

答案详解(上册)

第1讲 物质的量 气体摩尔体积(基础课)

知识点一

[必备知识梳理]

1. $6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ 2. (1) g/mol (或 $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$)

(2) $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ (3) $\frac{m}{M}$

基础自测

③⑤

[关键能力训练]

- B** [阿司匹林的分子式为 $\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4$, 相对分子质量为 180, 摩尔质量为 180 g/mol , 90 g 阿司匹林的物质的量为 0.5 mol , 含有 O 原子 $0.5 \times 4 \text{ mol} = 2 \text{ mol}$, 即 $2 \times 6.02 \times 10^{23}$, B 不正确。]
- D** [每个水分子中有 2 对孤电子对, 9 g 水的物质的量为 0.5 mol , 则孤电子对数为 N_A , A 项正确; $n(\text{PH}_3) = 0.1 \text{ mol}$, 由方程式得关系式为 $\text{PH}_3 \sim 3\text{e}^-$, 则转移的电子数为 $0.3N_A$, B 项正确; 乙酸乙酯在酸性条件下无法完全水解, 所以产生的乙醇分子数小于 $0.1N_A$, C 项正确; 福尔马林中除 HCHO 含氧原子外, 水中也含有大量的氧原子, D 项错误。]

知识点二

[必备知识梳理]

1. 数目 2. (1) 物质的量 V_m L/mol

(或 $\text{L} \cdot \text{mol}^{-1}$) 和 m^3/mol (或 $\text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$) $\frac{V}{n}$

(2) 0°C 101 kPa 22.4 L/mol (3) $\frac{V}{V_m}$ nV_m

3. (1) 相同数目的粒子 (2) 体积 物质的量 密度 摩尔质量 压强 物质的量

基础自测

③

[关键能力训练]

1. **D**

2. 解析: (1) $\overline{M} = \frac{m}{b} \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = \frac{mN_A}{b} \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$,

$$V = \frac{n}{mN_A} \times 22.4 \text{ L} = \frac{22.4nb}{mN_A} \text{ L}.$$

$$(2) M = \frac{1.92 \text{ g}}{\frac{0.672 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}}} \approx 64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}.$$

$$(3) \overline{M}_r = \frac{44 + 28 \times 2}{3} \approx 33.3.$$

答案: (1) $\frac{mN_A}{b} \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ $\frac{22.4nb}{mN_A} \text{ L}$ (2) 64

(3) 33.3

3. **C** [三种分子的组成不确定, A 错误; 没有指明标准状况, 2.24 L 气体的物质的量不一定是 0.1 mol , B 错误; 同温同压下, 密度之比等于摩尔质量之比,

X 的摩尔质量最小, 密度也最小, C 正确; $\frac{2}{M_r(\text{Y})} :$

$$\frac{1}{M_r(\text{Z})} = \frac{2}{0.5M_r(\text{Z})} : \frac{1}{M_r(\text{Z})} = 4 : 1, \text{D 错误。}]$$

4. $17 : 64$ $51 : 256$ $64 : 17$ $17 : 64$

[真题感悟·明确考向]

[真题感悟]

- A** [$26 \text{ g C}_2\text{H}_2$ 的物质的量为 1 mol , 一个 C_2H_2 分子中含有 3 个 σ 键, 故 $26 \text{ g C}_2\text{H}_2$ 中含有 σ 键的数目为 $3N_A$, A 正确; NH_4^+ 在水溶液中发生水解, 故 $1 \text{ L } 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ NH}_4\text{NO}_3$ 溶液中含 NH_4^+ 的数目小于 N_A , B 错误; CO 和 H_2 均由分子构成, 1 mol CO 和 H_2 的混合气体含有的分子数目为 N_A , C 错误; Na 与 H_2O 反应生成 11.2 L H_2 , 由于未给出气体所处的状态, 无法求出生成气体的物质的量, 也无法求出转移电子数目, D 错误。]
- A** [NO_2^- 中 N 为 +3 价, 由题图可知, NO_2^- 经三步转化为 N_2 , 其中 NO_2^- 在亚硝酸盐还原酶的作用下转化为 X, X 在 X 还原酶的作用下转化为 Y, X、Y 均为氮氧化物, 即 X 为 NO , Y 为 N_2O 。标准状况下, 2.24 L NO 和 N_2O 混合气体的物质的量为 0.1 mol , 所含氧原子数为 $0.1N_A$, 故 A 正确; HNO_2 为弱酸, 因此 NO_2^- 能够水解为 HNO_2 , $1 \text{ L } 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ NaNO}_2$ 溶液中 NO_2^- 数目小于 $0.1N_A$, 故 B 错误; NH_2OH 完全转化为 NO_2^- 时, N 元素的化合价由 -1 升高到 +3, $3.3 \text{ g NH}_2\text{OH}$ 的物质的量为 0.1 mol , 转移的电子数为 $0.4N_A$, 故 C 错误; 1 个 N_2 分子中含有 10 个价电子, 2.8 g N_2 的物质的量为 0.1 mol , 含有的价电子总数为 N_A , 故 D 错误。]

3. A

4. C

5. A

[情境探究]

解析: (1) 单晶硅中, 每个 Si 平均形成 2 个 Si—Si 键。(2) 在 SiO_2 晶体中, 每个 Si 平均形成 4 个 Si—O 键。

答案: (1) 2 (2) 4

第 2 讲 物质的量浓度及溶液的配制(基础课)

知识点一

[必备知识梳理]

1. (1) 溶液 物质的量 (2) $\frac{n_B}{V}$ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ (或 mol/L)

2. (1) 溶质 溶液 (2) $\frac{m(\text{溶质})}{m(\text{溶液})} \times 100\%$

3. (2) $1\,000\rho \times \omega$ $\frac{1\,000\rho\omega}{M}$ $\frac{1\,000\rho\omega}{M}$ 4. 正电荷总数

负电荷总数 $2c(\text{SO}_4^{2-}) + c(\text{OH}^-)$

基础自测

②④

[关键能力训练]

1. C [A 项, 所得溶液不是 1 L, 错误; B 项, 溶质变为 H_2SO_4 , 溶质质量分数为 9.8%, 错误; C 项, $c(\text{HCl}) = \frac{0.5\text{ mol}}{0.1\text{ L}} = 5\text{ mol/L}$, 正确; D 项, $n(\text{Cl}^-) = 1 \times 0.5 \times 2\text{ mol} = 1\text{ mol}$, 错误。]

2. C [由 Mg^{2+} 的质量分数知 MgSO_4 的质量分数为 $\frac{120}{24} \times 4.8\% = 24.0\%$, 其物质的量浓度为 $c = \frac{1\,000\text{ cm}^3 \cdot \text{L}^{-1} \times 1.20\text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} \times 24.0\%}{120\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} =$

$2.4\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 溶质与溶剂的物质的量之比为 $\frac{24\%}{120}$:

$\frac{76\%}{18} \approx 1 : 21$, SO_4^{2-} 的质量分数为 $\frac{96}{24} \times 4.8\% = 19.2\%$ 。]

3. 解析: (1) $n(\text{NH}_3) = \frac{V}{22.4}\text{ mol}$, $m(\text{NH}_3) = \frac{V}{22.4} \times 17\text{ g} = \frac{17V}{22.4}\text{ g}$ 。

(2) $m(\text{溶液}) = \left(\frac{V}{22.4} \times 17 + 1\,000\right)\text{ g}$

$V(\text{溶液}) = \frac{\left(\frac{V}{22.4} \times 17 + 1\,000\right)}{\rho \times 1\,000}\text{ L} = \frac{17V + 22\,400}{22\,400\rho}\text{ L}$ 。

$$(3) c(\text{NH}_3) = \frac{\frac{V}{22.4}\text{ mol}}{\frac{17V + 22\,400}{22\,400\rho}\text{ L}} = \frac{1\,000\rho V}{17V + 22\,400}\text{ mol/L}。$$

$$\omega(\text{NH}_3) = \frac{\frac{V}{22.4} \times 17\text{ g}}{\left(\frac{V}{22.4} \times 17 + 1\,000\right)\text{ g}} \times 100\% =$$

$$\frac{17V}{17V + 22\,400} \times 100\%。$$

答案: (1) $\frac{V}{22.4}\text{ mol}$ $\frac{17V}{22.4}\text{ g}$

(2) $\left(\frac{17V}{22.4} + 1\,000\right)\text{ g}$ $\frac{17V + 22\,400}{22\,400\rho}\text{ L}$

(3) $\frac{1\,000\rho V}{17V + 22\,400}\text{ mol/L}$ $\frac{17V}{17V + 22\,400} \times 100\%$

4. A $\left[\frac{V}{4}\text{ mL 溶液中 } \text{Al}^{3+} \text{ 的物质的量为 } \frac{m\text{ g} \times \frac{1}{4}}{27\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} =$

$\frac{m}{108}\text{ mol}$, 稀释后溶液中 Al^{3+} 的物质的量浓度为

$$c(\text{Al}^{3+}) = \frac{\frac{m}{108}\text{ mol}}{4V \times 10^{-3}\text{ L}} = \frac{125m}{54V}\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1},$$

$$c(\text{SO}_4^{2-}) = \frac{3}{2}c(\text{Al}^{3+}) = \frac{3}{2} \times \frac{125m}{54V}\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} =$$

$$\frac{125m}{36V}\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}。]$$

5. C [混合液中 $c(\text{H}^+) = \frac{0.2 \times 2 + 0.2 \times 1}{2}\text{ mol/L} = 0.3\text{ mol/L}$, C 正确。]

6. C [硫酸的物质的量浓度为 $\frac{10^3\rho\omega}{M}\text{ mol/L} = \frac{10^3 \times 1.84 \times 98\%}{98}\text{ mol/L} = 18.4\text{ mol/L}$, A 错误; 铁

和浓硫酸反应生成二氧化硫, 铁和稀硫酸反应生成氢气, B 错误; 溶液稀释前后溶质的物质的量不变, 该浓硫酸浓度为 18.4 mol/L , 则配制 $200\text{ mL } 4.6\text{ mol/L}$ 的稀硫酸需取该硫酸体积为 $\frac{4.6\text{ mol/L} \times 0.2\text{ L}}{18.4\text{ mol/L}} = 0.05\text{ L} = 50\text{ mL}$, C 正确; 浓

硫酸密度大于水的密度, 等质量的浓硫酸和水, 水的体积大于浓硫酸的体积, 所以两者混合后溶液体积大于浓硫酸的两倍, 则其物质的量浓度小于原来的 $\frac{1}{2}$, 即小于 9.2 mol/L , D 错误。]

知识点二

[必备知识梳理]

1. (1) 左 右 0.1 11.7 10.3 (2) 刻度线

250 mL 500 mL 1 000 mL 2. (1) 托盘天平
30.0 烧杯 冷却至室温后 500 mL 容量瓶 2~3
注入容量瓶 1~2 cm 胶头滴管 凹液面最低处
与刻度线相切 (2) 偏低 偏高 3. (1) 40.0 (2) 托
盘天平 40.0 量筒 (3) 烧杯 玻璃棒

基础自测

①⑥⑦

[关键能力训练]

1. C [容量瓶为精密计量仪器,不能用于稀释浓溶液,应先在烧杯中稀释,冷却后再转移到容量瓶中,且应向水中加入浓硫酸,A 错误;氢氧化钠易吸水潮解,应放在小烧杯或者称量瓶中称量,B 错误;定容时利用胶头滴管滴加,则配制 NaCl 溶液时,最后用胶头滴管加水至刻度线,操作合理,C 正确;将量取浓盐酸的量筒洗涤并转入容量瓶中,导致量取的浓盐酸体积偏大,溶质氯化氢物质的量偏大,溶液浓度偏高,D 错误。]

2. 解析:(1)应用 500 mL 容量瓶配制,根据稀释定律:

$$\frac{1\,000 \times 1.84 \times 98\%}{98} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times V(\text{浓}) = 0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$\times 0.5 \text{ L}$, 可知 $V(\text{浓}) \approx 0.0136 \text{ L} = 13.6 \text{ mL}$ 。

(2)选用略大于 13.6 mL 的量筒,即 15 mL 量筒。

答案:(1)13.6 (2)15 (3)先在烧杯中加适量水,再将浓硫酸沿器壁缓缓倒入水中,并用玻璃棒不断搅拌 (4)量筒、烧杯、玻璃棒、500 mL 容量瓶、胶头滴管

3. (1)①偏小 ②偏小 ③偏大 (2)①偏小 ②偏小 ③无影响

[真题感悟·明确考向]

[真题感悟]

1. D [配制 NaCl 溶液用到天平、烧杯、玻璃棒、容量瓶、胶头滴管,粗盐提纯用到蒸发皿、酒精灯、玻璃棒等,D 正确。]

2. A [A 项,量筒不能准确量取 25.00 mL 溶液,错误;B 项,Na₂CO₃ 溶液呈碱性,应用配带塑料塞的容量瓶,正确;C 项,Na₂CO₃ 具有吸水性不用称量纸称量,正确;D 项,达到滴定终点时溶液由黄色变为橙色,正确。]

3. (1)√ (2)×

4. 解析:(1) i. 用 Na₂CO₃ 固体配制溶液,需要用到烧杯,用盐酸标准溶液滴定测其浓度,需要用到酸式滴定管。 ii. 用盐酸标准溶液滴定碳酸钠溶液,

达到滴定终点时,CO₃²⁻ 转化为 HCO₃⁻,滴定过程中发生反应: $\text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-} = \text{HCO}_3^-$,消耗的 HCl 的物质的量为 $c_1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times V_1 \times 10^{-3} \text{ L} = c_1 V_1 \times 10^{-3} \text{ mol}$,则 V₀ mL 碳酸钠溶液中含有 Na₂CO₃ 的物质的量为 $c_1 V_1 \times 10^{-3} \text{ mol}$,则 $c(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{c_1 V_1 \times 10^{-3} \text{ mol}}{V_0 \times 10^{-3} \text{ L}} = \frac{c_1 V_1}{V_0} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。(2) 配制

1.00 mol · L⁻¹ 的 CoSO₄ 溶液需用到容量瓶,定容时用到胶头滴管,无需用到圆底烧瓶和试管,b、c 正确。

答案:(1) i. BD ii. $\frac{c_1 V_1}{V_0}$ (2) bc

[情境探究]

解析:(1)2.1 mmol · L⁻¹ 可转换为 84 mg · L⁻¹, 2.1 mmol · L⁻¹ 是健康指标的最低值,80 mg · L⁻¹ 低于此值而应补钙。(2)检查结果为 360 mg · L⁻¹, 经换算,结果为 2 mmol · L⁻¹, 结合以上参考范围,结果低于血糖浓度的最低值,可诊断为低血糖而不是高血糖。

答案:(1)是 (2)否

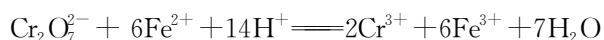
第 3 讲 物质的量在化学反应中的计算(能力课)

考点一

[核心知能突破]

解法示例 解析: $n(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}) = 0.03\,000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

$$\times 25.10 \times 10^{-3} \text{ L} = 7.53 \times 10^{-4} \text{ mol}$$



1 6

7.53 ×

10⁻⁴ mol

$$\frac{1}{7.53 \times 10^{-4} \text{ mol}} = \frac{6}{n(\text{Fe}^{2+})}, n(\text{Fe}^{2+}) = 4.518 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\text{样品中铁含量} = \frac{4.518 \times 10^{-3} \times 56 \text{ g}}{0.280 \text{ g}} \times 100\% =$$

90.36%。

答案:90.36

[关键能力训练]

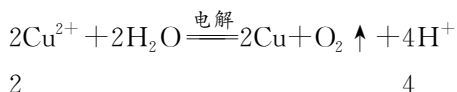
1. B [A. 使用 HClO₄ 溶液滴定,计量关系为 $n(\text{X}) : n(\text{HClO}_4) = 1 : 1$,HClO₄ 主要与碱性基团反应,滴定终点时,由于 X 含有羧基,pH < 7,故 A 错误;B. 使用 HClO₄ 溶液滴定 X,计量关系为 $n(\text{X}) :$

$$n(\text{HClO}_4) = 1 : 1, \omega = \frac{c_1 \cdot V_1 \cdot M_r \times 10^{-3}}{m} \times 100\%$$

$$= \frac{c_1 \cdot V_1 \cdot M_r}{m \times 10^3} \times 100\%, \text{故 B 正确; C. 使用 NaOH}$$

溶液滴定, NaOH 主要与酸性基团反应, 产物有羧酸钠, 会水解产生 OH^- , 另外, 由于 X 含有亚氨基, $\text{pH} > 7$, 故 C 错误; D. 使用 NaOH 溶液滴定 X, 计量关系为 $n(\text{X}) : n(\text{NaOH}) = 1 : 3$, $\omega = \frac{c_2 \cdot V_2 \cdot M_r \times 10^{-3}}{m \times 3} \times 100\% = \frac{c_2 \cdot V_2 \cdot M_r}{3m \times 10^3} \times 100\%$, 故 D 错误。]

2. 解析: $n(\text{Cu}) = \frac{6.4 \text{ g}}{64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.1 \text{ mol}$



$$\begin{array}{ccc} 2 & & 4 \\ 0.1 \text{ mol} & & 0.2 \text{ mol} \end{array}$$

$$c(\text{H}^+) = \frac{0.2 \text{ mol}}{0.2 \text{ L}} = 1 \text{ mol/L}, \text{pH} = 0.$$

答案: 0

考点二

[核心知能突破]

解法示例 解析: 根据硫原子守恒可知

$$n(\text{CuSO}_4) = n(\text{BaSO}_4) = \frac{w}{233} \text{ mol},$$

$$c(\text{CuSO}_4) = \frac{\frac{w}{233} \text{ mol}}{0.025 \text{ L}} = \frac{40w}{233} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}.$$

答案: $\frac{40w}{233}$

[关键能力训练]

1. 解析: 经过反应, 蒸发中和后的溶液, 最后所得固体为 NaCl, 根据氯原子守恒: $n(\text{NaCl}) = n(\text{HCl}) = 0.050 \text{ L} \times 2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.1 \text{ mol}$, $m(\text{NaCl}) = 0.1 \text{ mol} \times 58.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 5.85 \text{ g}$.

答案: 5.85

2. 解析: 根据电子守恒可得: $n(\text{KClO}_3) \times 6 = 3 \text{ mol} \times (5 - 4)$, $n(\text{KClO}_3) = 0.5 \text{ mol}$.

答案: 0.5

3. 解析: 根据电荷守恒得: $2c(\text{Mg}^{2+}) + 3c(\text{Al}^{3+}) = 2c(\text{SO}_4^{2-})$, $c(\text{Al}^{3+}) = \frac{2 \times 6.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} - 2 \times 2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}{3} = 3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 加入氢氧化钠溶液使 Mg^{2+} 、 Al^{3+} 分离, 此时 NaOH 转化为 Na_2SO_4 和 $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$, 由电荷守恒得:

• 4 •

$$V(\text{NaOH}) = \frac{2n(\text{SO}_4^{2-}) + n\{\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]^{-}\}}{c(\text{NaOH})}$$

$$= \frac{2 \times 6.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.2 \text{ L} + 3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.2 \text{ L}}{1.6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}$$

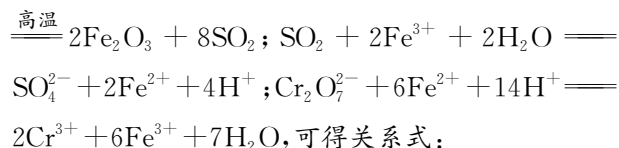
$$= 2 \text{ L} = 2000 \text{ mL}.$$

答案: 2000

考点三

[核心知能突破]

解法示例 解析: (1) 根据反应方程式: $4\text{FeS}_2 + 11\text{O}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{SO}_2$; $\text{SO}_2 + 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{SO}_4^{2-} + 2\text{Fe}^{2+} + 4\text{H}^+$; $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 6\text{Fe}^{2+} + 14\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Cr}^{3+} + 6\text{Fe}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$, 可得关系式:



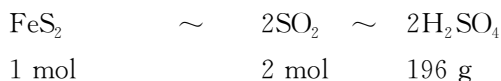
$$\begin{array}{ccc} 1 & & \frac{3}{2} \end{array}$$

$$(0.02000 \times 0.025) \text{ mol} \cdot \frac{m(\text{FeS}_2)}{120 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}$$

$m(\text{FeS}_2) = 0.09000 \text{ g}$, 样品中 FeS_2 的质量分数为

$$\frac{0.09000 \text{ g}}{0.1000 \text{ g}} \times 100\% = 90.0\%.$$

(2) 由 S 守恒得



$$\frac{10 \times 10^6 \times 90.0\%}{120} \text{ mol} \cdot n(\text{SO}_2) \quad m(\text{H}_2\text{SO}_4) \times 98\%$$

$$\text{则 } n(\text{SO}_2) = 1.5 \times 10^5 \text{ mol}$$

$$\text{标准状况下 } V(\text{SO}_2) = 3.36 \times 10^6 \text{ L},$$

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1.5 \times 10^7 \text{ g} = 15 \text{ t}.$$

答案: (1) 90.0%

$$(2) 3.36 \times 10^6 \quad 15$$

[关键能力训练]

1. 解析: 根据得失电子守恒、电荷守恒及元素质量守恒可得关系式 $2\text{SO}_2 \sim \text{S}_2\text{O}_5^{2-} \sim 2\text{I}_2$

$$n(\text{SO}_2) = n(\text{I}_2) = 0.0100 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 10.00 \times 10^{-3} \text{ L} = 1 \times 10^{-4} \text{ mol}, \text{该样品中 } \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5 \text{ 的残留量 (以 } \text{SO}_2 \text{ 计) 为 } \frac{1 \times 10^{-4} \text{ mol} \times 64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{50.00 \times 10^{-3} \text{ L}} =$$

$$0.1280 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}.$$

$$\text{答案: } \text{S}_2\text{O}_5^{2-} + 2\text{I}_2 + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{SO}_4^{2-} + 4\text{I}^- + 6\text{H}^+ \\ 0.1280$$

2. 解析: (1) 根据 $\text{CaO}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}_2\text{O}_2$ 和 $5\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{MnO}_4^- + 6\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{O}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$

可得关系式: $5\text{CaO}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O} \sim 2\text{KMnO}_4$
 $n(\text{CaO}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}) = 2.5n(\text{KMnO}_4) = 1.25 \times 10^{-3} \text{ mol}$
 $\omega(\text{CaO}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}) = \frac{1.25 \times 10^{-3} \times 216}{0.300} \times 100\% = 90\%$

(2) 选用硫酸, 则 $\text{CaO}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 与稀硫酸反应生成的微溶物 CaSO_4 会覆盖在样品表面, 使反应难以持续进行, 导致 H_2O_2 产量偏低, 测得的样品纯度偏低。

答案: (1) 90% (2) 偏低

考点四

[核心知能突破]

典例导航 (1) CaC_2O_4 (2) CaO

[关键能力训练]

1. 解析: $404 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 70.3\% \approx 284 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, A 项的摩尔质量为 $332 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, B 项的摩尔质量为 $568 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, C 项的摩尔质量为 $252 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 根据元素质量守恒得 $808 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 70.3\% \approx 568 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

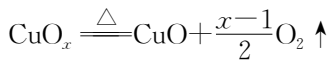
答案: B

2. 解析: (2) 草酸亚铁晶体中的铁元素质量为 $3.6 \text{ g} \times \frac{56}{180} \times 100\% = 1.12 \text{ g}$, 草酸亚铁晶体中的铁元素完全转化到氧化物中, 氧化物中氧元素的质量为 $1.60 \text{ g} - 1.12 \text{ g} = 0.48 \text{ g}$, 铁元素和氧元素的质量比为 $1.12 \text{ g} : 0.48 \text{ g} = 7 : 3$, 设铁的氧化物的化学式为 Fe_xO_y , 则有 $56x : 16y = 7 : 3$, $x : y = 2 : 3$, 铁的氧化物的化学式为 Fe_2O_3 。

答案: (1) $\text{FeC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{FeC}_2\text{O}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \uparrow$
 (2) Fe_2O_3 (计算过程略)

[真题感悟·明确考向]

1. 解析: (1) X 为铜的氧化物, 设 X 的化学式为 CuO_x , 其在惰性氛围下分解生成黑色氧化物 (CuO), 则:



64+16x 80

m n

则 $\frac{64+16x}{m} = \frac{80}{n}$, 又 $\frac{n}{m} = \frac{5}{6}$, 解得 $x=2$, 则 X 的化学式为 CuO_2 。(2) CuO_2 在酸性条件下生成 Cu^{2+} , Cu^{2+} 与 KI 反应生成 I_2 , I_2 遇淀粉变蓝, 用 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液滴定 I_2 , 当滴入最后半滴 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液时, 溶液的蓝色褪去, 且半分钟内不恢复时, 表明

I_2 已完全反应, 达到滴定终点。 CuO_2 中 Cu 为 +2 价, O 为 -1 价, 结合已知反应可知, CuO_2 在酸性条件下与 KI 发生反应 $2\text{CuO}_2 + 8\text{I}^- + 8\text{H}^+ = 2\text{CuI} \downarrow + 3\text{I}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$, 则 $2\text{CuO}_2 \sim 3\text{I}_2 \sim 6\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, 则样品中 $m(\text{CuO}_2) = \frac{0.1000 \times 15.00 \times 10^{-3}}{6} \times 2 \times$

$96 \text{ g} = 0.048 \text{ g}$, $\omega(\text{CuO}_2) = \frac{0.048 \text{ g}}{0.050 \text{ g}} \times 100\% = 96\%$ 。

答案: (1) CuO_2 (2) 当滴入最后半滴 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液时, 溶液由蓝色变为无色, 且半分钟内不变色 96%

2. 解析: (1) Nd^{3+} 、 CO_3^{2-} 发生相互促进的水解反应, 产物为 $\text{Nd}(\text{OH})\text{CO}_3$ 和 CO_2 , 根据电荷守恒、元素守恒配平反应的离子方程式为 $2\text{Nd}^{3+} + 3\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} = 2\text{Nd}(\text{OH})\text{CO}_3 \downarrow + \text{CO}_2 \uparrow$ 。

(2) $n[\text{Nd}(\text{OH})\text{CO}_3] = \frac{8.84 \times 10^{-3} \text{ g}}{221 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 4 \times 10^{-5} \text{ mol}$, 其中 $n(\text{OH}^-) = 4 \times 10^{-5} \text{ mol}$, $550 \sim 600^\circ\text{C}$ 时, $\text{Nd}(\text{OH})\text{CO}_3$ 生成 $\text{Nd}_2\text{O}_3(\text{CO}_3)_c$, 质量减少 $8.84 \text{ mg} - 7.60 \text{ mg} = 1.24 \text{ mg}$, 焙烧产物中不含有氢元素, 则根据 $2\text{OH}^- \sim \text{H}_2\text{O}$, 可知焙烧过程中生成的 H_2O 的质量为 $\frac{1}{2} \times 4 \times 10^{-5} \text{ mol} \times 18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 10^3 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1} = 0.36 \text{ mg}$, 则生成的 CO_2 的质量为 $1.24 \text{ mg} - 0.36 \text{ mg} = 0.88 \text{ mg}$, 根据 $\text{CO}_3^{2-} \sim \text{CO}_2$, 发生反应的 CO_3^{2-} 的物质的量为 $\frac{0.88 \times 10^{-3} \text{ g}}{44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 2 \times 10^{-5} \text{ mol}$, 起始固体中含有的 CO_3^{2-} 的物质的量 $= n[\text{Nd}(\text{OH})\text{CO}_3] = 4 \times 10^{-5} \text{ mol}$, 则剩余固体中 CO_3^{2-} 的物质的量为 $4 \times 10^{-5} \text{ mol} - 2 \times 10^{-5} \text{ mol} = 2 \times 10^{-5} \text{ mol}$, 焙烧过程中, Nd 不会减少, 则剩余固体中 Nd^{3+} 的物质的量为 $4 \times 10^{-5} \text{ mol}$, 故产物中 $n(\text{Nd}^{3+}) : n(\text{CO}_3^{2-}) = (4 \times 10^{-5} \text{ mol}) : (2 \times 10^{-5} \text{ mol}) = 2 : 1$ 。

答案: (1) $2\text{Nd}^{3+} + 3\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} = 2\text{Nd}(\text{OH})\text{CO}_3 \downarrow + \text{CO}_2 \uparrow$ (2) 2 : 1, 8.84 mg $\text{Nd}(\text{OH})\text{CO}_3$ 的物质的量为 $4 \times 10^{-5} \text{ mol}$, $550 \sim 600^\circ\text{C}$ 时, 固体分解产生 H_2O 与 CO_2 , 质量共减少 1.24 mg , 其中 $n(\text{H}_2\text{O}) = 2 \times 10^{-5} \text{ mol}$, $m(\text{H}_2\text{O}) = 0.36 \text{ mg}$, 则 $m(\text{CO}_2) = 1.24 \text{ mg} - 0.36 \text{ mg} = 0.88 \text{ mg}$, $n(\text{CO}_2) = 2 \times 10^{-5} \text{ mol}$, 发生反应的 $n(\text{CO}_3^{2-}) = n(\text{CO}_2) = 2 \times 10^{-5} \text{ mol}$, 剩余固体中

$$n(\text{CO}_3^{2-}) = 4 \times 10^{-5} \text{ mol} - 2 \times 10^{-5} \text{ mol} = 2 \times 10^{-5} \text{ mol}, n(\text{Nd}^{3+}) = n[\text{Nd}(\text{OH})\text{CO}_3] = 4 \times 10^{-5} \text{ mol}, n(\text{Nd}^{3+}) : n(\text{CO}_3^{2-}) = 2 : 1$$

第4讲 物质的组成、分类与转化(基础课)

知识点一

[必备知识梳理]

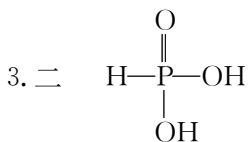
1. (1)化学性质 化学 (2)元素 离子 同种元素 游离态 两种或两种以上元素 化合态 (3)性质不同的单质 化学变化 2. (1)钠盐 硫酸盐 碳酸盐 (2)包含 金属 非金属 碱 盐 氧化物 共价 电解质 非电解质 (3)两种元素组成,其中一种为氧元素 碱 盐 水 酸盐 水 酸 碱 H^+ OH^- 金属阳离子或铵根离子

基础自测

③⑧

[关键能力训练]

1. **D** [A项,水玻璃是 Na_2SiO_3 的水溶液、双氧水是 H_2O_2 的水溶液,属于混合物;B项,石墨和 C_{60} 均为单质,互为同素异形体;C项,磷酸钙是难溶于水的物质。]
2. **D** [NO 、 NO_2 都不是酸性氧化物,A错误; NH_4Cl 为离子化合物, AlCl_3 为共价化合物,B错误;氢氟酸、氢硫酸都属于弱电解质,C错误;“84”消毒液、洁厕灵都为混合物,D正确。]



知识点二

[必备知识梳理]

