1 \times N_A mol^{-1} = 0.5N_A$ , 故  $C$  正确;

**D.** 缺溶液的体积, 无法计算  $0.1 mol/L$  硫酸铝钾溶液中铝离子的物质的量和个数, 故  $D$  错误; 故选  $C$ 。

**题目 2** (2023—2024 高三上·山东烟台·期中)  $N_A$  为阿伏加德罗常数的值。下列说法正确的是

- A.  $3.9gNa_2O_2$  与足量水反应, 转移电子数为  $0.05N_A$
- B. 标准状况下,  $2.24LSO_3$  中氧原子的数目为  $0.03N_A$
- C.  $1.0LpH=2$  的  $H_2SO_4$  溶液中  $H^+$  的数目为  $0.02N_A$
- D. 标准状况下,  $11.2LCl_2$  通入水中, 溶液中氯离子数为  $0.5N_A$

**【答案】A**

**【解析】A.** 过氧化钠和水反应生成氢氧化钠和氧气, 过氧化钠中氧元素化合价由  $-1$  升高为  $0$ 、由  $-1$  降低为  $-2$ , 过氧化钠既是氧化剂又是还原剂,  $3.9gNa_2O_2$  与足量水反应, 转移电子数为  $\frac{3.9g}{78g/mol} \times 1 \times N_A =$

$0.05N_A$ , 故 A 正确;

B. 标准状况下  $SO_3$  是固体,  $2.24LSO_3$  的物质的量不是  $0.1mol$ , 故 B 错误;

C.  $1.0LpH=2$  的  $H_2SO_4$  溶液中  $H^+$  的数目为  $0.01N_A$ , 故 C 错误;

D. 标准状况下,  $11.2LCl_2$  通入水中, 部分氯气和水反应生成盐酸和次氯酸, 溶液中氯离子数小于  $0.5N_A$ , 故 D 错误;

选 A。

## 【考向二】一定物质中原子、中子、质子、电子等数目计算

### 典例分析

**例 1**  $N_A$  为阿伏加德罗常数的值。下列说法正确的是 \_\_\_\_\_。

- A. (2023·全国卷) 标准状况下,  $2.24LSO_3$  中电子的数目为  $4.00N_A$
- B. (2023·广东卷)  $NaCl$  和  $NH_4Cl$  的混合物中含  $1molCl^-$ , 则混合物中质子数为  $28N_A$
- C. (2022·辽宁卷)  $1.8g^{18}_8O$  中含有的中子数为  $N_A$
- D. (2022·浙江 6 月)  $8g CH_4$  含有中子数为  $3N_A$
- E. (2022·海南卷)  $2.8g^{56}Fe$  含有的中子数为  $1.3N_A$
- F. (2021·天津卷)  $180g$  葡萄糖中,  $C$  原子的数目为  $6N_A$
- G. (2021·广东卷)  $23gNa$  与足量  $H_2O$  反应生成的  $H_2$  分子数目为  $NA$
- H. (2021·河北卷)  $22.4L$  (标准状况) 氟气所含的质子数为  $18N_A$
- I. (2021·湖北卷)  $23gCH_3CH_2OH$  中  $sp^3$  杂化的原子数为  $N_A$
- J. (2021·湖北卷)  $0.5molXeF_4$  中氙的价层电子对数为  $3N_A$
- K. (2021·湖南卷)  $18gH_2^{18}O$  含有的中子数为  $10N_A$
- L. (2021·海南卷)  $0.1mol^{27}Al^{3+}$  中含有的电子数为  $1.3N_A$
- M. (2021·海南卷)  $0.1mol$  胍 ( $H_2N-NH_2$ ) 含有的孤电子对数为  $0.2N_A$
- N. (2021·全国甲卷)  $18g$  重水 ( $D_2O$ ) 中含有的质子数为  $10N_A$

**【解析】**A. 在标准状况下,  $SO_3$  状态为固态, 不能计算出  $2.24L SO_3$  物质的量, 故无法求出其电子数目, A 错误;

B.  $NaCl$  和  $NH_4Cl$  的混合物中含  $1molCl^-$ , 则混合物为  $1mol$ , 质子数为  $28N_A$ , B 正确;

C. 1 个  $^{18}_8O$  原子中含有 10 个中子,  $1.8g^{18}_8O$  的物质的量为  $n(^{18}_8O) = \frac{1.8g}{18g/mol} = 0.1mol$ , 故  $1.8g^{18}_8O$  中含有中子的物质的量为  $1mol$ , 中子数为  $N_A$ , 故 C 正确。

D.  $CH_4$  分子中有 6 个中子,  $8g CH_4$  的物质的量为  $0.5mol$ , 因此,  $8g CH_4$  含有的中子数为  $3N_A$ , 故 D 正确。

E.  $^{56}Fe$  的质子数为 26、中子数为 30,  $2.8g^{56}Fe$  的物质的量为  $0.05mol$ , 因此,  $2.8g^{56}Fe$  含有的中子数为  $1.5N_A$ , 故 E 错误。

F. 葡萄糖的分子式为  $C_6H_{12}O_6$ , 故  $180g$  葡萄糖的分子的物质的量为  $1mol$ ,  $C$  原子的数目为  $6N_A$ , 故 F 正确。

G.  $23gNa$  为  $1mol$ , 钠与足量的水反应生成氢气的关系式为:  $2Na \sim H_2$ , 故  $1molNa$  应对应生成  $0.5molH_2$ ,  $H_2$  分子数目应为  $0.5N_A$ , 故 G 错误。

H. 标准状况下  $22.4L$  氟气的物质的量为  $1mol$ , 1 个  $F_2$  中含有 18 个质子, 则  $1mol F_2$  中所含的质子数为

$18N_A$ ,故H正确。

I.  $CH_3CH_2OH$ 中C和O均为 $sp^3$ 杂化,23g乙醇为0.5mol, $sp^3$ 杂化的原子数为 $1.5N_A$ ,故I错误。

J.  $XeF_4$ 中氙的孤电子对数为 $\frac{8-1 \times 4}{2} = 2$ ,价层电子对数为 $4+2=6$ ,则0.5mol $XeF_4$ 中氙的价层电子对数为 $3N_A$ ,故J正确。

K. 1个 $H_2^{18}O$ 中含有10个中子,18g $H_2^{18}O$ 的物质的量为 $n(H_2^{18}O) = \frac{18g}{20g/mol} = 0.9mol$ ,故18g $H_2^{18}O$ 中含有中子的物质的量为0.9mol,中子数为 $0.9N_A$ ,故K正确。

