

专题 02 化学计量与化学计算

【2022 年】

1. (2022 · 全国甲卷) N_A 为阿伏加德罗常数的值, 下列说法正确的是 ()

- A. 25 °C, 101 kPa 下, 28 L 氢气中质子的数目为 $2.5 N_A$
- B. 2.0 L 1.0 mol·L⁻¹ AlCl₃ 溶液中, Al³⁺ 的数目为 $2.0 N_A$
- C. 0.20 mol 苯甲酸完全燃烧, 生成 CO₂ 的数目为 $1.4 N_A$
- D. 电解熔融 CuCl₂, 阴极增重 6.4 g, 外电路中通过电子的数目为 $0.10 N_A$

【答案】C

【解析】A. 25°C、101kPa 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 A 错误;

B. Al³⁺ 在溶液中会发生水解生成 Al(OH)₃, 因此 2.0L 1.0 mol/L 的 AlCl₃ 溶液中 Al³⁺ 数目小于 $2.0 N_A$, 故 B 错误;

C. 苯甲酸燃烧的化学方程式为 $C_6H_5COOH + \frac{15}{2} O_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 7CO_2 + 3H_2O$, 1mol 苯甲酸燃烧生成 7mol CO₂, 则

0.2mol 苯甲酸完全燃烧生成 1.4mol CO₂, 数目为 $1.4 N_A$, 故 C 正确;

D. 电解熔融 CuCl₂ 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 $0.2 N_A$, 故 D 错误;

答案选 C。

2. (2022 · 浙江卷) N_A 为阿伏加德罗常数的值, 下列说法正确的是

- A. 12g NaHSO₄ 中含有 $0.2 N_A$ 个阳离子
- B. 11.2L 乙烷和丙烯的混合气体中所含碳氢键数为 $3 N_A$
- C. 8g CH₄ 含有中子数为 $3 N_A$
- D. 0.1mol H₂ 和 0.1mol I₂ 于密闭容器中充分反应后, HI 分子总数为 $0.2 N_A$

【答案】C

【解析】A. NaHSO₄ 由钠离子和硫酸氢根离子构成, 其中的阳离子只有钠离子, 12g NaHSO₄ 的物质的量为 0.1mol, 因此, 其中只含有 $0.1 N_A$ 个阳离子, A 说法不正确;

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. 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 $3N_A$, C 说法正确;

D. 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 $0.2N_A$, D 说法不正确。

综上所述, 本题选 C。

3. (2022·海南卷) 在 2.8gFe 中加入 100mL3mol/LHCl, Fe 完全溶解。 N_A 代表阿伏加德罗常数的值, 下列说法正确的是

A. 反应转移电子为 0.1mol

B. HCl 溶液中 Cl^- 数为 $3N_A$

C. 2.8g ^{56}Fe 含有的中子数为 $1.3N_A$

D. 反应生成标准状况下气体 3.36L

【答案】A

【解析】2.8gFe 的物质的量为 0.05mol; 100mL 3mol·L⁻¹HCl 中 H^+ 和 Cl^- 的物质的量均为 0.3mol, 两者发生反应后, Fe 完全溶解, 而盐酸过量。

A. Fe 完全溶解生成 Fe^{2+} , 该反应转移电子 0.1mol, A 正确;

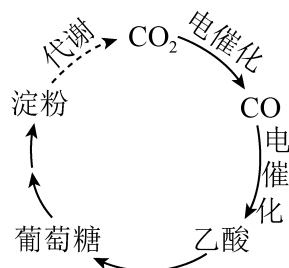
B. HCl 溶液中 Cl^- 的物质的量为 0.3mol, 因此, Cl^- 数为 $0.3N_A$, B 不正确;