3. (1) $\text{CaCO}_3 + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ $\text{SO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ $\text{CaCl}_2 + 2\text{NH}_3 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{AgCl} \downarrow + \text{NaNO}_3$ $3\text{MgCl}_2 + 2\text{Fe}(\text{OH})_3$ (2)化合 分解 置换 复分解 氧化还原 非氧化还原 吸热 放热

基础自测

(1)× (2)× (3)× (4)× (5)× (6)×

[关键能力训练]

1. **B** [石英光导纤维成分为 SiO_2 ,属于传统无机非金属材料,故B错误。]
2. **A** [高温下,焦炭将二氧化硅还原成粗硅的反应中C充当的是还原剂,其还原性大于还原产物Si

的还原性,不能证明碳元素的非金属性强于硅元素,故B错误; SO_2 具有漂白性,可用于漂白织物,故C错误;聚合硫酸铁中的铁为+3价,能用作净水剂,则聚合硫酸铁能水解生成氢氧化铁胶体,氢氧化铁胶体能吸附水中的悬浮物而净水,故D错误。]

3. **C** [A项,退田返湖,扩大该湖水域面积无新物质生成,不发生化学变化;B项,束水攻沙,清除湖道的淤沙堵塞,无新物质生成,不发生化学变化;D项,实行十年禁渔期,恢复该湖水域鱼类生态平衡,无新物质生成,不发生化学变化。]
4. **C** [“水乳交融”是物理上的混合,没有发生化学变化,“火上浇油”体现油的燃烧反应,发生化学变化,A项正确;蛋白质遇高温变性,发生化学变化,B项正确;“水滴石穿”原理:石头大多含 CaCO_3 ,其与水、二氧化碳反应生成的 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 是可溶性物质,随着水流溶解,发生化学变化,C项错误;溶解平衡是动态平衡,达到平衡时溶解和结晶过程还在进行,只是二者的速率相等,表面上看是一个静态过程,D项正确。]

知识点三

[必备知识梳理]

1. (1)一种(或多种) 粒子 混合物 (3)溶液 胶体 浊液 2. (1)1~100 nm (3) FeCl_3 饱和溶液 红褐色 $\text{FeCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \xrightleftharpoons{\Delta} \text{Fe}(\text{OH})_3(\text{胶体}) + 3\text{HCl}$ (4)散射 一条光亮的“通路” 3. 稳定 不稳定 能 能 能 不能

基础自测

(1)√ (2)√ (3)√ (4)× (5)× (6)√ (7)√

[关键能力训练]

1. **B** [胶体可透过滤纸而固体不能透过,A项正确;X烧杯中的分散质为氯化铁,而Z烧杯中的分散质为氢氧化铁胶粒,B项错误; FeCl_3 溶液中存在平衡 $\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+$,加入 CaCO_3 时发生反应 $\text{CaCO}_3 + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{CO}_2 \uparrow + \text{Ca}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$,从而促进 Fe^{3+} 水解,C项正确;该分散系为胶体,能产生丁达尔效应,D项正确。]

2. **D**

[真题感悟·明确考向]

[真题感悟]

1. **D** [用滴定法测水中 Cl^- 含量利用了 Ag^+ 和 Cl^-

生成 AgCl 沉淀,通过测 AgCl 沉淀的量从而测定水中 Cl^- 的含量,劳动项目与上述化学知识有关联,A 不符合题意;利用过氧化钠和水反应生成氢氧化钠和氧气可以检验 Na_2O_2 是否失效,劳动项目与上述化学知识有关联,B 不符合题意;顺丁橡胶硫化就是聚异戊二烯中的碳碳双键打开与硫形成二硫键,劳动项目与上述化学知识有关联,C 不符合题意;通过 ^{14}C 测定化石年代是利用同位素的放射性,通过半衰期计算化石年代,与同素异形体无关,劳动项目与上述化学知识没有关联,D 符合题意。]

2. **B** [苯甲酸钠是强碱弱酸盐,苯甲酸根离子水解会使溶液呈碱性,A 错误;豆浆属于胶体,胶体粒子对光束具有散射作用,可以产生丁达尔效应,B 正确; SO_2 的漂白作用是由于它能与某些有色物质生成不稳定的无色物质,C 错误;维生素 C 具有还原性,易被氧化,常用作抗氧化剂,D 错误。]

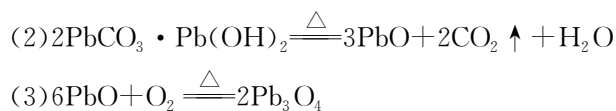
3. **C** [SO_2 是酸性氧化物,石灰乳中含 $\text{Ca}(\text{OH})_2$,呈碱性,吸收 SO_2 体现了 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 的碱性,A 正确;氯化铁溶液腐蚀铜电路板,发生的反应为 $2\text{Fe}^{3+} + \text{Cu} = 2\text{Fe}^{2+} + \text{Cu}^{2+}$,体现了 Fe^{3+} 的氧化性,B 正确;制作豆腐时添加石膏,利用的是在胶体中加入电解质发生聚沉这一性质,与 CaSO_4 的难溶性无关,C 错误;银氨溶液的配制是在硝酸银溶液中逐滴加入氨水,先生成白色沉淀 AgOH ,最后生成易溶于水的 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$, $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$ 中 Ag^+ 和 NH_3 之间以配位键结合,体现了 NH_3 的配位性,D 正确。]

4. **C** [青铜是铜锡合金,A 说法正确;竹木简牍是由竹子制作而成的,竹子的主要成分为纤维素,B 说法正确;蔡伦用碱液制浆法造纸,将原料放在碱液中蒸煮,原料在碱性环境下发生反应使原有的粗浆纤维变成细浆,该过程涉及化学变化,C 说法错误;陶瓷是以黏土(主要成分为含水的铝硅酸盐)为主要原料,经高温烧结而成的,D 说法正确。]

5. **D** [Cl_2 与水反应生成 HClO 和 HCl ,无法直接生成 NaClO ,A 错误; SO_2 与水反应生成 H_2SO_3 而不是 H_2SO_4 ,B 错误; Fe_2O_3 与水不反应,不能生成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀,C 错误; CO_2 与水反应生成 H_2CO_3 , H_2CO_3 与 CaCO_3 反应生成 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 受热分解生成 CO_2 ,D 正确。]

[情境探究]

(1)碱式盐



第 5 讲 离子反应 离子方程式(基础课)

知识点一

[必备知识梳理]

1. (1)熔融状态下 强电解质 弱电解质 (2)强酸 强碱 弱酸 弱碱 水 2. 自由电子 离子 减弱 增强 不变 3. (1)溶于水或受热熔化 (2) $\rightleftharpoons \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{SO}_4 = 2\text{Na}^+ + \text{SO}_4^{2-}$ $\text{HClO} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{ClO}^-$ $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$ $\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-}$ $\text{Fe}(\text{OH})_3 \rightleftharpoons \text{Fe}^{3+} + 3\text{OH}^-$ $\text{NaHSO}_4 = \text{Na}^+ + \text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$ $\text{NaHCO}_3 = \text{Na}^+ + \text{HCO}_3^-$ $\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-}$ NaHSO_4 (熔融) $= \text{Na}^+ + \text{HSO}_4^-$ $\text{Al}^{3+} + 3\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + [\text{Al}(\text{OH})_4]^-$

[关键能力训练]

1. **B**

2. **C** [溶液的导电能力取决于自由移动离子的浓度和离子的电荷数,离子浓度越大,所带电荷数越多,溶液导电能力越强,C 正确。]

3. **B** [A 项,电离方程式应为 $\text{NaHCO}_3 = \text{Na}^+ + \text{HCO}_3^-$;B 项, BOH 为弱碱,电离过程可逆;C 项, HA 为弱酸,电离过程可逆;D 项, CaCO_3 难溶,但属于强电解质,全部电离。]

4. (1) NaHSO_4 (熔融) $= \text{Na}^+ + \text{HSO}_4^-$
 $\text{NaHSO}_4 = \text{Na}^+ + \text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$
 (2) $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons [\text{Al}(\text{OH})_4]^- + \text{H}^+$
 (3) $\text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HS}^-$ (4) $\text{Cu}(\text{OH})_2 \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+} + 2\text{OH}^-$ (5) $\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{NH}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HOOC}-\text{CH}_2\text{NH}_3^+ + \text{OH}^-$

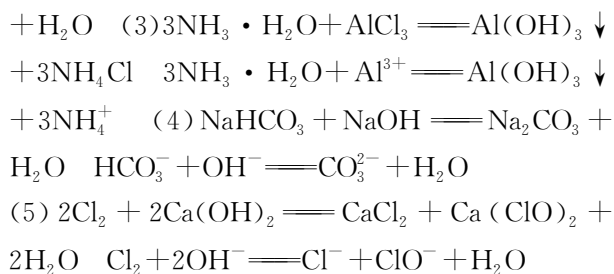
知识点二

[必备知识梳理]

1. (2)难溶 2. (1)离子符号 (2) $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ $\text{CaCO}_3 + 2\text{H}^+ + 2\text{Cl}^- = \text{Ca}^{2+} + 2\text{Cl}^- + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ $\text{CaCO}_3 + 2\text{H}^+ = \text{Ca}^{2+} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ (3) $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$

基础自测

(1) $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{CuO} = \text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ $2\text{H}^+ + \text{CuO} = \text{Cu}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$ (2) $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ $\text{CaCO}_3 + 2\text{H}^+ = \text{Ca}^{2+} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$



[关键能力训练]

1. C [AgNO₂ 中滴加 KCl 溶液, 由于 $K_{\text{sp}}(\text{AgCl}) < K_{\text{sp}}(\text{AgNO}_2)$, 所以 AgNO₂ 转化为 AgCl: $\text{AgNO}_2(\text{s}) + \text{Cl}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{AgCl}(\text{s}) + \text{NO}_2^-(\text{aq})$, 正确。]
2. (1) $3\text{FeO} + 10\text{H}^+ + \text{NO}_3^- = 3\text{Fe}^{3+} + \text{NO} \uparrow + 5\text{H}_2\text{O}$ (2) $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \xrightarrow{\Delta} \text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ (3) $2\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$ (4) $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- + \text{NO}$ (5) $\text{NH}_3 + \text{CH}_3\text{COOH} = \text{NH}_4^+ + \text{CH}_3\text{COO}^-$ (6) $\text{Cu} + 4\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- = \text{Cu}^{2+} + 2\text{NO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ (7) $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$

[真题感悟·明确考向]

[真题感悟]

1. D [氨水滴入 AgNO₃ 溶液中, 先产生沉淀, 继续滴加氨水沉淀会溶解, 而 AgNO₃ 溶液滴入氨水中, 开始没有沉淀产生, 两者实验现象有差别, A 不符合题意; NaOH 溶液滴入 Al₂(SO₄)₃ 溶液中, 先产生白色沉淀[Al(OH)₃], 继续滴加 NaOH 溶液, 一段时间后沉淀溶解, 而 Al₂(SO₄)₃ 溶液滴入 NaOH 溶液中, 开始无沉淀, 一段时间后才产生沉淀, 两者实验现象有差别, B 不符合题意; H₂C₂O₄ 溶液滴入酸性 KMnO₄ 溶液中, 开始有气泡(CO₂)产生, 一段时间后溶液颜色由紫色变为无色, 而酸性 KMnO₄ 溶液滴入 H₂C₂O₄ 溶液中, 开始有气泡(CO₂)产生, 一段时间后溶液颜色由无色变为紫色, 两者实验现象有差别, C 不符合题意; KSCN 溶液与 FeCl₃ 溶液反应, 不同滴加顺序的实验现象相同, 均是溶液颜色变红, D 符合题意。]
2. C [用稀硝酸清洗试管壁上的银镜, 银与稀硝酸反应生成硝酸银、水和一氧化氮气体, A 不正确; 由于 PbS 的溶解度远远小于 FeS, 因此工业废水中的 Pb²⁺ 用 FeS 去除, FeS 不可拆, B 不正确; 海水提溴过程中将溴吹入 SO₂ 吸收塔, SO₂ 在水溶液中将 Br₂ 还原为 Br⁻, C 正确; H₂C₂O₄ 被氧化为 CO₂, H₂C₂O₄ 属于弱酸, 不可拆, D 不正确。]

3. B [碱性锌锰电池中 MnO₂ 作正极, 电极反应为 $\text{MnO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{e}^- = \text{MnO}(\text{OH}) + \text{OH}^-$, A 书写正确; 铅酸蓄电池充电时阳极反应为 $\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} - 2\text{e}^- = \text{PbO}_2 + 4\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$, B 书写错误; 将 K₃[Fe(CN)₆] 溶液滴入 FeCl₂ 溶液中产生蓝色沉淀 KFe[Fe(CN)₆], 离子方程式为 $\text{K}^+ + \text{Fe}^{2+} + [\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-} = \text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6] \downarrow$, C 书写正确; 将 TiCl₄ 加入水中产生 TiO₂ · xH₂O 沉淀, 离子方程式为 $\text{TiCl}_4 + (x+2)\text{H}_2\text{O} = \text{TiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O} \downarrow + 4\text{H}^+ + 4\text{Cl}^-$, D 书写正确。]
4. B [Cl₂ 和 NaOH 溶液反应生成 NaCl、NaClO、H₂O, 除了 Cl₂ 和 H₂O 不能拆写其余均可拆写为离子, A 项正确; 食醋为弱酸不能拆写为离子, 反应为 $2\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CaCO}_3 = \text{Ca}^{2+} + 2\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$, B 项错误; FeCl₃ 将 Cu 氧化为 CuCl₂ 而自身被还原为 FeCl₂, 反应为 $2\text{Fe}^{3+} + \text{Cu} = 2\text{Fe}^{2+} + \text{Cu}^{2+}$, C 项正确; Na₂S 将 Hg²⁺ 转化为沉淀除去, 反应为 $\text{Hg}^{2+} + \text{S}^{2-} = \text{HgS} \downarrow$, D 项正确。]

[情境探究]

1. (1) $\text{V}_2\text{O}_5 + 6\text{H}^+ = 2\text{VO}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$ (2) $\text{V}_2\text{O}_5 + 2\text{OH}^- = 2\text{VO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$ (3) $\text{V}_2\text{O}_5 + 6\text{H}^+ + 4\text{Cl}^- = 2\text{VO}^+ + 2\text{Cl}_2 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$
2. $\text{N}_2\text{H}_4 + \text{H}^+ = \text{N}_2\text{H}_5^+$ $\text{N}_2\text{H}_4 + 2\text{H}^+ = \text{N}_2\text{H}_6^{2+}$
3. $\text{FeTiO}_3 + 4\text{H}^+ + 4\text{Cl}^- = \text{TiOCl}_4^{2-} + \text{Fe}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$

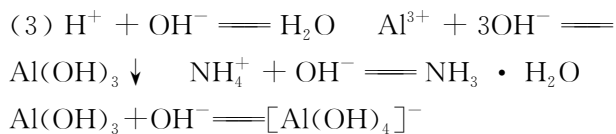
第 6 讲 与量有关的离子方程式的书写与判断(能力课)

考点一

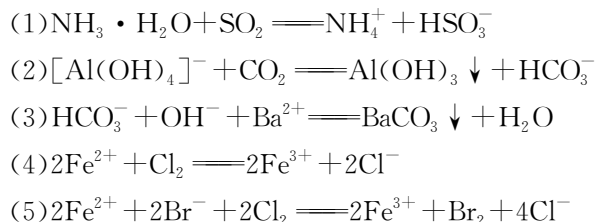
[核心知能突破]

对点练习

1. (1) ① $\text{CO}_2 + 2\text{OH}^- = \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ ② $\text{CO}_2 + \text{OH}^- = \text{HCO}_3^-$ (2) ① $\text{Al}^{3+} + 3\text{OH}^- = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$ ② $\text{Al}^{3+} + 4\text{OH}^- = [\text{Al}(\text{OH})_4]^-$
2. (1) $\text{HCO}_3^- + \text{OH}^- + \text{Ba}^{2+} = \text{BaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ (2) $\text{Ba}^{2+} + \text{OH}^- + \text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$
3. (1) $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$ $\text{NH}_4^+ + \text{H}^+ + 2\text{OH}^- = \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$ (2) $8\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- + 6\text{I}^- = 4\text{H}_2\text{O} + 3\text{I}_2 + 2\text{NO} \uparrow$ $\text{Fe}^{3+} + 12\text{H}^+ + 3\text{NO}_3^- + 10\text{I}^- = \text{Fe}^{2+} + 5\text{I}_2 + 6\text{H}_2\text{O} + 3\text{NO} \uparrow$



[关键能力训练]



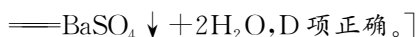
考点二

[关键能力训练]

1. C [硫化氢溶液久置变浑浊发生的反应为硫化氢与氧气反应生成硫和水,反应的离子方程式为 $2\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{S} \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$,故 A 错误;锌粉与稀硝酸反应生成硝酸锌、一氧化氮和水,反应的离子方程式为 $3\text{Zn} + 2\text{NO}_3^- + 8\text{H}^+ \rightleftharpoons 3\text{Zn}^{2+} + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$,故 B 错误;银氨溶液与溴化钠溶液反应的离子方程式为 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+ + \text{Br}^- \rightleftharpoons \text{AgBr} \downarrow + 2\text{NH}_3$,故 C 正确;碳酸氢钠溶液与少量氢氧化钡溶液反应生成碳酸钠、碳酸钡沉淀和水,反应的离子方程式为 $\text{Ba}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{CO}_3^{2-} + \text{BaCO}_3 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$,故 D 错误。]
2. C [SO_2 具有还原性, NaClO 具有氧化性,二者发生氧化还原反应生成 SO_4^{2-} 和 Cl^- 。]

[真题感悟·明确考向]

1. A [火法炼锌过程中 C 作还原剂, ZnCO_3 在高温条件下分解为 ZnO 、 CO_2 , CO_2 与 C 在高温条件下生成还原性气体 CO, CO 还原 ZnO 生成 Zn 和 CO_2 , 因此总反应方程式为 $\text{ZnCO}_3 + 2\text{C} \xrightarrow{\text{高温}} \text{Zn} + 3\text{CO} \uparrow$, 故 A 错误。]
2. D [HNO_3 具有强氧化性, 能够与 S^{2-} 发生氧化还原反应, A 项错误;明矾溶液与过量氨水反应的离子方程式为 $\text{Al}^{3+} + 3\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{NH}_4^+$, B 项错误;向硅酸钠溶液中通入少量二氧化碳, 发生反应生成碳酸钠和硅酸, 离子方程式为 $\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 + \text{SiO}_3^{2-} \rightleftharpoons \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{SiO}_3 \downarrow$, 向硅酸钠溶液中通入过量的二氧化碳, 反应生成硅酸和碳酸氢钠, 离子方程式为 $\text{SiO}_3^{2-} + 2\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SiO}_3 \downarrow + 2\text{HCO}_3^-$, C 项错误;将等物质的量浓度的 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液与 NH_4HSO_4 溶液以体积比 1:2 混合, 溶液中 H^+ 和 OH^- 恰好完全反应, 该反应的离子方程式为 $\text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- + 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$



3. B [用醋酸和淀粉-KI 溶液检验加碘盐中的 IO_3^- 的原理是 IO_3^- 在酸性条件下与 I^- 发生归中反应生成 I_2 而遇淀粉变蓝, 由于醋酸是弱酸, 在离子方程式中不能用 H^+ 表示, B 不正确。]
4. D [向次氯酸钙溶液中通入少量 CO_2 气体, 发生反应生成 CaCO_3 和 HClO : $\text{Ca}^{2+} + 2\text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{HClO}$, D 项错误。]

第 7 讲 离子共存与离子推断(能力课)

考点一

[关键能力训练]

1. 解析: ②中 Fe^{2+} 与 $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ 形成沉淀, ③中 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 为橙色, ⑤中酸性条件下 NO_3^- 氧化 Fe^{2+} , ⑥中 Fe^{3+} 与 SCN^- 发生络合反应, ⑦中 Al^{3+} 、 Fe^{3+} 水解呈酸性, ⑩中 HCO_3^- 在强碱或强酸中不共存, ⑪中 NH_4^+ 在强碱中不存在, $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 在强酸中不存在, ⑫中 H_2O_2 氧化 Fe^{2+} 、 I^- 。

答案: ①④⑧⑨

2. A [B 项, I^- 的还原性比 Fe^{2+} 的强, 加入少量 HI 时 I^- 被氧化, 错误; C 项, $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ 与 Fe^{3+} 、 NH_4^+ 不能共存, 错误; D 项, $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ 与 HCO_3^- 发生反应 $[\text{Al}(\text{OH})_4]^- + \text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$, 而不能大量共存, 错误。]

考点二

[关键能力训练]

1. C [先加入稀盐酸酸化, 无明显现象, 排除 Ag^+ 、 CO_3^{2-} 、 SO_3^{2-} 等的干扰, 再加入 BaCl_2 溶液有白色沉淀生成, 证明原溶液中一定有 SO_4^{2-} , 故 A 正确; 钠的焰色呈黄色, 钾的焰色呈紫色, 但会被黄色遮盖, 用铂丝蘸取某溶液灼烧, 火焰呈黄色, 证明溶液中含有 Na^+ , 不能确定含 K^+ , 故 B 正确; 加入盐酸, 产生无色无味气体, 将气体通入澄清石灰水, 溶液变浑浊, 原溶液中可能有 CO_3^{2-} 或 HCO_3^- , 故 C 错误; 先加入足量浓 NaOH 溶液并加热, 产生的气体能使湿润的红色石蕊试纸变蓝, 说明有氨放出, 证明原溶液中一定有 NH_4^+ , 故 D 正确。]
2. (1) 取少量产品溶于足量稀盐酸, 静置, 取上层溶液(或过滤, 取滤液)于一试管中, 滴加 BaCl_2 溶液, 若产生白色沉淀则说明含有 Na_2SO_4 杂质(答案合理即可)

(2)①从水层取少量溶液,加入1~2 mL 淀粉溶液,加盐酸酸化,若溶液变蓝,则说明废水中同时含 I^- 和 IO_3^- ,若溶液不变蓝,则说明废水中含 I^- 和 IO_3^- 其中的一种。②从水层取少量溶液,加入1~2 mL 淀粉溶液,加盐酸酸化,滴加 $FeCl_3$ 溶液,若溶液变蓝,说明废水中含有 I^- ;若溶液不变蓝,说明废水中不含有 I^- 。③另从水层取少量溶液,加入1~2 mL 淀粉溶液,加盐酸酸化,滴加 Na_2SO_3 溶液,若溶液变蓝,说明废水中含有 IO_3^- ;若溶液不变蓝,说明废水中不含有 IO_3^- 。

3. D [A 项,焰色试验火焰为黄色只能确定废水中含有 Na^+ ,不能确定 K^+ 是否存在,错误;B 项,酸性条件下 CO_3^{2-} 不能共存,错误;C 项,由实验③④推断废水中含有 Al^{3+} ,不含 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Mg^{2+} ,错误;D 项,根据实验②④可确定一定含 Al^{3+} 、 SO_4^{2-} ,正确。]

4. B [因为是无色溶液,因此溶液中不含有 Fe^{3+} ,加入足量盐酸酸化的 H_2O_2 溶液,出现沉淀,推出原溶液中含有 Ba^{2+} ,一定不含 SO_4^{2-} ,一定含有 HSO_3^- ,其中 $n(Ba^{2+}) = n(HSO_3^-) = \frac{2.33}{233} \text{ mol} = 0.01 \text{ mol}$,加入盐酸酸化的 H_2O_2 后,有气体产生,推出原溶液中一定含有 HCO_3^- , $n(HCO_3^-) = \frac{224 \times 10^{-3}}{22.4} \text{ mol} = 0.01 \text{ mol}$,加入 $Ba(OH)_2$ 溶液,产生气体,此气体为 NH_3 , $n(NH_4^+) = \frac{0.17}{17} \text{ mol} = 0.01 \text{ mol}$,根据溶液呈电中性,原溶液中一定含有 Cl^- ,因为无法确定是否含有 Na^+ ,因此 $n(Cl^-) \geq 0.01 \text{ mol}$,故 A、C 说法正确;B 说法错误;检验 Na^+ ,需要进行焰色试验,若火焰呈黄色,说明含有 Na^+ ,故 D 说法正确。]

[真题感悟·明确考向]

[真题感悟]

1. C [氨水显碱性,会与 Ag^+ 、 Cu^{2+} 反应,不能大量共存,A 项错误; Fe^{3+} 与 I^- 会发生氧化还原反应, Fe^{3+} 与 HCO_3^- 会发生相互促进的水解反应,不能大量共存,B 项错误;醋酸显酸性,在醋酸溶液中 SO_4^{2-} 、 NH_4^+ 、 Br^- 、 H^+ 均不会发生反应,能大量共存,C 项正确;硝酸银溶液中的 Ag^+ 会与 Cl^- 、 CO_3^{2-} 反应生成沉淀,不能大量共存,D 项错误。]

2. A [碳酸钠和碳酸氢钠均能与 $Ca(OH)_2$ 反应生成碳酸钙沉淀,现象相同,无法用石灰水鉴别,A 不能达到实验目的;KSCN 遇 Fe^{3+} 可使溶液变红,故可

以用 KSCN 溶液检验硫酸亚铁是否变质,B 能达到实验目的;硫酸钡不溶于稀盐酸,亚硫酸钡可以溶于稀盐酸,若产生白色沉淀,则证明 Na_2SO_3 被氧化,C 能达到实验目的;加热条件下乙醛与银氨溶液发生银镜反应,有银镜生成,D 能达到实验目的。]

3. A [由题意可知,①取少量样品溶于水得到无色透明溶液,说明固体溶于水且相互之间能共存,②向①的溶液中滴加过量稀盐酸,溶液变浑浊,有刺激性气体放出,说明固体中存在 $Na_2S_2O_3$,发生反应 $S_2O_3^{2-} + 2H^+ = S \downarrow + H_2O + SO_2 \uparrow$,离心分离,③取②的上层清液,向其中滴加 $BaCl_2$ 溶液,有沉淀生成,则沉淀为 $BaSO_4$,说明固体中存在 Na_2SO_4 ,不能确定是否有 Na_2SO_3 和 Na_2CO_3 , Na_2SO_3 与过量盐酸反应生成二氧化硫, Na_2CO_3 与过量盐酸反应生成二氧化碳,而这些现象可以被 $Na_2S_2O_3$ 与过量盐酸反应的现象覆盖掉,综合分析,该样品中确定存在的是: Na_2SO_4 、 $Na_2S_2O_3$ 。]

4. B [Al^{3+} 与 $NH_3 \cdot H_2O$ 反应产生 $Al(OH)_3$ 沉淀,不产生 $[Al(OH)_4]^-$,A 错误; H^+ 与 $S_2O_3^{2-}$ 不能共存,发生反应的离子方程式为 $2H^+ + S_2O_3^{2-} = S \downarrow + SO_2 \uparrow + H_2O$,B 正确; Fe^{3+} 可催化 H_2O_2 分解,不能大量共存,C 错误;酸性条件下, MnO_4^- 可将 Cl^- 氧化为 Cl_2 ,D 错误。]

[情境探究]

解析:(1)由题意可得,白色沉淀 B 为 $Al(OH)_3$,灼烧 $Al(OH)_3$ 得到 Al_2O_3 ,故白色固体 C 为 Al_2O_3 ;溶液 D 中含有的阳离子有 Cu^{2+} 、 NH_4^+ 、 Ag^+ 、 H^+ ,阴离子有 NO_3^- ,故溶液中含有 $Cu(NO_3)_2$ 、 NH_4NO_3 、 $AgNO_3$ 、 HNO_3 。

(2)由图示数据并根据原子守恒可知,4.020 g X 中含有铝离子物质的量为 $\frac{1.020 \text{ g}}{102 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 2 =$

0.02 mol,含有氯离子物质的量为 $\frac{11.480 \text{ g}}{143.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}$

$= 0.08 \text{ mol}$,由化合物应显电中性可得三种离子物质的量比值为 $n(Cu^{2+}) : n(Al^{3+}) : n(Cl^-) = 1 : 2 : 8$,则可得 X 的化学式为 $CuAl_2Cl_8$ 。(3)①由分析可知,蓝色溶液 A 中含有 Al^{3+} 、 Cu^{2+} 和 Cl^- ,与 $N_2H_5^+$ 反应时溶液蓝色褪去,即反应后溶液中不存在 Cu^{2+} ,可推测铜元素以沉淀形式析出,反应得到的沉淀为白色且可溶于硝酸,可推测铜元素在其中不是蓝色且稳定的 +2 价,而是 +1 价,即反应过程

中 Cu 元素化合价降低, $N_2H_5^+$ 中氮元素显 -2 价, 具有还原性, 反应过程中 N 元素化合价升高生成 N_2 , 符合反应中有气体产生, 根据得失电子守恒、电荷守恒以及原子守恒和溶液呈酸性可知反应离子方程式为 $4Cu^{2+} + N_2H_5^+ + 4Cl^- \rightleftharpoons 4CuCl \downarrow + N_2 \uparrow + 5H^+$ 。② Cu^{2+} 在溶液中显蓝色, $CuCl$ 中 Cu 元素为 +1 价, 能被硝酸氧化为 +2 价, $CuCl$ 与硝酸反应过程中 Cl 元素以 Cl^- 形式存在于溶液中, Cl^- 与 $AgNO_3$ 溶液反应生成不溶于硝酸的白色沉淀。

答案: (1) Al_2O_3 $Cu(NO_3)_2$ 、 NH_4NO_3 、 $AgNO_3$ 、 HNO_3 (2) $CuAl_2Cl_8$ (3) ① $4Cu^{2+} + N_2H_5^+ + 4Cl^- \rightleftharpoons 4CuCl \downarrow + N_2 \uparrow + 5H^+$ ②将白色沉淀溶于硝酸, 得到蓝色溶液, 说明有 Cu 元素; 再向溶液中加入 $AgNO_3$ 溶液, 有白色沉淀, 说明有 Cl 元素

第 8 讲 氧化还原反应的概念和规律(基础课)

知识点一

[必备知识梳理]

1. 元素化合价变化 电子转移 2. 得到 偏向 氧化 失去 偏离 还原 3. 还原 氧化 氧化 氧化 还原 还原 4. (1) SO_2 Mn^{2+} Cr^{3+} (2) CO_2 Fe^{3+}

基础自测

(1) Cl 或氯 $KMnO_4$ (2) 还原性、酸性 (3) Cl_2 $MnCl_2$ (4) $0.2N_A$

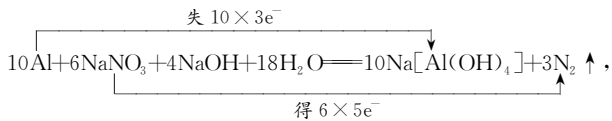
(5) $2KMnO_4 + 16HCl(浓) \rightleftharpoons 2KCl + 2MnCl_2 + 5Cl_2 \uparrow + 8H_2O$

[关键能力训练]