L. 1个 $^{27}Al^{3+}$ 的电子数为10,故0.1mol $^{27}Al^{3+}$ 中含有的电子数为 $1.0 N_A$ ,故L错误。

M. 肼( $H_2N-NH_2$ )的电子式为 $\begin{array}{c} H & H \\ | & | \\ H : \ddot{N} : & : \ddot{N} : H \\ | & | \\ H & H \end{array}$ ,每个N原子上各有1个孤电子对,故0.1mol肼( $H_2N-NH_2$ )含有的孤电子对数为 $0.2N_A$ ,故M正确;

N.  $D_2O$ 的质子数为10,18g $D_2O$ 的物质的量为 $\frac{18g}{20g/mol} = 0.9mol$ ,则18g重水( $D_2O$ )中所含质子数为 $9N_A$ ,故N错误;

【答案】BCDFHJKM

## 提分秘籍

### 1. 常见的原子

符号	${}^1_1H$	${}^{12}_6C$	${}^{14}_7N$	${}^{16}_8O$	${}^{35}_{17}Cl$
----	-----------	--------------	--------------	--------------	------------------

### 2. 质量数、质子数、中子数和电子数之间的数量关系

- (1) 质量数 = 质子数 + 中子数  $\approx$  原子的相对原子质量
- (2) 质子数 = 各微粒原子序数之和
- (3) 中子数 = 各微粒中子数之和
- (4) 电子数 = 各微粒电子数之和  $\pm$  电荷数
- (5) 电中性微粒: 中子、原子、分子和取代基, 质子数 = 电子数

### 3. 1mol下列微粒所含的质子数、电子数及中子数

	质子数	电子数	中子数
$H_2O$	$10N_A$	$10N_A$	$8N_A$
$NH_3$	$10N_A$	$10N_A$	$7N_A$
$Na^+$	$11N_A$	$10N_A$	$12N_A$
$F^-$	$9N_A$	$10N_A$	$10N_A$
$NH_4^+$	$11N_A$	$10N_A$	$7N_A$
$OH^-$	$9N_A$	$10N_A$	$8N_A$

## 变式演练

题目 1 (2023-2024高三上·黑龙江伊春·期中)用 $N_A$ 表示阿伏加德罗常数的值,下列说法正确的是

- A. 20g $ND_3$ 溶于水形成的氨水中质子数约为 $10N_A$

- B.  $1\text{mol AlCl}_3$ 完全水解生成的  $\text{Al}(\text{OH})_3$ 胶体粒子数目为  $N_A$   
 C. 高温下,铁粉与水蒸气反应,固体的质量增加  $4.8\text{g}$ ,则转移电子数目为  $0.6N_A$   
 D. 质量分数为  $46\%$ 的乙醇水溶液中所含氢原子数为  $0.6N_A$

【答案】C

【解析】A. 所形成的氨水中除了  $\text{ND}_3$ 中含有质子,  $\text{H}_2\text{O}$ 中也含有质子,无法确定氨水中的质子数, A 错误;  
 B.  $\text{Al}(\text{OH})_3$ 胶体粒子是由多个分子聚集而成的,故其胶粒的数量小于  $N_A$ , B 错误;

C. 高温下,铁粉与水蒸气反应的方程式为  $3\text{Fe} + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \xrightarrow{\text{高温}} \text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{H}_2$ ,可知固体增加的质量为氧元素的质量,所以氧元素质量为  $4.8\text{g}$ ,物质的量为  $0.3\text{mol}$ ,氧元素来源于水,则可知反应消耗了水的物质的量为  $0.3\text{mol}$ ,转移电子  $0.6\text{mol}$ ,转移电子数目为  $0.6N_A$ , C 正确;

D. 溶液质量未知,无法计算, D 错误;

故选 C。

**题目 2** (2023—2024 高三上·浙江舟山·联考) 设  $N_A$ 为阿伏伽德罗常数的值,下列说法不正确的是

- A.  $2\text{g H}_2^{18}\text{O}$ 与  $\text{D}_2^{16}\text{O}$ 的混合物中所含中子、电子数目均为  $N_A$   
 B.  $42\text{g C}_6\text{H}_{12}$ 最多含有  $\sigma$ 键的数目为  $9N_A$   
 C.  $22.4\text{L CO}_2$ 与  $\text{NaOH}$ 溶液完全反应,则  $n(\text{CO}_3^{2-}) + n(\text{HCO}_3^-) + n(\text{H}_2\text{CO}_3) = 1\text{mol}$   
 D. 足量的浓盐酸与  $8.7\text{g MnO}_2$ 反应,转移电子的数目为  $0.2N_A$

【答案】C

【解析】A.  $\text{H}_2^{18}\text{O}$ 与  $\text{D}_2^{16}\text{O}$ 相对分子质量均为  $20$ ,含中子数为  $10$ ,含电子数为  $10$ , A 正确;

B.  $\text{C}_6\text{H}_{12}$ 分子的结构为环己烷时,含有  $\sigma$ 键的数目为  $18$ ,  $0.5\text{mol}$ 环己烷含有  $\sigma$ 键的数目为  $9N_A$ , B 正确;

C. 没有温度压强,无法通过气体体积计算物质的量, C 错误;

D.  $\text{MnO}_2 \sim 2\text{e}^- \sim \text{Mn}^{2+}$ ,  $8.7\text{g MnO}_2$ 反应,转移电子的数目为  $0.2N_A$ , D 正确;

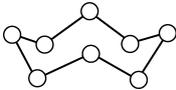
故答案为: C。

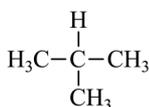
### 【考向三】一定量的物质中化学键的计算

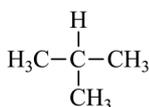
#### 典例分析

**例 1**  $N_A$ 为阿伏伽德罗常数的值。下列叙述正确的是

- A. (2023·全国卷)  $0.50\text{mol}$ 异丁烷分子中共价键的数目为  $6.5N_A$   
 B. (2023·广东卷)  $1\text{mol NH}_4\text{Cl}$ 含有的共价键数目为  $5N_A$   
 C. (2023·湖北卷)  $1\text{mol Si}$ 含  $\text{Si}-\text{Si}$ 键的数目约为  $4 \times 6.02 \times 10^{23}$   
 D. (2023·辽宁卷)  $11.2\text{L CO}_2$ 含  $\pi$ 键数目为  $N_A$   
 E. (2022·浙江卷)  $32\text{g}$ 甲醇的分子中含有  $\text{C}-\text{H}$ 键的数目为  $4N_A$   
 F. (2022·浙江卷)  $11.2\text{L}$ 乙烷和丙烯的混合气体中所含碳氢键数为  $3N_A$