C. ^{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 $1.5N_A$, C 不正确;

D. 反应生成 H_2 的物质的量为 0.05mol, 在标准状况下的体积为 1.12L, D 不正确;

综上所述, 本题 A。

4. (2022·广东卷) 我国科学家进行了如图所示的碳循环研究。下列说法正确的是



A. 淀粉是多糖, 在一定条件下能水解成葡萄糖

B. 葡萄糖与果糖互为同分异构体, 都属于烃类

C. 1mol CO 中含有 6.02×10^{24} 个电子

D. 22.4L CO₂ 被还原生成1mol CO

【答案】A

【解析】A. 淀粉是由葡萄糖分子聚合而成的多糖，在一定条件下水解可得到葡萄糖，故 A 正确；

B. 葡萄糖与果糖的分子式均为 C₆H₁₂O₆，结构不同，二者互为同分异构体，但含有 O 元素，不是烃类，属于烃的衍生物，故 B 错误；

C. 一个 CO 分子含有 14 个电子，则 1molCO 中含有 $14 \times 6.02 \times 10^{23} = 8.428 \times 10^{24}$ 个电子，故 C 错误；

D. 未指明气体处于标况下，不能用标况下的气体摩尔体积计算其物质的量，故 D 错误；

答案选 A。

5. (2022·浙江卷) 联合生产是化学综合利用资源的有效方法。煅烧石灰石反应：

$\text{CaCO}_3(\text{s}) = \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H = 1.8 \times 10^2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ，石灰石分解需要的能量由焦炭燃烧提供。将石灰石与焦炭按一定比例混合于石灰窑中，连续鼓入空气，使焦炭完全燃烧生成 CO₂，其热量有效利用率为 50%。石灰窑中产生的富含 CO₂ 的窑气通入氨的氯化钠饱和溶液中，40% 的 CO₂ 最终转化为纯碱。已知：焦炭的热值为 30kJ·g⁻¹ (假设焦炭不含杂质)。请回答：

(1) 每完全分解 100kg 石灰石 (含 CaCO₃ 90%，杂质不参与反应)，需要投料 _____ kg 焦炭。

(2) 每生产 106kg 纯碱，同时可获得 _____ kg CaO (列式计算)。

【答案】(1) 10.8

(2) 70

【解析】(1) 完全分解 100kg 石灰石 (含 CaCO₃ 90%，杂质不参与反应)，需要吸收的热量是

$\frac{100000 \text{ g} \times 0.9}{100 \text{ g/mol}} \times 180 \text{ kJ/mol} = 162000 \text{ kJ}$ ，已知：焦炭的热值为 30kJ·g⁻¹ (假设焦炭不含杂质)，其热量有效利用

率为 50%，所以需要投料焦炭的质量是 $\frac{162000}{30} \text{ g} \times 2 = 10800 \text{ g} = 10.8 \text{ kg}$ 。

(2) 根据 (1) 中计算可知消耗焦炭的物质的量是 $\frac{10800 \text{ g}}{12 \text{ g/mol}} = 900 \text{ mol}$ ，参加反应的碳酸钙的物质的量是 900mol，

这说明参加反应的碳酸钙和焦炭的物质的量之比为 1:1，所以根据原子守恒可知生成氧化钙的质量是

$\frac{106 \text{ kg} \times 56 \text{ g/mol}}{106 \text{ g/mol} \times 40\% \times 2} = 70 \text{ kg}$ 。

【2021 年】

1. (2021·山东) X、Y 均为短周期金属元素，同温同压下，0.1molX 的单质与足量稀盐酸反应，生成 H₂ 体积为 V₁L；0.1molY 的单质与足量稀硫酸反应，生成 H₂ 体积为 V₂L。下列说法错误的是

A. X、Y 生成 H_2 的物质的量之比一定为 $\frac{V_1}{V_2}$

B. X、Y 消耗酸的物质的量之比一定为 $\frac{2V_1}{V_2}$

C. 产物中 X、Y 化合价之比一定为 $\frac{V_1}{V_2}$

D. 由 $\frac{V_1}{V_2}$ 一定能确定产物中 X、Y 的化合价

【答案】D

【分析】

设与 1mol X 反应消耗 HCl 的物质的量为 amol，与 1mol Y 反应消耗 H_2SO_4 的物质的量为 b mol，根据转移电子守恒以及 H 原子守恒可知 $X \sim aHCl \sim \frac{a}{2}H_2 \sim X^{a+}$ 、 $Y \sim bH_2SO_4 \sim bH_2 \sim X^{2b+}$ 。

【详解】

A. 同温同压下，气体体积之比等于其物质的量之比，因此 X、Y 生成 H_2 的物质的量之比一定为 $\frac{V_1}{V_2}$ ，故 A 正确；

B. X、Y 反应过程中消耗酸的物质的量之比为 $\frac{a}{b}$ ，因 $\frac{\frac{a}{2}}{b} = \frac{10V_1}{10V_2} = \frac{V_1}{V_2}$ ，因此 $\frac{a}{b} = \frac{2V_1}{V_2}$ ，故 B 正确；

C. 产物中 X、Y 化合价之比为 $\frac{a}{2b}$ ，由 B 项可知 $\frac{a}{2b} = \frac{V_1}{V_2}$ ，故 C 正确；

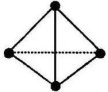
D. 因短周期金属单质与盐酸或稀硫酸反应时，生成的盐中金属元素化合价有 +1、+2、+3 三种情况，因此存在 $a=1, 2, 3$ ， $b=0.5, 1$ 的多种情况，由 $\frac{a}{b} = \frac{2V_1}{V_2}$ 可知，当 $a=1$ ， $b=0.5$ 时， $\frac{V_1}{V_2}=1$ ，当 $a=2$ ， $b=1$ 时， $\frac{V_1}{V_2}=1$ ，