1. B [A. 酿酒中粮食发酵, 有元素的化合价发生变化, 为氧化还原反应, 故 A 不选; B. 钟乳石的形成是由于碳酸钙的溶解再析出形成的, 该过程中元素化合价没有发生变化, 不属于氧化还原反应, 故 B 选; C. “将欲制之, 黄芽为根”, 指 Hg 与 S 发生反应得到硫化汞, Hg 和 S 化合价发生变化, 该反应属于氧化还原反应, 故 C 不选; D. “锡中杂铅太多, 入醋淬八九度, 铅尽化灰而去”, 铅与醋酸反应过程中 Pb 元素化合价发生变化, 属于氧化还原反应, 故 D 不选。]

2. C [由化学方程式可知, 铝元素的化合价升高, 被

氧化, A 项错误; 10 mol 铝原子参加反应转移电子为 $10 \text{ mol} \times 3 = 30 \text{ mol}$, 数目为 $30N_A$, B 项错误; 用双线桥法表示的电子转移如下:



C 项正确; 单线桥上应标注电子总数, 并且不注明得失, D 项错误。]

3. 解析: (1) 1.5 mol NO_2 中有 $\frac{2}{3} \times 1.5 \text{ mol } NO_2$ 作还

原剂, 即 $N(e^-) = \frac{2}{3} \times 1.5 \times N_A = N_A$ 。

(2) 4 mol Na_2O_2 中有 3 mol Na_2O_2 作氧化剂, 即 $n(e^-) = 6 \text{ mol}$ 。

答案: (1) N_A (2) 6

知识点二

[必备知识梳理]

1. (1) 得电子 失电子 (2) 难易 (3) 氧化性 还原性 氧化性 还原性 2. (1) $>$ $>$ (3) $>$ $>$

基础自测

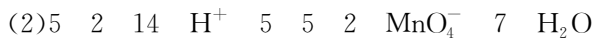
(1) $\times$ (2) $\times$ (3) $\times$ (4) $\times$ (5) $\times$ (6) $\times$

[关键能力训练]

1. C [化合物 $KCrO_2$ 中 K 为 +1 价, O 为 -2 价, 所以 Cr 为 +3 价, 选项 A 正确; 由①可知 Cr_2O_3 与氢氧化钠和硫酸反应均得到盐和水, 所以是两性氧化物, 选项 B 正确; 向 $KCrO_2$ 溶液中滴加 H_2O_2 溶液, 再酸化, 可得 $K_2Cr_2O_7$ 溶液, 这个过程表现的是 H_2O_2 的氧化性, 与其还原性无关, 选项 C 错误; 将 $K_2Cr_2O_7$ 溶液滴加到淀粉和 KI 的混合溶液中, 溶液变蓝说明 $K_2Cr_2O_7$ 将碘化钾氧化为 I_2 , 所以说明氧化性: $Cr_2O_7^{2-} > I_2$, 选项 D 正确。]

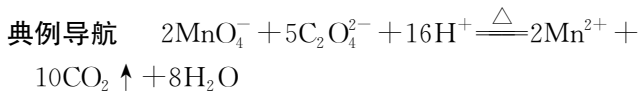
2. C [①中 $Cu_2O \rightarrow Cu^{2+}$, 铜元素化合价升高, 发生的是氧化反应, A 项正确; 为使①顺利发生, 要选择氧化性强的物质作氧化剂, 而 $Fe_2(SO_4)_3$ 可作①的氧化剂, B 项正确; 配平反应③为 $5Fe^{2+} + MnO_4^- + 8H^+ \rightleftharpoons 5Fe^{3+} + Mn^{2+} + 4H_2O$, 反应在酸性条件下进行, ③的半反应中不能生成 OH^- , C 项错误; 根据上述分析可知氧化性: $Fe^{3+} > Cu^{2+}$, 根据③可知氧化性: $MnO_4^- > Fe^{3+}$, 即氧化性: $MnO_4^- > Fe^{3+} > Cu^{2+}$, D 项正确。]

3. B [高锰酸钾能将浓盐酸氧化为氯气, 高锰酸钾作氧化剂, HCl 作还原剂, 证明 Cl^- 具有还原性, A 项正确; 氯气能将亚铁离子氧化为三价铁离子, 氯气作氧化剂, 溴水将亚铁离子氧化为三价铁离子, 溴单质作氧化剂, 说明氧化性: $Cl_2 > Fe^{3+}$, $Br_2 >$

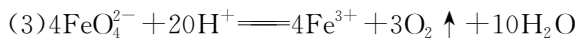
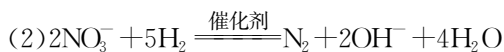
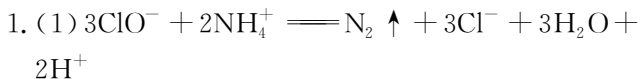


考点二

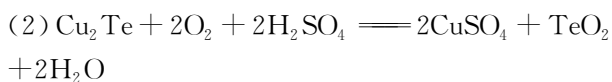
[核心知能突破]



[关键能力训练]



2. 解析: (2) “酸浸 1”过程中, 控制溶液的酸度使 Cu_2Te 与氧气、硫酸反应生成硫酸铜和 TeO_2 , 反应的化学方程式是 $\text{Cu}_2\text{Te} + 2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons 2\text{CuSO}_4 + \text{TeO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$; “还原”过程中, 四氯化碲与二氧化硫反应生成单质碲和硫酸, 反应的离子方程式是 $\text{Te}^{4+} + 2\text{SO}_2 + 4\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{SO}_4^{2-} + \text{Te} \downarrow + 8\text{H}^+$ 。



考点三

[核心知能突破]

典例导航 C

[关键能力训练]

1. B [设 Cr 在还原产物中的化合价为 $+x$, 由得失电子守恒知: $0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 24 \times 10^{-3} \text{ L} \times (6-4) = 0.02 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 20 \times 10^{-3} \text{ L} \times 2 \times (6-x)$, $x=3$ 。]

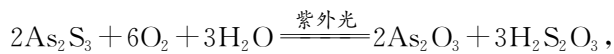
2. A [根据得失电子守恒可知 $n(\text{Cu}) = 2n(\text{O}_2) = 2 \times \frac{1.68}{22.4} \text{ mol} = 0.15 \text{ mol}$, 故 $n(\text{NaOH}) = 2n(\text{Cu}) = 0.30 \text{ mol}$, $V(\text{NaOH}) = \frac{0.30}{5} \text{ L} = 60 \text{ mL}$ 。]

[真题感悟·明确考向]

[真题感悟]

1. D [$\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 的中心原子是其中的一个硫原子, 则中心原子 S 的孤电子对数为 $\frac{1}{2} \times (6+2-1 \times 2-3 \times 2) = 0$, 故价层电子对数为 $4+0=4$, 其空间结构是四面体形, 不是正四面体形, SO_4^{2-} 的中心原子 S 的孤电子对数为 $\frac{1}{2} \times (6+2-4 \times 2) = 0$, 故价层电子对数为 $4+0=4$, 其空间结构为正四面体形, A 错

误; 反应 I 只有 S 元素被氧化, 反应 II 中 As 元素和 S 元素均被氧化, B 错误; 反应 I 的化学方程式为



反应 II 的化学方程式为 $\text{As}_2\text{S}_3 + 7\text{O}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{自然光}} 2\text{H}_3\text{AsO}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4$, 反应 I 中参加反应的

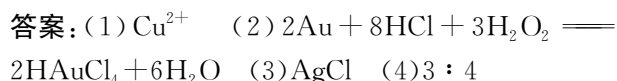
$$\frac{n(\text{O}_2)}{n(\text{H}_2\text{O})} = \frac{6}{3} = 2, \text{反应 II 中参加反应的 } \frac{n(\text{O}_2)}{n(\text{H}_2\text{O})} =$$

$$\frac{7}{6}, \text{故参加反应的 } \frac{n(\text{O}_2)}{n(\text{H}_2\text{O})}: \text{I} > \text{II}, \text{C 错误; 根据化}$$

学方程式可得出, 反应 I: $\text{As}_2\text{S}_3 \sim 3\text{O}_2 \sim 12\text{e}^-$, 反应 II: $\text{As}_2\text{S}_3 \sim 7\text{O}_2 \sim 28\text{e}^-$, 所以氧化 1 mol As_2S_3 转移的电子数之比为 $12:28=3:7$, D 正确。]

2. C [根据题图可知, 随着反应的进行, $\text{Mn}(\text{III})$ 的浓度先增大后减小, 最后 $\text{Mn}(\text{III})$ 转化为 $\text{Mn}(\text{II})$, 化合价降低, 体现氧化性, 则 $\text{Mn}(\text{III})$ 能氧化 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$, A 错误; 由“ $\text{Mn}(\text{II})$ 起催化作用”可知, 该反应过程中, 反应物浓度和 $\text{Mn}(\text{II})$ 均影响化学反应速率, 反应前期无 $\text{Mn}(\text{II})$, 反应物浓度随反应的进行逐渐减小, 故反应速率逐渐减小, 生成 $\text{Mn}(\text{II})$ 后, $\text{Mn}(\text{II})$ 催化反应的进行, 使反应速率增大, 但随着反应物浓度的降低, 浓度变化起决定作用, 反应速率又会减小, 所以反应速率会先减小后增大再减小, B 错误; 根据题图可知, $\text{Mn}(\text{VII})$ 和 $\text{Mn}(\text{II})$ 不能大量共存, C 正确; $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 是弱电解质, 书写离子方程式时不能拆开, D 错误。]

3. 解析: 精炼铜产生的铜阳极泥富含 Cu、Ag、Au 等元素, 铜阳极泥加入硫酸、 H_2O_2 溶液浸取, Cu 转化为 Cu^{2+} 进入“浸出液 1”中, Ag、Au 不反应, “浸渣 1”中含有 Ag 和 Au; “浸渣 1”中加入盐酸、 H_2O_2 溶液浸取, Au 转化为 HAuCl_4 进入“浸出液 2”, Ag 转化为 AgCl , “浸渣 2”中含有 AgCl ; “浸出液 2”中加入 N_2H_4 将 HAuCl_4 还原为 Au, 同时 N_2H_4 被氧化为 N_2 ; “浸渣 2”中加入 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, 将 AgCl 转化为 $[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-}$, 得到“浸出液 3”, 利用电沉积法将 $[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-}$ 还原为 Ag。设被氧化的 N_2H_4 物质的量为 $x \text{ mol}$, 产物 Au 的物质的量为 $y \text{ mol}$, 根据得失电子守恒: $x \times 2 \times 2 = y \times 3$, 故 $x:y=3:4$ 。



[情境探究]

解析: (1) $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 被强氧化剂氧化时一般被氧化成 CO_2 , CO_2 和 ClO_2 同时生成, CO_2 对 ClO_2 起到稀释作用, 符合“安全地生成 ClO_2 ”的要求, 因此该反应的离子方程式是 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 2\text{ClO}_3^- + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons$

$2\text{CO}_2 \uparrow + 2\text{ClO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。(2)由题中信息可知, ClO_2^- 存在于中性溶液中,所以在中性溶液中 ClO_2^- 将 KI 氧化为 I_2 ,本身被还原为 ClO_2 ,反应的化学方程式是 $2\text{ClO}_2 + 2\text{KI} = 2\text{KClO}_2 + \text{I}_2$ 。(3)由关系式 $2\text{ClO}_2 \sim \text{I}_2 \sim 2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 有 $n(\text{ClO}_2) = n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 5.00 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.020 0 \text{ L} = 1.00 \times 10^{-5} \text{ mol}$, $m(\text{ClO}_2) = 1.00 \times 10^{-5} \text{ mol} \times 67.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 6.75 \times 10^{-4} \text{ g} = 0.675 \text{ mg}$,所以在该水样中 ClO_2 的浓度是 $\frac{0.675 \text{ mg}}{0.50 \text{ L}} = 1.35 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

答案:(1) $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 2\text{ClO}_3^- + 2\text{H}^+ = 2\text{CO}_2 \uparrow + 2\text{ClO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ (2) $2\text{ClO}_2 + 2\text{KI} = 2\text{KClO}_2 + \text{I}_2$ (3) 1.35

综合训练(一) 化学基本概念

- B** [C_2H_2 与 C_6H_6 的最简式均为 CH ,故二者碳元素的质量分数相同,故 A 正确;标准状况下, C_6H_6 为非气体,等体积的两种物质的物质的量不相等,含有的分子数也不相等,B 项错误;等物质的量时,二者质量之比为 $\frac{m(\text{C}_2\text{H}_2)}{m(\text{C}_6\text{H}_6)} = \frac{1}{3}$,故 C 正确;二者的最简式相同,则等质量的两种物质完全燃烧消耗相同状况下的氧气体积相等,故 D 正确。]
- D** [500 mL 0.10 mol $\cdot \text{L}^{-1}$ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液中 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 的质量 $= c \cdot V \cdot M = 0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 500 \times 10^{-3} \text{ L} \times 158 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 7.9 \text{ g}$,用托盘天平称取 7.9 g $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 时,7.9 g $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 中 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 的质量小于 7.9 g,浓度偏低,故 A 不符合题意;定容时,仰视容量瓶刻度线,会使 V 的值偏大,根据 $c = \frac{n}{V}$ 分析,浓度偏低,故 B 不符合题意;没有用蒸馏水洗涤转移后的烧杯和玻璃棒,会使 n 的值偏小,浓度偏低,故 C 不符合题意;用 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液润洗过的容量瓶配制溶液,会使 n 的值偏大,浓度偏高,故 D 符合题意。]
- B** [用终态分析法容易看出只有两种元素的价态有变化,其一是 $\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2$,Cu 元素化合价由 0 价升高为 +2 价,每个 Cu 原子失 2 个电子;另一个是 $\text{HNO}_3 \rightarrow \text{NaNO}_2$,N 元素由 +5 价降低为 +3 价,每个 N 原子得 2 个电子,51.2 g Cu 的物质的量为 $n(\text{Cu}) = \frac{51.2 \text{ g}}{64 \text{ g/mol}} = 0.8 \text{ mol}$,共失电子为 $0.8 \text{ mol} \times 2 = 1.6 \text{ mol}$, HNO_3 到 NaNO_2 共得到电子 1.6 mol,根据得失电子数目相等得到 $2n(\text{Cu}) = 2n(\text{NaNO}_2)$,故产物中 NaNO_2 的物质的量为 0.8 mol;根据钠原子守恒 $n(\text{NaNO}_3) = n(\text{NaOH})$

$-0.8 \text{ mol} = 0.6 \text{ L} \times 2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} - 0.8 \text{ mol} = 0.4 \text{ mol}$ 。]

- B** [由题意可知 HA 为弱电解质,书写离子方程式时 HA 不可拆,A 不正确;HA 不完全电离,B 正确;两种溶液的体积不一定相等,无法比较中和能力,C 不正确; H^+ 与 A^- 可发生反应生成 HA,D 不正确。]
- 解析:**(3)①由流程图可知白磷和烧碱溶液反应生成 PH_3 和 NaH_2PO_2 ,产物中 H 原子个数比 O 原子个数多,因此反应物中除 P_4 、 NaOH 外还应有 H_2O 参与,据此可写出反应的化学方程式。由于使用的烧碱过量,所以得到的 NaH_2PO_2 应是次磷酸的正盐,即次磷酸属于一元酸。②1 mol P_4 与烧碱溶液发生反应: $\text{P}_4 + 3\text{NaOH} + 3\text{H}_2\text{O} = \text{PH}_3 \uparrow + 3\text{NaH}_2\text{PO}_2$,生成 1 mol PH_3 和 3 mol NaH_2PO_2 ,3 mol NaH_2PO_2 与硫酸发生反应: $2\text{NaH}_2\text{PO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_3\text{PO}_2$,生成 3 mol H_3PO_2 ,3 mol H_3PO_2 再发生分解反应 $2\text{H}_3\text{PO}_2 = \text{PH}_3 \uparrow + \text{H}_3\text{PO}_4$,又生成 1.5 mol PH_3 ,所以整个工业流程中共生成 2.5 mol PH_3 。

答案:(1) $\text{AlP} + 3\text{H}_2\text{O} = \text{PH}_3 \uparrow + \text{Al}(\text{OH})_3$

(2) 24 11 12 8 3 24

(3) ① $\text{P}_4 + 3\text{NaOH} + 3\text{H}_2\text{O} = \text{PH}_3 \uparrow + 3\text{NaH}_2\text{PO}_2$ ② 2.5

第 10 讲 钠及其化合物(基础课)

知识点一

[必备知识梳理]

1. (1) 小 大 (2) $2\text{Na} + \text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{O}_2$ $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow$ 小 低 放热 气体 剧烈 碱(NaOH) $2\text{Na} + 2\text{HCl} = 2\text{NaCl} + \text{H}_2 \uparrow$ $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow$, $\text{CuSO}_4 + 2\text{NaOH} = \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$ (3) 2NaCl (熔融) $\xrightarrow{\text{电解}}$ $2\text{Na} + \text{Cl}_2 \uparrow$ 煤油或石蜡油 2. (1) -1 淡黄色 $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$ $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{CO}_2 = 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$ (2) 氧化 还原

基础自测

(1) $\times$ (2) $\checkmark$ (3) $\times$ (4) $\times$ (5) $\checkmark$

[关键能力训练]

- C** [A 项错误,饱和 NaOH 溶液中放入钠,钠与水反应消耗水且生成 NaOH ,从而会有部分 NaOH 晶体析出,同时生成氢气,由于溶液仍是饱和 NaOH 溶液,故溶液的 pH 不变;B 项错误,钠先与水反应生成 H_2 和 NaOH ,然后生成的 NaOH 与

CuSO_4 反应会生成 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 蓝色沉淀;C 项正确,钠先与水反应生成 H_2 和 NaOH ,然后生成的 NaOH 与 MgCl_2 反应生成 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 白色沉淀;D 项错误,钠先与水反应生成 H_2 和 NaOH ,并放出热量,然后生成的 NaOH 与 NH_4^+ 反应生成 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 部分分解产生的少量氨气会与氢气同时放出,故放出的气体有刺激性气味。]

2. (1)褪色 先变蓝后褪色 (2) Na_2O_2 具有强氧化性,与木炭粉接触发生剧烈的氧化还原反应

(3)不正确 Na_2O_2 与 SO_2 反应可生成 Na_2SO_4

3. B [62 g Na_2O 与 78 g Na_2O_2 的物质的量均为 1 mol,投入相同体积的足量水中,生成 NaOH 的物质的量均为 2 mol,且溶液的质量均增加 62 g,所得溶液的浓度相同,B 不正确。]

4. A [本题涉及的反应有 $2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$, $2\text{CO}_2 + 2\text{Na}_2\text{O}_2 = 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$, $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{Na}_2\text{O}_2 = 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$,在 Na_2O_2 与 CO_2 和 H_2O 反应时,实际上是与 CO_2 先反应。2 mol NaHCO_3 分解产生的 1 mol CO_2 恰好与 1 mol Na_2O_2 反应,无 Na_2O_2 与水反应,所以残留固体只有 Na_2CO_3 。]

5. D [综合实验 II 和 III 可以说明使酚酞褪色的应为 H_2O_2 ,不是 O_2 ,D 错误。]

6. (1) $2\text{Na} + \text{CuSO}_4 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Cu}$ $2\text{Na} + \text{CuSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{H}_2 \uparrow$
(2)加热且无水

知识点二

[必备知识梳理]

1. 纯碱 苏打 易 易 小 2. (1) $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$, $\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{OH}^-$ (2) $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ $\text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} = \text{CaCO}_3 \downarrow$ $\text{Ba}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} = \text{BaCO}_3 \downarrow$ $\text{CO}_3^{2-} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HCO}_3^-$ $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ = \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ $\text{HCO}_3^- + \text{Ca}^{2+} + \text{OH}^- = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ $\text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^- + 2\text{HCO}_3^- = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$ $2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

基础自测

(1)× (2)√ (3)× (4)√ (5)× (6)×

[关键能力训练]

1. C [假设二者均为 1 g, Na_2CO_3 消耗盐酸的物质的量为 $2 \times \frac{1}{106} \text{ mol} = \frac{1}{53} \text{ mol}$, NaHCO_3 消耗盐酸 $\frac{1}{84} \text{ mol}$,C 错误。]

2. D [Na_2CO_3 和 Na_2SO_4 均能与 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 反应,且加入 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液会引入新的杂质(Ba^{2+}),不能达到除杂的目的。]

3. 解析:对于 A,第一阶段消耗的盐酸是第二阶段的 2 倍,可知第一阶段反应为 $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$, $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}^+ = \text{HCO}_3^-$,第二阶段反应为 $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ = \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$,由此推知 A 情况的溶液中 $n(\text{NaOH}) : n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 1 : 1$ 。同理分析 B 情况的溶液中, $n(\text{Na}_2\text{CO}_3) : n(\text{NaHCO}_3) = 1 : 1$ 。

根据最终生成 NaCl , $n(\text{NaOH}) = n(\text{HCl}) = 0.15 \text{ L} \times 0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.03 \text{ mol}$, $c(\text{NaOH}) = \frac{0.03 \text{ mol}}{0.02 \text{ L}} = 1.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

答案:(1) NaOH 、 Na_2CO_3 1 : 1 (2) Na_2CO_3 、 NaHCO_3 1 : 1 (3) $1.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

知识点三

[必备知识梳理]

1. (1)增加 增大 增强 较低 降低 增强

(2) $4\text{Li} + \text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{Li}_2\text{O}$ $2\text{Na} + \text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{O}_2$ 增强

2. (1)特征颜色 定性分析操作 物理

[关键能力训练]

1. B [钫是碱金属中最活泼的金属,在空气中燃烧生成的氧化物很复杂,不只生成 Fr_2O 。]

2. (1)否。Fe 及其化合物 (2)不正确。做钾元素的焰色试验时需要透过蓝色钴玻璃观察,如火焰呈紫色,含 K^+ ,否则不含 K^+ (3)该溶液可能为 NaOH 溶液 (4)绿色 绿色

[真题感悟·明确考向]

[真题感悟]

1. 解析:(1)活泼金属钾能与水反应,故着火时应用干燥的沙土盖灭,错误;(2)金属钠可与乙醇反应,不能用金属钠除去乙醇中少量的水,错误;(5)制作面点时,加入食用纯碱,利用 Na_2CO_3 中和发酵过程中产生的酸,错误;(6) NaCl 性质稳定,受热不易分解,烹煮食物的后期加入食盐,目的是防止食盐中的 KIO_3 受热分解,错误;(8)稀释浓硫酸时,若酸溅到皮肤上,应立即用大量水冲洗,然后用 3%~5% 的 NaHCO_3 溶液涂抹,错误;(9)苯酚和 NaHCO_3 溶液不互溶,采用分液的方法进行分离,错误。

答案:(3)(4)(7)

2. ABD

3. D [Na_2CO_3 和 NaHCO_3 的溶液中均存在 H_2O 、 H_2CO_3 、 H^+ 、 OH^- 、 Na^+ 、 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- ,A 正确;向

NaHCO₃ 中滴入 NaOH 溶液会发生反应: NaOH + NaHCO₃ = Na₂CO₃ + H₂O, B 正确; NaHCO₃ 受热易分解, 可转化为 Na₂CO₃, 而 Na₂CO₃ 热稳定性较强, 利用二者热稳定性差异, 可从它们的固体混合物中除去 NaHCO₃, C 正确; 室温下, Na₂CO₃ 和 NaHCO₃ 饱和溶液的 pH 相差较大的主要原因是 CO₃²⁻ 的水解程度远大于 HCO₃⁻, D 错误。]

[情境探究]

(1) HCO₃⁻ + H⁺ = CO₂ ↑ + H₂O Al(OH)₃ + 3H⁺ = Al³⁺ + 3H₂O (2) 不可以 NaHCO₃ 与胃酸反应生成气体 CO₂ 加重胃溃疡, 易造成胃穿孔

第 11 讲 纯碱的制备与实验测定(能力课)

考点一

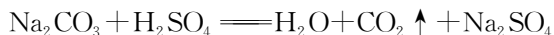
[关键能力训练]

1. D [制备 NaHCO₃ 发生反应: NaCl + NH₃ + CO₂ + H₂O = NaHCO₃ ↓ + NH₄Cl, 装置①用来制备氨气, 加热氯化铵, 分解生成的氨气和氯化氢会重新反应生成氯化铵, 不能用来制备氨气, A 错误; 装置②的球形干燥管作用是导气、吸收多余氨气, 碱石灰只能干燥氨气, 不能吸收氨气, B 错误; 制备的 CO₂ 中混有 HCl, 装置②和装置③之间应该增加盛有饱和碳酸氢钠溶液的洗气瓶除去 HCl, C 错误; 装置③为固液不加热型装置, 可用氧化钙固体和浓氨水反应制备氨气, 则可代替装置①制备氨气, 装置④是启普发生器, 不能用于易溶于水的气体制备, 氨气极易溶于水, 则不可代替装置①, D 正确。]
2. D [氨气和二氧化碳的顺序不能颠倒, 因为氨气极易溶于水, 二氧化碳的溶解度较小, 先通入氨气可以更多地吸收二氧化碳, 反应生成碳酸氢钠, A 错误; 过滤时不能用玻璃棒搅拌, 避免弄破滤纸, B 错误; 碳酸钠和碳酸氢钠都易溶于水, 但碳酸氢钠的溶解度小于碳酸钠的溶解度, C 错误; 氨气易溶于水并和水反应生成一水合氨, 抑制铵根离子的水解, 有利于析出氯化铵, 提高纯度, D 正确。]

考点二

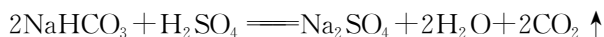
[关键能力训练]

解析: (7) 设 Na₂CO₃ 和 NaHCO₃ 的物质的量分别为 x、y, 则



x

x



y

y

则有 ① 106 g · mol⁻¹ · x + 84 g · mol⁻¹ · y = 17.9 g

② 44 g · mol⁻¹ · x + 44 g · mol⁻¹ · y = 8.8 g

解得 x = 0.05 mol, y = 0.15 mol, 则样品中 Na₂CO₃ 的质量分数为 $\frac{0.05 \text{ mol} \times 106 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{17.9 \text{ g}} \times 100\% \approx 29.6\%$ 。

(8) 实验装置还存在一个明显缺陷为装置中的二氧化碳不能被 C 装置中的碱石灰全部吸收, 则需设计一套装置将 A、B 装置内的 CO₂ 气体全部吹入 C 装置中吸收。

答案: (1) 2NaHCO₃ $\xrightarrow{\Delta}$ Na₂CO₃ + H₂O + CO₂ ↑

(2) 确保 NaHCO₃ 完全分解 (3) 玻璃棒 (4) Ba²⁺ + CO₃²⁻ = BaCO₃ ↓ (5) $\frac{106b}{197a} \times 100\%$ (6) 浓

硫酸 防止空气中的 CO₂ 和水蒸气进入实验装置 不能 (7) 29.6% (8) 缺少一套将 A、B 装置内的 CO₂ 气体全部吹入 C 装置中的装置

[真题感悟 · 明确考向]

[真题感悟]

解析: (1) 制备 NaHCO₃ 的具体过程为先制备 CO₂, 再除去杂质 HCl, 然后将纯净的 CO₂ 通入饱和氨盐水中制得 NaHCO₃, 最后用 NaOH 溶液处理多余的 CO₂, 所以装置的连接顺序为 aefbcgh。分液漏斗使用前需要让其与大气连通, 否则液体无法滴落, 所以为使 A 中分液漏斗内的稀盐酸顺利滴下, 需要打开分液漏斗上部的玻璃塞, 或者将分液漏斗上部玻璃塞上的凹槽与分液漏斗上端的小孔对齐。(2) 雾化装置可以增大接触面积, 使饱和氨盐水与 CO₂ 充分接触, 使反应更充分。(3) 生成 NaHCO₃ 的总反应的化学方程式为 CO₂ + NH₃ · H₂O + NaCl = NaHCO₃ ↓ + NH₄Cl。(4) ① 1 mol CO₂ 与足量 Na₂O₂ 反应, 最终 Na₂O₂ 增重的质量相当于 1 mol CO 的质量, 假设固体 NaHCO₃ 的质量为 x g, 可列如下关系式:



2 × 84

28

x g

0.14 g

则 $\frac{2 \times 84}{x \text{ g}} = \frac{28}{0.14 \text{ g}}$, 解得 x = 0.84。② 根据题图中

NaCl 和 NH₄Cl 的溶解度曲线可知, NH₄Cl 的溶解度随温度的升高变化较大, 而 NaCl 的溶解度随温度的升高变化不大, 为使 NH₄Cl 沉淀充分析出并分离, 需采用的操作为降温结晶、过滤、洗涤、干燥。

答案: (1) aefbcgh 将分液漏斗上部玻璃塞上的凹槽与分液漏斗上端的小孔对齐

(2)增大接触面积,使反应更充分

(3) $\text{CO}_2 + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{NaCl} \rightleftharpoons \text{NaHCO}_3 \downarrow + \text{NH}_4\text{Cl}$

(4)①0.84 ②降温结晶 过滤

[情境探究]

(1)碱石灰 无水 CaCl_2 碱石灰 (2)关闭 b, 打开 a, 缓缓通入空气 排除装置中的 CO_2 和 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$

(3) $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + 10\text{H}_2\text{O}$, $2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

(4)赶出生成的 CO_2 和 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ (5)防止外界空气中的 CO_2 、 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 进入装置③

第 12 讲 铁及其重要化合物(基础课)

知识点一

[必备知识梳理]

1. 四 VIII 银白 2. (1) $3\text{Fe} + 2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{Fe}_3\text{O}_4$ $2\text{Fe} + 3\text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{FeCl}_3$ 剧烈燃烧,生成大量红棕色的烟

$\text{Fe} + \text{S} \xrightarrow{\Delta} \text{FeS}$ (2) $3\text{Fe} + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \xrightarrow{\text{高温}} \text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{H}_2$ (3) $\text{Fe}^{3+} + \text{NO} \uparrow + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 3\text{Fe}^{2+} + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ 钝化 (4) $\text{Fe} + 2\text{Fe}^{3+} \rightleftharpoons 3\text{Fe}^{2+}$ 3. (1)铁红

磁性氧化铁 红棕色 (2) $6\text{FeO} + \text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{Fe}_3\text{O}_4$
 $\text{FeO} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$ $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$

基础自测

(1)× (2)× (3)× (4)× (5)✓

[关键能力训练]

1. D [浓硫酸与 Fe 在常温时钝化,不是不反应,A 错误;铁与 I_2 反应时生成 FeI_2 ,B 错误; Fe_2O_3 为红棕色粉末,C 错误。]

2. C [A 项,FeO 在空气中加热也可转化为 Fe_3O_4 , 错误;B 项, Fe_3O_4 为纯净物,错误;D 项, Fe^{2+} 能被稀硝酸氧化为 Fe^{3+} ,错误。]

3. A [满足条件的反应为 $\text{Fe} + 4\text{HNO}_3(\text{稀}) \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO} \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ①
 $3\text{Fe} + 8\text{HNO}_3(\text{稀}) \rightleftharpoons 3\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ ②

满足方程①的 $a:b=(4 \times 63):56=9:2$,

满足方程②的 $a:b=(8 \times 63):(3 \times 56)=3:1$ 。

介于方程①②之间即 $3 \leq \frac{a}{b} \leq 4.5$ 的都行。只有 A 不符合。]