- G. (2021·全国卷)  $32\text{g}$ 环状  $\text{S}_8$ ()分子中含有的  $\text{S}-\text{S}$ 键数为  $1N_A$



【解析】A. 异丁烷的结构式为 ,  $1\text{mol}$ 异丁烷分子含有  $13N_A$ 共价键,所以  $0.50\text{mol}$ 异丁烷

分子中共价键的数目为  $6.5N_A$ , *A* 正确;

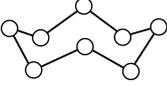
*B*. 铵根中存在 4 个  $N-H$  共价键,  $1\text{mol } NH_4Cl$  含有的共价键数目为  $4N_A$ , *B* 错误;

*C*. 在晶体硅中, 每个  $Si$  与其周围的 4 个  $Si$  形成共价键并形成立体空间网状结构, 因此, 平均每个  $Si$  形成 2 个共价键,  $1\text{mol } Si$  含  $Si-Si$  键的数目约为  $2 \times 6.02 \times 10^{23}$ , *C* 说法错误;

*D*.  $CO_2$  分子含有 2 个  $\pi$  键, 题中没有说是标况条件下, 气体摩尔体积未知, 无法计算  $\pi$  键个数, *D* 项错误;

*E*. 甲醇的结构简式为:  $CH_3OH$ ,  $32g$  ( $1\text{mol}$ ) 的分子中含有  $C-H$  键的数目为  $3N_A$ , *E* 错误;

*F*. 没有指明气体的温度和压强, 无法确定  $11.2L$  乙烷和丙烯的混合气体的物质的量是多少, 因此, 无法确定其中所含碳氢键的数目, *F* 说法不正确;

*G*. 一个  $S_8$  () 分子中含有的  $S-S$  键数为 8 个,  $32g S_8$  的物质的量为  $\frac{32g}{8 \times 32g/mol} = \frac{1}{8}\text{mol}$ , 则含有的  $S-S$  键数为  $\frac{1}{8} \times 8 \times N_A = N_A$ , *G* 正确;

【答案】AG

## 提分秘籍

### 1. 化学键与物质类别的关系

(1) 只含共价键的物质。

①同种非金属元素构成的单质, 如  $I_2$ 、 $N_2$ 、 $P_4$ 、金刚石、晶体硅等;

②不同种非金属元素构成的共价化合物, 如  $HCl$ 、 $NH_3$ 、 $SiO_2$ 、 $CS_2$  等。

(2) 只含有离子键的物质: 活泼非金属元素与活泼金属元素形成的化合物, 如  $Na_2S$ 、 $K_2O$  等。

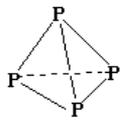
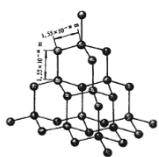
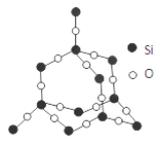
(3) 既含有离子键又含有共价键的物质: 如  $Na_2O_2$ 、 $NH_4Cl$ 、 $NaOH$  等。

(4) 无化学键的物质: 惰性气体等。

(5) 碳碳双键中, 存在一个  $\sigma$  键, 一个  $\pi$  键, 而碳碳三键中, 存在一个  $\sigma$  键, 两个  $\pi$  键。

### 2. 物质的化学键

(1) 某些特殊物质中所含化学键。

物质	白磷	金刚石 / 晶体硅	$SiO_2$	石墨
结构				
化学键	$P-P$	$C-C/Si-Si$	$Si-O$	$C-C$
化学键数	6	2	4	1.5

(2) 苯: 苯环中的碳碳键是介于单键和双键之间的一种独特的键, 不含有碳碳双键, 含有 6 个  $C-H$ 。

(3)  $1\text{mol } Na_2O_2$ 、 $CaC_2$  中含  $O_2^{2-}$ 、 $C_2^{2-}$  分别是  $1\text{mol}$ 。

(4)  $H_2O_2$ 、 $C_nH_{2n+2}$  中化学键的数目为  $3$ 、 $3n+1$ 。

(5) 注意同分异构体中所含化学键数目可能不同。

	结构式 1	结构式 2
$C_2H_6O$		

	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{O}-\text{H} \\   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \quad \text{H} \\   \quad \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{O}-\text{C}-\text{H} \\   \quad \quad   \\ \text{H} \quad \quad \text{H} \end{array}$
碳碳键数	1	0
碳氢键数	5	6
碳氧键数	1	2

(6) 同一通式, 连接方式不同, 化学键数目不同。

$C_nH_{2n}$	链状结构	环状结构
碳碳单键数	$n-2$	$n$
碳碳双键数	1	0
碳氢单键数	$2n$	$2n$

### 变式演练

**题目 1** (2023—2024 高三上·湖南常德·阶段考) 设  $N_A$  为阿伏加德罗常数的值, 下列说法正确的是

- A. 11 g 的  $D_2^{18}O$  中含有的中子数为  $5N_A$
- B. 1 L  $pH=2$  的  $H_2SO_4$  溶液中  $H^+$  的数目为  $0.02N_A$
- C. 将 0.5 mol  $Cl_2$  溶于水, 溶液中  $Cl^-$ 、 $ClO^-$  和  $HClO$  的微粒数之和为  $N_A$
- D. 标准状况下, 2.24 L  $C_2H_2$  和  $N_2$  的混合气体中含有的  $\pi$  键数为  $0.2N_A$

**【答案】D**

**【解析】**A. 11 g 的  $D_2^{18}O$  的物质的量为 0.5 mol,  $D_2^{18}O$  中含有 12 个中子, 故 11 g 的  $D_2^{18}O$  中含有的中子数为  $6N_A$ , A 错误;

B.  $pH=2$  的  $H_2SO_4$  溶液中, 氢离子浓度为 0.01 mol/L, 1 L  $pH=2$  的  $H_2SO_4$  溶液中  $H^+$  的数目为  $0.01N_A$ , B 错误;

C. 氯气与水的反应为可逆反应, 还存在氯气分子, 由物料守恒, 得溶液中  $Cl^-$ 、 $ClO^-$  和  $HClO$  的微粒数之和小于  $N_A$ , C 错误;

D.  $C_2H_2$  和  $N_2$  中都含有 2 个  $\pi$  键, 标准状况下, 2.24 L 为 0.1 mol, 则混合气体中含有的  $\pi$  键数为  $0.2N_A$ , D 正确;

故选 D。

**题目 2** (2023—2024 高三上·重庆·期中) 已知:  $2Cl_2+2Ca(OH)_2=CaCl_2+Ca(ClO)_2+2H_2O$ ,  $N_A$  为阿伏加德罗常数的值。下列说法正确的是

- A.  $0.5 \text{ mol} \cdot L^{-1}$  的  $CaCl_2$  溶液中所含  $Cl^-$  数目为  $N_A$
- B.  $1 \text{ L} 0.5 \text{ mol} \cdot L^{-1}$  的  $Ca(ClO)_2$  溶液中所含  $ClO^-$  的数目为  $N_A$
- C. 22.4 L (标准状况下)  $Cl_2$  参加反应, 转移的电子数目为  $2N_A$
- D. 常温下, 27 g  $H_2O$  中含有的共价键数目为  $3N_A$