两种情况下 X、Y 的化合价不同，因此根据 $\frac{V_1}{V_2}$ 可能无法确定 X、Y 的化合价，故 D 错误；

综上所述，错误的 D 项，故答案为 D。

2. (2021·浙江) 设 N_A 为阿伏加德罗常数的值，下列说法不正确的是

A. 标准状况下, $1.12\text{L}^{18}\text{O}_2$ 中含有中子数为 N_A

B. 31g P_4 (分子结构: ) 中的共价键数目为 $1.5N_A$

C. $100\text{mL} 0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 NaOH 水溶液中含有氧原子数为 $0.01N_A$

D. 18.9g 三肽 $\text{C}_6\text{H}_{33}\text{N}_3\text{O}_4$ (相对分子质量: 189) 中的肽键数目为 $0.2N_A$

【答案】C

【详解】

A. 标准状况下, $1.12\text{L}^{18}\text{O}_2$ 的物质的量为: 0.05mol , 一个 ^{18}O 中含有中子数为: $18-8=10$ 个, 所以 $1.12\text{L}^{18}\text{O}_2$ 中含有中子数为 N_A , A 正确;

B. 31g P_4 的物质的量为: 0.25mol , 根据白磷的分子结构可知一个白磷分子里含有六条共价键, 所以共价键数目为: $1.5N_A$, B 正确;

C. $100\text{mL} 0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 NaOH 水溶液中含有溶质氢氧化钠和溶剂水, 氧原子数目为二者氧原子数目的加和, C 错误;

D. 18.9g 三肽 $\text{C}_6\text{H}_{33}\text{N}_3\text{O}_4$ 的物质的量为: 0.1mol , 三分子氨基酸脱水缩合形成三肽, 三肽中含有两个肽键, 所以 18.9g 三肽 $\text{C}_6\text{H}_{33}\text{N}_3\text{O}_4$ 中的肽键数目为 $0.2N_A$, D 正确;

答案为: C。

3. (2021·全国甲) N_A 为阿伏加德罗常数的值。下列叙述正确的是

A. 18g 重水(D_2O)中含有的质子数为 $10N_A$

B. 3mol 的 NO_2 与 H_2O 完全反应时转移的电子数为 $4N_A$

C. 32g 环状 S_8 () 分子中含有的 S-S 键数为 $1N_A$

D. $1\text{L pH}=4$ 的 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 溶液中 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 离子数为 $0.1N_A$

【答案】C

【详解】

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

$9N_A$, A 错误;

B. NO_2 与 H_2O 反应的化学方程式为: $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$, 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 $2N_A$, B 错误;

C. 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 $\frac{32\text{g}}{8 \times 32\text{g/mol}} = \frac{1}{8}\text{mol}$, 则含有的 S-S 键数为 $\frac{1}{8} \times 8 \times N_A = N_A$, C 正确;

D. 酸性 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 溶液中存在: $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+$, 含 Cr 元素微粒有 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 和 CrO_4^{2-} , 则 1L pH=4 的 $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 溶液中 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 离子数应小于 $0.1N_A$, D 错误;

