

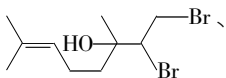


## 第二部分

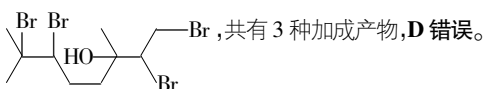
## 核心突破

## 突破① 有机物的结构、性质与转化

1. **D** 【解析】由结构可知,分子中含 10 个 C 原子、1 个 O 原子和 18 个 H 原子,分子式为  $C_{10}H_{18}O$ ,**A 正确**;碳碳双键同一侧相连的原子或基团相同,则不存在顺反异构,**B 正确**;该分子中含碳碳双键,可发生加聚、氧化反应,含羟基,可发生取代反应,且与羟基相连碳原子的邻位碳原子上有 H 原子,可发生消去反应,**C 正确**;单个碳碳双键与  $Br_2$  发生加成反应时产物有 2 种

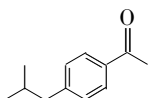


两个碳碳双键与  $Br_2$  完全加成时产物为

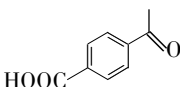
2. **B**

## 思路导引

化合物 X 与  $(CH_3CO)_2O$  发生取代反应生成化合物

Y(  ), 化合物 Y 与  $H_2$  发生加成反应生成化合物 Z, 化合物 Z 在催化剂存在的条件下与 CO 反应生成布洛芬。

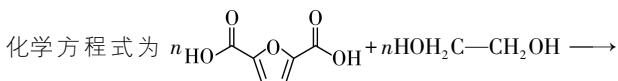
【解析】根据化合物 Y 的结构简式可知其分子式为  $C_{12}H_{16}O$ , **A 错误**;反应 II 中羰基断  $\pi$  键,氢气断  $\sigma$  键,**B 正确**;与苯环直接相连的碳原子上有氢时,该侧链可被酸性  $KMnO_4$  溶液

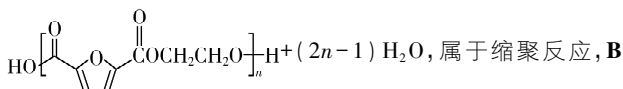
氧化为羧基,氧化产物为 , **C 错误**;布洛芬

中碳原子数量多,疏水基比苯甲酸的大,水溶性小于苯甲酸,**D 错误**。

3. **D** 【解析】根据物质结构简式可知:P 的分子式是  $C_7H_8$ ,与甲苯的分子式相同,因此 P 存在芳香烃类同分异构体,**A 错误**;Q 分子中含有 3 种不同化学环境的 H 原子,2 个 Cl 原子在同一个 C 原子上只有 1 种结构,在 2 个不同 C 原子上的有 7 种不同结构,因此 Q 的二氯代物共有 8 种,**B 错误**;P 分子中含有不饱和的碳碳双键,可以被酸性  $KMnO_4$  溶液氧化,故能使酸性高锰酸钾溶液褪色,Q 与酸性高锰酸钾溶液不反应,不能使其褪色,**C 错误**;P、Q 分子式相同,因此等质量的 P、Q 完全燃烧耗氧量相同,**D 正确**。

4. **A** 【解析】FDCA 中碳原子均为  $sp^2$  杂化,所有碳原子均在同一平面内,**A 正确**;FDCA 与乙二醇反应生成 PEF 和水,反应的

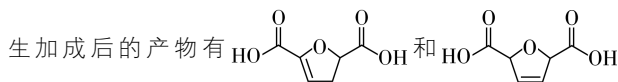




错误; HMF 中含有羟基, 可以发生取代反应, 与羟基相连的  $\alpha$

**关键点**

碳的相邻碳上没有氢原子, 不能发生消去反应, HMF 中含有碳碳双键, 能发生加成反应, **C 错误**; FDCA 含有两个碳碳双键, 具有共轭二烯烃的性质, 等物质的量的 FDCA 与氢气发

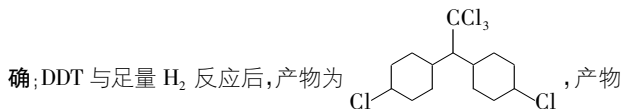


2 种, **D 错误**。

### 易错警示

注意区分加聚反应与缩聚反应, 同时题中等物质的量的 FDCA 与  $\text{H}_2$  发生加成反应, 每个产物分子中仍有 1 个碳碳双键。

- 5. B** 【解析】六六六中碳原子均为  $\text{sp}^3$  杂化, 所有的原子不可能共平面, **A 错误**; DDT 中与苯环相连的碳原子上有氢原子, DDE 中含有碳碳双键, 所以二者都能使酸性高锰酸钾溶液褪色, **B 正**

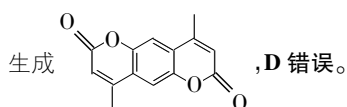
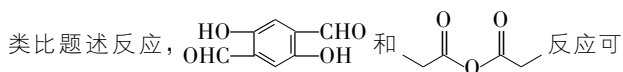


分子中不含手性碳原子, **C 错误**; 碳卤键可以与  $\text{NaOH}$  水溶液发生水解反应, 水解之后若生成酚羟基还可以继续与  $\text{NaOH}$  反应, 所以控制条件使所有  $\text{Cl}$  原子被取代, 1 mol 的六六六与 DDT 分别与足量  $\text{NaOH}$  溶液反应, 前者消耗  $\text{NaOH}$  的物质的量为 6 mol, 后者消耗  $\text{NaOH}$  的物质的量为 7 mol, 前者消耗的  $\text{NaOH}$  少, **D 错误**。

### 快解

能使酸性高锰酸钾溶液褪色的物质中可能含有碳碳双键、碳碳三键、羟基、醛基等结构或为苯的同系物(与苯环相连的碳上有氢原子)。

- 6. B** 【解析】邻羟基苯甲醛与溴水发生取代反应可生成 X, 不需要催化剂, **A 错误**; X 分子中羟基的氢原子和醛基的氧原子可形成分子内氢键, 羟基和羟基可形成分子间氢键, **B 正确**; Y 中的碳溴键水解生成的酚羟基可以与  $\text{NaOH}$  反应, 酯基水解生成的酚羟基和羧基都可以与  $\text{NaOH}$  反应, 故 1 mol Y 最多可消耗 4 mol  $\text{NaOH}$ , **C 错误**;



- 7. D** 【解析】葡萄糖由链状转化为环状结构是醛基和 5 号碳原子上羟基作用的结果, **A 错误**; 根据各种葡萄糖结构中链状结构的熵最大, 葡萄糖由链状转化为环状结构的过程熵