**【答案】D**

- 【解析】A. 不知道溶液的体积,无法计算  $Cl^-$  数目, A 错误;  
 B.  $ClO^-$  发生水解,所含  $ClO^-$  的数目小于  $N_A$ , B 错误;  
 C.  $1mol Cl_2$  参加反应,发生歧化反应,转移的电子数目为  $N_A$ , C 错误;  
 D.  $27g H_2O$  物质的量为  $1.5mol$ ,含有的共价键数目为  $1.5N_A \times 2 = 3N_A$ , D 正确;  
 故选 D。

## 【考向四】有关特殊微观粒子的考查

### 典例分析

例 1 设  $N_A$  为阿伏加德罗常数的值,下列说法正确的是

- A. (2022·浙江卷)  $1.8g$  重水 ( $D_2O$ ) 中所含质子数为  $N_A$   
 B. (2022·海南卷)  $2.8g^{56}Fe$  含有的中子数为  $1.3N_A$   
 C. (2022·辽宁卷)  $1.8g^{18}O$  中含有的中子数为  $N_A$   
 D. (2021·湖南卷)  $18g H_2^{18}O$  含有的中子数为  $10N_A$   
 E. (2021·湖北卷)  $0.5mol XeF_4$  中氙的价层电子对数为  $3N_A$   
 F. (2021·海南卷)  $3.9g Na_2O_2$  中含有的共价键的数目为  $0.1N_A$   
 G. (2021·福建卷)  $12g NaHSO_4$  晶体中阴、阳离子总数为  $0.2N_A$

【解析】A.  $1.8g$  重水 ( $D_2O$ ) 的物质的量为:  $0.09mol$ , 所含质子数为  $0.9N_A$ , A 错误;

B.  $^{56}Fe$  的质子数为 26、中子数为 30,  $2.8g^{56}Fe$  的物质的量为  $0.05mol$ , 因此,  $2.8g^{56}Fe$  含有的中子数为  $1.5N_A$ , B 不正确;

C. 1 个  $^{18}O$  原子中含有 10 个中子,  $1.8g^{18}O$  的物质的量为  $\frac{1.8g}{18g \cdot mol^{-1}} = 0.1mol$ , 故  $1.8g^{18}O$  中含有中子的物质的量为  $1mol$ , 中子数为  $N_A$ , 故 C 正确;

D.  $18g H_2^{18}O$  的物质的量为  $\frac{18g}{20g/mol} = 0.9mol$ , 1 个  $H_2^{18}O$  含  $0 + (18 - 8) = 10$  个中子, 则  $18g H_2^{18}O$  含有的中子数为  $9N_A$ , D 错误;

E.  $XeF_4$  中氙的孤电子对数为  $\frac{8 - 1 \times 4}{2} = 2$ , 价层电子对数为  $4 + 2 = 6$ , 则  $0.5mol XeF_4$  中氙的价层电子对数为  $3N_A$ , 选项 E 正确;

F.  $Na_2O_2$  的电子式为  $Na^+ [:\ddot{O}:\ddot{O}:]^{2-} Na^+$ , 含有 1 个共价键,  $3.9g Na_2O_2$  的物质的量为  $\frac{3.9g}{78g/mol} = 0.05mol$ , 故  $3.9g Na_2O_2$  中含有的共价键的数目为  $0.05N_A$ , 故 F 错误;

G. 硫酸氢钠晶体中存在钠离子和硫酸氢根离子, 硫酸氢钠的摩尔质量为  $120g/mol$ , 所以  $12g$  硫酸氢钠晶体的物质的量为  $0.1mol$ , 阴、阳离子总数为  $0.2N_A$ , 故 G 正确;

【答案】CEG

### 提分秘籍

此类题型要求同学们对物质的微观构成要非常熟悉, 弄清楚微粒中相关粒子数 (质子数、中子数、电子数) 及离子数、电荷数、化学键之间的关系。

先计算出一个物质中所含微观粒子数目, 再根据题目条件计算出该物质的物质的量, 进而计算出物质中

所含微观粒子数目的物质的量,最后根据微粒数、物质的量、 $N_A$ 三者之间的数学关系,确定微观粒子的数目。

### 1. 一些特殊微粒

- (1)Ne:是单原子分子;
- (2)臭氧( $O_3$ )、白磷( $P_4$ ):多原子分子中的原子个数;
- (3) $D_2O$ : $H({}_1^1H)$ 、 $D({}_1^2H)$ 、 $T({}_1^3H)$ 三者中的中子数不同;
- (4) $^{16}O_2$ 、 $^{17}O_2$ 、 $^{18}O_2$ ;  $^{16}O$ 、 $^{17}O$ 、 $^{18}O$ ;  $^{35}Cl$ 、 $^{37}Cl$ 中的中子数不同;
- (5) $Na_2O_2$ 、 $Na_2O$ 、 $KO_2$ 中的阴、阳离子个数比。

### 2. 特殊的离子组成

- (1)共价化合物中不含离子。
- (2)固体离子化合物中含有离子,但不含自由离子。
- (3)离子化合物 $X_aY_b$ 中所含的离子。

非金属Y的价态	最低负价	非最低负价
所含离子	$X^{b+}$ 和 $Y^{a-}$	$X^{b+}$ 和 $Y_b^{a-}$

- (4)酸式盐在不同状态下所含离子。

不同状态	弱酸的酸式盐 $NaHCO_3$	强酸的酸式盐 $NaHSO_4$
固体	$Na^+$ 和 $HCO_3^-$	$Na^+$ 和 $HSO_4^-$
熔融	$Na^+$ 和 $CO_3^{2-}$	$Na^+$ 和 $HSO_4^-$
水溶液	$Na^+$ 和 $HCO_3^-$	$Na^+$ 、 $H^+$ 和 $SO_4^{2-}$