故选 C。

4. (2021·广东) 设 N_A 为阿伏加德罗常数的值。下列说法正确的是

A. 1 mol CHCl_3 含有 C-Cl 键的数目为 $3N_A$

B. 1 L 1.0 mol/L 的盐酸含有阴离子总数为 $2N_A$

C. 11.2 L NO 与 11.2 L O_2 混合后的分子数目为 N_A

D. 23 g Na 与足量 H_2O 反应生成的 H_2 分子数目为 N_A

【答案】A

【详解】

A. 1 个 CHCl_3 分子中含有 3 个 C-Cl 键, 微粒个数与物质的量成正比, 故 1 mol CHCl_3 含有 3mol C-Cl 键, C-Cl 键的数目为 $3N_A$, A 正确;

B. 盐酸为氯化氢的水溶液, 氯化氢会全部电离出阴离子 Cl^- , 水会部分电离出阴离子 OH^- , 水的质量及电离程度未知, 故无法计算 1 L 1.0 mol/L 的盐酸含有阴离子总数, B 错误;

C. 未提到具体的温度、压强 (如标况下), 故无法计算 11.2 L NO 与 11.2 L O_2 混合后的分子数目, C 错误;

D. 23 g Na 为 1mol，钠与足量的水反应生成氢气的关系式为: $2\text{Na} \sim \text{H}_2$ ，故 1mol Na 应对应生成 0.5mol

H_2 ， H_2 分子数目应为 $0.5 N_A$ ，D 错误；

故选 A。

5. (2021·河北) N_A 是阿伏加德罗常数的值，下列说法错误的是

A. 22.4L(标准状况)氟气所含的质子数为 $18N_A$

B. 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 $2N_A$

C. 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

D. 1L $1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 溴化铵水溶液中 NH_4^+ 与 H^+ 离子数之和大于 N_A

【答案】C

【详解】

A. 在标准状况下 22.4L 氟气的物质的量为 1mol，其质子数为 $1\text{mol} \times 9 \times 2 \times N_A = 18N_A$ ，A 正确；

B. 碘蒸气与氢气发生的反应为: $\text{I}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$ ，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 $2N_A$ ，B 正确；

C. 电解饱和食盐水时电极总反应为: $2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{NaOH} + \text{H}_2\uparrow + \text{Cl}_2\uparrow$ ，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 $\text{H}_2 \sim 2\text{e}^-$ 可知，转移的电子数为 $2N_A$ ，C 错误；

D. 1L $1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 溴化铵水溶液存在电荷守恒，即 $c(\text{NH}_4^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{Br}^-) + c(\text{OH}^-)$ ，则物质的量也满足

$n(\text{NH}_4^+) + n(\text{H}^+) = n(\text{Br}^-) + n(\text{OH}^-)$ ，因为 $n(\text{Br}^-) = 1\text{L} \times 1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1} = 1\text{mol}$ ，所以该溶液中 NH_4^+ 与 H^+ 离子数之和大于 N_A ，D 正确；

故选 C。

6. (2021·湖南) N_A 为阿伏加德罗常数的值。下列说法正确的是

A. $18\text{gH}_2^{18}\text{O}$ 含有的中子数为 $10N_A$

B. $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{HClO}_4$ 溶液中含有的 H^+ 数为 $0.1N_A$

C. 2molNO 与 1molO_2 在密闭容器中充分反应后的分子数为 $2N_A$

D. 11.2LCH_4 和 22.4LCl_2 (均为标准状况) 在光照下充分反应后的分子数为 $1.5N_A$

【答案】D

【详解】

A. $18\text{gH}_2^{18}\text{O}$ 的物质的量为 $\frac{18\text{g}}{20\text{g/mol}}=0.9\text{mol}$, 1 个 H_2^{18}O 含 $0+(18-8)=10$ 个中子, 则 $18\text{gH}_2^{18}\text{O}$ 含有的中子数为 $9N_A$, A 错误;

B. 未给溶液体积, 无法计算, B 错误;

C. 存在 $2\text{NO}+\text{O}_2=2\text{NO}_2$, $2\text{NO}_2\rightleftharpoons\text{N}_2\text{O}_4$, 因此 2molNO 与 1molO_2 在密闭容器中充分反应后的分子数小于 $2N_A$, C 错误;

D. 甲烷和氯气在光照下发生取代, 1mol 氯气可取代 1molH , 同时产生 1molHCl 分子, 标准状况下 11.2LCH_4 的物质的量为 0.5mol , 22.4LCl_2 的物质的量为 1mol , 0.5molCH_4 含 4molH , 最多可消耗 4molCl_2 , 因此 CH_4 过量, 根据 1mol 氯气可取代 1molH , 同时产生 1molHCl 分子可知 1molCl_2 完全反应可得 1molHCl , 根据 C 守恒, 反应后含 C 物质的物质的量=甲烷的物质的量= 0.5mol , 因此 11.2LCH_4 和 22.4LCl_2 (均为标准状况) 在光照下充分反应后的分子数为 $1.5N_A$, D 正确;

选 D。

【2020 年】

1. (2020·新课标Ⅲ) N_A 是阿伏加德罗常数的值。下列说法正确的是

A. 22.4L (标准状况) 氮气中含有 $7N_A$ 个中子

B. 1mol 重水比 1mol 水多 N_A 个质子

C. 12g 石墨烯和 12g 金刚石均含有 N_A 个碳原子

D. $1\text{L } 1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NaCl}$ 溶液含有 $28N_A$ 个电子

【答案】C

【解析】标准状况下 22.4L 氮气的物质的量为 1mol , 若该氮气分子中的氮原子全部为 ^{14}N , 则每个 N_2 分子含有 $(14-7)\times 2=14$ 个中子, 1mol 该氮气含有 $14N_A$ 个中子, 不是 $7N_A$, 且构成该氮气的氮原子种类并不确定, 故 A 错误; 重水分子和水分子都是两个氢原子和一个氧原子构成的, 所含质子数相同, 故 B 错误; 石墨烯