4. 解析:向稀硝酸中加入铁粉,开始时稀硝酸过量应生成 Fe^{3+} ,随加入铁粉量的增加,稀硝酸反应完全

后,发生反应 $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} \rightleftharpoons 3\text{Fe}^{2+}$,最后全部转化为 Fe^{2+} 。AB 与 BC 段消耗的 Fe 的物质的量比为 2:1。

答案:(1)① (2)④ (3)③ (4)2:1

5. 解析:根据 $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$,可知铁的“氧化物”样品用盐酸溶解后所得溶液中 $n(\text{Fe}^{2+}) = 0.025 \text{ mol} \times 2 = 0.05 \text{ mol}$,根据电荷守恒得 $2n(\text{Fe}^{2+}) + 3n(\text{Fe}^{3+}) = n(\text{Cl}^-)$,则 $n(\text{Fe}^{3+}) = 0.2 \text{ mol}$,故 $n(\text{Fe}^{2+}):n(\text{Fe}^{3+})=0.05:0.2=1:4$,故该氧化物可表示为 $\text{FeO} \cdot 2\text{Fe}_2\text{O}_3$,即 Fe_5O_7 。

答案: Fe_5O_7

知识点二

[必备知识梳理]

白色 红褐色 $\text{Fe}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_2 + 2\text{H}^+$
 $\text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow$ 灰绿 红褐 $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{Fe}(\text{OH})_3$

[关键能力训练]

1. B

2. B [$\text{Fe}(\text{OH})_2$ 溶于稀硝酸时, Fe^{2+} 被 HNO_3 氧化为 Fe^{3+} ,B 错误。]

3. (1)①②③⑤ (2)先打开止水夹 a,反应一段时间后检验 B 中出来的 H_2 纯净时,再关闭止水夹 a,使 A 中溶液进入 B 中

知识点三

[必备知识梳理]

1. (1) $\text{Fe}^{2+} + \text{Zn} \rightleftharpoons \text{Fe} + \text{Zn}^{2+}$ $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$ $2\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{MnO}_4^- + 5\text{Fe}^{2+} + 8\text{H}^+ \rightleftharpoons 5\text{Fe}^{3+} + \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$ (2) $\text{Fe}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_2 + 2\text{H}^+$ 铁

酸 2. (1)黄 $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} \rightleftharpoons 3\text{Fe}^{2+}$ $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- \rightleftharpoons \text{I}_2 + 2\text{Fe}^{2+}$ $2\text{Fe}^{3+} + \text{Cu} \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{Cu}^{2+}$
 (2) $\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+$ 相应酸

3. (1)红 灰绿 红褐 蓝

基础自测

①⑥⑧

[关键能力训练]

1. D [氧化性 $\text{Fe}^{3+} > \text{Cu}^{2+} > \text{Fe}^{2+}$,加入铁粉后有固体剩余, Fe^{3+} 一定不存在;若剩余固体全部都是 Cu,溶液中还可能有 Cu^{2+} ,也可能恰好被完全置换;若剩余固体是 Cu 和 Fe,则溶液中不可能有 Cu^{2+} 和 Fe^{3+} 。]

2. B [因为 $a > c$,说明 b g 铁完全反应,溶液中含 Cu^{2+} 、 Fe^{2+} ,不含 Fe^{3+} 。]

3. B [B项,加KSCN,溶液显红色,说明含 Fe^{3+} ,不确定是否含 Fe^{2+} ,错误。]



(2) 含有 Fe^{2+} 和 Fe^{3+} 溶液变红色 $\text{Fe}^{3+} + 3\text{SCN}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{SCN})_3$

(3) ab 因为还原性 $\text{Fe}^{2+} > \text{Cl}^-$,逐滴加入酸性 KMnO_4 溶液, Fe^{2+} 将 MnO_4^- 还原为 Mn^{2+} ,使紫色褪去,故可能含有 Fe^{2+} ;若溶液中无 Fe^{2+} , Cl^- 也能将 MnO_4^- 还原为 Mn^{2+} ,紫色褪去,因而溶液中也可能无 Fe^{2+}

[真题感悟·明确考向]

[真题感悟]

1. B [酒精灯放在铁粉下方加热可以产生高温,且不影响水的蒸发,若移至湿棉花下方则难以产生高温,则实验效果不好,B错误。]

2. A [FeCl_3 在水中完全电离,属于强电解质,A错误。]

3. D [铁片腐蚀生成 Fe^{2+} ,加入 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 溶液无蓝色沉淀生成,说明没有 Fe^{2+} ,铁片没有被腐蚀,D符合题意。]

4. 解析: Fe^{3+} 易水解: $\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+$,为抑制 Fe^{3+} 的水解,在配制 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液时需加入酸,用pH试纸测得 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液的pH不大于1,说明溶液呈强酸性,向少量 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液中加入Fe粉,溶液颜色变浅的同时有气泡(氢气)产生,说明溶液中还存在Fe与酸的反应,其离子方程式为 $\text{Fe} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2 \uparrow$ 。

答案:抑制 Fe^{3+} 的水解 $\text{Fe} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2 \uparrow$

[情境探究]

解析:(1) $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 与Fe反应的离子方程式为 $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} \rightleftharpoons 3\text{Fe}^{2+}$ 。(2)实验I中的白色沉淀为 $\text{Fe}(\text{OH})_2$,其变为红褐色的化学方程式为 $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{Fe}(\text{OH})_3$ 。

(3)① NaHCO_3 溶液显碱性,故可推测沉淀可能为 $\text{Fe}(\text{OH})_2$;另一种猜测是生成了 FeCO_3 沉淀。

②由于溶于稀硫酸后产生无色气泡,滴入KSCN溶液不变红,加入 H_2O_2 后变红,则证明白色沉淀中一定含有 Fe^{2+} 和 CO_3^{2-} 。③由于白色沉淀久置后才变红褐色,故该沉淀难被空气氧化。

答案:(1) $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} \rightleftharpoons 3\text{Fe}^{2+}$

(2) $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 4\text{Fe}(\text{OH})_3$

(3)①碱 FeCO_3 ② Fe^{2+} 和 CO_3^{2-} ③难

第13讲 铁及其化合物的转化与应用(能力课)

考点一

[关键能力训练]

1. D [A. Fe与 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 在高温条件下,发生反应生成 Fe_3O_4 ,错误;B. FeO在空气中加热转化为 Fe_3O_4 ,错误;C. 加热 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 分解生成 Fe_2O_3 ,而 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 不溶于水,错误。]

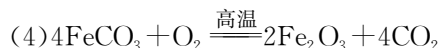
2. A [B单质水溶液呈酸性,且常温下为气态,则B为 Cl_2 ,结合转化关系可推出,A、B、C、D、E、F分别为Fe、 Cl_2 、Cu、 FeCl_3 、 CuCl_2 、 FeCl_2 。]

考点二

[关键能力训练]

1. C [由分析知试剂b为盐酸,若用硫酸,则会引入杂质 SO_4^{2-} ,A错误;操作I、II为过滤,需用玻璃棒引流液体,操作III涉及蒸发操作,需用玻璃棒搅拌,防止液体飞溅,B错误; H_2O_2 可将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} ,根据电荷守恒添加 H^+ 配平,相应离子方程式为 $2\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$,C正确;溶液W中过量的盐酸与 KMnO_4 也反应,故此处不能用 KMnO_4 检验 Fe^{2+} ,D错误。]

2. (1) Fe^{2+} 、 Fe^{3+} (2)①将 Fe^{3+} 全部还原为 Fe^{2+}
②b (3)① $\text{Fe}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{FeCO}_3 \downarrow + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ②防止 NH_4HCO_3 受热分解,减少 Fe^{2+} 的水解 ③取少量溶液,加入硫氰化钾溶液,不显红色,然后滴加氯水,溶液变为红色



[真题感悟·明确考向]

1. B [若a在沸水中可生成e,此时a为Mg,e为 $\text{Mg}(\text{OH})_2$,即f为镁盐, $a \rightarrow f$ 的反应有多种,可能为 $\text{Mg} + 2\text{HCl} \rightleftharpoons \text{MgCl}_2 + \text{H}_2 \uparrow$,该反应属于置换反应,故 $a \rightarrow f$ 的反应不一定是化合反应,故A错误;e能转化为d,此时e为白色沉淀 $\text{Fe}(\text{OH})_2$,d为红褐色沉淀 $\text{Fe}(\text{OH})_3$,说明在 $g \rightarrow f \rightarrow e \rightarrow d$ 转化过程中,一定存在物质颜色的变化,故B正确;若c为铝盐,加热其饱和溶液不会形成能产生丁达尔效应的红棕色分散系,故C错误;假设b为 Al_2O_3 ,即d为 $\text{Al}(\text{OH})_3$,c为铝盐, Al_2O_3 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 与稀盐酸反应均生成铝盐,此时组成a的元素为Al,位于周期表p区;假设b为 Fe_2O_3 ,即d为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$,c为铁盐, Fe_2O_3 、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 与稀盐酸反应均生成铁盐,此时组成a的元素为Fe,位于周期表d区,故D错误。]

2. **D** [调 pH=4 后,根据题给已知信息①可知,Fe³⁺ 会完全沉淀,Al³⁺ 会部分沉淀,则“沉渣 I”中含有 Fe(OH)₃ 和 Al(OH)₃,A 说法正确;Na₂S 溶液中 S²⁻ 水解使得溶液呈碱性,水解的主要离子方程式为 S²⁻ + H₂O ⇌ HS⁻ + OH⁻,B 说法正确;当 Cu²⁺ 和 Zn²⁺ 完全沉淀时,溶液中 $\frac{c(\text{Cu}^{2+})}{c(\text{Zn}^{2+})} = \frac{c(\text{Cu}^{2+}) \cdot c(\text{S}^{2-})}{c(\text{Zn}^{2+}) \cdot c(\text{S}^{2-})} = \frac{K_{\text{sp}}(\text{CuS})}{K_{\text{sp}}(\text{ZnS})} = \frac{6.4 \times 10^{-36}}{1.6 \times 10^{-24}} = 4.0 \times 10^{-12}$,C 说法正确;“出水”中含有较多的 Ca²⁺,需经阳离子交换树脂软化处理,否则容易产生水垢,堵塞管道,D 说法错误。]
3. **B** [“焙烧”的工序中,C 元素转化成 CO₂,A 说法正确;“焙烧”工序中有氧气参与,Fe 应以高价态形式存在,故滤渣的主要成分为 Fe(OH)₃,B 说法错误;滤液①中溶液环境为碱性,故 Cr 元素的主要存在形式为 CrO₄²⁻,C 说法正确;淀粉水解生成具有还原性的葡萄糖,葡萄糖将 CrO₄²⁻ 还原为 Cr(OH)₃,在“转化”过程中起还原作用,D 说法正确。]

第 14 讲 金属材料与金属矿物的开发利用(基础课)

知识点一

[必备知识梳理]

1. (1)金属与非金属 金属特性 (2)低 大
2. (1)低碳 Cr、Ni 3. (1)化合物 (2)得
(3) $2\text{Al}_2\text{O}_3(\text{熔融}) \xrightarrow[\text{冰晶石}]{\text{电解}} 4\text{Al} + 3\text{O}_2 \uparrow$ 焦炭、CO、H₂、Al $2\text{Al} + \text{Cr}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Cr} + \text{Al}_2\text{O}_3$ $\text{C} + 2\text{CuO} \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Cu} + \text{CO}_2 \uparrow$

[关键能力训练]

1. **D** [合金的熔点比它的各成分金属的熔点低,硬度大于其成分金属,A 正确;合金的性质与各成分金属的含量有关,所以改变原料的配比,可以制得性能不同的铝锂合金,B 正确;铝锂合金具有金属材料的一些通性,有金属光泽,可导电导热,C 正确;合金的熔点比它的各成分金属的熔点低,硬度大于其成分金属,所以铝锂合金的性质与各成分金属的性质不完全相同,D 错误。]
2. **D** [A 项,铁通常用 CO 还原法炼制,错误;B 项,是因为 Al 有良好的性能,才被广泛使用,错误;C 项,氯化铝是共价化合物,熔融时不导电,工业上用电解氧化铝方法制取铝,错误;D 项,高炉炼铁中焦炭的作用为与氧气反应产生热量和制还原剂一氧化碳,正确。]

知识点二

[必备知识梳理]

- 一、1. (1)第三周期第ⅢA 族 $\begin{array}{c} \textcircled{+13} \\ \text{2} \\ \text{8} \\ \text{3} \end{array}$ 氧、硅 化合
(2) $4\text{Al} + 3\text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{Al}_2\text{O}_3$ $2\text{Al} + 6\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2 \uparrow$ $2\text{Al} + 2\text{NaOH} + 6\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + 3\text{H}_2 \uparrow$ $2\text{Al} + 3\text{CuSO}_4 \rightleftharpoons 3\text{Cu} + \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 还原
2. (1) $\text{Al}_2\text{O}_3 + 6\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$ $\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{OH}^- + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$
(2) $\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$ $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{OH}^- \rightleftharpoons [\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ (3) $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ $\text{Al}(\text{OH})_3$ 胶体 $\text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3(\text{胶体}) + 3\text{H}^+$ (4) $[\text{Al}(\text{OH})_4]^- + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$, $\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$
 $2[\text{Al}(\text{OH})_4]^- + \text{CO}_2 \rightleftharpoons 2\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$
二、1. (2) $2\text{Mg} + \text{CO}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{MgO} + \text{C}$ $\text{Mg} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{Mg}(\text{OH})_2 + \text{H}_2 \uparrow$

[关键能力训练]

1. **B** [Al(OH)₃ 不溶于氨水,故向含少量 Al³⁺ 的 Fe³⁺ 溶液中加过量氨水,Fe³⁺、Al³⁺ 均转化为氢氧化物沉淀,达不到除杂的目的,B 项不正确。]
2. **B** [二氧化钛废渣与铝粉进行“铝热还原”生成 TiO_x (1 ≤ x ≤ 1.5) 和难溶于酸和碱的 α-Al₂O₃,同时铁的氧化物转化为铁单质,加入盐酸后 TiO_x、Fe 与酸反应生成 Fe²⁺、Ti³⁺ 和氢气,难溶的 α-Al₂O₃ 转化为滤渣,Fe²⁺、Ti³⁺ 被 H₂O₂ 氧化生成 Fe³⁺ 和 Ti⁴⁺,Ti⁴⁺ 水解生成 TiO₂ · xH₂O 分离,滤液中含有 Fe³⁺、Ca²⁺。TiO₂ 中 Ti 为高价态,具有氧化性,A 正确;“浸取”过程中,不需要惰性气体保护,产生的 Ti³⁺ 在下一步需要氧化生成 Ti⁴⁺,B 错误;Ti⁴⁺ 转化为 TiO₂ · xH₂O 分离,“滤液”中含有 Fe³⁺、Ca²⁺,C 正确;铝热反应中只有铁的氧化物转化为铁单质,故氢气是铁与盐酸反应产生的,D 正确。]

知识点三

[必备知识梳理]

1. $2\text{Cu} + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ $3\text{Cu} + 8\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- \rightleftharpoons 3\text{Cu}^{2+} + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ $\text{Cu} + 4\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+} + 2\text{NO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{Cu} + 2\text{Ag}^+ \rightleftharpoons 2\text{Ag} + \text{Cu}^{2+}$ $\text{Cu} + 2\text{Fe}^{3+} \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{Cu}^{2+}$
2. (1)黑 砖红 (2)蓝 $\text{Cu}(\text{OH})_2 + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$

+2H₂O (3)碱式碳酸铜 绿 Cu₂(OH)₂CO₃ $\xrightarrow{\Delta}$ 2CuO+H₂O+CO₂↑ 蓝矾或胆矾 蓝 水 水蒸气 胆矾、熟石灰、水

基础自测

- (1)× (2)× (3)√ (4)√ (5)× (6)√ (7)√

关键能力训练

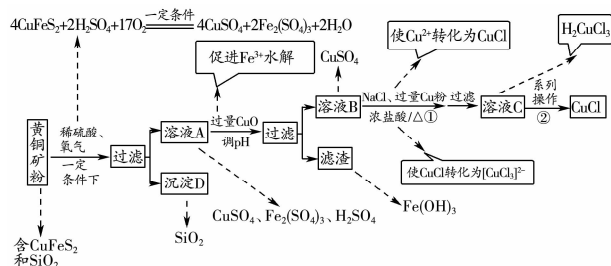
1. (1)①稳定 ②Cu₂O+2H⁺====Cu²⁺+Cu+H₂O 不稳定

③3Cu₂O+14H⁺+2NO₃⁻====6Cu²⁺+2NO↑+7H₂O (2)g f b c d e(b和c可互换)

①3CuO+2NH₃ $\xrightarrow{\Delta}$ 3Cu+N₂+3H₂O ②防倒吸

2. B [通入的气体A不可以是Cl₂,否则引入Cl⁻杂质,B错误。]

3. 解析:



答案: (1) 4CuFeS₂+2H₂SO₄+17O₂ $\xrightarrow{\text{一定条件}}$ 4CuSO₄+2Fe₂(SO₄)₃+2H₂O (2) SiO₂ (3) 使

Fe³⁺完全转化为Fe(OH)₃沉淀除去

(4)生成的CuCl微溶于水会附着在Cu的表面,阻碍反应进一步发生

(5)向溶液C中加入大量的水 无水乙醇

(6) 2Cu²⁺+2Cl⁻+HSO₃⁻+H₂O $\xrightarrow{\Delta}$ 2CuCl↓+SO₄²⁻+3H⁺

真题感悟·明确考向

1. C [纸的主要成分是纤维素,不是金属材料,A错误;沙的主要成分是硅酸盐,不是金属材料,B错误;金和铁都是金属,C正确;甘之如饴意思是感到像糖那样甜,糖类是有机物,不是金属材料,D错误。]

2. D [Cu₂O中滴加过量0.3 mol·L⁻¹ HNO₃溶液并充分振荡,砖红色沉淀转化为另一颜色沉淀,溶液显浅蓝色,说明Cu₂O转化成Cu²⁺,Cu元素的化合价由+1升至+2,根据氧化还原反应的特点可知,Cu元素的化合价还有由+1降至0,新生成的沉淀为金属Cu,A项正确;试管甲中沉淀的变化为Cu₂O+2HNO₃====Cu(NO₃)₂+Cu+H₂O,后滴

加浓硝酸发生的反应为Cu+4HNO₃(浓)====Cu(NO₃)₂+2NO₂↑+2H₂O,该过程中浓硝酸表现氧化性和酸性,B项正确;Cu₂O中滴加过量6 mol·L⁻¹氨水并充分振荡,沉淀逐渐溶解得到无色溶液,静置一段时间后,无色溶液变为深蓝色,说明Cu(I)与NH₃形成的无色配合物易被空气中的O₂氧化成深蓝色的[Cu(NH₃)₄]²⁺,C项正确;试管甲中Cu₂O溶于稀硝酸是因歧化生成了Cu²⁺和Cu单质,不能说明其为碱性氧化物,试管乙中Cu₂O溶于浓氨水时利用的是氨的配位能力而非碱性,不能说明Cu₂O属于酸性氧化物,D项错误。]

3. B [由题图可知a、b、c对应物质分别为钠、氧化钠(或过氧化钠)、氢氧化钠或a、b、e、d对应物质分别为铜、氧化亚铜、氧化铜、氢氧化铜。A.由分析可知氢氧化钠和硫酸铜反应生成氢氧化铜,氢氧化铜受热分解生成氧化铜,所以存在c→d→e的转化,合理;B.钠和氧化钠(或过氧化钠)都能与H₂O反应生成氢氧化钠,不合理;C.新制的氢氧化铜可用于检验葡萄糖中的醛基,合理;D.若b能与H₂O反应生成O₂,则b为过氧化钠,结构中含共价键和离子键,合理。]

第15讲 无机化工流程的 解题策略(能力课)

环节一

典例导航 (1)ab (2)2Bi₂S₃+9O₂ $\xrightarrow{\text{高温}}$ 2Bi₂O₃+6SO₂ (3)抑制金属离子水解 (4)SiO₂ (5)Mn₂O₃+6H⁺+2Cl⁻====2Mn²⁺+Cl₂↑+3H₂O (6)将Fe³⁺转化为Fe²⁺

环节二

[类型1] 典例导航 解析:(1)根据题给信息和已知条件可知,铬钒渣中铬元素以低价态含氧酸盐形式存在,在碱性、富氧条件下煅烧铬钒渣有Na₂CrO₄生成。(2)“煅烧”工序中生成Na₂CrO₄、Na₂SiO₃、Na[Al(OH)₄]、NaVO₃和Fe₂O₃等,用水浸取“煅烧”的产物后,铁元素以Fe₂O₃形式存在于水浸渣中。(3)“沉淀”步骤中,加入稀硫酸调pH至弱碱性时,Na[Al(OH)₄]转化为Al(OH)₃沉淀,发生反应H⁺+ [Al(OH)₄]⁻====Al(OH)₃↓+H₂O,故“沉淀”步骤调pH到弱碱性,主要除去的杂质是Al(OH)₃。(4)pH<9时,PO₄³⁻结合H⁺生成HPO₄²⁻,沉淀溶解平衡MgNH₄PO₄(s)====Mg²⁺(aq)+NH₄⁺(aq)+PO₄³⁻(aq)正向移动,不利

于生成 MgNH_4PO_4 沉淀, P 的去除率降低; $\text{pH} > 9$ 时, 碱性较强, Mg^{2+} 会形成 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 沉淀, NH_4^+ 会形成 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, MgSiO_3 和 MgNH_4PO_4 的溶解度增大, Si、P 的去除率降低。(5) $\text{pH} < 1$ 时, 发生反应 $\text{V}_2\text{O}_5 + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{VO}_2^+ + \text{H}_2\text{O}$ 等, 碱性条件下, 发生反应 $\text{V}_2\text{O}_5 + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons 2\text{VO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$ 等, 说明 V_2O_5 既可以与酸反应生成盐和水, 也可以与碱反应生成盐和水, 故 V_2O_5 为两性氧化物, C 符合题意。(6) 根据题中已知信息可知, 最高价格元素在酸性介质中以 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 存在, 故在酸性条件下加入焦亚硫酸钠溶液后发生的反应为 $2\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 3\text{S}_2\text{O}_5^{2-} + 10\text{H}^+ \rightleftharpoons 4\text{Cr}^{3+} + 6\text{SO}_4^{2-} + 5\text{H}_2\text{O}$ 。

答案: (1) Na_2CrO_4 (2) Fe_2O_3 (3) $\text{Al}(\text{OH})_3$
(4) PO_4^{3-} 结合 H^+ 生成 HPO_4^{2-} , P 的去除率降低
体系中 NH_4^+ 、 Mg^{2+} 浓度降低, MgSiO_3 和 MgNH_4PO_4 趋于溶解, Si、P 的去除率降低 (5) C
(6) $2\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 3\text{S}_2\text{O}_5^{2-} + 10\text{H}^+ \rightleftharpoons 4\text{Cr}^{3+} + 6\text{SO}_4^{2-} + 5\text{H}_2\text{O}$

对点练习

1. 解析: 在阳极泥中加入二氧化硫将二氧化锰还原为硫酸锰, 加入硫酸铁除去钠、钾, 滤液中加入碳酸锰调溶液 $\text{pH} = 4.0$, 使得铁离子转化为沉淀除去, 滤液中加入 MnF_2 , 使得钙离子、镁离子转化为 CaF_2 、 MgF_2 沉淀除去, 滤液中加入硫化氢使得锌离子和铅离子转化为沉淀除去, 滤液浓缩结晶得到硫酸锰。(1) 锰为 25 号元素, 基态 Mn 原子核外电子排布为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^2$ 。(2) 二氧化硫具有还原性, 二氧化锰具有氧化性, “溶解”步骤在酸性条件下进行, 通入 SO_2 的作用是将二氧化锰还原为锰离子。(3) “除钾钠”步骤中, 控制溶液 $\text{pH} = 2.0$, 酸性条件下, K^+ 与 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 反应生成 $\text{KFe}_3[(\text{OH})_3\text{SO}_4]_2$ 沉淀, K^+ 生成沉淀的离子方程式为 $\text{K}^+ + 3\text{Fe}^{3+} + 2\text{SO}_4^{2-} + 6\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{KFe}_3[(\text{OH})_3\text{SO}_4]_2 \downarrow + 6\text{H}^+$ 。(4) “除杂 I”步骤中, 加 MnCO_3 调溶液 $\text{pH} = 4.0$, 使得铁离子转化为氢氧化铁沉淀而除去, 结合质量守恒定律, 反应还生成硫酸锰、二氧化碳和硫酸, 该步除杂的总反应方程式为 $\text{MnCO}_3 + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 5\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{MnSO}_4 + 2\text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{CO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{SO}_4$ 。(5) 由分析, “除杂 II”步骤中, 析出的“沉淀 3”是 CaF_2 、 MgF_2 。(6) “除杂 III”步骤中, 加入硫化氢使得锌离子和铅离子转化为沉淀除去, 反应为 $\text{Zn}^{2+} + \text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons \text{ZnS} \downarrow + 2\text{H}^+$ 、 $\text{Pb}^{2+} + \text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons \text{PbS} \downarrow + 2\text{H}^+$, 反应过程中生成氢离子, 使得溶液酸性增强, 故随着“沉淀 4”的生成, 溶液 pH 将降低。(7) “浓缩结

晶”步骤中, 析出 MnSO_4 后的滤液中含有硫酸和部分硫酸锰, 应返回到溶解步骤, 其目的是循环利用, 充分利用生成物且提高锰的回收率。

答案: (1) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^2$

(2) 将二氧化锰还原为锰离子

(3) $\text{K}^+ + 3\text{Fe}^{3+} + 2\text{SO}_4^{2-} + 6\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons$

$\text{KFe}_3[(\text{OH})_3\text{SO}_4]_2 \downarrow + 6\text{H}^+$

(4) $\text{MnCO}_3 + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 5\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{MnSO}_4 + 2\text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{CO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{SO}_4$

(5) CaF_2 MgF_2 (6) 降低 (7) 溶解 循环利用, 充分利用生成物且提高锰的回收率

[类型 2] 典例导航 解析: (1) 菱锰矿的主要成分

为 MnCO_3 , 故硫酸溶矿主要反应的化学方程式为 $\text{MnCO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons \text{MnSO}_4 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。可

以通过增大反应物的浓度、增大反应物的接触面积、提高化学反应的温度等措施提高化学反应速率。

(2) 由题给已知条件可判断出铁离子开始沉淀时的 pH 较小, 加入少量 MnO_2 可将 Fe^{2+} 氧化为

Fe^{3+} , 再通过调节溶液的 pH 可将铁离子除去; H_2O_2 是一种绿色氧化剂, 但其稳定性差, 容易分

解, 且 Mn^{2+} 和氧化生成的 Fe^{3+} 能催化 H_2O_2 分解。(3) 当 $\text{pH} = 4$ 时, $c(\text{Fe}^{3+}) = \frac{K_{\text{sp}}[\text{Fe}(\text{OH})_3]}{c^3(\text{OH}^-)} =$

$\frac{2.8 \times 10^{-39}}{(10^{-10})^3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 2.8 \times 10^{-9} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} <$

$1.0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 此时铁已沉淀完全; $c(\text{Al}^{3+})$

$= \frac{K_{\text{sp}}[\text{Al}(\text{OH})_3]}{c^3(\text{OH}^-)} = \frac{1.3 \times 10^{-33}}{(10^{-7})^3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 1.3 \times$

$10^{-12} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} < 1.0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$; $c(\text{Ni}^{2+}) =$

$\frac{K_{\text{sp}}[\text{Ni}(\text{OH})_2]}{c^2(\text{OH}^-)} = \frac{5.5 \times 10^{-16}}{(10^{-7})^2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 5.5 \times$

$10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} > 1.0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 所以 $\text{pH} \approx$

7 时除去的金属离子是 Al^{3+} 。(4) 由“加入少量

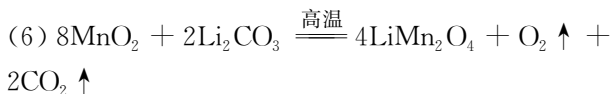
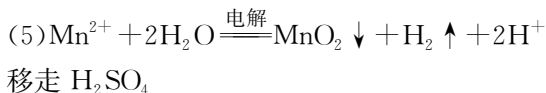
BaS 溶液除去 Ni^{2+} ”可知, Ni^{2+} 会与 S^{2-} 结合产生沉淀 NiS ; 起始加入硫酸, 故还会产生 BaSO_4 沉淀。

(5) 根据题给流程图可得该“煅烧”步骤的反应物与生成物, 再利用得失电子守恒配平化学方程式, 即

$8\text{MnO}_2 + 2\text{Li}_2\text{CO}_3 \xrightarrow{\text{高温}} 4\text{LiMn}_2\text{O}_4 + \text{O}_2 \uparrow + 2\text{CO}_2 \uparrow$ 。

答案: (1) $\text{MnCO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons \text{MnSO}_4 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 将菱锰矿粉碎(或适当升高温度、适当提高硫酸浓度、充分搅拌等, 答出一点即可)

(2) 将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} 溶液中的 Mn^{2+} 或氧化生成的 Fe^{3+} 能催化 H_2O_2 分解



对点练习

2. 解析: 本实验由辉铋矿粉加入盐酸、 NaClO_3 溶解原材料, 将铁氧化成三价铁, 除去浸渣, 滤液中加入 CuO 调节 pH 除去 Fe^{3+} , 加入过量氨水除去铜, 所得固体中加入 NaOH 、 Cl_2 氧化得到 NaBiO_3 。

答案: (1) 四 I B 产生大气污染物 NO_x (2) B
(3) $3\text{CuO} + 2\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{Cu}^{2+}$
(4) $\text{Cu}^{2+} + 4\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$, $\text{Bi}^{3+} + 3\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Bi}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{NH}_4^+$ (5) $\text{Bi}(\text{OH})_3 + 3\text{NaOH} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{NaBiO}_3 + 2\text{NaCl} + 3\text{H}_2\text{O}$

[真题感悟·明确考向]

解析: (1) 在原料预处理过程中, 粉碎固体原料能增大固体与液体的接触面积, 从而加快酸浸的反应速率, 提高浸取效率。

(2) 由题表中数据可知, 当 Fe^{3+} 完全沉淀时, Co^{2+} 未开始沉淀, 而当 Fe^{2+} 完全沉淀时, Co^{2+} 已有一部分沉淀, 因此为了除去溶液中的 Fe 元素且 Co^{2+} 不沉淀, 应先将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} 再调节 pH 使 Fe^{3+} 完全沉淀, 则 MnO_2 的作用是将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} 。常用 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 溶液检验 Fe^{2+} , 若生成蓝色沉淀, 则说明溶液中仍存在 Fe^{2+} , 需补加 MnO_2 。