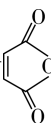


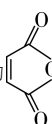
减, **B 错误**; 葡萄糖链状结构、有机物 A 均有 4 个手性碳原子, 环状结构有 5 个手性碳原子, **C 错误**; 葡萄糖和氢气在催化剂作用下反应生成 A [CH<sub>2</sub>OH(CHOH)<sub>4</sub>CH<sub>2</sub>OH], 则有机物 A → 有机物 B 的反应是分子内脱水, 其反应条件为浓硫酸、加热, **D 正确**。

## 8. C

## 思路导引

采用逆推法可知, M 是加聚产物, 结合题图转化流程可


知, CH<sub>2</sub>=CHOCH<sub>3</sub> 与  发生加聚反应生成 M, 因此, C

为 , B 为 CH<sub>2</sub>=CHOCH<sub>3</sub>, 乙炔与甲醇加成生成 CH<sub>2</sub>=CHOCH<sub>3</sub>。

**【解析】** 根据分析, 试剂 a 为 CH<sub>3</sub>OH, 名称是甲醇, 化合物 B 为 CH<sub>2</sub>=CH—O—CH<sub>3</sub>, 其可能共平面的原子最多 8 个, **A 正确**; 物质 B 的结构简式是 CH<sub>2</sub>=CHOCH<sub>3</sub>, 核磁共振氢谱有三组峰, 峰面积比为 3 : 2 : 1, **B 正确**; 丁烯二酸存在

 顺反异构, 但反丁烯二酸不容

易失水形成酸酐, 主要是因为其两个羧基在空间上处于异侧的位置, 这种空间位置关系导致其不易脱水成酐, 相比之下, 顺丁烯二酸的两个羧基在空间上处于同侧的位置, 因此很容易发生分子内脱水形成酸酐, 应该用顺丁烯二酸为原料,

**C 错误**; 聚合物 M 是由 CH<sub>2</sub>=CH—O—CH<sub>3</sub> 和  发生加成聚合反应生成的, **D 正确**。

## 突破② 元素推断 元素周期律 (表) 的综合应用

## 1. D

## 思路导引

W、X、Y、Z 是原子序数依次增大的四种短周期主族元素, X 基态原子的 s 和 p 轨道电子数相等, 则 X 为 O 或 Mg; W 与 X 同周期且第一电离能: W > X, 则 X 为 O, W 为 N; Y 基态原子的电离能为  $I_1 = 7.7 \text{ eV}$ ,  $I_2 = 15.1 \text{ eV}$ ,  $I_3 = 80.6 \text{ eV}$ ,  $I_4 = 109.8 \text{ eV}$ , 则 Y 的最外层有两个电子, 故 Y 为 Mg; Z 基态原子半径在同周期元素原子中最小, 则 Z 为 Cl, 综上所述, W 为 N, X 为 O, Y 为 Mg, Z 为 Cl, 据此分析作答。

**【解析】** 金属元素的电负性小于非金属元素, 四种元素中 Mg 的电负性最小, **A 错误**; 水分子间形成氢键的数目多于氨分

**关键点**

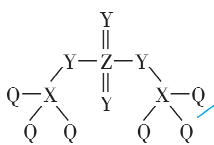
子, 分子间作用力强于氨分子, 沸点高于氨分子, 非金属性越



强,最简单氢化物越稳定,非金属性: $O>N$ ,则最简单氢化物的稳定性: $H_2O>NH_3$ ,最简单氢化物的稳定性、沸点均是 $X>W$ ,**B 错误**;离子的电子层数越大,离子半径越大,电子层结构相同的离子,核电荷数越大,离子半径越小,则离子半径的大小顺序为 $Cl^->N^{3-}>O^{2-}>Mg^{2+}$ ,**C 错误**;  $Mg_3N_2$  和  $MgO$  均为离子化合物,**D 正确**。

## 2. A

### 思路导引



四种短周期主族元素Q、X、Y、Z的原子序数依次增大,在该化合物中,Y形成2个键,Z形成6个键,Y、Z同族,则Y为O,Z为S,X形成4个键,基态X原子核外有2个未成对电子,则X为C,Q形成1个键,则Q为H。

**【解析】**由分析知,Q、X、Y、Z分别为H、C、O、S。电负性: $H<C<O$ ,**A 项正确**;N、F的第一电离能均比O的大,**B 项错误**;亚硫酸为弱酸,**C 项错误**;元素非金属性越强,简单氢化物越稳定,则简单氢化物稳定性: $O>S>C$ ,**D 项错误**。

## 3. A

### 思路导引

由题干信息可知,基态Z原子的电子填充了3个能级,其中有2个未成对电子,且Z形成2个单键,故Z为O,根据多孔储氢材料前驱体结构图可知X形成了4个单键,再结合信息M、W、X、Y、Z五种元素原子序数依次增大可知,X为C,故Y为N,M只形成一个单键,M为H,W形成4个单键,且阴离子带1个单位负电荷,则W为B,据此分析解题。

**【解析】**Y的简单氢化物为 $NH_3$ ,可以与盐酸反应生成氯化铵,**A 正确**;Z为O, $O_2$ 为非极性分子, $O_3$ 为极性分子,**B 错误**;由分析可知,M、X、Z分别为H、C、O,这三种元素能形成多种三元化合物,如 $CH_3CHO$ 、 $CH_3COOH$ 等,**C 错误**;由于阳离子中的Y原子是N原子,形成了类似于铵根离子的阳离子,故存在配位键,阴离子中的W为B,最外层上只有3个电子,能形成3个共价键,现在形成了4个共价键,故还有一个配位键,**D 错误**。

## 4. C

### 思路导引

X、Y、Z、W、T为原子序数依次增大的前四周期元素,Z的单质常充入食品包装袋用于防腐,则Z为N;常温下T单质为紫红色固体,T为Cu;Y形成四个共价键,且与N同周期,Y为C;W和X均形成一个共价键,则X为H,W为Cl,据此分析解题。

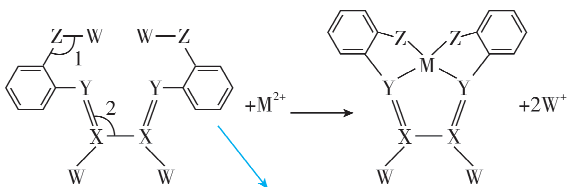
**【解析】**X、Z能形成含非极性键的共价化合物,例如肼: $H_2N-NH_2$ ,**A 错误**;T单质在加热条件下能与浓硫酸反应制取 $SO_2$ ,**B 错误**;一般电子层数越多,半径越大,电子层数相同的主族元素,原子序数越大,半径越小,原子半径: $Cu>Cl>C>N>H$ ,**C 正确**;元素非金属性越强,最高价氧化物对应水化物的酸性越强,非金属性: $C<Cl$ ,则最高价氧化物对应水化物的