和金刚石均为碳单质, 12g 石墨烯和 12g 金刚石均相当于 12g 碳原子, 即 $\frac{12\text{g}}{12\text{g/mol}} = 1\text{molC}$ 原子, 所含碳原子数目为 N_A 个, 故 C 正确; 1molNaCl 中含有 $28N_A$ 个电子, 但该溶液中除 NaCl 外, 水分子中也含有电子, 故 D 错误; 故答案为 C。

2. (2020·浙江卷) N_A 为阿伏加德罗常数的值。下列说法正确的是()

A. $4\text{MnO}_4^- + 5\text{HCHO} + 12\text{H}^+ = 4\text{Mn}^{2+} + 5\text{CO}_2 \uparrow + 11\text{H}_2\text{O}$, 1mol $[4\text{MnO}_4^- + 5\text{HCHO}]$ 完全反应转移的电子数为 $20N_A$

B. 用电解粗铜的方法精炼铜, 当电路中通过的电子数为 N_A 时, 阳极应有 32gCu 转化为 Cu^{2+}

C. 常温下, pH=9 的 CH_3COONa 溶液中, 水电离出的 H^+ 数为 $10^{-5}N_A$

D. 1L 浓度为 $0.100\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 Na_2CO_3 溶液中, 阴离子数为 $0.100N_A$

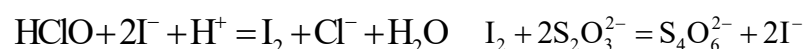
【答案】A

【解析】Mn 元素的化合价由 +7 价降至 +2 价, 则 4mol MnO_4^- 完全反应转移电子物质的量为 $4\text{mol}\times[(+7)-(+2)]=20\text{mol}$, 即转移电子数为 $20N_A$, A 正确; 电解精炼铜时, 阳极为粗铜, 阳极发生的电极反应有: 比铜活泼的杂质金属失电子发生氧化反应以及 Cu 失电子的氧化反应: $\text{Cu}-2\text{e}^-=\text{Cu}^{2+}$, 当电路中通过的电子数为 N_A 时, 即电路中通过 1mol 电子, Cu 失去的电子应小于 1mol, 阳极反应的 Cu 的物质的量小于 0.5mol, 则阳极反应的 Cu 的质量小于 $0.5\text{mol}\times 64\text{g/mol}=32\text{g}$, B 错误; 溶液的体积未知, 不能求出溶液中水电离出的 H^+ 数, C 错误; $n(\text{Na}_2\text{CO}_3)=0.100\text{mol/L}\times 1\text{L}=0.100\text{mol}$, 由于 CO_3^{2-} 发生水解: $\text{CO}_3^{2-}+\text{H}_2\text{O}\rightleftharpoons\text{HCO}_3^-+\text{OH}^-$ 、 $\text{HCO}_3^-+\text{H}_2\text{O}\rightleftharpoons\text{H}_2\text{CO}_3+\text{OH}^-$, 故阴离子物质的量大于 0.100mol, 阴离子数大于 $0.100N_A$, D 错误; 答案选 A。

3. (2020·江苏卷) 次氯酸钠溶液和二氯异氰尿酸钠($\text{C}_3\text{N}_3\text{O}_3\text{Cl}_2\text{Na}$)都是常用的杀菌消毒剂。NaClO 可用于制备二氯异氰尿酸钠。

(1)NaClO 溶液可由低温下将 Cl_2 缓慢通入 NaOH 溶液中而制得。制备 NaClO 的离子方程式为_____；用于环境杀菌消毒的 NaClO 溶液须稀释并及时使用, 若在空气中暴露时间过长且见光, 将会导致消毒作用减弱, 其原因是_____。

(2)二氯异氰尿酸钠优质品要求有效氯大于 60%。通过下列实验检测二氯异氰尿酸钠样品是否达到优质品标准。实验检测原理为 $\text{C}_3\text{N}_3\text{O}_3\text{Cl}_2^- + \text{H}^+ + 2\text{H}_2\text{O} = \text{C}_3\text{H}_3\text{N}_3\text{O}_3 + 2\text{HClO}$



准确称取 1.1200g 样品, 用容量瓶配成 250.0mL 溶液; 取 25.00mL 上述溶液于碘量瓶中, 加入适量稀硫酸和过量 KI 溶液, 密封在暗处静置 5min; 用 $0.1000\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液滴定至溶液呈微黄色, 加入淀

粉指示剂继续滴定至终点，消耗 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液 20.00mL。

①通过计算判断该样品是否为优质品_____。(写出计算过程，

$$\text{该样品的有效氯} = \frac{\text{测定中转化为HClO的氯元素质量} \times 2}{\text{样品的质量}} \times 100\%$$