(3) 该过程发生两个氧化还原反应, 结合得失电子守恒、电荷守恒和元素守恒可写出两个离子方程式: $3\text{Co}^{2+} + \text{MnO}_4^- + 7\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 3\text{Co}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{MnO}_2 \downarrow + 5\text{H}^+$, $3\text{Mn}^{2+} + 2\text{MnO}_4^- + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 5\text{MnO}_2 \downarrow + 4\text{H}^+$ 。

(4) “除钴液”中含有的金属阳离子主要是 Zn^{2+} 和 K^+ , 而阴离子主要是“酸浸”步骤引入的 SO_4^{2-} , 因此其中主要的盐有 ZnSO_4 和 K_2SO_4 。当 Co^{3+} 恰好完全沉淀时, 溶液中 $c(\text{Co}^{3+}) = 1.0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 此时溶液 $\text{pH} = 1.1$, 即 $c(\text{H}^+) = 10^{-1.1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,

则 $c(\text{OH}^-) = \frac{K_w}{c(\text{H}^+)} = 10^{-12.9} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则 $K_{\text{sp}}[\text{Co}(\text{OH})_3] = 1.0 \times 10^{-5} \times (10^{-12.9})^3 = 10^{-43.7}$ 。

“除钴液”的 $\text{pH} = 5$, 即 $c(\text{H}^+) = 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则

$$c(\text{OH}^-) = \frac{K_w}{c(\text{H}^+)} = 10^{-9} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}, \text{此时溶液中}$$

$$c(\text{Co}^{3+}) = \frac{K_{\text{sp}}[\text{Co}(\text{OH})_3]}{c^3(\text{OH}^-)} = \frac{10^{-43.7}}{(10^{-9})^3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 10^{-16.7} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}。$$

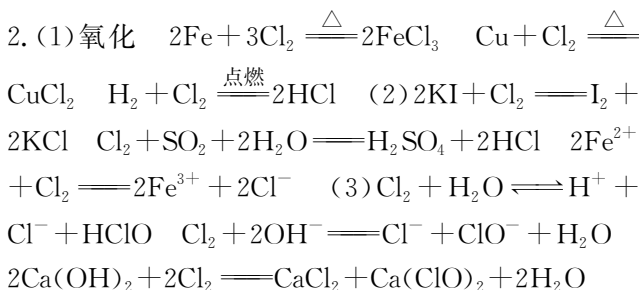
答案: (1) 增大固液接触面积, 加快酸浸速率, 提高浸取效率 Pb (2) 将溶液中的 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} , 以便在调 pH 时除去 Fe 元素 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$
 Fe^{2+} (3) $3\text{Co}^{2+} + \text{MnO}_4^- + 7\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 3\text{Co}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{MnO}_2 \downarrow + 5\text{H}^+$ $3\text{Mn}^{2+} + 2\text{MnO}_4^- + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 5\text{MnO}_2 \downarrow + 4\text{H}^+$ (4) ZnSO_4 、 K_2SO_4
 $10^{-16.7}$

第 16 讲 氯及其化合物(基础课)

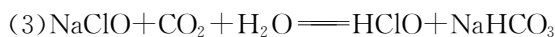
知识点一

[必备知识梳理]

一、1. 黄绿 刺激性 有 大 易



二、1. (1) $2\text{HClO} \xrightarrow{\text{光照}} 2\text{HCl} + \text{O}_2 \uparrow$ (2) 漂白



2. (1) $\text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HClO} + \text{OH}^-$ (2) 次氯酸
消毒 漂白 (3) $\text{Ca}(\text{ClO})_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{HClO}$

基础自测

(1) × (2) × (3) × (4) √ (5) × (6) ×

[关键能力训练]

1. D [FeCl_2 溶液中加氯水, 主要是 Cl_2 与 Fe^{2+} 反应生成 Fe^{3+} , D 错误。]
2. C [NaOH 溶液用来吸收氯气, A 项正确; 饱和食盐水的的作用是除去 Cl_2 中的 HCl , B 项正确; 由于石灰水中氢氧化钙的溶解度小, 所以制备漂白粉时, 用氯气和石灰乳反应, C 项错误; 制备漂白粉的反应是放热反应, 将装置③放在冷水中可以减少副反应发生, D 项正确。]

知识点二

[必备知识梳理]



- (4)增大 $c(\text{Cl}^-)$,减少 Cl_2 与 H_2O 的反应,即减少 Cl_2 的溶解 干燥管或U形管 (5)上 饱和食盐水
(6) $\text{NaOH} + \text{Cl}_2 + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Cl}^- + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$
 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 微溶, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 的浓度较小,吸收 Cl_2 不完全 (7)蓝 蓝色石蕊试纸

基础自测

- (1)× (2)√ (3)√ (4)×

[关键能力训练]

1. C [已知四氯化钛极易水解,遇空气中的水蒸气即产生“白烟”,而制得的氯气中混有水蒸气,所以②中应盛装浓硫酸,故A正确; TiCl_4 的熔、沸点较低,制得的 TiCl_4 应经过冷凝处理,则该装置中冷凝管具有冷凝、回流和导气的作用,故B正确;反应过程中钛的化合价不变,C项错误;因四氯化钛极易水解,所以应在装置④和⑤之间增加一个防止水蒸气进入④的装置,故D正确。]
2. (1) $\text{d} \rightarrow \text{e} \rightarrow \text{b} \rightarrow \text{c} \rightarrow \text{g} \rightarrow \text{h} \rightarrow \text{f}$ (接口b与c、g与h可互换) 使浓盐酸顺利滴下 (2)锥形瓶中液面下降,长颈漏斗中液面上升 (3)水浴加热 $3\text{Cl}_2 + \text{I}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{ICl}_3$

[真题感悟·明确考向]

1. A [利用浓盐酸和二氧化锰反应制氯气需要加热,图中缺少加热装置,且分液漏斗内应盛装浓盐酸,不能达到预期目的,A符合题意;实验室制得的氯气中有HCl杂质,可以通过饱和食盐水洗气除杂,再通过无水氯化钙干燥,可以达到净化、干燥 Cl_2 的目的,B不符合题意;氯气密度大于空气,可以用向上排空气法收集,可以达到预期目的,C不符合题意; H_2 可以在氯气中安静地燃烧,产生苍白色火焰,氯气将氢气氧化,验证了氯气的氧化性,D不符合题意。]
2. D [A. 闭合 K_1 ,电解饱和食盐水,两侧生成 Cl_2 和 H_2 ,错误;B. Cl_2 与 H_2O 生成 HClO , HClO 具有漂白性,错误;C. 还原性: $\text{Cl}^- < \text{I}^-$,错误;D. 断开 K_1 ,闭合 K_2 ,形成 H_2 - Cl_2 燃料电池,有电流形成,正确。]
3. 解析:在装置A中HCl与 KMnO_4 发生反应制取 Cl_2 ,由于盐酸具有挥发性,为排除HCl对 Cl_2 性质的干扰,在装置B中盛有饱和NaCl溶液,除去 Cl_2 中的杂质HCl,在装置C中通过改变溶液的pH,验证不同条件下 Cl_2 与 MnSO_4 反应,装置D是尾气处理装置,目的是除去多余 Cl_2 ,防止造成大气污

染。(4)① Cl_2 与NaOH反应产生NaCl、NaClO、 H_2O ,使溶液碱性减弱,反应的离子方程式为 $\text{Cl}_2 + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Cl}^- + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$ 。②取Ⅲ中放置后的1 mL悬浊液,加入4 mL 40% NaOH溶液,溶液紫色迅速变为绿色,且绿色缓慢加深。溶液紫色变为绿色就是由于在浓碱条件下, MnO_4^- 可被 OH^- 还原为 MnO_4^{2-} ,根据得失电子守恒、电荷守恒及原子守恒,可知该反应的离子方程式为 $4\text{MnO}_4^- + 4\text{OH}^- \rightleftharpoons 4\text{MnO}_4^{2-} + \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$;溶液绿色缓慢加深,原因是 MnO_2 被 Cl_2 氧化,可证明Ⅲ的悬浊液中氧化剂过量。

答案:(1)饱和NaCl溶液 (2) $2\text{Mn}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{MnO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ (3) Mn^{2+} 的还原性随溶液碱性的增强而增强 (4)① $\text{Cl}_2 + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Cl}^- + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$ ② $4\text{MnO}_4^- + 4\text{OH}^- \rightleftharpoons 4\text{MnO}_4^{2-} + \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ Cl_2

第17讲 卤族元素与海水提溴和碘(基础课)

知识点一

[必备知识梳理]

1. (1) $\text{FeI}_2 + \text{HX} + \text{HXO} \rightleftharpoons \text{X}^- + \text{XO}^- + \text{H}_2\text{O}$ (2)加深 升高 增大 减弱 增强 (3)氧化 深红棕 挥发 橡胶 蓝 升华 2. (1)白色 淡黄色 黄色 (2) Br^- I^- (3)蓝色

基础自测

- (1)√ (2)× (3)√ (4)× (5)√

[关键能力训练]

1. A [元素的非金属性强弱与其对应的氢化物溶液的酸性强弱无关,可根据其最高价氧化物对应的水化物的酸性强弱进行比较,A错误。]
2. C [①无法鉴别三种溶液,③无法鉴别NaCl和NaBr溶液,⑥无法鉴别三种溶液。]

知识点二

[必备知识梳理]

1. (2) $\text{Cl}_2 + 2\text{Br}^- \rightleftharpoons \text{Br}_2 + 2\text{Cl}^-$ $\text{Br}_2 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{HBr} + \text{H}_2\text{SO}_4$ 2. (1) $2\text{I}^- + 2\text{H}^+ + \text{H}_2\text{O}_2 \rightleftharpoons \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ (2) $2\text{I}^- + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{I}_2 + 2\text{Cl}^-$ CCl_4 蒸馏

[关键能力训练]

1. D [$\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{Br}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{HBr}$,A正确;步骤Ⅲ利用氯的非金属性比溴强,可以通过置换反应制取 Br_2 ,B正确;步骤Ⅰ和步骤Ⅲ均使用

Cl_2 ,故制取 1 mol Br_2 消耗 2 mol Cl_2 ,标准状况下体积为 44.8 L,C 正确;从浓溴水中提取溴,可利用有机溶剂(如苯)萃取溴,然后分液得到溴的有机溶液,再经蒸馏可得纯净的溴,D 错误。]

2. D [D. I_2 加热时易升华,操作 Z 应为过滤,错误。]

[真题感悟·明确考向]

1. B [碳酸钠溶液呈碱性,碘单质在碱性溶液中发生歧化反应生成碘离子和碘酸根离子,则在步骤 I 中,加入足量 Na_2CO_3 溶液后紫红色碘单质完全反应,上下两层溶液均为无色,A 项正确; CCl_4 的密度大于水,故分液时应从分液漏斗上口倒出水层(溶液 A),B 项错误;步骤 II 的目的是生成粗 I_2 ,碘离子和碘酸根离子在酸性环境中会发生归中反应生成碘单质,故试剂 X 可用硫酸,C 项正确;碘单质受热易升华,故实验制得的粗碘可用升华法进一步提纯,D 项正确。]

2. D [碘单质在水中的溶解度较小,故碘水为浅棕色,A 解释正确;溶液中存在 $\text{I}_2(\text{s}) \rightleftharpoons \text{I}_2(\text{aq})$ 溶解平衡,当加入锌粒后,碘单质与锌粒反应生成碘离子,使 $\text{I}_2 + \text{I}^- \rightleftharpoons \text{I}_3^-$ 平衡正向移动,溶液颜色加深,B 解释正确; $\text{I}_2 + \text{I}^- \rightleftharpoons \text{I}_3^-$ 平衡正向移动,导致 $\text{I}_2(\text{aq})$ 减少, $\text{I}_2(\text{s}) \rightleftharpoons \text{I}_2(\text{aq})$ 溶解平衡正向移动,所以紫黑色固体消失,C 解释正确;加入锌粒后,碘单质与锌粒反应,生成碘化锌,为化合反应而非置换反应,D 解释错误。]

3. A [B. 次氯酸钠溶液具有强氧化性,能使有机色素漂白褪色,无法用 pH 试纸测定次氯酸钠溶液的 pH,错误;C. 由题意可知,向硝酸银溶液中加入氯化钾溶液时,硝酸银溶液过量,再加入碘化钾溶液时,只存在沉淀的生成,不存在沉淀的转化,无法比较氯化银和碘化银的溶度积大小,错误;D. 新制氯水中的氯气和次氯酸都能与碘化钾溶液反应生成使淀粉变蓝色的碘,则溶液变蓝色不能说明溶液中存在氯气分子,无法证明氯气与水的反应存在限度,错误。]

4. A [由流程可知,氢溴酸中含有少量的溴,加入硫化钡将溴还原生成溴化钡和硫,再加入硫酸除杂,得到的滤渣为硫酸钡和硫;加入碳酸锂进行中和,得到的溴化锂溶液经浓缩等操作后得到产品溴化锂。还原工序逸出的 Br_2 用 NaOH 溶液吸收,吸收液中含有溴化钠和次溴酸钠等物质,若直接返回还原工序,则产品中会有一定量的溴化钠,导致产品的纯度降低,A 错误。]

第 18 讲 硫及其化合物(基础课)

知识点一

[必备知识梳理]

1. (2)易 (3) $\text{Fe} + \text{S} \xrightarrow{\Delta} \text{FeS}$ $2\text{Cu} + \text{S} \xrightarrow{\Delta} \text{Cu}_2\text{S}$
低 $\text{H}_2 + \text{S} \xrightarrow{\Delta} \text{H}_2\text{S}$ $\text{S} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{SO}_2$ 2. (1)无刺激性 大 40 (2) $\text{SO}_2 + 2\text{NaOH} \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \xrightleftharpoons[\Delta]{\text{催化剂}} 2\text{SO}_3$ $\text{SO}_2 + \text{Br}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{H}^+ + 2\text{Br}^- + \text{SO}_4^{2-}$ $\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$ 红色 红色 3. 晶 $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SO}_4$
酸性

基础自测

(1)× (2)× (3)× (4)√ (5)× (6)×

[关键能力训练]

1. B [该反应产物中的原子个数比为 $0.1 : \frac{1.6}{32} = 2 : 1$,B 项正确。]

2. B [葡萄酒中二氧化硫溶于水形成亚硫酸存在化学平衡: $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SO}_3 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HSO}_3^-$,向葡萄酒中加入硫酸,增大氢离子浓度,平衡逆向进行,抑制亚硫酸电离,减小二氧化硫的溶解度,通入氮气并加热是把溶解的二氧化硫吹出到盛有 H_2O_2 的溶液中吸收,发生反应: $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SO}_4$,用 NaOH 标准溶液滴定产生的 H_2SO_4 ,进而可确定葡萄酒中 SO_2 的量。根据最后的品红溶液不褪色可确定 SO_2 被完全吸收。根据 H_2O_2 中 H_2SO_4 的量的多少判断葡萄酒中 SO_2 的含量,据此分析解答。缓慢通入 N_2 的目的是尽可能将双颈烧瓶中的 SO_2 吹出,使其进入 H_2O_2 溶液被氧化为 H_2SO_4 ,A 正确;冷凝管的作用是避免温度过高,导致葡萄酒中的部分硫酸被吹入 H_2O_2 溶液而影响测定结果,B 错误;根据反应 $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SO}_4$, $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NaOH} \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ 可得关系式: $\text{SO}_2 \sim \text{H}_2\text{SO}_4 \sim 2\text{NaOH}$,根据滴定时消耗 NaOH 标准溶液的体积及浓度计算出 $n(\text{NaOH})$,就可以得到一定体积的葡萄糖中 SO_2 的物质的量及其含量,C 正确; SO_2 具有漂白性,能够使品红溶液褪色,若实验过程中看到品红溶液褪色,说明在 H_2O_2 溶液中 SO_2 没有被完全氧化吸收,则根据滴定时消耗 NaOH 标准溶液计算的 SO_2 的含量就会比实际偏低,从而可知该测定 SO_2 含量的实验失败,D 正确。]

3. C [SO_2 和 CO_2 都属于酸性氧化物,气体少量时,都能与石灰水反应出现白色沉淀,气体过量时沉淀都会溶解,所以不能用石灰水来区别; SO_2 能将

H_2S 氧化成硫单质, 能看到黄色沉淀生成, 而 CO_2 不能; SO_2 能被酸性 KMnO_4 溶液和氯水氧化, 从而使溶液褪色, 且 SO_2 具有漂白性, 能使品红溶液褪色, 而 CO_2 没有这些性质。所以可用②③④⑤来区别 SO_2 和 CO_2 。]

4. 解析: 一定要理解题意是检验气体成分, 检验二氧化硫用品红溶液, 吸收二氧化硫用酸性 KMnO_4 溶液, 检验二氧化碳用澄清石灰水; 在检验二氧化碳之前, 必须除尽二氧化硫, 因为二氧化硫也能使澄清石灰水变浑浊。C 装置的作用是除去 SO_2 并检验 SO_2 是否除尽, 所以酸性高锰酸钾溶液颜色变浅, 但不能褪成无色, 若褪成无色不能证明二氧化硫已除尽。

答案: (1) 品红溶液 检验 SO_2 (2) 酸性 KMnO_4 溶液 除去 SO_2 并检验 SO_2 是否除尽 (3) 澄清石灰水 检验 CO_2 (4) 酸性 KMnO_4 溶液的颜色变浅 (5) 在 C、D 间加装盛有品红溶液的洗气瓶 检验 SO_2 是否除尽

5. 解析: (2) 装置 A 中产生的 SO_2 进入装置 B 中, SO_2 与 FeCl_3 溶液反应生成 FeSO_4 、 FeCl_2 和 HCl , 离子方程式为 $2\text{Fe}^{3+} + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{Fe}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+$; 装置 C 中 SO_2 与 Na_2S 溶液反应生成 S 单质, 现象为有黄色沉淀(S)生成。(3) SO_2 有毒, 不能直接排放到空气中, 可用 NaOH 溶液吸收。因此装置 D 和 F 的作用是吸收 SO_2 , 防止污染空气。(4) 装置 E 用于制备焦亚硫酸钠($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$), 但水中存在溶解的氧气, 具有氧化性, 影响焦亚硫酸钠($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$)的制备, 因此装置 E 中所用蒸馏水需经煮沸后迅速冷却, 目的是去除水中溶解的氧气, 制备焦亚硫酸钠的化学方程式为 $\text{SO}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_3 = \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5 \downarrow$ 。

答案: (1) $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ (2) $2\text{Fe}^{3+} + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{Fe}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+$ 有黄色沉淀生成 (3) 吸收 SO_2 , 防止污染空气; 并防倒吸 (4) 去除水中溶解的氧气 $\text{SO}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_3 = \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5 \downarrow$

知识点二

[必备知识梳理]

1. (1) $4\text{FeS}_2 + 11\text{O}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 8\text{SO}_2 + 2\text{Fe}_2\text{O}_3$ (2) $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \xrightleftharpoons[\Delta]{\text{催化剂}} 2\text{SO}_3$ 2. (1) 高 任意 大量的热 将浓硫酸沿器壁缓缓注入水中, 并用玻璃棒不断搅拌 (2) $\text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$ (3) 氢和氧 $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{C} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{CO}_2 \uparrow + 2\text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

3. (1) $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ $2\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (2) 重晶石 (3) H_2O 波尔多液

基础自测

- (1) 吸水性 (2) 酸性和强氧化性 (3) 强氧化性 (4) 脱水性 (5) 酸性 (6) 强氧化性 (7) 酸性和难挥发性 (8) 强酸性

[关键能力训练]

1. B [A 项, 该实验没有体现浓硫酸的酸性, 错误; C 项, SO_2 能使紫色石蕊溶液变红, 但不会褪色, 错误; D 项, SO_2 与 Na_2S 溶液反应, 生成淡黄色的沉淀, 证明二氧化硫具有氧化性, 错误。]
2. D [取少量溶液, 滴入 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液产生的沉淀也可能是 BaSO_3 , 再加稀硝酸, BaSO_3 又被氧化为 BaSO_4 , 故此实验不能确定 Na_2SO_3 是否部分被氧化, D 正确。]
3. I. (3) H_2 和 SO_2 的混合气体
II. (1) 变浅 SO_2 (2) 由黑色变成红色 由白色变成蓝色 H_2 和 SO_2 的混合气体
III. (1) 随着反应的进行, 硫酸的浓度变小, 铁与稀硫酸反应生成氢气 (2) 不能 因为混合气体中可能含水蒸气, 会干扰 H_2 的检验

知识点三

[必备知识梳理]

2. (2) $\text{H}_2\text{SO}_3 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{SO}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{NaHSO}_3$

[关键能力训练]

1. (1) H_2S 2 : 1 (2) SO_2 和 H_2 $2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) + \text{S} \xrightarrow{\Delta} 3\text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ (3) B (4) $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \xrightleftharpoons[\Delta]{\text{催化剂}} 2\text{SO}_3$ SO_3 溶于水转化为 H_2SO_4 过程中放热, 产生酸雾, 会降低 SO_3 的吸收效率 (5) $2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$
2. A [乙中产生的气体可以为碱性气体 NH_3 也可以是氧化性气体, B 错误; 玻璃管的作用与空气相通保持恒压, C 错误; 当乙中产生的是 NH_3 时, d 导管不能插入溶液, 避免倒吸, D 错误。]
3. 解析: (4) 根据题干信息, +2 价硫元素在酸性条件下不稳定, 自身易发生氧化还原反应, 即发生歧化反应, +2 价的硫元素化合价既升高又降低, 结合步骤②中亚硫酸钠和 X 反应生成硫代硫酸钠分析, 可得 X 中硫元素的化合价应低于 +2 价, 则 X 为硫单质, ③的离子方程式为 $2\text{H}^+ + \text{S}_2\text{O}_3^{2-} = \text{S} \downarrow + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。

答案:(1) $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ (2)将产生的气体通入品红溶液中,溶液褪色 (3) NaOH 溶液 酸性氧化物 (4) $2\text{H}^+ + \text{S}_2\text{O}_3^{2-} = \text{S} \downarrow + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

[真题感悟·明确考向]

[真题感悟]

- B** [黄铁矿和空气中的 O_2 在加热条件下发生反应生成 SO_2 和 Fe_3O_4 , SO_2 和空气中的 O_2 在 $400 \sim 500^\circ\text{C}$ 、常压、催化剂的作用下发生反应得到 SO_3 , 用 98.3% 浓硫酸吸收 SO_3 , 得到 H_2SO_4 。I 是黄铁矿和空气中的 O_2 在加热条件下发生反应, 生成 SO_2 和 Fe_3O_4 , 化学方程式: $3\text{FeS}_2 + 8\text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{Fe}_3\text{O}_4 + 6\text{SO}_2$, 故 A 正确; II 中条件要兼顾平衡转化率和反应速率, 还要考虑生产成本, 如 II 中“常压、催化剂”不是为了提 SO_2 平衡转化率, 故 B 错误; 将黄铁矿换成硫黄, 则不再产生 Fe_3O_4 , 即可以减少废渣产生, 故 C 正确; 工业生产硫酸产生的尾气为 SO_2 、 SO_3 , 可以用碱液吸收, 故 D 正确。]
- C** [A. I 中试管内反应, 体现 H^+ 的酸性, 错误; B. 品红溶液褪色, 体现 SO_2 的漂白性, 错误; D. 撤掉水浴, 反应变慢, IV 中红色褪去变慢, 错误。]
- C** [NaHSO_3 与 H_2SO_4 反应生成 Na_2SO_4 、 SO_2 和 H_2O , A 正确; SO_2 溶于水得到 SO_2 水溶液, B 正确; SO_2 在饱和 NaHSO_3 溶液中溶解度较小, 故尾气中的 SO_2 应用 NaOH 溶液或 Na_2SO_3 溶液吸收, C 错误; 用玻璃棒蘸取 SO_2 水溶液滴在干燥 pH 试纸上可检验 SO_2 水溶液的酸性, 若 pH 试纸润湿会影响检验的结果, D 正确。]

[情境探究]

(1) D (2) $5\text{SO}_2 + 2\text{S}^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} = 3\text{S} \downarrow + 4\text{HSO}_3^-$ (3) 防止倒吸 (4) $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

第 19 讲 陌生含氯、硫化合物的制备与性质探究(能力课)

考点一

[关键能力训练]

- C** [制取 Cl_2O 需要干燥纯净的氯气, 所以②③中盛装的试剂依次是饱和食盐水和浓硫酸, A 项正确; 高浓度的 Cl_2O 易爆炸, 所以通入干燥空气的目的是将生成的 Cl_2O 稀释, 减小爆炸危险, B 项正确; 装置⑤是收集 Cl_2O , 所以温度低于 3.8°C , 逸出的气体主要是空气和剩余的 Cl_2 , C 项错误; Cl_2O 与有机物接触会发生燃烧并爆炸, 装置④与⑤之间

不用橡胶管连接, 是为了防止橡胶管燃烧和爆炸, D 项正确。]

- 解析:** (3) NaClO_2 在酸性条件下能生成 NaCl 和 ClO_2 , 发生的反应是 $5\text{NaClO}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{NaCl} + 4\text{ClO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{Na}_2\text{SO}_4$, 开始时 A 中反应缓慢, 稍后产生气体的速率急剧加快的原因可能是 NaClO_2 与 H_2SO_4 反应生成的 Cl^- 对反应起催化作用。(4) ClO_2 的性质与氯气相似, 即 ClO_2 的氧化性强于 I_2 , ClO_2 把 I^- 氧化成 I_2 , 淀粉遇碘单质变蓝, 即 B 中现象是溶液变蓝色。

答案:(1) 圆底烧瓶 防止倒吸 (2) $2\text{ClO}_2 + 2\text{OH}^- + \text{H}_2\text{O}_2 = 2\text{ClO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$ 作还原剂 (3) NaClO_2 与 H_2SO_4 反应生成的 Cl^- 对反应起催化作用 (4) 溶液变蓝色

考点二

[关键能力训练]

- B** [A 项, SO_2 气体通入甲酸钠的碱性溶液可以生成 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$, 根据原子守恒和得失电子守恒写离子方程式; B 项, SO_2 有毒, 为防止污染环境用 NaOH 溶液吸收; C 项, 增大气体与溶液的接触面积能够加快反应速率; D 项, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ 具有还原性, 容易被氧气氧化。]
- (1) $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ (2) 过滤 (3) d (4) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{NaHSO}_3$ (5) 取少量 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ 晶体于试管中, 加适量水溶解, 滴加足量的盐酸, 振荡, 有气体生成, 再滴入氯化钡溶液, 有白色沉淀生成

[真题感悟·明确考向]

- B** [由化学方程式可知 H_2SO_4 中的硫元素反应前后化合价不变, 没有发生还原反应, A 项错误; $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 中 S 元素由 +2 价变成 0 价和 +4 价, 化合价既有降低又有升高, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 既是氧化剂又是还原剂, B 项正确; SO_2 为氧化产物, S 为还原产物, 氧化产物与还原产物的物质的量之比为 1:1, C 项错误; 由化学方程式可知 1 mol $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 发生反应转移 2 mol 电子, D 项错误。]
- 解析:** SOCl_2 与 H_2O 反应生成两种酸性气体, $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 与 SOCl_2 制备无水 FeCl_2 的反应原理为 SOCl_2 吸收 $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 受热失去的结晶水生成 SO_2 和 HCl , HCl 可抑制 FeCl_2 的水解, 从而制得无水 FeCl_2 。

答案:(1) a $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O} + 4\text{SOCl}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{FeCl}_2 + 4\text{SO}_2 \uparrow + 8\text{HCl} \uparrow$ 冷凝回流 SOCl_2 (2) $\text{SOCl}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{HCl} \uparrow$

第 20 讲 氮及其化合物(基础课)

知识点一

[必备知识梳理]

1. (1)游离 化合 (2)难 低 :N::N: N≡N
 氧化 $N_2 + 3H_2 \xrightleftharpoons[\text{催化剂}]{\text{高温、高压}} 2NH_3$ 氧化 $N_2 + O_2 \xrightarrow{\text{放电或高温}} 2NO$ 还原 (3) N_2O 、 NO 、 N_2O_3 、 NO_2 (或 N_2O_4)、 N_2O_5 N_2O_3 N_2O_5 无 红棕 有毒 有毒 不溶 $2NO + O_2 = 2NO_2$ $3NO_2 + H_2O = 2HNO_3 + NO$ 排水法 向上排空气法 2. 易刺激性 (1) HNO_3 分解生成的 NO_2 溶于硝酸中保存在棕色带有玻璃塞的试剂瓶中,置于阴凉处 (2) $3Cu + 8HNO_3(\text{稀}) = 3Cu(NO_3)_2 + 2NO \uparrow + 4H_2O$ $Cu + 4HNO_3(\text{浓}) = Cu(NO_3)_2 + 2NO_2 \uparrow + 2H_2O$ Fe 、 Al $C + 4HNO_3(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} CO_2 \uparrow + 4NO_2 \uparrow + 2H_2O$ $3SO_2 + 2NO_3^- + 2H_2O = 3SO_4^{2-} + 2NO \uparrow + 4H^+$ $3Fe^{2+} + NO_3^- + 4H^+ = 3Fe^{3+} + NO \uparrow + 2H_2O$

基础自测

(1)× (2)× (3)× (4)× (5)×

[关键能力训练]

1. **B** [根据题图,a 为 NH_3 ,b 为 NO , NH_3 可经催化氧化生成 NO ,A 说法正确;b 为 NO ,为无色气体,与氧气反应可转化为 c,即 NO_2 ,B 说法错误;+4 价的含氮氧化物有 NO_2 、 N_2O_4 ,密闭体系中,c 存在 $2NO_2 \rightleftharpoons N_2O_4$,C 说法正确;d 为硝酸,Cu 与稀硝酸溶液反应生成 NO ,与浓硝酸反应生成 NO_2 ,D 说法正确。]

2. **B** [B 项, $BaSO_3$ 被 HNO_3 氧化,不能生成 SO_2 ,错误。]

3. **解析**: (1)根据得失电子守恒可知

$$\begin{cases} \frac{32.64}{64} \times 2 \text{ mol} = 3n(NO) + n(NO_2) \\ n(NO) + n(NO_2) = \frac{11.2}{22.4} \text{ mol} \end{cases}$$

可求 $n(NO) = 0.26 \text{ mol}$, $n(NO_2) = 0.24 \text{ mol}$ 。

(2)根据原子(N)守恒可知: $n(HNO_3) = n(NO) + n(NO_2) + 2n(Cu^{2+}) = 1.52 \text{ mol}$ 。

(3)根据电荷守恒可知:反应后剩余的 HNO_3

$n(HNO_3) = n(H^+) = aV \times 10^{-3} \text{ mol} - 0.51 \times 2 \text{ mol}$,可求原有 HNO_3 : $n = (1.52 + aV \times 10^{-3} - 0.51 \times 2) \text{ mol} = (aV \times 10^{-3} + 0.5) \text{ mol}$ 。

答案: (1)5.824 5.376 (2)1.52 mol

(3) $\frac{aV \times 10^{-3} + 0.5}{0.14}$

知识点二

[必备知识梳理]