酸性:  $\text{H}_2\text{CO}_3 < \text{HClO}_4$ , **D 错误**。

## 5. C

### 题图解读



$\text{M}^{2+}$  为带有两单位正电荷的阳离子,  $\text{W}^+$  为带有一单位正电荷的阳离子, 化合物 GBHA 中 W、X、Y、Z 形成共价键的数目分别为 1、4、3、2, M、W、X、Y、Z 为电负性依次增大的分属三个不同周期的前 20 号元素, 则 M 为 Ca 元素或 Mg 元素, W 为 H 元素, X 为 C 元素, Y 为 N 元素, Z 为 O 元素。

**【解析】**由图可知, 化合物 GBHA 分子中羟基中氧原子的杂

#### 关键点

化方式为  $\text{sp}^3$ , 而碳氮双键中碳原子的杂化方式为  $\text{sp}^2$ , 所以键角  $\angle 1$  小于  $\angle 2$ , **A 错误**; 碳元素的氢化物可以是气态烃、液态烃、固态烃, 沸点不一定低于水, **B 错误**; 工业上可用电解熔融氯化镁(氯化钙)的方法制备金属镁(钙), **C 正确**; 同周期元素, 从左到右第一电离能呈增大趋势, 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, 则同周期中只有氟元素和氩元素的第一电离能大于氮元素, **D 错误**。

## 6. D

### 思路导引

元素 X、Y、Z、W 均属前四周期元素, 基态 X 原子的 2p 轨道未成对电子数和成对电子数相等, 则该元素为 O 元素, Y 是地壳中含量最多的金属元素, 则 Y 为 Al 元素, Z 的单质常温下是黄绿色气体, 即  $\text{Cl}_2$ , 则 Z 为 Cl 元素, 基态  $\text{W}^{3+}$  的 3d 轨道为半充满状态, 其电子排布式为  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5$ , 因此 W 为 Fe 元素, 由此可知 X、Y、Z、W 分别为 O、Al、Cl、Fe 元素。

**【解析】**X、Y、Z 的简单离子分别是  $\text{O}^{2-}$ 、 $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{Cl}^-$ , 电子层数越多, 半径越大, 电子层结构相同的离子, 核电荷数越大, 半径越小, 故离子半径:  $\text{Cl}^- > \text{O}^{2-} > \text{Al}^{3+}$ , **A 错误**; X 的简单氢化物是  $\text{H}_2\text{O}$ , Z 的简单氢化物是  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  分子间有氢键,  $\text{HCl}$  分子间没有氢键, 故简单氢化物的沸点:  $\text{H}_2\text{O} > \text{HCl}$ , **B 错误**; Y 与 Z 形成的化合物为  $\text{AlCl}_3$ , 为共价化合物, 是电解质, 在水溶液中导电, 在熔融状态下不能导电, **C 错误**; 该结构中含有  $12 \times \frac{1}{4} + 1 = 4$  个  $\text{O}^{2-}$ , 根据化学式还应该含有 2 个  $\text{Fe}^{3+}$  和 1 个

#### 关键点

$\text{Fe}^{2+}$ , 图中  $\text{Fe}^{3+}$  有  $4 \times \frac{1}{8} + 3 \times \frac{1}{2} = 2$  个, 还差一个  $\text{Fe}^{2+}$ , 则 c 为  $\text{Fe}^{2+}$  所处位置, **D 正确**。

## 7. B

### 思路导引

气体  $\text{W}_2$  分子中  $\sigma$  键和  $\pi$  键数目之比为 1:2, 说明  $\text{W}_2$  分子中含有三键, 该气体为  $\text{N}_2$ , 则 W 为氮元素, X、Y、Z



的原子半径都比 N 原子的大,则三种元素均在第三周期, X 的主要化合价为+1,则 X 为钠元素, Y 的主要化合价为+3,则 Y 为铝元素, Z 的主要化合价为+4,则 Z 为硅元素。

【解析】 $\text{SiH}_4$  的中心 Si 原子价层电子对数为  $4 + \frac{4-1 \times 4}{2} = 4$ ,

VSEPR 模型为正四面体形,  $\text{NH}_3$  的中心 N 原子价层电子对

#### 易错点

数为  $3 + \frac{5-1 \times 3}{2} = 4$ , 有一个孤电子对, VSEPR 模型为四面体

形, **A 错误**; 同周期元素从左到右第一电离能呈增大的趋势,

同主族元素从上到下第一电离能逐渐减小, 则第一电离能:

$\text{N} > \text{Si} > \text{Al} > \text{Na}$ , **B 正确**;  $\text{NaN}_3$  中钠离子和  $\text{N}_3^-$  间存在离子

键,  $\text{N}_3^-$  中 N 和 N 之间存在共价键,  $\text{Na}_3\text{N}$  只含离子键, **C 错**

误; 中国“芯”的材料是高纯硅, 而二氧化硅用于制造光导纤维,

**D 错误**。

### 突破③ 分子结构与性质

1. **C** 【解析】由题干物质结构式可知,  $\text{N}(\text{NO}_2)_3$  的中心氮原子周围形成 3 个  $\sigma$  键, 有 1 个孤电子对, 即其周围的价电子对数为 4, 故采用  $\text{sp}^3$  杂化, **A 错误**;  $\text{P}_4$  分子中化学键均为非极性键, 分子中正、负电荷中心重合, 故属于非极性分子, **B 错误**;  $\text{As}_2\text{S}_3$  和  $\text{NH}_3$  均为共价化合物, 均是由分子通过分子间作用力形成的分子晶体, **C 正确**; 根据同一周期从左往右元素第一电离能呈增大趋势, 第 II A、V A 族反常, 第一电离能大于同周期相邻两元素, 同一主族元素从上往下第一电离能依次减小, 题述主族元素中第一电离能最大的是 N, **D 错误**。

2. **D** 【解析】 $\text{AlCl}_3$  为共价化合物, 为分子晶体, 无离子键, 熔点

#### 易错点

受分子间作用力影响, **A 错误**; 碳酸氢钠在水中的溶解度比碳酸

钠小的原因是碳酸氢钠结构中存在氢键, 与阴离子电荷数无关,

**B 错误**; 甲烷和氨气的中心原子的杂化方式均为  $\text{sp}^3$ , 其键角存在

差异的原因是氨气的中心原子 N 上有孤电子对, 根据价层电

子对互斥理论, 孤电子对与  $\sigma$  键的斥力大于  $\sigma$  键之间的斥力, 因

此氨气的键角略小于甲烷的, **C 错误**; 乙酸中羧基与甲基相连,

丙酸中羧基与乙基相连, 乙基的推电子能力强于甲基, 因此乙酸

中的 O—H 键极性更强, 更易电离出  $\text{H}^+$ , **D 正确**。

3. **A** 【解析】 $\text{Al}[(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_3]$  分子中含有 1 个配位键和 3 个  $\text{Al}-\text{Cl}$  键,  $\text{NH}_3$  分子中含有 3 个共价键, 则 1 mol  $\text{Al}[(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_3]$  中的  $\sigma$  键数目为  $7N_A$ , **A 错误**; 由  $\text{Al}_2\text{Cl}_6$  分子结构图可知, Al 和 3 个 Cl 原子形成 3 个  $\text{Al}-\text{Cl}$  键, 另有 1 个 Cl 提供 1 个