②若在检测中加入稀硫酸的量过少，将导致样品的有效氯测定值_____ (填“偏高”或“偏低”)。



(2) NaClO 溶液吸收空气中的 CO_2 后产生 HClO ， HClO 见光分解

$$(3) n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = 0.1000\text{mol} \times \text{L}^{-1} \times 0.02000\text{L} = 2.000 \times 10^{-3}\text{mol}$$

根据物质转换和电子得失守恒关系： $\text{C}_3\text{N}_3\text{O}_3\text{Cl}_2^- \sim 2\text{HClO} \sim 2\text{I}_2 \sim 4\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$

$$\text{得 } n(\text{Cl}) = 0.5n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = 1.000 \times 10^{-3}\text{mol}$$

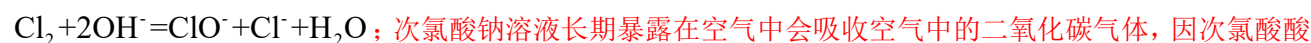
氯元素的质量：

$$m(\text{Cl}) = 1.000 \times 10^{-3}\text{mol} \times 35.5\text{g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.03550\text{g}$$

$$\text{该样品的有效氯为：} \frac{0.03550\text{g}}{1.1200\text{g} \times \frac{25.0\text{mL}}{250.0\text{mL}}} \times 2 \times 100\% = 63.39\%$$

该样品的有效氯大于 60%，故该样品为优质品 (4) . 偏低

【解析】(1) 由题意可知，氯气通入氢氧化钠中产生次氯酸钠，同时产生氯化钠，反应的离子方程式为：



NaClO 溶液吸收空气中的 CO_2 后产生 HClO ， HClO 见光分解；

(2) ①由题中反应可知， $\text{C}_3\text{N}_3\text{O}_3\text{Cl}_2^-$ 在酸性条件产生 HClO ， HClO 氧化碘离子产生碘单质，碘单质再用

硫代硫酸钠滴定，结合反应转化确定物质之间的关系为： $\text{C}_3\text{N}_3\text{O}_3\text{Cl}_2^- \sim 2\text{HClO} \sim 2\text{I}_2 \sim 4\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ，

$n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = 0.1000\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.02000\text{L} = 2.000 \times 10^{-3}\text{mol}$ ，根据物质转换和电子得失守恒关系：得

$n(\text{Cl}) = 0.5 n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = 1.000 \times 10^{-3}\text{mol}$ ，氯元素的质量： $m(\text{Cl}) = 1.000 \times 10^{-3}\text{mol} \times 35.5\text{g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.03550\text{g}$ ，

该样品中的有效氯为： $\frac{0.03550\text{g}}{1.1200\text{g} \times \frac{25.00\text{mL}}{250.0\text{mL}}} \times 2 \times 100\% = 63.39\%$ ，该样品中的有效氯大于 60%，故该样品

$$\text{该样品中的有效氯为：} \frac{0.03550\text{g}}{1.1200\text{g} \times \frac{25.00\text{mL}}{250.0\text{mL}}} \times 2 \times 100\% = 63.39\%$$

为优质品。

②如果硫酸的用量过少，则导致反应 $\text{C}_3\text{N}_3\text{O}_3\text{Cl}_2 + \text{H}^+ + 2\text{H}_2\text{O} = \text{C}_3\text{H}_3\text{N}_3\text{O}_3 + 2\text{HClO}$ 不能充分进行，产生的 HClO 的量偏低，最终导致实验测得的有效氯含量会偏低。

4. (2020·浙江卷) 100 mL $0.200 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{CuSO}_4$ 溶液与 1.95g 锌粉在量热计中充分反应。测得反应前温度为 20.1°C ，反应后最高温度为 30.1°C 。

已知：反应前后，溶液的比热容均近似为 $4.18 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$ 、溶液的密度均近似为 $1.00 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ，忽略溶液体积、质量变化和金属吸收的热量。请计算：

(1) 反应放出的热量 $Q = \underline{\hspace{2cm}} \text{ J}$ 。

(2) 反应 $\text{Zn(s)} + \text{CuSO}_4(\text{aq}) = \text{ZnSO}_4(\text{aq}) + \text{Cu(s)}$ 的 $\Delta H = \underline{\hspace{2cm}} \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ (列式计算)。

【答案】 (1) 4.18×10^3 (2) $-\frac{4.18 \times 10^3 / 1000}{0.100 \times 0.200} = -209$