## 变式演练

**题目 1** (2023—2024 高三上·天津·期中) 设  $N_A$  为阿伏加德罗常数的值。下列有关叙述正确的是

- 10 g 60% 的乙酸水溶液中含有的氧原子总数为  $0.2N_A$
- 常温常压下, 15g 甲基碳正离子( $CH_3^+$ )所含的电子数为  $8N_A$
- 0.5 mol 的  $Na_2O_2$  和  $Na_2O$  混合物中, 所含阴离子数为  $N_A$
- 标准状况下, 22.4 L  $Cl_2$  参加反应时, 转移电子数为  $2N_A$

**【答案】B**

**【解析】A.** 未考虑水中的氧原子, 氧原子总数大于  $0.2N_A$ , 故 A 错误;

**B.** 15g 甲基碳正离子( $CH_3^+$ )的物质的量为 1mol, 所含电子数为  $8N_A$ , 故 B 正确;

**C.** 过氧根为一个阴离子, 0.5mol  $Na_2O_2$  和  $Na_2O$  中阴离子物质的量为 0.5mol 即  $0.5 N_A$ , 故 C 错误;

**D.** 在氯气和水的反应中, 标况下 22.4L  $Cl_2$  参加反应时, 转移电子数为  $N_A$ , 故 D 错误;

故选 B。

**题目 2** (2023—2024 高三上·黑龙江齐齐哈尔·期中) 用  $N_A$  表示阿伏加德罗常数的值, 下列叙述错误的是

- 2.0g  $H_2^{18}O$  与  $D_2O$  的混合物中所含质子数、中子数均为  $N_A$
- 标准状况下, 11.2L  $SO_3$  中含有 S 原子的数目为  $0.5N_A$
- 1mol  $Na_2O_2$  中含阴、阳离子总数为  $3N_A$
- 浓硝酸受热分解生成  $NO_2$ 、 $N_2O_4$  共 23g, 转移电子数为  $0.5N_A$

**【答案】B**

**【解析】A.**  $H_2^{18}O$  与  $D_2O$  的相对分子质量均为 20, 1 个分子中均含 10 个质子、10 个中子, 2.0g  $H_2^{18}O$  与  $D_2O$

O 的混合物的物质的量为  $\frac{2.0g}{20g/mol} = 0.1mol$ , 质子、中子的物质的量均为  $1mol$ , 质子数、中子数均为  $N_A$ , 选项 A 正确;

B. 标准状况下,  $SO_3$  是非气态物质, 无法计算其物质的量, 选项 B 错误;

C. 一个  $Na_2O_2$  中含两个  $Na^+$  和一个  $O_2^{2-}$ , 故  $1mol Na_2O_2$  中含阴、阳离子总数为  $3N_A$ , 选项 C 正确;

D.  $NO_2$  和  $N_2O_4$  的混合物通式可表示为  $(NO_2)_n$ ,  $NO_2$ 、 $N_2O_4$  的化合价均为 +4 价, 浓硝酸分解生成

$23g NO_2$ 、 $N_2O_4$  时转移电子数为  $\frac{23g}{46g \cdot mol^{-1}} = 0.5mol$ , 选项 D 正确;

答案选 B。

## 【考向五】混合物中微粒数的计算

### 典例分析

**例 1** 用  $N_A$  表示阿伏加德罗常数的值, 下列叙述错误的是

A. (2023·广东卷)  $NaCl$  和  $NH_4Cl$  的混合物中含  $1mol Cl^-$ , 则混合物中质子数为  $28N_A$

B. (2022·浙江卷)  $11.2L$  乙烷和丙烯的混合气体中所含碳氢键数为  $3N_A$

C. (2021·河北卷)  $1mol$  碘蒸气和  $1mol$  氢气在密闭容器中充分反应, 生成的碘化氢分子数小于  $2N_A$

D. (2021·湖南卷)  $2mol NO$  与  $1mol O_2$  在密闭容器中充分反应后的分子数为  $2N_A$

E. (2021·浙江卷)  $CH_4$  和  $C_2H_4$  混合气体  $2.24L$  (标准状况) 完全燃烧, 则消耗  $O_2$  分子数目为  $0.25N_A$

**【解析】** A.  $NaCl$  和  $NH_4Cl$  的混合物中含  $1mol Cl^-$ , 则混合物为  $1mol$ , 质子数为  $28N_A$ , A 正确;

B. 没有指明气体的温度和压强, 无法确定  $11.2L$  乙烷和丙烯的混合气体的物质的量是多少, 因此, 无法确定其中所含碳氢键的数目, B 说法不正确;

C. 碘蒸气与氢气发生的反应为:  $I_2(g) + H_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$ , 反应为可逆反应, 有一定的限度, 所以充分反应, 生成的碘化氢分子数小于  $2N_A$ , C 正确;

D. 存在  $2NO + O_2 = 2NO_2$ ,  $2NO_2 \rightleftharpoons N_2O_4$ , 因此  $2mol NO$  与  $1mol O_2$  在密闭容器中充分反应后的分子数小于  $2N_A$ , D 错误;

E.  $CH_4$  和  $C_2H_4$  混合气体  $2.24L$  (标准状况) 的物质的量是  $0.1mol$ , 由于  $1mol CH_4$  和  $C_2H_4$  分别完全燃烧消耗氧气的物质的量分别是  $2mol$ 、 $3mol$ , 则  $0.1mol$  混合气体完全燃烧消耗氧气的分子数目应该介于  $0.2N_A$  和  $0.3N_A$  之间, E 错误;

**【答案】** BDE

### 提分秘籍

1. 若物质为混合物, 先求混合物中各物质的最简式。

(1) 若最简式相同, 可先求最简式的物质的量, 然后求解目标粒子数目。

(2) 若最简式不同, 可先计算两物质的摩尔质量是否相同, 当摩尔质量相同时, 可先求两物质的总物质的量, 然后求解目标粒子的数目。

如:  $14g$  乙烯与丙烯中所含的碳原子数为  $N_A$ ;  $22g CO_2$  和  $N_2O$  混合物中所含的原子数为  $1.5N_A$ ; 常考查的还有  $O_2$  和  $O_3$ ,  $NO_2$  和  $N_2O_4$  等。

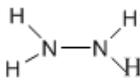
2. 若混合气体能发生反应且反应可逆, 因为可逆反应进行不完全, 当没给出转化率时, 不能求出准确的目标粒子数目。

## 变式演练

**题目 1** (2023—2024 高三上·辽宁丹东·期中)“天宫一号”和“神舟八号”是我国航天事业发展的里程碑。运载火箭的推进剂引燃后发生反应： $2N_2H_4(l) + N_2O_4(l) = 3N_2(g) + 4H_2O(g)$ 。用  $N_A$  表示阿伏加德罗常数的值，下列有关说法正确的是