#### 关键点

孤电子对与 Al 形成配位键, Al 原子最外层电子数为  $6+2=8$ ,

Cl 原子最外层有 7 个电子, 与 Al 形成 1 个共用电子对, 也满

足 8 电子结构, 所以  $\text{Al}_2\text{Cl}_6$  分子中所有原子最外层均满足 8

电子结构, **B 正确**; 由  $\text{Al}_2\text{Cl}_6$  分子结构图可知, Al 原子的配位

数为 1,  $\text{Al}[(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_3]$  分子中 Al 的配位数也是 1, 即反应前

后 Al 原子配位数不变, **C 正确**;  $\text{Al}[(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_3]$  分子中含有

N—H 极性键, 且不存在离子键, 所以  $\text{Al}[(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_3]$  属于极

性分子, **D 正确**。



- 4. C** 【解析】 $\text{SO}_2$  中硫原子采取  $\text{sp}^2$  杂化, **A 错误**; 白磷为正四面体结构, P—P 键间的夹角是  $60^\circ$ , **B 错误**; 氨气和水分子中都含有氢键, 二者都是极性分子, 并且氨气能和水分子形成氢键, 因此氨气极易溶于水, **C 正确**; HF 分子间含有氢键, 所以其沸点较高, 氢键属于分子间作用力的一种, 与键长的长短无关, **D 错误**。
- 5. D** 【解析】邻二氮菲结构对称, 分子中含有 4 种不同化学环境的氢原子, 则核磁共振氢谱中有 4 组吸收峰, **A 错误**;  $\text{CH}_4$  中 C 显负价, H 显正价, 电负性:  $\text{H} < \text{C}$ , **B 错误**; 每个邻二氮菲分子与 1 个  $\text{Fe}^{2+}$  形成 2 个配位键, 螯合物离子中共有 3 个邻二氮菲分子, 含有 6 个配位键, **C 错误**; 为防止  $\text{Fe}^{2+}$  水解, 使用邻二氮菲检验时, 需要调节环境为酸性环境, **D 正确**。
- 6. B** 【解析】双键中有 1 个  $\pi$  键, 三键中有 2 个  $\pi$  键, 故 1 mol 氰基丙烯酸乙酯分子中含 4 mol  $\pi$  键, **A 错误**; 三键碳原子为  $\text{sp}$  杂化, 双键碳原子为  $\text{sp}^2$  杂化, 饱和碳原子为  $\text{sp}^3$  杂化, 故 1 个氰基丙烯酸乙酯分子中  $\text{sp}^3$ 、 $\text{sp}^2$  杂化的碳原子数分别为 2 个、3 个, 个数比为 2:3, **B 正确**;  $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$  中有一个过氧键, 其上的两个 O 为 -1 价, 其余 O 为 -2 价, 根据化合物中各元素正、负化合价代数和为 0, S 为 +6 价, **C 错误**;  $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$  结构中“S—O—O—S”中 O 为  $\text{sp}^3$  杂化, 有两个孤电子对, 故 4 个原子不处于同一条直线上, **D 错误**。
- 7. A** 【解析】基态 Zn 原子核外电子有 15 种空间运动状态, **A 错误**; 该配合物中含 H、C、N、O 四种非金属元素, 同周期元素从左到右, 元素的电负性逐渐变大, 同主族元素从上到下, 元素的电负性逐渐变小, 则氢元素的电负性最小, **B 正确**; 该物质中几种非金属元素第一电离能从大到小的顺序为  $\text{N} > \text{O} > \text{H} > \text{C}$ , **C 正确**; 该物质中 C 原子有  $\text{sp}^2$  和  $\text{sp}^3$  两种杂化方式, **D 正确**。
- 8. A** 【解析】氧化石墨烯中, 有一部分碳原子形成了 C—C、  
**关键点** C—O 键, 形成大  $\pi$  键的电子(自由电子)数减少, 所以比石墨烯导电性弱, **A 错误**; 原子半径:  $\text{C} > \text{O}$ , 则键长:  $\text{C—C} > \text{C—O}$ , 键长越大键能越小, 故 C—C 键的键能比 C—O 键的小, **B 正确**; 氧化石墨烯中含有羧基、羟基, 能与水分子形成分子间氢键, 故氧化石墨烯在水中的溶解度大于石墨烯, **C 正确**; 氧化石墨烯中含有碳碳双键, 能发生氧化反应和加成反应, 含有羟基、羧基, 能发生酯化反应, **D 正确**。
- 9. B** 【解析】氨硼烷中 N 和 B 原子的价电子对数都是 4, 都是  $\text{sp}^3$  杂化, **A 正确**; 由反应原理可知, 水解过程中 B 原子所连的 H 原子被—OH 取代, 用  $\text{D}_2\text{O}$  代替  $\text{H}_2\text{O}$  作反应物, 有 HD 生成, **B 错误**; 基态 B 原子的电子排布式为  $1s^2 2s^2 2p^1$ , B 原子可以形成 3 个共价键, 但  $\text{NH}_3\text{BH}_3$  中 B 原子的价层电子对数是 4, 因此存在配位键, **C 正确**; 由反应原理可知, 水解过程中 B 原子所连的 H 原子被—OH 取代, 最终得到  $\text{H}_2$  和  $\text{NH}_4[\text{B}(\text{OH})_4]$ , **D 正确**。
- 10. B** 【解析】根据洪特规则的特例可知, 基态 Cu 原子的价层电子排布式为  $3d^{10} 4s^1$ , **A 错误**; 12.4 g 的 X 的物质的量为

0.05 mol, 由 X 的结构图可知, 一个 X 中含有 4 个配位键, 故 12.4 g 的 X 中含配位键的数目为  $0.05 \times 4 N_A = 0.2 N_A$ , **B 正确**; 由 Y 的结构图可知, 形成配位键的 N 原子的价层电子对数为 4, 采取  $sp^3$  杂化, 硝酸根离子中 N 原子采取  $sp^2$  杂化, 故 Y 中氮原子有 2 种杂化方式, **C 错误**; 由结构图可知, X 的配位构型为平面四边形, Y 的配位构型为八面体形, 已知当配位构型由八面体形转变为平面四边形时, 颜色由紫色变为橙色, 故降温可使配合物的颜色由紫色转变为橙色, **D 错误**。