【解析】

(1) 100mL 0.200 mol/L CuSO_4 溶液与 1.95g 锌粉发生反应的化学方程式为： $\text{CuSO}_4 + \text{Zn} = \text{ZnSO}_4 + \text{Cu}$ ，忽略溶液体积、质量变化可知，溶液的质量 $m = \rho V = 1.00 \text{ g/cm}^3 \times 100 \text{ mL} (\text{cm}^3) = 100 \text{ g}$ ，忽略金属吸收的热量可知，反应放出的热量 $Q = cm \Delta t = 4.18 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1} \times 100 \text{ g} \times (30.1 - 20.1)^\circ\text{C} = 4.18 \times 10^3 \text{ J}$ ；

(2) 上述反应中硫酸铜的物质的量 $n(\text{CuSO}_4) = 0.200 \text{ mol/L} \times 0.100 \text{ L} = 0.020 \text{ mol}$ ，锌粉的物质的量

$n(\text{Zn}) = \frac{m}{M} = \frac{1.95 \text{ g}}{65 \text{ g/mol}} = 0.030 \text{ mol}$ ，由此可知，锌粉过量。根据题干与第(1)问可知，转化 0.020 mol 硫酸铜

所放出的热量为 $4.18 \times 10^3 \text{ J}$ ，又因为该反应中焓变 ΔH 代表反应 1 mol 硫酸铜参加反应放出的热量，单位为

kJ/mol ，则可列出计算式为： $\Delta H = -\frac{4.18 \times 10^3 \text{ J} \div 1000 \text{ J/kJ}}{0.100 \text{ L} \times 0.200 \text{ mol/L}} = -\frac{4.18 \times 10^3 / 1000}{0.100 \times 0.200} = -209 \text{ kJ/mol}$ (答案符

合要求且合理即可)。

【2019 年】

1. [2019 新课标II] 已知 N_A 是阿伏加德罗常数的值，下列说法错误的是

A. $3 \text{ g } ^3\text{He}$ 含有的中子数为 $1N_A$

B. $1 \text{ L } 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 磷酸钠溶液含有的 PO_4^{3-} 数目为 $0.1N_A$

C. $1 \text{ mol K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 被还原为 Cr^{3+} 转移的电子数为 $6N_A$

D. 48 g 正丁烷和 10 g 异丁烷的混合物中共价键数目为 $13N_A$

【答案】B

【解析】 ^3He 的中子数为 $3-2=1$ ，则 $3\text{g } ^3\text{He}$ 的中子数为 $\frac{3\text{g}}{3\text{g/mol}} \times N_A = N_A$ ，A 项正确；磷酸钠为强碱弱酸盐，磷酸根离子在水溶液中会发生水解，则 1L 0.1mol/L 的磷酸钠溶液中磷酸根离子的个数小于 $1\text{L} \times 0.1\text{mol/L} \times N_A \text{mol}^{-1} = 0.1N_A$ ，B 项错误；重铬酸钾被还原为铬离子时，铬元素从 +6 降低到 +3，1mol 重铬酸钾转移的电子数为 $3\text{mol} \times 2 \times N_A \text{mol}^{-1} = 6N_A$ ，C 项正确；正丁烷与异丁烷的分子式相同，1 个分子内所含共价键数目均为 13 个，则 48g 正丁烷与 10g 异丁烷所得的混合物中共价键数目为 $\frac{48\text{g}+10\text{g}}{58\text{g/mol}} \times 13 \times N_A \text{mol}^{-1} = 13N_A$ ，D 项正确；答案选 B。

2. [2019新课标III] 设 N_A 为阿伏加德罗常数值。关于常温下 pH=2 的 H_3PO_4 溶液，下列说法正确的是

A. 每升溶液中的 H^+ 数目为 $0.02N_A$

B. $c(\text{H}^+) = c(\text{H}_2\text{PO}_4^-) + 2c(\text{HPO}_4^{2-}) + 3c(\text{PO}_4^{3-}) + c(\text{OH}^-)$

C. 加水稀释使电离度增大，溶液 pH 减小

D. 加入 NaH_2PO_4 固体，溶液酸性增强

【答案】B

【解析】常温下 pH=2，则溶液中氢离子浓度是 0.01mol/L，因此每升溶液中 H^+ 数目为 $0.01N_A$ ，A 错误；根据电荷守恒可知，B 正确；加水稀释促进电离，电离度增大，但氢离子浓度减小，pH 增大，C 错误；加入 NaH_2PO_4 固体， H_2PO_4^- 浓度增大，抑制磷酸的电离，溶液的酸性减弱，D 错误；答案选 B。