- A.  $1\text{mol}N_2H_4$  中含有的共用电子对数为  $4N_A$
- B.  $9.2\text{g}NO_2$ 、 $N_2O_4$  混合物中含有的质子数为  $4.6N_A$
- C. 相同质量的  $NO_2$  和  $NO$  含有的氮原子数相等
- D. 当生成  $6.72\text{LN}_2$  时转移电子数为  $0.8N_A$

**【答案】B**



**【解析】A.** 根据结构式可知， $1\text{mol}N_2H_4$  中含有的共用电子对数为  $5N_A$ ，A 错误；

**B.**  $9.2\text{g}NO_2$ 、 $N_2O_4$  (混合物最简式为  $NO_2$ ) 含有  $0.2\text{mol}$  “ $NO_2$ ”，1 个  $NO_2$  的质子数为 23，则混合物含有的质子数为  $4.6N_A$ ，B 正确；

**C.** 相同质量的  $NO_2$  和  $NO$  含有的氮原子数之比为  $\frac{1}{46} : \frac{1}{30} = 15:23$ ，C 错误；

**D.** 未指明标准状况，当生成  $6.72\text{LN}_2$  时，难以计算氮气的物质的量，难以计算转移电子数，D 错误；  
答案选 B。

**题目 2** (2023—2024 高三上·福建福州·期中) $N_A$  为阿伏加德罗常数的值。下列说法正确的是

- A.  $4.2\text{g}$  乙烯和丙烯混合气体中含有的极性键数目为  $0.6N_A$
- B.  $1\text{L } 1\text{mol/L}$  熔融的  $NaHSO_4$  中含有的阳离子数目为  $2N_A$
- C.  $0.1\text{mol}$  乙醇与  $0.3\text{mol}$  乙酸在浓硫酸作用下充分反应生成乙酸乙酯分子数为  $0.1N_A$



**D.** 晶体 B 的结构单元为 ，则  $11\text{g}$  晶体 B 含有  $0.6N_A$  个三角形 (相邻原子构成)

**【答案】A**

**【解析】A.** 乙烯和丙烯的最简式都是  $CH_2$ ， $4.2\text{g}$  乙烯和丙烯混合气体为  $0.3\text{mol}CH_2$ ，则含有的极性键 (即  $C-H$  键) 数目为  $0.6N_A$ ，A 正确；

**B.**  $1\text{L } 1\text{mol/L}$  熔融的  $NaHSO_4$  中含有的阳离子为  $1\text{mol}Na^+$ ，数目为  $N_A$ ，B 错误；

**C.** 酯化反应是可逆反应， $0.1\text{mol}$  乙醇与  $0.3\text{mol}$  乙酸在浓硫酸作用下充分反应生成乙酸乙酯小于  $0.1\text{mol}$ ，分子数小于  $0.1N_A$ ，C 错误；

**D.** 由晶体 B 的结构单元示意图可知，1 个 B 原子能形成 5 个  $B-B$  键，则 1 个三角形含有  $\frac{1}{5} \times 3$  个 B 原子，则  $11\text{g}$  晶体 B 即  $1\text{mol}B$  含有  $\frac{5}{3}N_A$  个三角形，D 错误；

答案选 A。

## 【考向六】氧化还原反应中电子转移数目的计算

## 典例分析

**例 1**  $N_A$  代表阿伏加德罗常数的值。下列说法正确的是

- A. (2023·海南卷) 2.4g 镁条在空气中充分燃烧, 转移的电子数目为  $0.2N_A$   
 B. (2023·辽宁卷) 我国古代四大发明之一黑火药的爆炸反应为:  $S + 2KNO_3 + 3C = K_2S + N_2\uparrow + 3CO_2\uparrow$ , 每生成 2.8g  $N_2$  转移电子数目为  $N_A$   
 C. (2023·重庆卷) 已知反应:  $2F_2 + 2NaOH = OF_2 + 2NaF + H_2O$ , 若消耗 44.8L(标准状况)  $F_2$ , 转移的电子数为  $4N_A$   
 D. (2022·全国卷) 电解熔融  $CuCl_2$ , 阴极增重 6.4g, 外电路中通过电子的数目为  $0.10N_A$   
 E. (2022·浙江卷) 足量的浓盐酸与 8.7g  $MnO_2$  反应, 转移电子的数目为  $0.4N_A$   
 F. (2022·河北卷) 3.9g  $Na_2O_2$  与足量水反应, 转移电子个数为  $0.1N_A$   
 G. (2021·全国卷) 3mol 的  $NO_2$  与  $H_2O$  完全反应时转移的电子数为  $4N_A$

**【解析】**A. 2.4g 镁条在空气中充分燃烧, 镁被氧化为 +2 价, 故转移的电子数目为  $0.2N_A$ , 故 A 正确;

B. 2.8g  $N_2$  的物质的量  $n = \frac{m}{M} = \frac{2.8}{28} \text{mol} = 0.1 \text{mol}$ , 1mol  $N_2$  生成转移的电子数为  $12N_A$ , 则 0.1mol  $N_2$  转移的电子数为  $1.2N_A$ , B 项错误;

C. 反应  $2F_2 + 2NaOH = OF_2 + 2NaF + H_2O$  中 F 的化合价由 0 价转化为 -1 价, O 的化合价由 -2 价变为 +2 价, 转移电子数为  $4e^-$ , 若消耗 44.8L(标准状况)  $F_2$  即  $\frac{44.8L}{22.4L \cdot \text{mol}^{-1}} = 2 \text{mol}$ , 故转移的电子数为  $4N_A$ , C 正确;

D. 电解熔融  $CuCl_2$  时, 阳极反应为  $2Cl^- - 2e^- = Cl_2\uparrow$ , 阴极反应为  $Cu^{2+} + 2e^- = Cu$ , 阴极增加的重量为 Cu 的质量, 6.4g Cu 的物质的量为 0.1mol, 根据阴极反应可知, 外电路中通过电子的物质的量为 0.2mol, 数目为  $0.2N_A$ , 故 D 错误;

E. 足量的浓盐酸与 8.7g  $MnO_2$  (0.1mol) 反应, +4 价 Mn 转化生成  $Mn^{2+}$ , 转移电子的数目为  $0.2N_A$ , E 错误;

F. 过氧化钠与水反应生成氢氧化钠和氧气, 则 3.9g 过氧化钠与足量水反应, 转移电子个数为  $\frac{3.9g}{78g/\text{mol}} \times 1 \times N_A \text{mol}^{-1} = 0.05N_A$ , 故 F 错误;

G.  $NO_2$  与  $H_2O$  反应的化学方程式为:  $3NO_2 + H_2O = 2HNO_3 + NO$ , 该反应消耗 3 个  $NO_2$  分子转移的电子数为 2 个, 则有 3mol 的  $NO_2$  参与反应时, 转移的电子数为  $2N_A$ , G 错误;