## 突破④ 微工艺流程

### 1. C

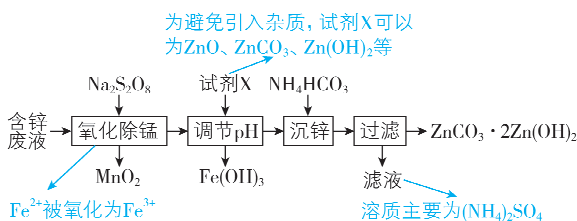
#### 思路导引

废脱硝催化剂(含  $TiO_2$ 、 $V_2O_5$ 、 $WO_3$  等成分)在高温下碱浸, 和 NaOH 反应生成  $Na_2TiO_3$  和钒钨液,  $Na_2TiO_3$  酸浸后生成  $H_2TiO_3$ , 焙烧  $H_2TiO_3$  得到  $TiO_2$ ,  $TiO_2$  与  $Cl_2$  和过量的 C 在加热条件下反应生成  $TiCl_4$ ,  $TiCl_4$  与 Mg 在氩气中发生置换反应, 生成 Ti; 钒钨液用 HCl 调 pH, 得到  $H_2WO_4$  和  $NaVO_3$ ,  $NaVO_3$  加铵盐沉钒, 得到  $NH_4VO_3$ , 焙烧得到  $V_2O_5$ , 处理后得到 V。

**【解析】**钛元素的原子序数为 22, 基态钛原子的价层电子排布式为  $3d^2 4s^2$ , **A 正确**; 二氧化钛生成四氯化钛的反应, 四氯化钛和镁的反应, 五氧化二钒生成单质钒的反应, 一共涉及 3 个氧化还原反应, **B 正确**; 高温碱浸生成  $Na_2TiO_3$  的离子方程式为  $2Na^+ + TiO_2 + 2OH^- \xrightarrow{\text{高温}} Na_2TiO_3 + H_2O$ , **C 错误**; 铝热反应制备钒与题述反应中镁冶炼钛的原理相似, 均为热还原法, **D 正确**。

### 2. C

#### 思路导引



**【解析】**过二硫酸钠中硫元素的化合价为+6, 1 个过二硫酸根离子中含有 1 个过氧键, 1 mol 过二硫酸钠( $Na_2S_2O_8$ )中含有过氧键( $-O-O-$ )数目约为  $6.02 \times 10^{23}$ , **A 正确**; “氧化除锰”过程中生成  $MnO_2$ , 过二硫酸根离子被还原为硫酸根离子, 离子方程式为  $Mn^{2+} + S_2O_8^{2-} + 2H_2O = MnO_2 \downarrow + 2SO_4^{2-} + 4H^+$ , **B 正确**; “沉锌”时发生的反应为溶液中锌离子与碳酸氢根离子反应生成  $ZnCO_3 \cdot 2Zn(OH)_2$  沉淀、二氧化碳和水, 反应的离子方程式为  $3Zn^{2+} + 6HCO_3^- = ZnCO_3 \cdot 2Zn(OH)_2 \downarrow + 5CO_2 \uparrow + H_2O$ , 故“沉锌”反应:  $3ZnSO_4 + 6NH_4HCO_3 = ZnCO_3 \cdot 2Zn(OH)_2 \downarrow + 5CO_2 \uparrow + 3(NH_4)_2SO_4 + H_2O$ , **C 错误**; 由思路导引可知, “调节 pH”时, 试剂 X 可以选用 ZnO、

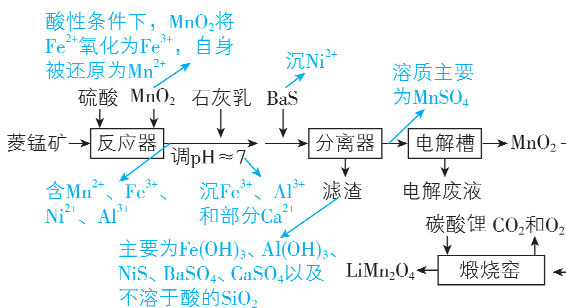


$\text{Zn}(\text{OH})_2$  或  $\text{ZnCO}_3$ , **D** 正确。

- 3. C** 【解析】石英砂的主要成分是二氧化硅,  $\text{SiO}_2$  与焦炭在高温下生成  $\text{Si}$  和  $\text{CO}$ , 制备粗硅的化学方程式为  $\text{SiO}_2 + 2\text{C} \xrightarrow{\text{高温}} \text{Si} + 2\text{CO} \uparrow$ , **A** 错误; 制备高纯硅的工艺涉及的主要反应有  $\text{Si}(\text{粗}) + 3\text{HCl} \xrightarrow{573 \text{ K 以上}} \text{SiHCl}_3 + \text{H}_2$ 、 $\text{SiHCl}_3 + \text{H}_2 \xrightarrow{1357 \text{ K}} \text{Si}(\text{纯}) + 3\text{HCl}$ , 因此可循环使用的物质有  $\text{H}_2$  和  $\text{HCl}$ , **B** 错误; 阴极发生还原反应, 电解液为熔融  $\text{LiCl}-\text{KCl}-\text{LiH}$ , 可知阴极的电极反应式为  $\text{H}_2 + 2\text{e}^- = 2\text{H}^-$ , **C** 正确;  $\text{SiH}_4$  属于分子晶体, **D** 错误。

#### 4. D

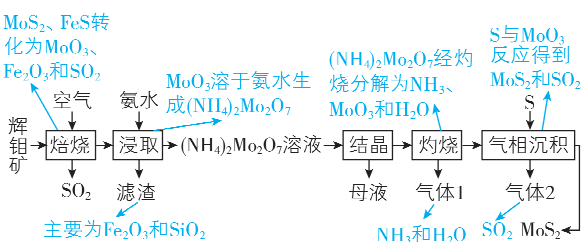
##### 思路导引



【解析】滤渣的主要成分有  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 、 $\text{NiS}$ 、 $\text{CaSO}_4$ 、 $\text{BaSO}_4$ 、 $\text{SiO}_2$ , **A** 错误; 最终产物中含有锰元素, 若替换为双氧水, 会导致最终产物的产量减少, 而且生成的  $\text{Fe}^{3+}$  会催化双氧水的分解, **B** 错误; 电解时电解液中  $\text{Mn}^{2+}$  大量减少,  $\text{H}^+$  大量增加, 为了保证电解液成分稳定, 应不断补充  $\text{Mn}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Mn}(\text{OH})_2$  可与氢离子反应生成  $\text{Mn}^{2+}$ , **C** 错误; 煅烧窑中  $\text{MnO}_2$  与  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  发生反应生成  $\text{LiMn}_2\text{O}_4$ 、 $\text{CO}_2$  和  $\text{O}_2$ , 反应的化学方程式为  $2\text{Li}_2\text{CO}_3 + 8\text{MnO}_2 \xrightarrow{\text{煅烧}} 4\text{LiMn}_2\text{O}_4 + 2\text{CO}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow$ , 煅烧窑中的气体产物物质的量之比为 2 : 1, **D** 正确。