【2018 年】

1. (2018 年全国卷I) N_A 是阿伏加德罗常数的值，下列说法正确的是

A. 16.25 g FeCl_3 水解形成的 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体粒子数为 $0.1 N_A$

B. 22.4 L (标准状况) 氦气含有的质子数为 $18N_A$

C. 92.0 g 甘油 (丙三醇) 中含有羟基数为 $1.0N_A$

D. 1.0 mol CH_4 与 Cl_2 在光照下反应生成的 CH_3Cl 分子数为 $1.0N_A$

【答案】B

【解析】16.25g 氯化铁的物质的量是 $16.25\text{g} \div 162.5\text{g/mol} = 0.1\text{mol}$ ，由于氢氧化铁胶体是分子的集合体，因此水解生成的 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体粒子数小于 $0.1 N_A$ ，A 错误；标准状况下 22.4L 氦气的物质的量是 1mol，氦气是一

个 Ar 原子组成的单质，其中含有的质子数是 $18 N_A$ ，B 正确；1 分子丙三醇含有 3 个羟基，92.0g 丙三醇的物质的量是 1mol，其中含有羟基数是 $3 N_A$ ，C 错误；甲烷与氯气在光照条件下发生取代反应生成的卤代烃不止一种，因此生成的 CH_3Cl 分子数小于 $1.0 N_A$ ，D 错误。答案选 B。

2. (2018 年全国卷 II) N_A 代表阿伏加德罗常数的值。下列说法正确的是

- A. 常温常压下，124 g P_4 中所含 P—P 键数目为 $4N_A$
- B. 100 mL $1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{FeCl}_3$ 溶液中所含 Fe^{3+} 的数目为 $0.1N_A$
- C. 标准状况下，11.2 L 甲烷和乙烯混合物中含氢原子数目为 $2N_A$
- D. 密闭容器中，2 mol SO_2 和 1 mol O_2 催化反应后分子总数为 $2N_A$

【答案】C

【解析】常温常压下，124 g P_4 的物质的量是 1mol，由于白磷是正四面体结构，含有 6 个 P—P 键，因此其中所含 P—P 键数目为 $6N_A$ ，A 错误；铁离子在溶液中水解，所以 100 mL $1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{FeCl}_3$ 溶液中所含 Fe^{3+} 的数目小于 $0.1N_A$ ，B 错误；甲烷和乙烯分子均含有 4 个氢原子，标准状况下，11.2 L 甲烷和乙烯混合物的物质的量是 0.5mol，其中含氢原子数目为 $2N_A$ ，C 正确；反应 $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{SO}_3$ 是可逆反应，因此密闭容器中，2 mol SO_2 和 1 mol O_2 催化反应后分子总数大于 $2N_A$ ，D 错误。答案选 C。

3. (2018 年全国卷 III) 下列叙述正确的是

- A. 24 g 镁与 27 g 铝中，含有相同的质子数
- B. 同等质量的氧气和臭氧中，电子数相同
- C. 1 mol 重水与 1 mol 水中，中子数比为 2 : 1
- D. 1 mol 乙烷和 1 mol 乙烯中，化学键数相同

【答案】B

【解析】1 个 Mg 原子中有 12 个质子，1 个 Al 原子中有 13 个质子。24g 镁和 27g 铝各自的物质的量都是 1mol，所以 24g 镁含有的质子数为 12mol，27g 铝含有的质子的物质的量为 13mol，A 错误。设氧气和臭氧的质量都是 Xg，则氧气 (O_2) 的物质的量为 $\frac{X}{32}$ mol，臭氧 (O_3) 的物质的量为 $\frac{X}{48}$ mol，所以两者含有的氧原子分别为 $\frac{X}{32} \times 2 = \frac{X}{16}$ mol 和 $\frac{X}{48} \times 3 = \frac{X}{16}$ mol，即此时氧气和臭氧中含有的氧原子是一样多的，而每个氧原子都含有 8 个电子，所以同等质量的氧气和臭氧中一定含有相同的电子数，B 正确。重水为 ${}^2_1\text{H}_2{}^{16}_8\text{O}$ ，其中 ${}^2_1\text{H}$ 含有 1 个中子， ${}^{16}_8\text{O}$ 含有 8 个中子，所以 1 个重水分子含有 10 个中子，1mol 重水含有 10mol 中子。水为 ${}^1_1\text{H}_2{}^{16}_8\text{O}$ ，其中 ${}^1_1\text{H}$ 没有中子， ${}^{16}_8\text{O}$ 含有 8 个中子，所以 1 个水分子含有 8 个中子，1mol 水含有 8mol 中子。两者的中

子数之比为 $10:8=5:4$, C 错误。乙烷 (C_2H_6) 分子中有 6 个 C—H 键和 1 个 C—C 键, 所以 1mol 乙烷有 7mol 共价键。乙烯 (C_2H_4) 分子中有 4 个 C—H 键和 1 个 C=C, 所以 1mol 乙烯有 6mol 共价键, D 错误。