**【答案】** AC

### 提分秘籍

解答此类题应掌握氧化还原反应的实质和得失电子守恒规律。

1. 掌握常考反应中转移的电子数。

反应	物质	转移电子数 ( $N_A$ )
$Na_2O_2 + CO_2$ (或 $H_2O$ )	1 mol $Na_2O_2$	1
	1 mol $O_2$	2
$Cl_2 + NaOH(H_2O)$	1 mol $Cl_2$	1
$Cl_2 + Fe$	1 mol $Cl_2$	2
$Cu + S$	1 mol $Cu$	1
$IO_3^- + I^- + (H^+)$	1 mol $I_2$	$\frac{5}{3}$

$NH_4NO_3 \rightarrow N_2$	1 mol $N_2$	3.75
$ClO_3^- + Cl^- + (H^+)$	3 mol $Cl_2$	5
$NH_4NO_2 \rightarrow N_2$	1 mol $N_2$	3

2. 注意氧化顺序: 如向  $FeI_2$  溶液中通入氯气, 氯气先氧化碘离子, 再氧化亚铁离子。

3. 量不同, 所表现的化合价不同: 如 1 mol  $Fe$  与足量的稀  $HNO_3$  反应, 转移  $2N_A$  个电子; 铁与足量的稀硝酸反应时生成  $Fe(NO_3)_3$ , 转移的电子数为  $3N_A$ , 故上述说法错误。

4. 转移的电子数 =  $n(\text{氧化剂}) \times \text{变价原子个数} \times \text{化合价变化值}(\text{高价} - \text{低价})$   
 =  $n(\text{还原剂}) \times \text{变价原子个数} \times \text{化合价变化值}(\text{高价} - \text{低价})$

(1) 注意变价元素。

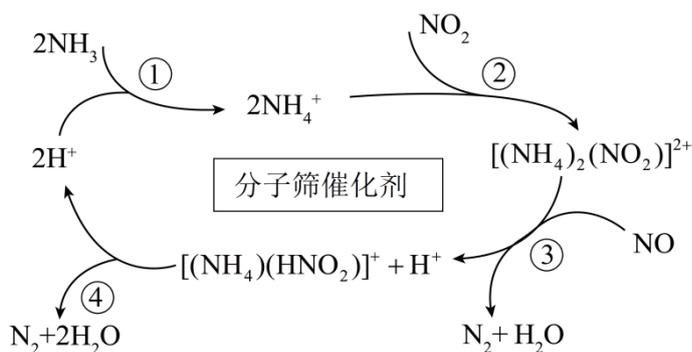
反应	物质变化量	转移电子的物质的量或数目
$2Fe + 3Cl_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2FeCl_3$	1 mol $Cl_2$	2 mol 或 $2N_A$
$Fe + S \xrightarrow{\Delta} FeS$	1 mol $Fe$	2 mol 或 $2N_A$
$Cu + Cl_2 \xrightarrow{\text{点燃}} CuCl_2$	1 mol $Cu$	2 mol 或 $2N_A$
$2Cu + S \xrightarrow{\Delta} Cu_2S$	1 mol $Cu$	1 mol 或 $N_A$

(2) 其他重要氧化还原反应。

反应	物质变化量	转移电子的物质的量或数目
$5NH_4NO_3 \xrightarrow{\Delta} 2HNO_3 + 4N_2 \uparrow + 9H_2O$	1 mol $N_2$	3.75 mol 或 $3.75N_A$
$KIO_3 + 6HI \rightleftharpoons KI + 3I_2 + 3H_2O$	1 mol $I_2$	$5/3$ mol 或 $5/3N_A$
$KClO_3 + 6HCl \rightleftharpoons 3Cl_2 \uparrow + KCl + 3H_2O$	1 mol $Cl_2$	$5/3$ mol 或 $5/3N_A$
$2H_2O_2 \rightleftharpoons 2H_2O + O_2 \uparrow$	1 mol $H_2O_2$	1 mol 或 $N_A$
$3Fe + 2O_2 \xrightarrow{\text{点燃}} Fe_3O_4$	3 mol $Fe$	8 mol 或 $8N_A$
$3Fe + 4H_2O(g) \xrightarrow{\text{高温}} Fe_3O_4 + 4H_2(g)$	3 mol $Fe$	8 mol 或 $8N_A$
$Fe + 2HCl \rightleftharpoons FeCl_2 + H_2 \uparrow$	1 mol $Fe$	2 mol 或 $2N_A$
$4Na + O_2 \rightleftharpoons 2Na_2O$	1 mol $Na$	1 mol 或 $N_A$
$2Na + O_2 \xrightarrow{\Delta} Na_2O_2$	1 mol $Na$	1 mol 或 $N_A$
$Na_2O_2 + SO_2 \rightleftharpoons Na_2SO_4$	1 mol $Na_2O_2$	2 mol 或 $2N_A$

## 变式演练

**题目 1** (2023—2024 高三上·福建福州·期中) 在化工生产中常利用某分子筛作催化剂, 催化  $NH_3$  脱除废气中的  $NO$  和  $NO_2$ , 生成两种无毒物质, 其反应历程如图所示。设  $N_A$  为阿伏加德罗常数的值, 下列说法中正确的是



- A.  $2L 0.5\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NH}_4\text{Cl}$  溶液中含有  $\text{NH}_4^+$  的数目为  $N_A$
- B. 标况下,  $4.6\text{g}$  二氧化氮气体中含有的分子数为  $0.1N_A$
- C. 总反应中生成  $11.2\text{LN}_2$  (标准状况) 时转移电子数为  $1.5N_A$
- D.  $1\text{molNH}_4^+$  中含有相同键能的  $\text{N}-\text{H}$  共价键的数目为  $3N_A$

【答案】C

【解析】A. 铵根离子水解, 导致铵根离子数目减少,  $2L 0.5\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NH}_4\text{Cl}$  溶液中含有  $\text{NH}_4^+$  的数目小于  $N_A$ , A 错误;

B.  $4.6\text{g}$  二氧化氮物质的量为  $0.1\text{mol}$ , 二氧化氮气体中存在平衡  $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$ , 含有的分子数小于  $0.1N_A$ , B 错误;

C. 总反应为  $2\text{NH}_3 + \text{NO}_2 + \text{NO} = 2\text{N}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$ , 生成  $2\text{mol}$  氮气转移  $6\text{mol}$  电子,  $11.2\text{LN}_2$  (标准状况) 物质的量为  $0.5\text{mol}$ , 则转移电子数为  $1.5N_A$ , C 正确;