#### 5. C

##### 思路导引



【解析】“焙烧”过程中发生反应的化学方程式为  $2\text{MoS}_2 + 7\text{O}_2 \xrightarrow{\text{焙烧}} 2\text{MoO}_3 + 4\text{SO}_2$ 、 $4\text{FeS} + 7\text{O}_2 \xrightarrow{\text{焙烧}} 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 4\text{SO}_2$ , 第一个反应中氧化剂  $\text{O}_2$  和还原剂  $\text{MoS}_2$  的物质的量之比为 7 : 2, 第二个反应中  $\text{O}_2$  和  $\text{FeS}$  的物质的量之比为 7 : 4, 故总体上氧化剂和还原剂的物质的量之比小于 7 : 2, **A** 正确; 若用  $\text{NaOH}$  溶液代替氨水, 会导致  $\text{SiO}_2$  溶解进入溶液中, 引入新的杂质, 故“浸取”时不可用  $\text{NaOH}$  溶液代替氨水, **B** 正确; 由分析可知, “气相沉积”时, 反应的化学方程式为  $2\text{MoO}_3 + 7\text{S} = 2\text{MoS}_2 + 3\text{SO}_2 \uparrow$ , 反应中每有 7 mol S 参与反应, 转移

12 mol 电子,故每有 1 mol S 参加反应需转移  $\frac{12}{7}$  mol 电子,

**C 错误**;由分析可知,整个流程中可循环利用的物质有 2 种,分别为  $\text{NH}_3$  和  $\text{MoS}_2$ ,**D 正确**。

- 6. D** 【解析】步骤 II 中将尿素水溶液逐滴滴入  $\text{NaClO}$  碱性溶液中, $\text{NaClO}$  过量,生成的  $\text{N}_2\text{H}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  会被氧化成  $\text{N}_2$ ,不利于水合肼生成,**A 错误**;步骤 I 中  $\text{Cl}_2$  与  $\text{NaOH}$  溶液的反应是放热反应,若不控制温度,可能会产生较多  $\text{NaClO}_3$ ,不利于  $\text{NaClO}$  的生成,**B 错误**;碱性条件下,生成水合肼的离子方程式为  $\text{ClO}^- + \text{CO}(\text{NH}_2)_2 + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Cl}^- + \text{CO}_3^{2-} + \text{N}_2\text{H}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ,**C 错误**;  $\text{NaClO}$  与  $\text{NaClO}_3$  的物质的量之比为 3 : 1 时,发生的反应的化学方程式为  $12\text{NaOH} + 6\text{Cl}_2 \rightleftharpoons 8\text{NaCl} + 3\text{NaClO} + \text{NaClO}_3 + 6\text{H}_2\text{O}$ ,当有 6 mol  $\text{Cl}_2$  参与反应时,氧化剂有 4 mol、还原剂有 2 mol,氧化剂与还原剂的物质的量之比为 2 : 1,**D 正确**。

## 7. D

### 思路导引

废铅膏加入硫酸亚铁、稀硫酸后,Pb 元素基本被转化为难溶的硫酸铅,然后用碳酸铵将硫酸铅转化为碳酸铅,同时生成硫酸铵,碳酸铅受热分解为氧化铅和二氧化碳,经过精制得到纯氧化铅。

**【解析】**废铅膏加入硫酸亚铁、稀硫酸后,Pb 元素基本被转化为难溶的硫酸铅,主要反应有  $\text{Pb} + \text{PbO}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons 2\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ ,**A 正确**;步骤 II,若滤出的  $\text{PbCO}_3$  沉淀中混有  $\text{PbSO}_4$ ,该

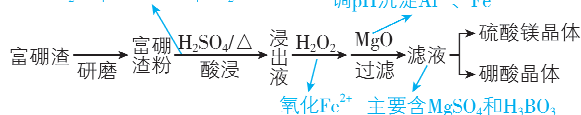
$$\text{滤液中} \frac{c(\text{SO}_4^{2-})}{c(\text{CO}_3^{2-})} = \frac{c(\text{Pb}^{2+}) \cdot c(\text{SO}_4^{2-})}{c(\text{Pb}^{2+}) \cdot c(\text{CO}_3^{2-})} = \frac{K_{\text{sp}}(\text{PbSO}_4)}{K_{\text{sp}}(\text{PbCO}_3)} = \frac{1.8 \times 10^{-8}}{1.5 \times 10^{-13}} =$$

$1.2 \times 10^5$ ,**B 正确**;滤液 3 中有部分溶解的  $\text{PbO}$ ,因此循环使用滤液 3 可以提高产品产率,**C 正确**;由  $\text{PbO}$  溶解在  $\text{NaOH}$  溶液中(杂质不溶于  $\text{NaOH}$  溶液)的溶解度曲线可知,精制的操作是在  $110^\circ\text{C}$  用 35% 的  $\text{NaOH}$  溶液溶解,此时氧化铅溶解度较大,然后趁热过滤除去固体杂质、滤液冷却析出氧化铅、过滤、洗涤、干燥,**D 错误**。

## 8. B

### 思路导引

发生反应:

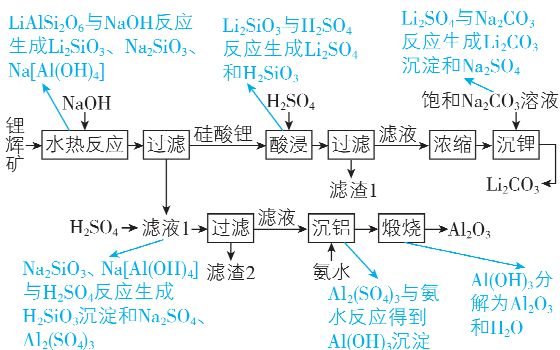


**【解析】**由思路导引可知,“酸浸”时镁硼酸盐发生的反应为  $2\text{MgO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{MgSO}_4 + 2\text{H}_3\text{BO}_3$ ,**A 正确**;硼的非金属性比碳弱,故硼酸的酸性弱于碳酸,因此,向碳酸氢钠溶液中滴加饱和硼酸溶液,不能生成碳酸,不会有气泡产生,**B 错误**;加入  $\text{MgO}$ ,调节 pH 可得到  $\text{Al}(\text{OH})_3$  和  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  沉淀,通过过滤除去,**C 正确**;根据硫酸镁与硼酸溶解度随温度的变化图可知,大约  $80^\circ\text{C}$  之前硫酸镁和硼酸的