1. (1)刺激性 小 液化 制冷 喷泉 (2) $NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_3 \cdot H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$ 白烟 $HCl(\text{浓}) + NH_3 = NH_4Cl$ $HNO_3(\text{浓}) + NH_3 = NH_4NO_3$ $4NH_3 + 5O_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}} 4NO + 6H_2O$
 2. (1) $NH_3 \cdot H_2O$ 、 OH^- 、 NH_4^+ 、 NH_3 、 H^+
 (2) $NH_3 \cdot H_2O + H^+ = NH_4^+ + H_2O$ $3NH_3 \cdot H_2O + Al^{3+} = Al(OH)_3 \downarrow + 3NH_4^+$ 3. (1) $NH_4Cl \xrightarrow{\Delta} NH_3 \uparrow + HCl \uparrow$ $NH_4HCO_3 \xrightarrow{\Delta} NH_3 \uparrow + H_2O + CO_2 \uparrow$ (2) $NH_4^+ + OH^- = NH_3 \cdot H_2O$ $NH_4^+ + OH^- \xrightarrow{\Delta} NH_3 \uparrow + H_2O$ (3) $NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3 \cdot H_2O + H^+$ 酸 4. (1) $CaCl_2 + 2NH_3 \uparrow + 2H_2O$ 碱石灰 下 降低 NH_3 与空气的对流速率 湿润的红色石蕊试纸 蓝 蘸有浓盐酸 白烟 吸收 NH_3 ,防止 NH_3 逸出,污染大气

基础自测

(1)× (2)× (3)× (4)× (5)× (6)×

[关键能力训练]

1. **D** [氨气极易溶于水生成氨水,所以将集满氨气的试管倒扣于水槽中,液体迅速充满试管,故 A 正确;常温下,pH=11 的氨水中 $c(OH^-) = 10^{-3} \text{ mol} \cdot L^{-1}$,稀释 1 000 倍,测得 $pH > 8$, $c(OH^-) > 10^{-6} \text{ mol} \cdot L^{-1}$,说明稀释时电离平衡正向移动,所以 $NH_3 \cdot H_2O$ 为弱碱,故 B 正确;碳酸氢铵加热分解为氨气、二氧化碳和水,故 C 正确;氨气的催化氧化产物为 NO , NO 在锥形瓶口与氧气反应生成 NO_2 ,所以瓶口出现少量红棕色气体,故 D 错误。]

2. **C** [A. NH_4NO_3 受热分解不一定能得到 NH_3 ,错误;B. NH_4NO_3 中氮有-3、+5 两种化合价,错误;D. NH_4Cl 受热分解生成 NH_3 和 HCl ,冷却 NH_3 与 HCl 又生成 NH_4Cl ,不是升华,错误。]

3. **解析**: (1)①图中给出了两种气体制备装置,一种是固固加热制气装置,一种是固液加热制气装置。如果选择 A 装置制取氨气,则反应的化学方程式为 $2NH_4Cl + Ca(OH)_2 \xrightarrow{\Delta} CaCl_2 + 2NH_3 \uparrow + 2H_2O$;如果选择 B 装置制取氨气,则反应的化学方程式为 $NH_3 \cdot H_2O \xrightarrow{\Delta} NH_3 \uparrow + H_2O$ 。②欲收集一瓶干燥的氨气,首先要除去杂质,制备氨气的杂质只有水蒸气,由于氨气溶于水显碱性,因此要选用碱石灰作干燥剂,干燥管的进出口方向为粗进细出,因此先接 d 后接 c;其次要收集氨气,由于氨气的密度小于空气,要从短管进气,因此先接 f 再接 e;最后

要进行尾气处理,由于氨气极易溶于水,因此可以选择水吸收尾气,还要注意防倒吸,所以接 i。

(2)由题干内容“工业上在一定温度和催化剂条件下用 NH_3 将 NO_x 还原生成 N_2 ”,结合实验条件可知反应的化学方程式为 $8\text{NH}_3 + 6\text{NO}_2 \xrightarrow{\text{催化剂}} 7\text{N}_2 + 12\text{H}_2\text{O}$, NO_2 为红棕色气体,发生反应后变成无色气体,因此现象为红棕色逐渐变浅。反应后气体分子数减少, Y 管中的压强小于外界压强,因此出现倒吸现象。

答案: (1) ① A $2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{NH}_3 \uparrow + \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ (或 B $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$) ② dcf ei (2) ① 红棕色慢慢变浅 ② $8\text{NH}_3 + 6\text{NO}_2 \xrightarrow{\text{催化剂}} 7\text{N}_2 + 12\text{H}_2\text{O}$ ③ Z 中 NaOH 溶液产生倒吸现象 ④ 反应后气体分子数减少, Y 管中压强小于外界压强

[真题感悟·明确考向]

[真题感悟]

1. C [金属铜在稀硝酸中不会发生钝化,开始反应速率较慢,可能的原因是铜表面有氧化铜,故 A 错误;由于装置内有空气,铜和稀硝酸反应生成的 NO 迅速被氧气氧化为红棕色的 NO_2 ,产生的 NO_2 浓度逐渐增加,气体颜色逐渐变深,故 B 错误;装置内氧气逐渐被消耗,生成的 NO_2 量逐渐达到最大值,同时装置内的 NO_2 能与溶液中的 H_2O 发生反应 $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$,气体颜色变浅,故 C 正确;由于该装置为密闭体系,生成的 NO 无法排出,逐渐将锥形瓶内液体压入长颈漏斗,铜丝与液面脱离接触,反应停止,故 D 错误。]

2. B [A. NH_3 极易溶于水,溶于水后圆底烧瓶内压强减小,从而产生喷泉,可以达到预期目的;B. P_2O_5 为酸性氧化物, NH_3 为碱性气体,两者可以发生反应,故不可以用 P_2O_5 干燥 NH_3 ,难以达到预期目的;C. NH_3 的密度比空气小,可采用向下排空气法收集,可以达到预期目的;D. CaO 与浓氨水混合后与水反应并放出大量的热,促使 NH_3 挥发,可用此装置制备 NH_3 ,可以达到预期目的。]

3. 解析: (2) $V \times 1.7 \text{ g/mL} \times 85\% = 0.1 \text{ L} \times 1.7 \text{ mol/L} \times 98 \text{ g/mol}$, $V \approx 11.5 \text{ mL}$ 。

(5)恰好生成 $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ 时 pH 为 8.0~9.0,该 pH 范围在酚酞的变色范围内,可以酚酞作为指示剂。

答案: (1) $2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\Delta} \text{CaCl}_2 + 2\text{NH}_3 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ (2) 11.5 (3) 反应过程中及时排出过多的 NH_3 锥形瓶中 H_3PO_4 溶液冒气泡 (4) PO_4^{3-} NH_4^+ (5) 酚酞 无色 浅红色

[情境探究]

B [过程 I 中铜与稀硝酸反应生成 NO 气体,离子方程式为 $3\text{Cu} + 8\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- = 3\text{Cu}^{2+} + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$, A 项正确;随着反应的进行,溶液中生成硝酸铜,根据氮原子守恒,过程 III 中硝酸的浓度没有 I 中的大,因此反应速率增大的原因不是硝酸浓度增大, B 项错误;过程 III 反应速率比 I 快,结合 B 项分析及实验过程可知, NO_2 对反应具有催化作用, C 项正确;当活塞不再移动时,再抽入空气, NO 与氧气、水反应生成硝酸,能与铜继续反应, D 项正确。]

第 21 讲 特殊氢化物与氮、磷的含氧酸(能力课)

考点一

[关键能力训练]

1. B

2. (1) $\text{H} : \ddot{\text{O}} : \ddot{\text{O}} : \text{H}$ (2) $\text{HO}_2^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{O}_2^{2-}$

(3) $\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{Fe}^{2+} + 2\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$ 生成的 Fe^{3+} 催化分解 H_2O_2 生成 O_2 (4) $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{Cl}_2 = 2\text{HCl} + \text{O}_2$

考点二

[关键能力训练]

1. C

2. C [C 项,次磷酸钠为 NaH_2PO_2 ,错误。]

[真题感悟·明确考向]

[真题感悟]

1. C [H_3PO_4 和 Na_2CO_3 先发生反应,通过加入 X 调节 pH,使产物完全转化为 Na_2HPO_4 ,通过结晶、过滤、干燥,最终得到 $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 成品。铁是较活泼金属,可与 H_3PO_4 反应生成氢气,故“中和”工序若在铁质容器中进行,应先加入 Na_2CO_3 溶液, A 项正确;若“中和”工序加入 Na_2CO_3 过量,则需要加入酸性物质来调节 pH,为了不引入新杂质,可加入 H_3PO_4 ;若“中和”工序加入 H_3PO_4 过量,则需要加入碱性物质来调节 pH,为了不引入新杂质,可加入 NaOH ,所以“调 pH”工序中 X 为 NaOH 或 H_3PO_4 , B 项正确;“结晶”工序中的溶液为饱和 Na_2HPO_4 溶液,由已知可知 H_3PO_4 的 $K_2 = 6.2 \times 10^{-8}$, $K_3 = 4.8 \times 10^{-13}$,则 HPO_4^{2-} 的水解常数 $K_h = \frac{K_w}{K_{a2}} = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{6.2 \times 10^{-8}} \approx 1.6 \times 10^{-7}$,由于 $K_h > K_3$,则 HPO_4^{2-} 的水解程度大于电离程度,溶液

显碱性,C项错误;由于 $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 易风化失去结晶水,故“干燥”工序需要在低温下进行,D项正确。]

2. 解析:从 H_2O_2 的制备原理图可知,反应分两步进行,第一步为 H_2 在Ni催化作用下与乙基蒽醌反应生成乙基蒽醇,第二步为 O_2 与乙基蒽醇反应生成 H_2O_2 和乙基蒽醌。启普发生器A为制取 H_2 的装置,产生的 H_2 中混有 HCl 和 H_2O ,需分别除去后进入C中发生第一步反应。随后氧气源释放的氧气经D干燥后进入C中发生反应生成 H_2O_2 和乙基蒽醌,F中装有浓 H_2SO_4 ,与C相连,防止外界水蒸气进入C中,使催化剂Ni中毒。

答案:(1) $\text{Zn} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Zn}^{2+} + \text{H}_2 \uparrow$ (2)②

(3)a、b c、d (4)防止外界水蒸气进入C中使催化剂中毒 (5)适当升温加快反应速率,同时防止

温度过高 H_2O_2 分解 (6) $\text{H}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow[\text{乙基蒽醌}]{\text{Ni}} \text{H}_2\text{O}_2$

[情境探究]

(1) $2\text{H}_3\text{PO}_3 + \text{AgNO}_3 \rightleftharpoons \text{Ag} \downarrow + \text{NO} \uparrow + 2\text{H}_3\text{PO}_4$

(2) $\text{HPO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{PO}_3^- + \text{OH}^-$ (3)abd

第22讲 无机非金属材料与环境保护(基础课)

知识点一

[必备知识梳理]

1. (1)正四面体 高 大 正六边形 高 小 能
五 六 (2) $3\text{C} + 2\text{Fe}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\text{高温}} 3\text{CO}_2 \uparrow + 4\text{Fe}$ $2\text{C} + \text{SiO}_2 \xrightarrow{\text{高温}} \text{Si} + 2\text{CO} \uparrow$ $\text{C} + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \xrightarrow{\text{高温}} \text{CO} + \text{H}_2$
 $\text{C} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} 2\text{SO}_2 \uparrow + \text{CO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{C} + 4\text{HNO}_3(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} 4\text{NO}_2 \uparrow + \text{CO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

2. (1)血红蛋白 $2\text{CO} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{CO}_2$ $3\text{CO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$ (2) $\text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ $2\text{MgO} + \text{C} \xrightarrow{\text{高温}} \text{CO}_2 + \text{C}$

基础自测

(1)× (2)× (3)× (4)√ (5)× (6)×

[关键能力训练]

1. B [该反应应为吸热反应,A错误;碳酸氢钠受热易分解生成碳酸钠、水和二氧化碳,因此除去 Na_2CO_3 固体中少量 NaHCO_3 可用热分解的方法,B正确;过氧化尿素使品红溶液褪色是利用它的强氧化性,而二氧化硫使品红溶液褪色是利用它与品

红化合生成不稳定的无色物质,原理不相同,C错误;由碳氧原子个数比可知,二氧化碳与氢气合成甲醇的原子利用率不是100%,D错误。]

2. A [甲醇可用于燃料电池的负极活性物质,A错误;二羟基丙酮分子中有两个羟基,能与水分子间形成氢键,故具有保湿作用,B正确;淀粉水解可生成葡萄糖,C正确;该过程能减少二氧化碳的排放,有助于实现“碳达峰、碳中和”,D正确。]

3. A [“碳达峰”是指我国承诺2030年前,二氧化碳的排放不再增长,达到峰值之后逐步降低;“碳中和”是指通过植树造林、节能减排等形式,抵消自身产生的二氧化碳排放量,实现二氧化碳“零排放”。]

4. 解析:CO的检验一般是用氧化剂氧化为 CO_2 ,检验 CO_2 的生成进而说明含CO,但要注意原气体中 CO_2 的干扰。

答案:(1)除去混合气体中的 CO_2 气体 检验混合气体中 CO_2 是否除尽 除去尾气中的 CO_2 气体 除去尾气中的CO气体,防止污染环境

(2) $\text{CO} + \text{CuO} \xrightarrow{\Delta} \text{Cu} + \text{CO}_2$

(3)B中无明显现象,C中的物质由黑色变成红色,D中的澄清石灰水变浑浊

(4)在装置C、D之间加一防倒吸装置

知识点二

[必备知识梳理]

1. (1)半导体 $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + 2\text{H}_2 \uparrow$ (2) $\text{SiO}_2 + 2\text{C} \xrightarrow[1\,800 \sim 2\,000\text{ }^\circ\text{C}]{\text{Si}} \text{Si} + 2\text{CO} \uparrow$ $\text{Si} + 3\text{HCl} \xrightarrow{300\text{ }^\circ\text{C}} \text{SiHCl}_3 + \text{H}_2$ $\text{SiHCl}_3 + \text{H}_2 \xrightarrow{1\,100\text{ }^\circ\text{C}} \text{Si} + 3\text{HCl}$
2. (2) $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ (3) $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow$ $\text{CaSiO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow$ (4) $\text{SiO}_2 + 4\text{HF} \rightleftharpoons \text{SiF}_4 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

3. (1) $\text{SiO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$ (2)硅氧四面体 水玻璃 碱
 $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SiO}_3 \downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$
 $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SiO}_3 \downarrow + \text{Na}_2\text{CO}_3$

4. 黏土、石灰石 纯碱、石灰石、石英砂 高温

(1)硬化速率 5. (2) SiO_2

[关键能力训练]

1. ③

2. B [芯片制造所用的硅晶片是单质硅,属于无机非金属材料,A不符合题意;橡胶是一种高分子,B符合题意;碳化硅属于无机非金属材料,C不符合题意;光纤的成分是二氧化硅,属于无机非金属材料,D不符合题意。]

知识点三

[必备知识梳理]

1. (1) 废气 废水 (3) SO_3 H_2SO_3 氮氧化合物
氟氯代烃 CO_2 塑料 富营养化 2.5×10^{-6} 霾
2. (2) 零排放 (3) 100% 化合

[关键能力训练]

1. D 2. A

[真题感悟·明确考向]

1. A [A项,金代六曲葵花鎏金银盏是合金,属于金属材料;B项,北燕鸭形玻璃注是玻璃制品,属于硅酸盐材料;C项,汉代白玉耳杯是玉,属于含有微量元素的钙镁硅酸盐材料;D项,新石器时代彩绘几何纹双腹陶罐是陶器,属于硅酸盐材料;综上A选项材质与其他三项材质不同,不能归为一类,故选A。]
2. C [陶埙为陶器,由硅酸盐材料制成,C正确。]
3. C [墨玉、黑陶、琉璃的主要化学成分都是硅酸盐,而刀币是合金,故选C。]
4. B [制备粗硅的化学方程式为 $\text{SiO}_2 + 2\text{C} \xrightarrow{\text{高温}} \text{Si}(\text{粗}) + 2\text{CO} \uparrow$, A说法正确;1 mol Si中含有Si—Si键的数目为 $1 \text{ mol} \times 2 \times 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1} = 2 \times 6.02 \times 10^{23}$, B说法错误;题给流程图中后面两步反应有Si和 SiHCl_3 生成, Si易与氧气反应, SiHCl_3 易发生水解,故原料气HCl和 H_2 应充分去除水和氧气, C说法正确;生成 SiHCl_3 的反应 $\text{Si}(\text{s}) + 3\text{HCl}(\text{g}) \xrightarrow{300^\circ\text{C}} \text{SiHCl}_3(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$ 中,反应前后气体的分子数减少,即为熵减过程, D说法正确。]

第23讲 常见气体制备方法及装置的研究(能力课)

考点一

[关键能力训练]

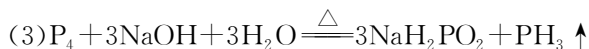
1. B 2. D
3. C [浓氨水遇碱放出氨气,在装置甲的圆底烧瓶中加入碱石灰可以制取 NH_3 ,故A正确;氨气极易溶于水,为防止倒吸,用装置乙作为反应过程的安全瓶,故B正确;氨气密度比空气小,为有利于氨气和 NaClO 溶液反应,制备水合肼时应从装置丙的a口通入 NH_3 ,故C错误;氨气会污染环境,用装置丁可以吸收反应中过量的 NH_3 ,并能防止倒吸,故D正确。]
4. D [铜片与浓硫酸反应制备 SO_2 需要加热,装置中缺少加热装置, A不符合题意;碱石灰为碱性干燥剂,会与 SO_2 反应,不能用于干燥 SO_2 , B不符合题意; SO_2 的密度比空气大,应使用向上排空气法收集,即从长导管进气,短导管出气, C不符合题意; SO_2 是酸性气体,可使用 NaOH 溶液吸收,用倒置的漏斗防止倒吸, D符合题意。]

考点二

[核心知能突破]

典例导航 (1) cdeabf

(2) 防止倒吸,作安全瓶 吸收 PH_3 且防止倒吸



[关键能力训练]

1. 解析:(1)由实验目的和原理知, A用于制备 N_2O , D用于吸收 N_2O 中混有的 HNO_3 和水蒸气, C用于制备 NaN_3 , B用于防止E中水蒸气进入C中干扰实验, E用于尾气处理。则按气流方向,上述装置合理的连接顺序为 afg(或 gf)debch。
答案:(1) afg(或 gf)debch
(2) $\text{SnCl}_2 + \text{N}_2\text{O} + (x+1)\text{H}_2\text{O} = \text{SnO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O} \downarrow + \text{N}_2 + 2\text{HCl}$ (3)继续通入 N_2O 至三颈瓶冷却后,关闭分液漏斗活塞 防止E中液体倒吸入B中
2. 解析:(1)氯化铝易凝华,导出氯化铝的导管太细,易堵塞导管;氯化铝易潮解,装置F中饱和纯碱溶液中水易挥发进入装置E,使产品变质,共2处错误。(2)高锰酸钾与浓盐酸反应生成氯化钾、二氧化锰、氯气和水。(3)饱和食盐水用于除去氯气中少量氯化氢,否则氯化氢与铝反应生成氢气,氢气与氯气混合受热易发生事故。没有气体逸出,说明氯气与碳酸钠溶液反应,没有二氧化碳产生,即发生反应为 $2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{NaCl} + 2\text{NaHCO}_3 + \text{NaClO}$,生成3种盐。
答案:(1) b (2) $2\text{MnO}_4^- + 10\text{Cl}^- + 16\text{H}^+ = 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{Cl}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$ (3)除去 Cl_2 中的HCl

[真题感悟·明确考向]

[真题感悟]

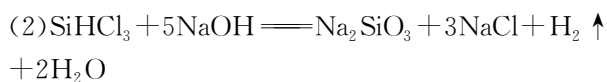
1. C [饱和 Na_2SO_3 溶液和浓硫酸反应可以制 SO_2 ,使用固液不加热制气装置, SO_2 密度比空气大,用向上排空气法收集, A不符合题意; MnO_2 和浓盐酸加热可以制 Cl_2 ,使用固液加热制气装置, Cl_2 密度比空气大,用向上排空气法收集, B不符合题意;固体 NH_4Cl 与熟石灰加热可以制 NH_3 ,需要使用固固加热制气装置,图中装置不合理, C符合题意;石灰石(主要成分为 CaCO_3)和稀盐酸反应可以制 CO_2 ,使用固液不加热制气装置, CO_2 密度比空气大,用向上排空气法收集, D不符合题意。]

2. D [A. MnO_2 固体加热条件下将 HCl 氧化为 Cl_2 , 固液加热的反应该装置可用于制备 Cl_2 , 正确; B. C_2H_4 不溶于水, 可选择排水法收集, 正确; C. 挤压胶头滴管, 水进入烧瓶将 NH_3 溶解, 烧瓶中气体大量减少, 压强急剧降低, 打开活塞, 水迅速被压入烧瓶中形成红色喷泉, 红色喷泉证明 NH_3 与水形成碱性物质, 正确; D. Na_2CO_3 与 HCl 、 CO_2 发生反应, 不能达到除杂的目的, 应该选用饱和 NaHCO_3 溶液, 错误。]

3. 解析: (1) 本实验中产品易水解, 实验时需隔绝空气, 故连接实验装置后, 先检查装置的气密性, 然后添加药品, 再通入一段时间的 HCl 排尽装置中的空气后开始实验; 管式炉内反应生成的气态 SiHCl_3 会在球形冷凝管中冷凝成液体滴入蒸馏烧瓶中, 当球形冷凝管下端没有液体滴下时, 表示反应结束。本实验需保证收集装置处于无水条件下, 则需要在 C、D 之间加一个干燥装置, 同时 H_2 属于易燃易爆气体, 需要进行尾气处理。(2) 根据电负性顺序可知, SiHCl_3 中 Si 显 +4 价, H 显 -1 价, 该反应可看作 SiHCl_3 先与 H_2O 反应生成 H_2SiO_3 、 HCl 、 H_2 后, H_2SiO_3 、 HCl 再与 NaOH 反应, 则化学方程式为 $\text{SiHCl}_3 + 5\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SiO}_3 + 3\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2 \uparrow$ 。(3) 样品纯度测定的原理为样品经水解、干燥等预处理过程得硅酸水合物, 在坩埚(A)中灼烧后生成 SiO_2 , 为防止灼烧后的 SiO_2 吸水影响纯度计算, 故需要在干燥器(C)中冷却干燥, 再称量。根据关系式: $\text{SiHCl}_3 \sim \text{SiO}_2$, 可计

$$\text{算样品纯度} = \frac{\frac{m_2}{60} \times 135.5 \text{ g}}{m_1 \text{ g}} \times 100\% = \frac{135.5m_2}{60m_1} \times 100\%。$$

答案: (1) 检查装置的气密性 球形冷凝管下端无液体滴下 缺少 H_2 的尾气处理装置; C、D 之间缺少干燥装置



$$(3) \text{① 灼烧} \quad \text{② 冷却干燥} \quad \text{③ AC} \quad \frac{135.5m_2}{60m_1} \times 100\%$$

[情境探究]

解析: (1) 由实验装置图可知, 装置 A 中二氧化锰和浓盐酸共热制备氯气, 氯气中混有挥发出来的氯化氢气体, 装置 D 中盛有的饱和食盐水能除去氯气中混有的氯化氢, 装置 C 中盛有浓硫酸可用于干燥氯气, 装置 B 中氯气与亚氯酸钠固体反应制备二氧化氯, 装置 E 中碱石灰用于吸收尾气, 防止污染环境,

故导管口的连接顺序为 $a \rightarrow d \rightarrow e \rightarrow c \rightarrow b \rightarrow m \rightarrow n$ (或 $n \rightarrow m$) $\rightarrow g$ 。

(2) 装置 A 用于制取 Cl_2 , 为了防止因反应过于剧烈、烧瓶内压强增大使液体无法滴下, 用导管 k 将分液漏斗与烧瓶连通, 平衡体系的压强, 确保浓盐酸能顺利滴下。

答案: (1) $a \rightarrow d \rightarrow e \rightarrow c \rightarrow b \rightarrow m \rightarrow n$ (或 $n \rightarrow m$) $\rightarrow g$

(2) 平衡气压, 使液体顺利滴下

(3) 三颈烧瓶 (三口烧瓶) $\text{Cl}_2 + 2\text{NaClO}_2 = 2\text{ClO}_2 + 2\text{NaCl}$ (4) 降低二氧化氯的浓度, 减少其爆炸的可能性

综合训练(二) 元素及其化合物

1. C [Na_2CO_3 受热不分解, 不能生成 CO_2 , A 烧杯中的澄清石灰水不变浑浊, C 错误。]
2. A [Fe_2O_3 粉末呈红棕色, 可用于制取染料, B 错误; Fe^{3+} 水解生成氢氧化铁胶体, 可用作净水剂, C 错误; FeCl_3 溶液具有氧化性, 用于蚀刻铜电路板, D 错误。]
3. A [B 项, 1 mol Cl_2 与足量 NaOH 溶液反应, 转移 1 mol e^- , 错误; C 项, NaClO 溶液和 Na_2O_2 的漂白原理是利用其强氧化性, 而 SO_2 的漂白原理是与有色物质合成为无色物质, 错误; D 项, “84” 消毒液与盐酸反应生成 Cl_2 , 错误。]
4. D [硫微溶于酒精, 应该用二硫化碳洗刷做过硫黄性质实验的试管, 故 A 错误; SO_2 中硫元素为 +4 价, 处于中间价态, 在化学反应中能作还原剂, 也可以作氧化剂, 例如 SO_2 与 H_2S 反应生成单质 S 和 H_2O , 故 B 错误; 浓硫酸在常温下与铜不反应, 故 C 错误; 1 mol 硫与其他物质完全反应, 转移的电子数不一定是 2 mol, 例如 1 mol 硫与氧气反应转移的电子数为 4 mol, 故 D 正确。]
5. 解析: 向赤泥中加入盐酸酸浸时, 金属氧化物溶于盐酸得到可溶性金属氯化物, 二氧化硅不与盐酸反应, 过滤得到含有二氧化硅的滤渣和含有金属氯化物的滤液; 向滤液中加入磷酸酯萃取剂萃取溶液中的氯化钪, 分液得到含有氯化铁、氯化铝的水相和含有氯化钪的有机相; 向有机相中加入盐酸洗涤除去残留的氯化铁、氯化铝, 分液得到有机相; 向有机相中加入氢氧化钠溶液, 将氯化钪转化为氢氧化钪沉淀, 过滤得到有机相和氢氧化钪; 向氢氧化钪中加入 SOCl_2 回流过滤, 将氢氧化钪转化为氯化钪, 向氯化钪中加入草酸溶液, 将氯化钪转化为草酸钪沉淀, 过滤后在空气中灼烧草酸钪得到三氧化二钪。

答案:(1)温度过高,HCl受热挥发,盐酸浓度减小,酸浸速率减慢 SiO₂ (2)除去有机相中的 FeCl₃、AlCl₃ (3)SOCl₂+H₂O=2HCl↑+SO₂↑ 抑制 Sc³⁺ 水解 (4)2Sc₂(C₂O₄)₃+3O₂ $\xrightarrow{\text{高温}}$ 2Sc₂O₃+12CO₂

第24讲 原子结构(基础课)

知识点一

[必备知识梳理]

1. (1)元素 原子 化学 (2)质子数(Z) 中子数(N) Z+n Z-n 2. (1)核电荷数 质子 中子 相同 不同 (3)氢弹 (4)D T 气 氘 氚

基础自测

(1)× (2)× (3)√ (4)× (5)×

[关键能力训练]

1. D [A. Z=7, ¹⁴₆C 与 ¹⁴_ZX 质子数不相同,不互为同位素,A 错误;B. ¹⁴₆C 与 ¹⁴_ZX 的中子数分别为 14-6=8、14-7=7,中子数不同,B 错误;C. ¹²₆C 和 ¹⁴₆C 的核外电子数均为 6,核外电子排布相同,价层轨道电子数相同,C 错误;D. 根据半衰期的定义,某考古样品中 ¹⁴₆C 的量应为其 5 730 年前的 $\frac{1}{2}$,为 5 730 × 2=11 460 年前的 $\frac{1}{4}$,D 正确。]

2. A [O₃ 是由极性键形成的极性分子,A 错误;HI 是共价化合物,氢和碘之间共用一对电子,故 HI 的电子式是 H : $\ddot{\text{I}}$: ,B 正确;O₃ 和 O₂ 是由氧元素形成的不同的单质,互为同素异形体,C 正确;¹H₂¹⁶O 中 H 没有中子,O 有 16-8=8 个中子,故 1 mol ¹H₂¹⁶O 含有的中子数是 8N_A,D 正确。]

3. $\frac{a(m+1)}{A+m}$ mol $\frac{aN}{A+m}$ mol
 $\frac{a(m+A-N)N_A}{A+m}$ $\frac{a(m+A-N)N_A}{A+m}$

4. H₂、D₂、T₂、HD、HT、DT 12 HT¹⁶O 与 D₂¹⁶O、HT¹⁷O 与 D₂¹⁷O、HD¹⁶O 与 H₂¹⁷O、HD¹⁷O 与 D₂¹⁶O 不同 几乎相同

知识点二

[必备知识梳理]

1. 1 1+3=4 1+3+5=9 2 8 18 2. (1)球形 哑铃 (2)增大 (3)相同 3. (1)低 高 2n² 8 2 18 (2)最低 (3)2 相反 (4)单独 平行 全充满 半充满 全空 1s²2s²2p⁶3s²3p⁶3d⁵4s¹

4. (1)最低能量 (2)吸收 释放 5. $\left(+16\right) \begin{array}{c} 2 \\ 8 \\ 6 \end{array}$

[Ne]3s²3p⁴ 3s²3p⁴ $\begin{array}{c} 3s \\ \uparrow\downarrow \end{array} \begin{array}{c} 3p \\ \uparrow\downarrow \uparrow \end{array}$

基础自测

(1)①1s²2s²2p⁶3s²3p³(或[Ne]3s²3p³)

② $\begin{array}{c} 3s \\ \uparrow\downarrow \end{array} \begin{array}{c} 3p \\ \uparrow \uparrow \uparrow \end{array}$ ③9 ④3

(2)①1s²2s²2p⁶3s²3p⁶3d⁵4s¹(或[Ar]3d⁵4s¹)

② $\begin{array}{c} 3d \\ \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \end{array} \begin{array}{c} 4s \\ \uparrow \end{array}$ ③15 ④6

(3)①1s²2s²2p⁶3s²3p⁶3d⁶(或[Ar]3d⁶)

② $\begin{array}{c} 3d \\ \uparrow\downarrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \end{array} \begin{array}{c} 4s \\ \uparrow \end{array}$ ③14 ④4

(4)①1s²2s²2p⁶3s²3p⁶3d¹⁰4s¹(或[Ar]3d¹⁰4s¹)

② $\begin{array}{c} 3d \\ \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \end{array} \begin{array}{c} 4s \\ \uparrow \end{array}$ ③15 ④1

[关键能力训练]