D. 铵根离子中四个  $\text{N}-\text{H}$  键完全相同,  $1\text{molNH}_4^+$  中含有相同键能的  $\text{N}-\text{H}$  共价键的数目为  $4N_A$ , D 错误;

故选 C。

**题目 2** (2023—2024 高三上·辽宁沈阳·期中) 设  $N_A$  为阿伏加德罗常数的值。下列说法正确的是

- A.  $1\text{mol}[\text{Cu}(\text{NH}_3)_3\text{CO}]^+$  中  $\sigma$  键的个数为  $14N_A$
- B. 标准状况下,  $22.4\text{L}$  氮气中含有  $7N_A$  个中子
- C.  $5.6\text{gFe}$  与稀硝酸发生反应时, 转移电子数一定为  $0.3N_A$
- D.  $0.2\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{Na}_2\text{SO}_4$  溶液中,  $\text{Na}^+$  的数目为  $0.4N_A$

【答案】A

【解析】A.  $1\text{mol}[\text{Cu}(\text{NH}_3)_3\text{CO}]^+$  中含有  $9\text{mol}$   $\text{N}-\text{H}$   $\sigma$  键,  $1\text{mol}$   $\text{C}-\text{O}$   $\sigma$  键, 以及  $3\text{mol}$   $\text{NH}_3$  和  $1\text{mol}$   $\text{CO}$  与  $\text{Cu}^+$  形成的  $4\text{mol}$  配位  $\sigma$  键, 所以  $\sigma$  键的个数为  $14N_A$ , A 正确;

B. 标准状况下,  $22.4\text{L}$  氮气含有的  $\text{N}$  原子物质的量为  $2\text{mol}$ , 每个  $\text{N}$  原子含有  $7$  个中子, 所以中子为  $14N_A$ , B 错误;

C.  $5.6\text{gFe}$  的物质的量为  $\frac{5.6\text{g}}{56\text{g/mol}} = 0.1\text{mol}$ ,  $\text{Fe}$  与稀硝酸发生反应可生成  $\text{Fe}^{2+}$  或者  $\text{Fe}^{3+}$ , 所以转移电子数不一定为  $0.3N_A$ , C 错误;

D. 溶液没有体积, 无法计算, D 错误;

故选 A。

## 【考向七】物质转化中的隐含反应

## 典例分析

**例 1** 设  $N_A$  为阿伏加德罗常数的值。下列说法正确的是

- A. (2022·全国卷)  $2.0L 1.0mol \cdot L^{-1} AlCl_3$  溶液中,  $Al^{3+}$  的数目为  $2.0N_A$
- B. (2022·全国卷) 电解熔融  $CuCl_2$ , 阴极增重  $6.4g$ , 外电路中通过电子的数目为  $0.10N_A$
- C. (2022·浙江卷)  $0.1mol H_2$  和  $0.1mol I_2$  于密闭容器中充分反应后,  $HI$  分子总数为  $0.2N_A$
- D. (2021·河北卷)  $1mol$  碘蒸气和  $1mol$  氢气在密闭容器中充分反应, 生成的碘化氢分子数小于  $2N_A$
- E. (2021·河北卷) 电解饱和食盐水时, 若阴阳两极产生气体的总质量为  $73g$ , 则转移电子数为  $N_A$
- F. (2021·广东卷)  $11.2L NO$  与  $11.2LO_2$  混合后的分子数目为  $N_A$
- G. (2021·浙江卷)  $0.1mol CH_3COOH$  与足量  $CH_3CH_2OH$  充分反应生成的  $CH_3COOCH_2CH_3$  分子数目为  $0.1N_A$

**【解析】**A.  $Al^{3+}$  在溶液中会发生水解生成  $Al(OH)_3$ , 因此  $2.0L 1.0mol/L$  的  $AlCl_3$  溶液中  $Al^{3+}$  数目小于  $2.0N_A$ , 故 A 错误;

B. 电解熔融  $CuCl_2$  时, 阳极反应为  $2Cl^- - 2e^- = Cl_2 \uparrow$ , 阴极反应为  $Cu^{2+} + 2e^- = Cu$ , 阴极增加的重量为  $Cu$  的质量,  $6.4g Cu$  的物质的量为  $0.1mol$ , 根据阴极反应可知, 外电路中通过电子的物质的量为  $0.2mol$ , 数目为  $0.2N_A$ , 故 B 错误;

C.  $H_2$  和  $I_2$  发生反应生成  $HI$ , 该反应是可逆反应, 反应物不能完全转化为生成物, 因此,  $0.1mol H_2$  和  $0.1mol I_2$  于密闭容器中充分反应后,  $HI$  分子总数小于  $0.2N_A$ , C 说法不正确。

D. 碘蒸气与氢气发生的反应为:  $I_2(g) + H_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$ , 反应为可逆反应, 有一定的限度, 所以充分反应, 生成的碘化氢分子数小于  $2N_A$ , D 正确;

E. 电解饱和食盐水时电极总反应为:  $2NaCl + 2H_2O \xrightarrow{\text{电解}} 2NaOH + H_2 \uparrow + Cl_2 \uparrow$ , 若阴阳两极产生气体分别是氢气与氯气, 且物质的量之比为  $1:1$ , 若气体的总质量为  $73g$ , 则说明反应生成的氢气与氯气的物质的量各自为  $1mol$ , 根据关系式  $H_2 \sim 2e^-$  可知, 转移的电子数为  $2N_A$ , E 错误;

F. 未提到具体的温度、压强(如标况下), 故无法计算  $11.2L NO$  与  $11.2LO_2$  混合后的分子数目, F 错误;

G. 乙酸和乙醇的酯化反应是可逆反应, 则  $0.1mol CH_3COOH$  与足量  $CH_3CH_2OH$  充分反应生成的  $CH_3COOCH_2CH_3$  分子数目小于  $0.1N_A$ , G 错误;

**【答案】**D

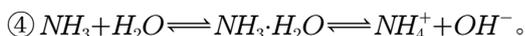
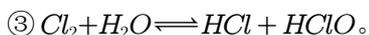
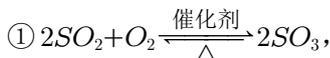
## 提分秘籍

### 1. 可逆反应类型

因为可逆反应进行不完全, 当没给出转化率时, 不能求出准确的目标粒子数目。

如某密闭容器盛有  $0.1mol N_2$  和  $0.3mol H_2$ , 在一定条件下充分反应, 转移的电子数目为  $0.6N_A$ : 该反应为可逆反应, 进行程度不确定, 无法准确求解转移的电子数目, 故错误。

常见的可逆反应有:



以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/076121155125011001>