溶解度随温度的升高而升高,因此先降温结晶会同时得到硫酸镁和硼酸的晶体,正确的操作应为浓缩后,升温控制温度在  $200\text{ }^{\circ}\text{C}$  以上结晶,趁热过滤得到硫酸镁晶体,再降温结晶,得到硼酸晶体, **D 正确**。

## 9. B

### 思路导引



**【解析】**由思路导引可知,加入氢氧化钠溶液发生水热反应的目的是将  $\text{LiAlSi}_2\text{O}_6$  转化为硅酸锂、硅酸钠和四羟基合铝酸钠,反应的化学方程式为  $2\text{LiAlSi}_2\text{O}_6 + 8\text{NaOH} \xrightarrow{\Delta} \text{Li}_2\text{SiO}_3 + 3\text{Na}_2\text{SiO}_3 + 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ , **A 正确**;由思路导引可知,“滤渣 1”和“滤渣 2”的主要成分均为硅酸, **B 错误**;由思路导引可知,流程中各步转化过程中均没有元素发生化合价变化,均不涉及氧化还原反应, **C 正确**;氯化锂是离子化合物,氯化铝为共价化合物,所以冶炼金属锂可用电解熔融氯化物的方法,而冶炼金属铝不可用电解熔融氯化物的方法,可用电解熔融氧化铝的方法, **D 正确**。

## 10. C

### 思路导引

分铜液净化渣碱浸后,碱浸液 b 中含  $\text{Na}_2\text{TeO}_3$ 、 $\text{Na}_3\text{AsO}_4$ ,铜元素和锑元素转化为氧化物或氢氧化物,硫酸酸浸后得到  $\text{Sb}_2\text{O}(\text{SO}_4)_4$  沉淀,经过氯盐酸浸后得到  $\text{SbCl}_3$ ,水解后得到  $\text{SbOCl}$ ;碱浸液 b 调节 pH 后得到  $\text{TeO}_2$  沉淀,据此解答。

**【解析】**碱浸液 b 含有  $\text{Na}_2\text{TeO}_3$ ,因此“碱浸”时,  $\text{TeO}_2$  与  $\text{NaOH}$  反应的离子方程式为  $\text{TeO}_2 + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{TeO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ , **A 正确**;  $\text{pH}=4$  时,溶液为酸性,根据各级电离平衡

$$\text{常数分析, } K_{a1} = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{H}_2\text{AsO}_4^-)}{c(\text{H}_3\text{AsO}_4)} = \frac{10^{-4} \times c(\text{H}_2\text{AsO}_4^-)}{c(\text{H}_3\text{AsO}_4)} = 6.3 \times 10^{-3}, \frac{c(\text{H}_2\text{AsO}_4^-)}{c(\text{H}_3\text{AsO}_4)} = \frac{6.3 \times 10^{-3}}{10^{-4}} = 63, \text{故滤液 c 中 As}$$

元素最主要的存在形式为  $\text{H}_2\text{AsO}_4^-$ , **B 正确**;“氯盐酸浸”时,  $\text{HCl}$  的作用不是作还原剂,作还原剂的是  $\text{SO}_2$ , **C 错误**;“水解”时依据元素守恒可知还有氯化氢生成,生成  $\text{SbOCl}$  的化学方程式为  $\text{SbCl}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{SbOCl} + 2\text{HCl}$ , **D 正确**。



## 突破⑤ 物质的制备及性质验证

### A 组

1. **C** 【解析】在室温下浓硫酸与 Cu 不能发生反应,需要加热才生成二氧化硫,因此不能用装置甲制备  $\text{SO}_2$ , **A 错误**;用装置乙制备  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ,则二氧化硫应该长进短出, **B 错误**;尾气中含有有毒气体二氧化硫,可以使用氢氧化钠溶液吸收, **C 正确**;用装置丁蒸干溶液不能得到  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  晶体,应通过蒸发浓缩、冷却结晶、过滤、洗涤、烘干来得到  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  晶体, **D 错误**。

### 2. A

#### 思路导引

A 是实验室制备氯气的发生装置, B 是除杂装置, C 是干燥装置, D 是制备  $\text{ClO}_2$  的发生装置, E 是为了除去过量的氯气的除杂装置, F 是收集装置, G 是安全瓶, 最后接尾气吸收装置。

【解析】F 为  $\text{ClO}_2$  收集装置,  $\text{ClO}_2$  的密度比空气的密度大, 且  $\text{ClO}_2$  易溶于水, 应该用向上排空气法, 不能用装置①, **A 错误**; 装置 A 是氯气的制备装置, 烧瓶内发生反应的离子方程式为  $\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{Cl}^- \xrightarrow{\Delta} \text{Mn}^{2+} + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ , **B 正确**; 装置 E 用于除去过量的氯气,  $\text{ClO}_2$  是一种易溶于水而难溶于有机溶剂的气体, 根据相似相溶, 可用  $\text{CCl}_4$  液体除去  $\text{ClO}_2$  中的未反应的  $\text{Cl}_2$ , **C 正确**;  $\text{ClO}_2$  是一种广谱型的消毒剂, 具有高效、安全、绿色环保等特点,  $\text{ClO}_2$  将逐渐取代  $\text{Cl}_2$  成为新时代绿色消毒剂, **D 正确**。

### 3. D

#### 思路导引

Zn 和  $\text{SO}_2$  反应生成  $\text{ZnS}_2\text{O}_4$ , 调节 pH 为 8.2~10.5, 使  $\text{ZnS}_2\text{O}_4$  和 NaOH 反应生成  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$  和  $\text{Zn}(\text{OH})_2$  沉淀, 通过过滤除去  $\text{Zn}(\text{OH})_2$ , 得到  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$  溶液, 对溶液进行降温, 使  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$  晶体析出。

【解析】如果硫酸浓度太小, 生成的  $\text{SO}_2$  溶于水中, 如果硫酸浓度太大, 浓硫酸电离出的  $\text{H}^+$  太少, 很难与  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  固体反应, 所以要用 70% 的浓硫酸, **A 正确**; 单向阀可以控制气体单向流动, 由于二氧化硫易溶于水, 所以单向阀可以起到防倒吸的作用, **B 正确**; 加入的 NaOH 过多, 会导致 Zn 和  $\text{Zn}(\text{OH})_2$  沉淀与 NaOH 反应生成  $\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$ , 难分离, 因此 NaOH 的量不宜过大, **C 正确**; 尾气中有二氧化硫, 二氧化硫难溶于  $\text{NaHSO}_3$  溶液, 应使用 NaOH 溶液作尾气吸收剂, **D 错误**。