1. D

2. 解析:(1)A 元素基态原子的电子排布图由题意可

写成: $\begin{array}{c} 1s \\ \uparrow\downarrow \end{array} \begin{array}{c} 2s \\ \uparrow\downarrow \end{array} \begin{array}{c} 2p \\ \uparrow \uparrow \uparrow \end{array}$,则该元素核外

有 7 个电子,为氮元素,其元素符号为 N。

(2)B⁻、C⁺的电子层结构都与 Ar 相同,即核外都有 18 个电子,则 B 为 17 号元素 Cl,C 为 19 号元素 K。

(3)D 元素原子失去 2 个 4s 电子和 1 个 3d 电子后变成 +3 价离子,其原子的核外电子排布式为 1s²2s²2p⁶3s²3p⁶3d⁶4s²,即 26 号元素铁。

(4)E 元素的核外电子排布式为 1s²2s²2p⁶3s²3p⁶3d¹⁰4s¹,故 E 为 Cu。

(5)F 元素最外层电子排布式为 2s²2p⁴。

(6)G 元素基态原子的 L 层电子排布式为 2s²2p⁴,也是价层电子排布式。

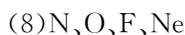
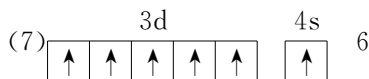
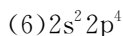
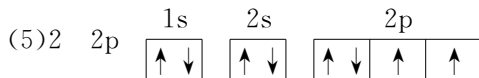
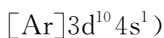
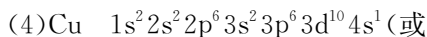
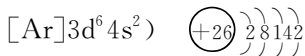
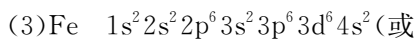
(7)H 元素基态原子的外围电子排布式为 3d⁵4s¹,为 Cr;其未成对电子数为 6。

(8)核外电子有 5 种空间运动状态的原子有 N(1s²2s²2p³),O(1s²2s²2p⁴),

F(1s²2s²2p⁵),Ne(1s²2s²2p⁶)。

答案:(1)N $\begin{array}{c} 2s \\ \uparrow\downarrow \end{array} \begin{array}{c} 2p \\ \uparrow \uparrow \uparrow \end{array}$

(2)Cl $\left(+19\right) \begin{array}{c} 2 \\ 8 \\ 8 \end{array}$



3. B [A 项,由基态 $\rightarrow$ 激发态,吸收能量,形成吸收光谱;B 项,由激发态 $\rightarrow$ 基态,释放能量,形成发射光谱;C 项,由基态 $\rightarrow$ 激发态,吸收能量,形成吸收光谱;D 项, $2p_x$ 与 $2p_y$ 能量相同,不属于电子跃迁。]

4. 金属原子吸收能量后,电子从激发态向基态发生跃迁,跃迁时以不同颜色光的形式释放出不同能量

[真题感悟·明确考向]

〔真题感悟〕

1. 解析: (1) 中子数为 1 的氦元素的质量数为 3, 表示为 ${}^3_2\text{He}$, 错误; (2)

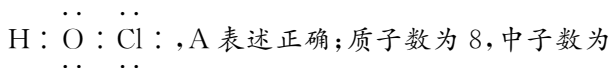
--

↑		
---	--	--

 第一能层只有 1s 轨道, 没有 1p 轨道, 错误。

答案:(3)(4)(5)

2. C [HClO 的结构式为 H—O—Cl, 则其电子式为



10 的氧原子的质量数为 18,其核素符号为 $^{18}_8\text{O}$,B 表述正确;该模型为 NH_3 分子的球棍模型,C 表述错误;基态 N 原子的价层电子排布式为 $2s^2 2p^3$,则价层电子排布图为 $\uparrow\downarrow \uparrow \uparrow \uparrow$,D 表述正确。

3. A [^{41}Ca 的质量数为 41, 质子数为 20, 所以中子数为 $41-20=21$, A 正确; ^{41}Ca 的半衰期长短与得失电子能力没有关系, B 错误; 根据题意知, ^{41}Ca 衰变一半所需的时间要大于 ^{14}C 衰变一半所需的时间, C 错误; 从 Ca 原子束流中直接俘获 ^{41}Ca 原子的过程没有新物质产生, 不属于化学变化, D 错误。]

〔情境探究〕

解析: A、B、C、D、E 5 种元素核电荷数都小于 20, A、E 属同一族且最外层电子排布为 ns^1 , 故为第 I A 族元素, 而 A 为非金属元素, 则 A 为氢; B、D

为同一族,其原子最外层的 p 能级电子数是 s 能级电子数的两倍,故其最外层电子排布为 ns^2np^4 ,为第ⅥA族元素,B核电荷数小于D,则B为氧,D为硫,E为钾;C原子最外层电子数为硫原子最外层电子数的一半,则C为铝。

答案:(1)H O Al S K

$$(2) {}_1^1\text{H} \quad {}_1^2\text{H}(\text{或 D}) \quad {}_1^3\text{H}(\text{或 T})$$

(3) $3d^5 4s^1, 3d^{10} 4s^1$

(4) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$ 或 $[\text{Ne}] 3s^2 3p^1$



第 25 讲 元素周期表与

化学键(基础课)

知识点一

「必备知识梳理」

1. 核电荷数 核外电子数 质子数 2. 原子序数
最外层电子数 电子层数 3. (1) 2 8 8 18 18
32 32 2 10 18 36 54 (2) I A II A
III A IV A V A VI A VII A III B IV B V B
VI B VII B I B II B 8、9、10 18 (3) I A 族、
II A 族 ns^{1-2} III A 族~VII A 族、0 族 $ns^2 np^{1-6}$
III B 族~VII B 族、VIII 族(镧系、锕系除外) I B 族、
II B 族 4. (2) 半导体 农药

基础自测

③

「关键能力训练」

1. D

2. C [第 114 号元素和第 116 号元素分别位于第七周期第ⅣA 族和ⅥA 族,均为金属元素,A、B 正确,C 错误;依据同周期原子半径递变规律判断 114 号元素的原子半径比 116 号元素的原子半径大,D 正确。]

3. C [由题中所给 5 种元素的位置关系可以看出 D 一定不是第一周期元素(因为如果 D 是第一周期元素,则 D 一定属于元素周期表最左边的第 I A 族元素或最右边的 0 族元素),A 项错误;由题意可知 5 种元素在前四周周期,所以 D、B、E 分别为第二、三、四周期的元素,由元素周期表的结构可知 5 种元素一定在过渡元素右边,所以 D、E、A、C 的原子序数分别为 $a-8$ 、 $a+18$ 、 $a-1$ 、 $a+1$,B、D 项错误,C 项正确。]

知识点二

「必备知识梳理」

2. 最低能量 $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 最小 最大 逐渐减小
增大 $<$ $<$ 3. 键合电子 4.0 1.0 小于 大

于 变大 变小 离子 共价 负 +4 4. 相同
增加 相同 逐渐减小 逐渐增大 逐渐减弱 逐
渐增强 逐渐增强 逐渐减弱 +1→+7 -4→
-1 主族序数 增大 减小 增强 减弱 减弱
增强 增强 减弱 减弱 增强 增强 减弱 减
弱 增强 5. 右下方 6. 越强 越强 越强 越强
越强

基础自测

(1)× (2)× (3)× (4)× (5)× (6)×

[关键能力训练]

1. C [已知 X、Y、Z、W 为元素周期表中前 20 号元素且位于不同周期,原子序数依次增大,Y 为地壳中含量最高的元素,则 Y 为 O;X 位于第一周期,为 H;Z 位于第三周期,W 位于第四周期,Z 形成 5 个共价键,W 形成 +1 价阳离子,则 Z 为 P,W 为 K,即 X 为 H,Y 为 O,Z 为 P,W 为 K。]

2. 解析:(3)MH 中基态 H^- 的核外电子排布式是 $1s^2$,故电子云轮廓图呈球形; $H^- \xrightarrow{\text{失去 1 个电子}} H$
 $\xrightarrow{\text{失去 1 个电子}} H^+$,故 H^- 失去第二个电子所吸收的能量即为氢原子失去一个电子所吸收的能量。 H^- 的第二电离能为 H^- 失去第二个电子所吸收的能量,即 $H(g) \rightleftharpoons H^+(g) + e^-$ 吸收的能量,则 H^- 的第二电离能为 $1\,311\text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

答案:(1) $Br > Se > As$ $Br > As > Se$

(2)Cu 失去一个电子变成电子结构为 $[Ar]3d^{10}$ 的 Cu^+ ,能量较低,结构稳定,所以 Cu 的第二电离能相对较大(或 Zn 失去一个电子变成电子结构为 $[Ar]3d^{10}4s^1$ 的 Zn^+ ,易再失去一个电子,所以 Zn 的第二电离能相对较小或 Cu 原子失去一个电子后,核外电子排布式为 $[Ar]3d^{10}$,而 Zn 原子失去 1 个电子后的核外电子排布式变为 $[Ar]3d^{10}4s^1$,Cu 达到了较稳定状态,所以 Cu 的第二电离能相对较大)

(3)球 $1\,311\text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

3. D [由题意,W、X、Y、Z 为短周期主族元素,W 与 X 的最高化合价之和为 8,可推出 W、X、Y、Z 分别为 N、Al、Si、P。A 对,根据电子层数越多,原子半径越大,可得原子半径: $W < X$;B 对,常温常压下,硅单质为固态;C 对,同一主族元素由下到上简单气态氢化物的稳定性逐渐增强,所以气态氢化物的热稳定性: $NH_3 > PH_3$;D 错,X 的最高价氧化物对应的水化物 $Al(OH)_3$ 是两性氢氧化物。]

4. A [此反应主要利用了高温下固体生成气体的反应原理,与非金属性没有关系,A 错误。]

知识点三

[必备知识梳理]

1. (2)共用电子对 阴、阳离子 原子 静电
不偏向 偏向 2. 离子键 共价键

[关键能力训练]

1. A 2. D

3. (1)①② ⑤⑥⑦⑨⑩

(2)①②③④⑧ ③ ⑩

[真题感悟·明确考向]

[真题感悟]

1. 解析:B. 第一电离能与电负性没有直接关系,不能通过电负性的变化趋势来推断第一电离能的变化趋势,错误;E. 因为电负性: $F > Cl$,则 $F-C$ 的极性大于 $Cl-C$ 的极性,使 F_3C- 的极性大于 Cl_3C- 的极性,导致三氟乙酸的羧基中羟基的极性更大,更易电离出氢离子,则酸性: $CF_3COOH > CCl_3COOH$,错误;G. 第一电离能: $C < O < N$,错误。

答案:ACDF

2. B $[HCl]$ 是共价化合物,其电子式为 $H : \ddot{Cl} :$,A 错误; NH_4ClO_4 中 NH_4^+ 的中心 N 原子的孤电子对数为 $\frac{1}{2} \times (5 - 1 - 4) = 0$,价层电子对数为 4,

ClO_4^- 的中心 Cl 原子的孤电子对数为 $\frac{1}{2} \times (7 + 1 - 2 \times 4) = 0$,价层电子对数为 4,则二者的 VSEPR 模型和空间结构均为正四面体形,B 正确; C_{60} 、石墨、金刚石中碳原子的杂化方式分别为 sp^2 、 sp^2 、 sp^3 ,共有 2 种杂化方式,C 错误; NH_3 易液化,液氨汽化时吸收热量,可作制冷剂,干冰易升华,升华时吸收热量,也可作制冷剂, NH_3 分子间作用力为氢键和范德华力, CO_2 分子间仅存在范德华力,D 错误。]

3. B [由题给信息可推知 X 为 Be 或 B,Y 为 C,Z 为 N,M 为 O,Q 为 Na。同周期主族元素从左到右电负性逐渐增大,则电负性 $N > Be$ 或 B,A 说法正确;N 的最高正价为 +5 价,但 O 无最高正价,B 说法错误;Na 和 O 形成的 Na_2O_2 中 O 和 O 之间为非极性共价键,C 说法正确;非金属性 $N > C$,故最高价氧化物对应水化物的酸性: $HNO_3 > H_2CO_3$,D 说法正确。]

4. 解析:(1)Sn 位于元素周期表的第五周期第 IV A 族,其基态原子的价层电子排布式为 $5s^25p^2$,Sn 的

基态原子最外层轨道表示式为 $\begin{array}{cc} 5s & 5p \\ \uparrow\downarrow & \uparrow\uparrow \end{array}$ 。

(2)基态 Mn 原子的价层电子排布式为 $3d^5 4s^2$, 所以 Mn 在元素周期表中位于第四周期ⅦB族, 其未成对电子数为 5, 同周期中, 基态 Cr 原子的价层电子排布式为 $3d^5 4s^1$, 其未成对电子数为 6, 是第四周期未成对电子数最多的基态原子。(3)Cu 的原子序数为 29, 位于第四周期第ⅠB族, 位于 ds 区, 其基态原子的价电子排布式为 $3d^{10} 4s^1$ 。(4)Cu 的原子序数为 29, 在元素周期表中的位置为第四周期第ⅠB族。(5)ⅣA族元素基态原子的价电子排布式为 $ns^2 np^2$, 其核外未成对电子数为 2, 因最外层电子数均为 4, 所以在与其他元素形成化合物时, 呈现的最高化合价为+4。

答案: (1) $\begin{array}{c} 5s \\ \uparrow\downarrow \end{array} \begin{array}{c} 5p \\ \uparrow \uparrow \square \end{array}$ (2) 四 ⅦB Cr
(3) ds $3d^{10} 4s^1$ (4) 四 ⅠB (5) 2 +4

情境探究

(1)探究同主族元素性质的相似性和递变性

实验方案	实验现象	化学方程式
①	D	$\text{Cl}_2 + 2\text{NaBr} \longrightarrow 2\text{NaCl} + \text{Br}_2$
②	A	$2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow$
③	B	$\text{Br}_2 + 2\text{NaI} \longrightarrow 2\text{NaBr} + \text{I}_2$
④	C	$2\text{K} + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{KOH} + \text{H}_2 \uparrow$

(3)同主族元素性质相似; 从上到下元素原子失电子能力增强, 得电子能力减弱

第 26 讲 元素的“位—构—性”关系推断及应用(能力课)

考点一

核心知能突破

典例导航 C

关键能力训练

1. A [M、X、Y、Z 为原子序数依次增大的短周期元素, M 是宇宙中含量最多的元素, 则 M 为 H 元素; Y 的基态原子价层电子数为其内层电子数的 3 倍, 则 Y 为 O 元素; 因为原子序数依次增大, X 的最高价含氧酸具有强氧化性, 则 X 为 N 元素; Z 与 Y 同族, 则 Z 为 S 元素。元素的非金属性越强, 电负性越大, 非金属性的强弱顺序为 $\text{O} > \text{N} > \text{S}$, 则电负性的大小顺序为 $\text{O} > \text{N} > \text{S}$, 故 A 正确; 同周期元素, 从左到右第一电离能呈增大趋势, 其中(ⅡA>Ⅲ

A, $\text{VA} > \text{VIA}$), 位于 V A 族的氮元素的氮原子的 $2p$ 轨道为稳定的半充满结构, 元素的第一电离能大于同周期相邻元素, 则氮元素的第一电离能大于氧元素, 故 B 错误; 同周期元素, 从左到右原子半径依次减小, 则氮原子的原子半径大于氧原子, 故 C 错误; 元素的非金属性越强, 简单气态氢化物的稳定性越强, 非金属性的强弱顺序为 $\text{O} > \text{N} > \text{S}$, 则简单气态氢化物的稳定性强弱顺序为 $\text{H}_2\text{O} > \text{NH}_3 > \text{H}_2\text{S}$, 故 D 错误。]

2. D [X、Y、Z、Q、W 是原子序数依次增大的前四周期元素, X、Z 的基态原子 $2p$ 能级上各有两个未成对电子, X 基态原子的核外电子排布为 $1s^2 2s^2 2p^2$, X 为 C 元素, Z 基态原子的核外电子排布为 $1s^2 2s^2 2p^4$, Z 为 O 元素, Y 为 N 元素, Y 与 Q 同主族, Q 为 P 元素, W 原子 N 层只有一个电子, 其余能层全充满, W 基态原子的核外电子排布为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$, W 为 Cu 元素。Cu 与 O 可以形成 CuO 、 Cu_2O 等, D 错误。]

考点二

核心知能突破

典例导航 D [元素 X、Y、Z、W 分别是 H、B、O、Na 元素。化合物 A 中有 2 个 B 原子只形成了 3 个共价键, 没有达到 8 电子稳定结构, 故 A 错误; 同一周期, 从左到右, 电负性依次增大, 同一主族, 从上到下, 电负性依次减小, 故 H、B、O 三种元素电负性由大到小的顺序为 $\text{O} > \text{H} > \text{B}$, 即 $\text{Z} > \text{X} > \text{Y}$, 故 B 错误; 元素 H、B、O、Na 形成的单质依次为分子晶体、共价晶体、分子晶体、金属晶体, 其中熔点最高的是共价晶体 B 的单质, 故 C 错误; WYX_4 为 NaBH_4 , NaBH_4 中 H 元素化合价为 -1, 具有较强还原性, 能与 H_2O 发生氧化还原反应生成 H_2 , 故 D 正确。]

关键能力训练

C [由题意可知, X、Y、Z、W 分别为 H(或 Li)、O、Na、S。元素非金属性越强, 其简单氢化物的稳定性越强, 根据分析可知, W 的简单氢化物是 H_2S , Y 的简单氢化物是 H_2O , 由于非金属性: $\text{O} > \text{S}$, 则稳定性: $\text{H}_2\text{O} > \text{H}_2\text{S}$, A 错误; 同周期主族元素, 从左到右原子半径依次减小, 同主族元素, 从上到下原子半径依次增大, 则原子半径大小: $\text{Na} > \text{S} > \text{O} > \text{H}$ 或 $\text{Na} > \text{S} > \text{Li} > \text{O}$, B 错误; Z 与 Y 形成的化合物可能是 Na_2O 或 Na_2O_2 , Na_2O_2 中的 O—O 键是非极性共价键, C 正确; W 的氧化物的水化物可能是硫酸也可能是亚硫酸, 所以不一定是强酸, D 错误。]

考点三

[核心知能突破]

典例导航 C

[关键能力训练]

1. **D** [由题干分析可知 X 为 H 元素, Y 为 C 元素, Z 为 O 元素, A 为 CH_4 , 丙为 O_2 , B 为 CO_2 , C 为 H_2O , 乙为 C, D 为 CO, 甲为 H_2 。A 项, 由以上分析可知 X 为 H 元素, Y 为 C 元素, Z 为 O 元素, 同周期元素从左到右原子半径逐渐减小, 不同周期的元素, 原子核外电子层数越多, 原子半径越大, 所以原子半径: $\text{Y} > \text{Z} > \text{X}$, 错误; B 项, X 为 H 元素, Y 为 C 元素, 二者形成的化合物, 如 CH_4 只含极性键, C_2H_6 、 C_2H_4 等既含有极性键, 也含有非极性键, 错误; C 项, Y 为 C 元素, C 元素有多种同素异形体, 其中金刚石具有高熔点、高沸点、硬度大的性质, 而石墨质地软, 错误; D 项, A 是 CH_4 , C 是 H_2O , 元素的非金属性: $\text{O} > \text{C}$, 元素的非金属性越强, 其最简单的氢化物的稳定性就越强, 所以简单气态氢化物的稳定性: $\text{A} < \text{C}$, 正确。]
2. **B** [Y 原子 p 能级上有一对成对电子, 则 Y 为 O。乙和丁均为分子中含有 10 个电子的二元化合物, 则丁为氨气或甲烷, 乙为水, 戊为 NO 或二氧化碳, 甲为过氧化钠, 丙为氢氧化钠, 则 W 为 H、X 为 N 或 C、Z 为 Na。A. 甲为过氧化钠, 含有 σ 键和离子键, 错误; C. 根据电子层数越多半径越大, 同电子层结构核电荷数越多半径越小, 则简单离子的半径: $\text{W} < \text{Z} < \text{Y}$, 错误; D. W、X 组成化合物的沸点不一定比 X、Y 组成化合物的沸点低, 比如固态烷烃比一氧化碳沸点高, 错误。]

[真题感悟·明确考向]

1. **A** [W、X、Y、Z 的原子序数依次增加, 且 W、X、Y 是不同族的短周期元素。W 的外层电子数是其内层电子数的 2 倍, 则 W 为 C; 每个周期的 II A 族和 V A 族的元素的第一电离能都比左右相邻元素的高, 由于配合物 $\text{Y}_3[\text{Z}(\text{WX})_6]_2$ 中 Y 在外界, Y 可形成简单阳离子, 则 Y 属于金属元素, 故 X 和 Y 分别为 N 和 Mg; Z 的 M 层未成对电子数为 4, 则其 3d 轨道上有 4 个不成对电子, 其价电子排布式为 $3d^6 4s^2$, Z 为 Fe 元素, $\text{Y}_3[\text{Z}(\text{WX})_6]_2$ 为 $\text{Mg}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$ 。A. W、X、Y、Z 四种元素的单质中, N 元素的单质形成分子晶体, Mg 和 Fe 均形成金属晶体, C 元素既可以形成金刚石又可以形成石墨, 石墨的熔点最高, A 不正确; B. X 的简单氢化物是 NH_3 , 其中 N 原子的杂化轨道类型为 sp^3 , B 正确; C. Y 的氢氧化物是 $\text{Mg}(\text{OH})_2$, 属于中强碱, 难溶于水, 难溶于 NaCl 溶液, 但是由于 NH_4Cl 电离产生的 NH_4^+ 可以破坏 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 的沉淀溶解平衡, 因此 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 可以溶于 NH_4Cl 溶液, C 正确; D. $\text{Mg}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$ 中 CN^- 提供孤电子对与 Fe^{3+} 形成配位键, D 正确。]
2. **D** [Y 可形成 5 个共价键, Z 可形成 3 个共价键, Z 和 Y 同族, Y 原子序数比 Z 大, 即 Z 为 N 元素, Y 为 P 元素, W 可形成 4 个共价键, 原子序数比 N 小, 即 W 为 C 元素, R 可形成 1 个共价键, 原子序数比 C 小, 即 R 为 H 元素, X 可形成 2 个共价键, 原子序数在 N 和 P 之间, 即 X 为 O 元素, 综上: R 为 H 元素、W 为 C 元素、Z 为 N 元素、X 为 O 元素、Y 为 P 元素。由于 NH_3 可形成分子间氢键, 而 PH_3 不能, 因此沸点: $\text{NH}_3 > \text{PH}_3$, 故 A 错误; W 为 C 元素、Z 为 N 元素, 由于非金属性: $\text{C} < \text{N}$, 因此最高价氧化物对应的水化物的酸性: $\text{H}_2\text{CO}_3 < \text{HNO}_3$, 故 B 错误; 一般来说, 同周期主族元素从左到右第一电离能呈增大趋势, 第 II A 族、V A 族原子第一电离能大于同周期相邻元素, 即第一电离能: $\text{C} < \text{O} < \text{N}$, 故 C 错误; NO_3^- 、 CO_3^{2-} 的中心原子的价层电子对数均为 3, 孤电子对数均为 0, 则空间结构均为平面三角形, 故 D 正确。]
3. **D** [Q 是 ds 区元素, 焰色呈绿色, 则 Q 为 Cu; 空间运动状态数是指电子占据的轨道数, 基态 X 原子的核外电子有 5 种空间运动状态, 则 X 为第 2 周期元素, 满足此条件的主族元素有 N ($1s^2 2s^2 2p^3$)、O ($1s^2 2s^2 2p^4$)、F ($1s^2 2s^2 2p^5$); X、Y、Z 为原子序数依次增大的短周期元素, 基态 Y、Z 原子有两个未成对电子, 若 Y、Z 为第 2 周期元素, 则满足条件的为 C ($1s^2 2s^2 2p^2$) 或 O ($1s^2 2s^2 2p^4$), C 原子序数小于 N, 所以 Y 不可能为 C, 若 Y、Z 为第 3 周期元素, 则满足条件的为 Si ($1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$) 或 S ($1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$), Y、Z 可与 Cu 形成 CuZY_4 , 而 O、Si、S 中只有 O 和 S 形成的 SO_4^{2-} 才能形成 CuZY_4 , 所以 Y、Z 分别为 O、S 元素, 则 X 只能为 N 元素; W 能与 X 形成 XW_3 , 则 W 为 I A 族或 VII A 族元素, 但 W 原子序数小于 N, 所以 W 为 H 元素, 综上所述, W、X、Y、Z、Q 分别为 H、N、O、S、Cu。W、Y、Z 分别为 H、O、S, S 单质常温下呈固态, 其沸点高于氧气和氢气, O_2 和 H_2 均为分子晶体, O_2 的相对分子质量大于 H_2 , O_2 的范德华力大于 H_2 , 所以沸点: $\text{O}_2 > \text{H}_2$, 即沸点: $\text{S} > \text{O}_2 > \text{H}_2$, 故 A 正确; Y、X 的简单氢化物分别为 H_2O 和 NH_3 , H_2O 的中心原子 O 原子的价层电子对数为 $2 + \frac{1}{2} \times (6$

$-2 \times 1 = 4$ 、孤电子对数为 2, 空间结构为 V 形, 键角为 105° , NH_3 的中心原子 N 原子的价层电子对数为 $3 + \frac{1}{2} \times (5 - 3 \times 1) = 4$ 、孤电子对数为 1, 空间结构为三角锥形, 键角为 107° , 所以键角: $X > Y$, 故 B 正确; 硫酸铜溶液中通入氨, 氨不足时生成蓝色沉淀氢氧化铜, 氨过量时氢氧化铜溶解, 生成 $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4\text{SO}_4$, 即反应过程中有蓝色沉淀产生, 故 C 正确; $\text{QZX}_4\text{Y}_4\text{W}_{12}$ 为 $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4\text{SO}_4$, 其中铜离子提供空轨道、 NH_3 的 N 原子提供孤电子对, 两者形成配位键, 配位原子为 N, 故 D 错误。]

4. C [由主反应方程式可知 W、X、Y、Z、Q、R 6 种元素分别为 H、C、N、O、Na、Cl。一般原子的电子层数越多半径越大, 电子层数相同时, 核电荷数越大, 半径越小, 则原子半径: $\text{H} < \text{N} < \text{C}$, A 错误; 一般来说, 同周期主族元素从左到右第一电离能呈增大趋势, 第 V A 族元素第一电离能反常, 大于第 VI A 族元素, 则第一电离能: $\text{N} > \text{O} > \text{C}$, B 错误; O_2 、 Cl_2 为分子晶体, 相对分子质量越大, 沸点越高, 二者在常温下均为气体, Na 在常温下为固体, 则沸点: $\text{O}_2 < \text{Cl}_2 < \text{Na}$, C 正确; 元素非金属性越强, 电负性越大, 非金属性: $\text{Na} < \text{H} < \text{Cl}$, 则电负性: $\text{Na} < \text{H} < \text{Cl}$, D 错误。]

第 27 讲 共价键 分子结构与性质(基础课)

知识点一

[必备知识梳理]

1. (1) 饱和 2 (2) 头碰头 σ σ π σ π 肩并肩 σ σ 发生偏移 不发生偏移 2. (2) 稳定性 空间结构 大 短 (3) $E(\text{反应物}) - E(\text{生成物})$

基础自测

1. (1) $\checkmark$ (2) $\times$ (3) $\checkmark$ (4) $\times$ (5) $\checkmark$
2. $22N_A$ $4N_A$

[关键能力训练]

1. B [由结构简式可知, 分子中有单键和双键, 所以存在 σ 键和 π 键, 同时分子中还含有阴、阳离子, 存在离子键, 故 A 错误; 根据 A 项分析, 该物质既含有共价键又含有离子键, 故 B 正确; 由同种元素的原子形成的共价键为非极性键, 由不同种元素的原子形成的共价键为极性键, 该有机物中碳原子之间形成的为非极性键, 故 C 错误; 1 mol 维生素 B_1 有 $36N_A$ 个 σ 键, 故 D 错误。]
2. B [A. BF_3 是平面三角形, 键角为 120° , CH_4 、 H_2O 、 NH_3 的 VSEPR 模型均为四面体, CH_4 无孤电子对、 NH_3 有 1 个孤电子对、 H_2O 有 2 个孤电子对, 由于孤电子对间排斥力 $>$ 孤电子对和成键电子

对间的排斥力 $>$ 成对电子对间的排斥力, 所以键角: $\text{BF}_3 > \text{CH}_4 > \text{NH}_3 > \text{H}_2\text{O}$, 故 A 错误; B. H_2O 、 H_3O^+ 的 VSEPR 模型均为四面体, 但 H_2O 有 2 个孤电子对、 H_3O^+ 有 1 个孤电子对, NH_3 、 NH_4^+ 的 VSEPR 模型为四面体, NH_3 有 1 个孤电子对, NH_4^+ 无孤电子对, 由于孤电子对间排斥力 $>$ 孤电子对和成键电子对间的排斥力 $>$ 成键电子对间的排斥力, 所以键角: $\text{H}_2\text{O} < \text{H}_3\text{O}^+$, $\text{NH}_3 < \text{NH}_4^+$, 故 B 正确; C. 氢键是特殊的分子间作用力, 作用力强弱介于范德华力和共价键之间, 故 C 错误; D. 原子半径: $\text{C} > \text{N} > \text{O}$, 原子半径越大, 键长越大, 所以键长: $\text{C}-\text{H} > \text{N}-\text{H} > \text{O}-\text{H}$, 故 D 错误。]

3. (1) $>$ $>$ (2) $<$ $<$ (3) $>$ $>$
(4) $<$ $<$

知识点二

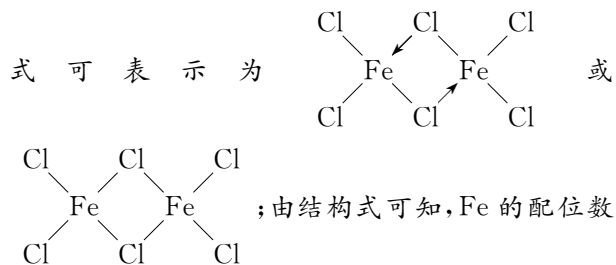
[必备知识梳理]

1. (1) 提供 (2) 金属离子(或原子) 空轨道 孤电子对 配位数 2. (1) $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$
(2) $\text{Fe}(\text{SCN})_3$ (3) $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ 3. (1) 分子间相互作用 (4) 分子识别 自组装

[关键能力训练]

1. C [在 $[\text{TiCl}(\text{H}_2\text{O})_5]\text{Cl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 中, 中心离子是 Ti^{3+} , 配体是 Cl^- 、 H_2O , 配位数为 6, 内界和外界的 Cl^- 数目比是 1:2; 配合物中, 内界 Cl^- 不与 Ag^+ 反应, 外界中的 Cl^- 与 Ag^+ 反应; 1 mol $[\text{TiCl}(\text{H}_2\text{O})_5]\text{Cl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 含 σ 键数目为 $(6 + 5 \times 2 + 2)N_A = 18N_A$, A、B、D 错误。]

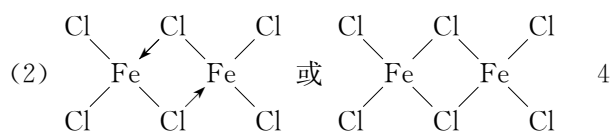
2. 解析: (1) 由题图可知, 通过螯合作用形成了 3 个环, 每个环中 Cd^{2+} 均可与 2 个 N 原子或 2 个氧原子形成配位键, 故 1 mol 该配合物中通过螯合作用形成 6 mol 配位键。该螯合物中无论是硝基中的 N 原子, 还是 NO_3^- 中的 N 原子, 还是六元环中的 N 原子, N 均为 sp^2 杂化。(2) 在蒸汽状态下 FeCl_3 以双聚分子存在, 即分子式为 Fe_2Cl_6 ; 每个 Fe 原子与 3 个 Cl 原子形成共价键, 还可以提供空轨道与另 1 个 Cl 原子提供的孤电子对形成配位键, 结构



由结构式可知, Fe 的配位数为 4。(3) 乙二胺中氮原子有孤电子对, Mg^{2+} 、 Cu^{2+} 存在空轨道, 两者易形成配位键。由于半径 $\text{Cu}^{2+} > \text{Mg}^{2+}$ 、 Cu^{2+} 的配位数比 Mg^{2+} 大, 故乙二胺

与 Cu^{2+} 形成的配合物更稳定。

答案: (1) 6 sp^2 N、O 3



(3) 乙二胺的两个 N 提供孤电子对给金属离子形成配位键 Cu^{2+}

3. 解析: 由题意知, 四种配合物中的自由 Cl^- 分别为 3、2、1、1, 则它们的化学式分别为 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$ 、 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$ 、 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]\text{Cl}$ 、 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]\text{Cl}$ 。

答案: $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$ $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$
 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]\text{Cl}$

知识点三

[必备知识梳理]

1. (1) 越小 越小 小于 2. (2) 1 个 s 轨道 1 个 p 轨道 180° 直线形 1 个 s 轨道 2 个 p 轨道 120° 平面三角形 1 个 s 轨道 3 个 p 轨道 $109^\circ 28'$ 正四面体形

基础自测

1. (1) 2 直线形 sp (2) 3 平面三角形 sp^2
 (3) 4 三角锥形 sp^3 (4) 4 三角锥形 sp^3
 (5) 4 正四面体形 sp^3
 2. sp 、 sp^2 、 sp^3 sp^3 sp^3

[关键能力训练]

1. A [氮的最高价氧化物为 N_2O_5 , 根据 N 元素的化合价为 +5 和原子组成可知, 阴离子为 NO_3^- 、阳离子为 NO_2^+ , NO_2^+ 中 N 原子形成了 2 个 σ 键, 孤电子对数目为 0, 所以杂化类型为 sp , 空间结构为直线形, 故 A 项正确。]
 2. (1) sp^3 、 sp^3d (2) b

知识点四

[必备知识梳理]

1. (2) 范德华力 氢键 (3) < < (4) 组成和结构 相对分子质量 增大 (5) 电负性很大 氢原子 电负性很大 分子内 升高
 2. (2) 非极性溶剂 极性溶剂 (3) 镜像 不能叠合 手性异构体 四个

基础自测

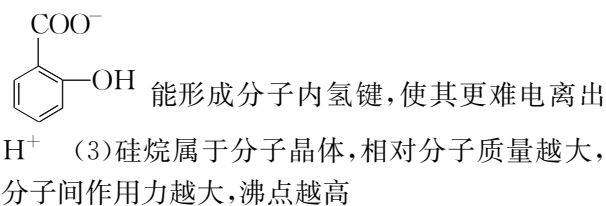
(1) $\times$ (2) $\checkmark$ (3) $\checkmark$ (4) $\times$ (5) $\checkmark$ (6) $\times$

[关键能力训练]

1. B $[\text{POCl}_3]$ 的中心 P 原子价层电子对数 $= 4 + \frac{5-1 \times 2-3 \times 1}{2} = 4$, 因此采用 sp^3 杂化, 空间结构为四面体形; PCl_4^+ 的中心 P 原子价层电子对数 $= 4 + \frac{5-1-4 \times 1}{2} = 4$, 因此也是采用 sp^3 杂化, 空间结

构为四面体形, A 正确; NO_2^+ 的中心 N 原子价层电子对数 $= 2 + \frac{5-1-2 \times 2}{2} = 2$, 无孤电子对, 因此 N 采用 sp 杂化, 空间结构为直线形, 键角为 180° ; NO_3^- 的中心 N 原子价层电子对数 $= 3 + \frac{5+1-3 \times 2}{2} = 3$, 无孤电子对, 因此 N 采用 sp^2 杂化, 空间结构为平面三角形, 键角为 120° ; NO_2^- 的中心 N 原子价层电子对数 $= 2 + \frac{5+1-2 \times 2}{2} = 3$, 有 1 个孤电子对, 因此 N 采用 sp^2 杂化, 由于孤电子对与成键电子对之间的斥力大于成键电子对之间的斥力, 其键角小于 120° , NO_2^+ 、 NO_3^- 、 NO_2^- 的键角依次减小, 这不仅和孤电子对与成键电子对的作用力有关, 也和中心 N 原子的杂化类型有关, B 错误; SiX_4 均为分子晶体, 分子之间以分子间作用力结合, 随着物质分子的相对分子质量增大, 范德华力逐渐增大, 因此 SiF_4 、 SiCl_4 、 SiBr_4 、 SiI_4 的沸点逐渐升高, C 正确; 对硝基苯酚的分子间不仅存在范德华力, 还存在氢键, 使其熔点升高; 而邻硝基苯酚分子内存在氢键, 分子间只存在范德华力, 使物质的熔点比存在分子间氢键的对硝基苯酚低, 故邻硝基苯酚的熔点低于对硝基苯酚, D 正确。]

2. (1) 水分子与乙醇分子之间能形成氢键 (2) <

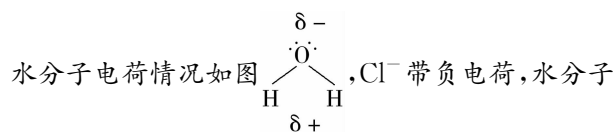
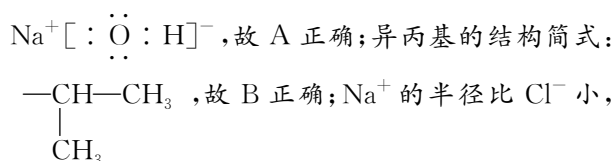


3. B

4. (1) ① 极性 非极性 极性 ② H_2O_2 为极性分子, 而 CS_2 为非极性溶剂, 根据“相似相溶”的规律, H_2O_2 难溶于 CS_2
 (2) < HIO_4 分子中非羟基氧较多
 (3) 2

[真题感悟·明确考向]

1. C $[\text{NaOH}]$ 由 Na^+ 和 OH^- 组成, 电子式为



在 Cl^- 周围时, 呈正电性的 H 朝向 Cl^- , 水分子在 Na^+ 周围时, 呈负电性的 O 朝向 Na^+ , NaCl 溶液中

第 28 讲 晶体结构与性质(基础课)

知识点一

[必备知识梳理]

1. (1)有 无 有 无 固定 不固定 各向异性
熔点 X 射线衍射 2. (1)基本单元 (2)任何间隙
(4) $\frac{1}{n}$ 8 $\frac{1}{8}$ 4 $\frac{1}{4}$ 2 $\frac{1}{2}$ 3. (1)4 sp^3 六
12 2 $\frac{1}{4}$ 8 4 2 十二 Si $4N_A$ sp^3
(2)12 4 4 2 (3)6 6 6 4 4 8 8 8 4
8 4 8 (4)范德华力 2 sp^2 共价 高

基础自测

- (1)√ (2)√ (3)× (4)√ (5)√

[关键能力训练]

1. D [Y 位于顶点, 1 个晶胞中 Y 的个数为 $8 \times \frac{1}{8} = 1$, 则 1 mol 该化合物中有 1 mol Y, 故 A 正确; Cu 位于体内, 其个数为 3, 则 1 mol 该化合物中有 3 mol Cu, 故 B 正确; Ba 位于棱上, 其个数为 $8 \times \frac{1}{4} = 2$, 则 1 mol 该化合物中有 2 mol Ba, 故 C 正确; O 原子在晶胞内部与面上, 晶胞中 O 原子数目为 $2 + 10 \times \frac{1}{2} = 7$, Y、Ba、Cu、O 的原子个数比为 1 : 2 : 3 : 7, 故该晶体化学式为 $YBa_2Cu_3O_7$, 故 D 错误。]

2. 解析: 能量越低越稳定, 故更稳定的 Cu 替代型产物为 Cu 替代 a 位置 Fe 型, 故晶胞中 Cu 为 1 个, Fe 为 3 个, N 为 1 个, 故化学式为 Fe_3CuN 。

答案: Fe_3CuN

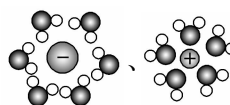
3. D [C—C 键长比 Si—Si 键长短, 键能大, 故金刚石的熔、沸点大于 Si, A 正确; 利用均摊法, 可得金刚石晶胞中有 8 个 C, 所以晶体硅晶胞中含有 8 个 Si, B 正确; 根据等电子原理, BN 与 C_2 互为等电子体, 故 BN 可能形成与金刚石相似的结构, C 正确; 1 号、2 号位置原子相同, 但 1 号与 3 号不同, 故将晶胞顶点平移至 3 号时 SiC 晶胞中 Si 位置不同, D 错误。]

4. (1) $(\frac{1}{4}, \frac{3}{4}, \frac{3}{4})$ $(\frac{3}{4}, \frac{1}{4}, \frac{3}{4})$ $(\frac{3}{4}, \frac{3}{4}, \frac{1}{4})$ $\frac{\sqrt{3}}{4}a$
(2)六 $109^\circ 28'$

知识点二

[必备知识梳理]

1. 分子或原子 原子 金属阳离子和自由电子 阴、阳离子 原子 分子间作用力、氢键 共价键 金属键 离子键 很大 很高 良 不导 导

的水合离子应为 , 故 C 错误;

Cl_2 分子中的共价键是由 2 个氯原子各提供 1 个未成对电子的 3p 原子轨道重叠形成的 p-p σ 键, 故 D 正确。]

2. D [N_2 的键能大于 O_2 , 因此, 相同条件下 N_2 比 O_2 稳定, A 正确; N_2O 与 NO_2^+ 均为 CO_2 的等电子体, 故其均为直线形分子, 两者空间构型相同, B 正确; N_2O 的中心原子是 N, 其在催化剂作用下可分解为 O_2 和 N_2 , 说明 N_2O 中 N—O 键比 N—N 键更易断裂, C 正确; N_2O 中 σ 键和大 π 键的数目均为 2, 因此 σ 键和大 π 键的数目相等, D 不正确。]

3. A [A. 由所给分子结构图, P 和 Q 分子属于对称结构, 正负电荷中心重合, 都是非极性分子, A 错误; B. 一般来说, 同周期主族元素, 从左到右第一电离能呈增大趋势, 氮原子的 2p 轨道为较稳定的半充满结构, 第一电离能大于同周期相邻元素, 则第一电离能由小到大的顺序为 $B < C < N$, B 正确; C. 由所给分子结构可知, P 分子式为 $C_{24}H_{12}$, Q 分子式为 $B_{12}N_{12}H_{12}$, P、Q 分子中都含 156 个电子, 故 1 mol P 和 1 mol Q 所含电子数目相等, C 正确; D. 由所给分子结构可知, P 和 Q 分子中 C、B 和 N 均与其他三个原子成键, P 和 Q 分子呈平面结构, 故 P 和 Q 分子中 C、B 和 N 均为 sp^2 杂化, D 正确。]

4. 解析: (I) (1) BF_4^- 中 B 形成 4 个 σ 键 (其中有 1 个配位键), 为 sp^3 杂化, 空间构型为正四面体形; 咪唑环存在 Π_5^6 大 π 键, N 原子形成 3 个 σ 键, 杂化方式为 sp^2 。

(2) 由 HMF 和 FDCA 的结构可知, HMF 和 FDCA 均能形成分子间氢键, 但 FDCA 形成的分子间氢键更多, 使得 FDCA 的熔点远高于 HMF。

(II) (1) $SnCl_2$ 中 Sn 的价层电子对数为 $2 + \frac{1}{2} \times (4 - 2 \times 1) = 3$, 故 $SnCl_2$ 分子的 VSEPR 模型名称是平面三角形。

(2) $SnCl_4$ 中 Sn 的价层电子对数为 $4 + \frac{1}{2} \times (4 - 4 \times 1) = 4$, 有 4 个 σ 键、无孤电子对, 故 Sn 采取 sp^3 杂化, 则 $SnCl_4$ 的 Sn—Cl 键是由锡原子的 sp^3 杂化轨道与氯原子的 3p 轨道重叠形成 σ 键。

答案: (I) (1) 正四面体形 sp^2 (2) FDCA 形成的分子间氢键更多

(II) (1) 平面三角形 (2) sp^3 杂化

基础自测

(1)× (2)√ (3)× (4)× (5)√

[关键能力训练]

1. C

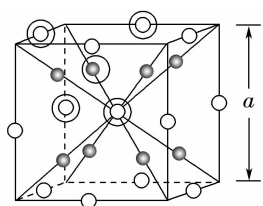
2. (1)H₂O 分子间形成氢键 (2)> 两者均为离子化合物,且阴、阳离子的电荷数均为 1,但后者的离子半径较大,离子键较弱,因此其熔点较低 (3)> CO 为极性分子而 N₂ 为非极性分子,CO 分子间作用力较大 (4)增大 三种物质均为分子晶体,结构与组成相似,相对分子质量越大,范德华力越大,熔、沸点越高 (5)金刚石为共价晶体而 C₆₀ 为分子晶体

[真题感悟·明确考向]

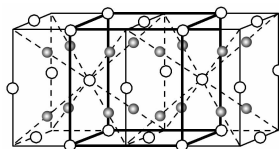
1. B [金刚石(C)、单晶硅(Si)、金刚砂(SiC)、立方氮化硼(BN),都为共价晶体,结构相似,则原子半径越大,键长越长,键能越小,熔点越低,在这几种晶体中,键长:Si—Si>Si—C>B—N>C—C,所以熔点最低的为单晶硅,故选 B。]

2. B [由均摊法得,结构 1 中含有 Co 的数目为 $4 + 4 \times \frac{1}{8} = 4.5$,含有 S 的数目为 $1 + 12 \times \frac{1}{4} = 4$,Co 与 S 的原子个数比为 9:8,因此结构 1 的化学式为 Co₉S₈,故 A 正确;由题图可知,晶胞 2 中 S 与 S 的最短距离为面对角线的 $\frac{1}{2}$,晶胞边长为 a ,即 S 与 S

的最短距离为 $\frac{\sqrt{2}}{2}a$,故 B 错误;如图



近的 S 共 4 个,故 C 正确;如图



时,图中以 S 为晶胞的 8 个顶角截取的部分就是晶胞 3,晶胞 2 和晶胞 3 表示同一晶体,故 D 正确。]

3. D [LiH 中 H 为 -1 价,由图中 CN₂²⁻ 可知,N 为 -3 价,C 为 +4 价,根据反应 $2\text{LiH} + \text{C} + \text{N}_2 \xrightarrow{\text{高温}} \text{Li}_2\text{CN}_2 + \text{H}_2$ 可知,H 由 -1 价升高到 0 价,C 由

0 价升高到 +4 价,N 由 0 价降低到 -3 价,由此可知还原剂是 LiH 和 C,故 A 正确;Li⁺ 位于晶胞的面上,根据均摊法可知,含有的 Li⁺ 个数为 $8 \times \frac{1}{2} = 4$,故 B 正确;观察位于体心的 CN₂²⁻ 可知,与它最近且距离相等的 Li⁺ 有 8 个,故 C 正确;CN₂²⁻ 的中心原子 C 的价层电子对数为 $2 + \frac{1}{2} \times (4 + 2 - 3 \times 2) = 2$,且 CN₂²⁻ 与 CO₂ 互为等电子体,可知 CN₂²⁻ 为直线形分子,故 D 错误。]

4. 解析:由均摊法得,晶胞中 Mn 的数目为 $1 + 8 \times \frac{1}{8} = 2$,O 的数目为 $2 + 4 \times \frac{1}{2} = 4$,即该氧化物的化学式为 MnO₂;MnO_x 晶体有 O 脱出时,出现 O 空位,即 x 减小,Mn 的化合价为 +2 x 价,即 Mn 的化合价降低;CaO 中 Ca 的化合价为 +2 价、V₂O₅ 中 V 的化合价为 +5 价、Fe₂O₃ 中 Fe 的化合价为 +3 价、CuO 中 Cu 的化合价为 +2 价,其中 CaO 中 Ca 的化合价下降只能为 0,其余可下降得到比 0 大的价态,说明 CaO 不能通过这种方式获得半导体性质。

答案:MnO₂ 降低 A

第 29 讲 晶胞结构及有关计算(能力课)

考点一

[核心知能突破]

典例导航 $6 \frac{\sqrt{2}}{2}a \frac{4 \times 143.5}{N_A a^3 \times 10^{-30}}$

[关键能力训练]

解析:(2)根据题意:A 点的 Mg²⁺ 与 B 点 H⁻ 相切,可求 $AB = 450 \times 0.305 \text{ pm} \times \sqrt{2}$,故 H⁻ 半径为 $(450 \times 0.305 \times \sqrt{2} - 72) \text{ pm}$ 。

(3)晶胞中含 Mg²⁺ 个数: $1 + 8 \times \frac{1}{8} = 2$,H⁻ 个数:4,

晶体中氢的密度为 $\frac{4}{450 \times 450 \times 301 \times 10^{-30} N_A} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$,

故晶体中氢的密度是标准状况下氢气密度的倍数为 $\frac{4}{450 \times 450 \times 301 \times 10^{-30} \times 8.9 \times 10^{-5} N_A}$ 。

答案:(1)6

(2) $\sqrt{2} \times 450 \times 0.305 - 72$

(3) $\frac{4}{450 \times 450 \times 301 \times 10^{-30} \times 8.9 \times 10^{-5} N_A}$

考点二

[核心知能突破]

典例导航 $\frac{\pi d N_A (a^3 + 2b^3) \times 10^{-30}}{60} \times 100\%$

[关键能力训练]

1. 解析: (2) 设晶胞的体积为 $V \text{ cm}^3$, 由晶胞的质量公式可得: $\frac{288}{N_A} = V\rho$, 解得 $V = \frac{288}{N_A\rho}$, 晶胞中铜原子和

氧原子的体积之和为 $\frac{4}{3}\pi r_1^3 \times 10^{-30} \times 4 + \frac{4}{3}\pi r_2^3 \times 10^{-30} \times 2$, 则晶体的空间利用率为

$$\frac{(4 \times \frac{4}{3}\pi r_1^3 + 2 \times \frac{4}{3}\pi r_2^3) \rho N_A}{288 \times 10^{30}} \times 100\%.$$

答案: (1) $(\frac{3}{4}, \frac{3}{4}, \frac{1}{4})$ Cu

$$(2) \frac{(4 \times \frac{4}{3}\pi r_1^3 + 2 \times \frac{4}{3}\pi r_2^3) \rho N_A}{288 \times 10^{30}} \times 100\%$$

2. 解析: 根据晶胞结构 $2r_c = \frac{\sqrt{3}}{4}a$, 故 $r_c = \frac{\sqrt{3}}{8}a$, 利用率

$$\text{为} \frac{8 \times \frac{4}{3}\pi r_c^3}{a^3} \times 100\% = \frac{8 \times \frac{4}{3} \times \pi (\frac{\sqrt{3}}{8}a)^3}{a^3} \times 100\% =$$

$$\frac{\sqrt{3}}{16}\pi \times 100\%.$$

答案: $\frac{\sqrt{3}}{16}\pi \times 100\%$

3. 解析: 图中大球的个数为 $8 \times \frac{1}{8} + 1 = 2$, 小球的个

数为 $8 \times \frac{1}{4} + 2 = 4$, 根据 XeF_2 的原子个数比知大球

是 Xe 原子, 小球是 F 原子, 该晶胞中有 2 个 XeF_2 分子; 由 A 点坐标知该原子位于晶胞的中心, 且每个

坐标系的单位长度都记为 1, B 点在棱的 $\frac{r}{c}$ 处, 其

坐标为 $(0, 0, \frac{r}{c})$; 图中 y 是底面对角

线的一半, $y = \frac{\sqrt{2}}{2}a \text{ pm}$, $x = (\frac{c}{2} - r) \text{ pm}$, 所以 $d =$

$$\sqrt{x^2 + y^2} = \sqrt{\frac{1}{2}a^2 + (\frac{c}{2} - r)^2} \text{ pm}.$$

答案: 2 $(0, 0, \frac{r}{c})$ $\sqrt{\frac{1}{2}a^2 + (\frac{c}{2} - r)^2}$

考点三

[关键能力训练]

1. 解析: N 的坐标为 $(\frac{1}{4}, \frac{3}{4}, \frac{3}{4})$; 根据图 1, 可知代表

Te 原子的位置是 7, 8,

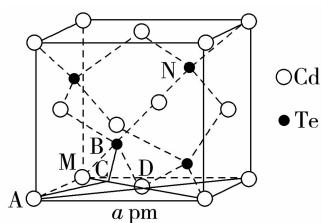
11; 如图所示, A 为 6

球位置, AB 的长度为

6 和 11 球的距离, C 为

B(11 球)在底面的投

影, 落在面对角线的 $\frac{1}{4}$



的位置, BC 的长度为边长的 $\frac{1}{4}$, 为 $\frac{1}{4}a$; CD 的距离

为面对角线的 $\frac{1}{4}$, 长度为 $\frac{\sqrt{2}}{4}a$; AD 长度为面对角线

一半, 为 $\frac{\sqrt{2}}{2}a$, AC 长度为 $\sqrt{(\frac{\sqrt{2}}{2}a)^2 + (\frac{\sqrt{2}}{4}a)^2} =$

$\sqrt{\frac{10}{16}a^2}$, AB 的长度为 $\sqrt{(\sqrt{\frac{10}{16}a^2})^2 + (\frac{1}{4}a)^2} =$

$\sqrt{\frac{11}{16}a^2} = \frac{\sqrt{11}}{4}a$.

答案: $(\frac{1}{4}, \frac{3}{4}, \frac{3}{4})$ 7, 8, 11 $\frac{\sqrt{11}}{4}a$

2. C [A. Pb^{2+} 在晶胞顶点, 个数为 $8 \times \frac{1}{8} = 1$, 6 个

O^{2-} 位于面心, 个数为 $6 \times \frac{1}{2} = 3$, Ti^{4+} 位于体心, 仅

有 1 个, 故物质的化学式为 PbTiO_3 , A 正确; B. 如

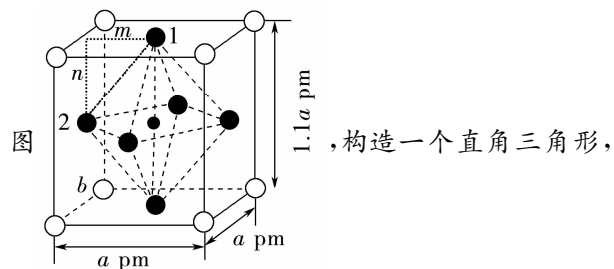
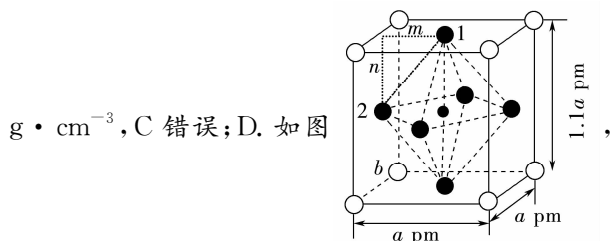


图 $m = 0.5a \text{ pm}$, $n = 0.55a \text{ pm}$, 则 1 位和 2 位 O^{2-} 的

核间距为 $\sqrt{m^2 + n^2} = \sqrt{(0.5a)^2 + (0.55a)^2} \text{ pm} =$

$\frac{\sqrt{2.21}}{2}a \text{ pm}$, B 正确; C. 根据密度公式 $\rho = \frac{N \cdot M}{V \cdot N_A}$

$$= \frac{303}{a \times a \times 1.1a \times 10^{-30} \times N_A} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} = \frac{303 \times 10^{30}}{1.1a^3 \times N_A}$$



设 b 点为坐标原点, 则 2 位 O^{2-} 的分数坐标为 $(\frac{1}{2}, 0, \frac{1}{2})$, D 正确。]

[真题感悟·明确考向]

1. **D** [根据题给晶胞结构,由均摊法可知,每个晶胞中含有 $1+12\times\frac{1}{4}=4$ 个 Bi,含有 $8+8\times\frac{1}{8}+6\times\frac{1}{2}=12$ 个 F,故该铋氟化物的化学式为 BiF_3 ,A 正确;将晶胞均分为 8 个小立方体,则晶胞体内的 8 个 F 位于 8 个小立方体的体心,以 M 为原点建立坐标系,设 N 的原子分数坐标为 $(0,0,1)$,与 Q、M 均在同一条棱上的 F 的原子分数坐标为 $(1,0,0)$,则 T 的原子分数坐标为 $(1,\frac{1}{2},\frac{1}{2})$,S 的原子分数坐标为 $(\frac{1}{4},\frac{1}{4},\frac{3}{4})$,故粒子 S、T 之间的距离为 $\sqrt{(1-\frac{1}{4})^2+(\frac{1}{2}-\frac{1}{4})^2+(\frac{1}{2}-\frac{3}{4})^2}\times a\text{ pm}=\frac{\sqrt{11}}{4}a\text{ pm}$,B 正确;由 A 项分析可知,每个晶胞中有 4 个 BiF_3 单元,晶胞体积为 $a^3\times 10^{-30}\text{ cm}^3$,则晶体密度为 $\frac{4\times 266}{N_A\times a^3\times 10^{-30}}\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}=\frac{1\ 064}{N_A\times a^3\times 10^{-30}}\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$,C 正确;以晶胞体心处铋离子为分析对象,距离其最近且等距的氟离子位于晶胞体内,有 8 个,D 错误。]
2. **C** [由题图 1 给的晶胞结构图可知,题图 1 晶体的化学式为 Li_3ClO ,1 mol Li_3ClO 晶体的质量为 72.5 g,1 个晶胞的质量为 $\frac{72.5}{N_A}\text{ g}$,晶胞体积为 $a^3\times 10^{-30}\text{ cm}^3$,故晶体密度为 $\frac{72.5}{N_A\times a^3\times 10^{-30}}\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$,A 说法正确;根据题图 1 可知,O 原子的配位数为 6,B 说法正确;由于白色小球表示 Mg 或空位,故题图 2 中晶体的化学式中 Mg 的个数小于 2,C 说法错误; Mg^{2+} 取代产生的空位可以增大粒子间空隙,有利于 Li^+ 传导,D 说法正确。]
3. **解析**: (1)合金的晶体结构可描述为两种结构单元各 4 个交替排列,Co 位于顶点、面心、体心和棱心,Ga、Ni 位于晶胞内部,故晶胞中 Ga、Ni 个数为 4,Co 个数为 8,粒子个数最简比 $\text{Co}:\text{Ga}:\text{Ni}=2:1:1$,晶胞棱长为两个最近的 Ga 之间(或最近的 Ni 之间)的距离,为 $2a\text{ nm}$,故晶胞的体积为 $8a^3\text{ nm}^3$ 。(2)②根据均摊法,白锡晶胞中含 Sn 原子数为 $8\times\frac{1}{8}+1=2$,灰锡晶胞中含 Sn 原子数为 $8\times\frac{1}{8}+6\times\frac{1}{2}+4=8$,所以白锡与灰锡的密度之比为 $\frac{2M}{N_A V_1}:\frac{8M}{N_A V_2}=\frac{V_2}{4V_1}$ 。

(3)图丙中,Ca 位于正方形顶点,N 位于正方形中心,故 Ca 与 N 的距离为 $\frac{\sqrt{2}}{2}a\text{ pm}$;由均摊法可知,晶胞中 Ca 的个数为 $8\times\frac{1}{8}+2=3$,N 的个数为 $8\times\frac{1}{4}+2\times\frac{1}{2}=3$,B 的个数为 $4\times\frac{1}{4}=1$,则化合物的化学式是 $\text{Ca}_3\text{N}_3\text{B}$;其摩尔质量为 $M\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$,阿伏加德罗常数的值是 N_A ,晶胞体积为 $a^2c\times 10^{-30}\text{ cm}^3$,则晶体的密度为 $\frac{M}{N_A a^2 c}\times 10^{30}\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ 。

答案: (1)2:1:1 $8a^3$

(2)①4 ② $\frac{V_2}{4V_1}$

(3) $\frac{\sqrt{2}}{2}a$ $\text{Ca}_3\text{N}_3\text{B}$ $\frac{M}{N_A a^2 c}\times 10^{30}$

综合训练(三) 物质结构与性质

1. **B**
2. **C** [Zn 的价层电子排布式为 $3d^{10}4s^2$,C 错误。]
3. **C** [令 Z 的原子序数为 x ,则 Y 为 $x-1$,W 为 $x+1+8$,故 $x-1+x+1+8=3x$, $x=8$,根据位置可知 X 为 Si,Y 为 N,Z 为 O,W 为 Cl。]
4. **A** [二者均为共价晶体,键长 $\text{Ga}-\text{N}>\text{Al}-\text{N}$,熔点 $\text{GaN}<\text{AlN}$,A 错误。]
5. **C** [F 位于元素周期表第二周期第 VIIA 族,位于元素周期表 p 区,A 正确;该晶胞中含有 Xe 原子个数为 $8\times\frac{1}{8}+1=2$,F 原子个数为 $8\times\frac{1}{4}+2=4$,则该晶胞的化学式为 XeF_2 ,B 正确;根据晶胞结构图可知,晶胞中 F 不是位于 Xe 构成的八面体中心,C 错误;该晶胞中,每个 Xe 原子周围距离最近且相等的 F 原子共有 2 个(上、下各 1 个),D 正确。]
6. **解析**: (1)由题给 KH_2PO_4 晶体的四方晶胞图可知,每个晶胞中, K^+ 个数为 $6\times\frac{1}{2}+4\times\frac{1}{4}=4$ (个), H_2PO_4^- 个数为 $8\times\frac{1}{8}+4\times\frac{1}{2}+1=4$ (个),则 1 个 KH_2PO_4 晶体的四方晶胞中有 4 个 KH_2PO_4 ,晶体密度等于晶胞质量除以晶胞体积,其中晶胞体积为 $a^2c\times 10^{-30}\text{ cm}^3$,晶胞的质量为 $\frac{4\times 136}{N_A}\text{ g}$,所以晶体的密度为 $\frac{4\times 136}{a^2cN_A\times 10^{-30}}\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ 。(2)由题图(a)可知,晶胞在 x 轴方向的投影图为 B 图。
- 答案**: (1) $\frac{4\times 136}{a^2cN_A\times 10^{-30}}$ (2)B