#### 关键点

4. **A** 【解析】使用胶头滴管时, 通常用中指和无名指夹住滴管, 拇指和食指挤压胶头以控制滴加量, **A 错误**;  $\text{NH}_3$ 、 $\text{HCl}$  均易挥发, 采用冰水浴冷却, 可以防止  $\text{NH}_3$ 、 $\text{HCl}$  挥发, **B 正确**; 使用恒压滴液漏斗, 可以使液体顺利流下, 同时可以控制 NaOH 溶液的用量, **C 正确**; 向①的蓝色溶液中加入一定量



$\text{Na}_2\text{SO}_4$  晶体,硫酸根离子浓度增大,使  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  的溶解平衡左移,所以也可析出一水硫酸四氨合铜晶体,**D 正确**。

- 5. B** 【解析】制备  $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  的反应为  $\text{FeSO}_4 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 6\text{H}_2\text{O} \longrightarrow (\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , 蒸发浓缩至晶膜出现,表明溶液已达到饱和,**A 正确**。根据化学方程式计算,  $\text{FeSO}_4$  稍过量,所以以硫酸铵的量为计算依据,理论

$$\text{产品质量 } m = 3.0 \text{ g} \times \frac{392 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{132 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \approx 8.9 \text{ g}, \text{ 收率 } \eta = \frac{7.6 \text{ g}}{8.9 \text{ g}} \times$$

$100\% \approx 85.4\%$ , **B 错误**。滴定原理为  $\text{MnO}_4^- + 5\text{Fe}^{2+} + 8\text{H}^+ \longrightarrow$

$\text{Mn}^{2+} + 5\text{Fe}^{3+} + 4\text{H}_2\text{O}$ ,  $n(\text{Fe}^{2+}) = 5n(\text{MnO}_4^-)$ , 产品纯度  $\omega =$

$$\frac{cV \times 10^{-3} \times 5}{w} \times \frac{100}{20} \times 392 \times 100\% = \frac{980cV}{w}\%, \text{ C 正确。}$$

滴定管没有用待装溶液润洗,导致测得消耗的  $\text{KMnO}_4$  溶液体积偏大,结果偏高,**D 正确**。

## 6. C

### 思路导引

环己醇发生消去反应生成环己烯和水,环己烯不溶于水,饱和食盐水溶解环己醇、氯化铁,然后分液得到的水相中含有环己醇、氯化铁,得到的有机相中含有环己烯,然后干燥、过滤、蒸馏得到环己烯。

【解析】环己醇环上有 4 种不同化学环境的氢原子,环上的一氯代物有 4 种,**A 错误**;结合流程和分析,操作 1、2、3 依次是蒸馏、分液、蒸馏,**B 错误**;环己醇为有机物,浓硫酸能使其炭化,并与 C 反应生成  $\text{SO}_2$  导致污染,故不用浓硫酸作催化剂,**C 正确**;加入无水氯化钙后,无水氯化钙吸水变为结晶水合物,如果不过滤掉,直接蒸馏可能会导致氯化钙结晶水合物

### 关键点

分解出水,环己烯能与水形成共沸物,故会影响产物的纯度,**D 错误**。

## B 组

- 1. B** 【解析】根据题意,  $\text{PH}_3$  可以由白磷和氢氧化钾溶液在加热条件下反应制备,而此制备装置无加热仪器(装置),故**A 错误**;根据题意,制备出的  $\text{PH}_3$  中混有水蒸气,且  $\text{PH}_3$  为碱性气体,需要通过碱石灰除去水蒸气,故**B 正确**;  $\text{PH}_3$  相对分子质量为 34,故其密度大于空气密度,应该使用向上排空气法收集,故**C 错误**;根据题意,  $\text{PH}_3$  微溶于水,不能用水吸收  $\text{PH}_3$ ,故**D 错误**。

## 2. D

### 思路导引

本题首先要安装仪器,检查气密性,添加药品,再打开  $\text{K}_1$ 、 $\text{K}_2$ ,从 a 口通入一段时间  $\text{N}_2$  以排尽装置中的空气,然后关闭  $\text{K}_1$ 、 $\text{K}_2$ ,三颈烧瓶中发生制备产品  $\text{AlBr}_3$  的反应,充分反应后,操作 Q 为打开  $\text{K}_1$ 、 $\text{K}_2$ ,蒸馏并用 e 接收产品。

【解析】溴化铝易潮解,故实验所用铝粉和液溴均需事先干燥,**A 说法正确**;步骤④通入  $\text{N}_2$  可将残留在装置中的产品充分吹入接收器中,有利于提高产品产率,**B 说法正确**;称取一



定量  $\text{AlBr}_3$ , 与足量氨水反应生成氢氧化铝沉淀, 经过滤、洗涤、干燥、称量, 可通过沉淀质量计算  $\text{AlBr}_3$  的质量, 进一步计算纯度, **C 说法正确**; 由实验原理和操作目的可知, 操作 M 为打开  $\text{K}_1$ 、 $\text{K}_2$ , 从 a 口通入一段时间  $\text{N}_2$  以排尽装置中的空气, 操作 N 为关闭  $\text{K}_1$ 、 $\text{K}_2$ , 三颈烧瓶中发生制备产品  $\text{AlBr}_3$  的反应, 充分反应后, 操作 Q 为打开  $\text{K}_1$ 、 $\text{K}_2$ , 蒸馏并用 e 接收产品, **D 说法错误**。

### 3. A

#### 思路导引

装置①中在浓硫酸催化作用下草酸分解生成  $\text{CO}_2$ 、 $\text{CO}$  和水, 装置②中碱石灰除水和  $\text{CO}_2$ ,  $\text{PbO}$  与  $\text{CO}$  的反应装置为③, 装置④中用澄清石灰水检验反应生成的  $\text{CO}_2$ , 装置⑤中用银氨溶液检验反应前  $\text{CO}$  是否将装置中的空气排尽, 尾气处理装置用于处理未反应的  $\text{CO}$ 。

**【解析】**装置②的作用是吸收  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  分解生成的  $\text{CO}_2$  和  $\text{H}_2\text{O}$ , 故选择碱石灰, 装置④的作用是检验  $\text{CO}$  还原  $\text{PbO}$  反应的氧化产物  $\text{CO}_2$ , 故选择澄清石灰水, **A 正确**; 装置⑤中是银氨溶液, 应是当装置⑤中有明显现象后再点燃装置③处酒精灯, **B 错误**; 应 **是先熄灭装置③处酒精灯, 再熄灭装置①处酒精灯**, **C 错误**;  $\text{NaOH}$  溶液吸收不了  $\text{CO}$  尾气, **D 错误**。

### 4. D

#### 思路导引

无水三氯化铬 ( $\text{CrCl}_3$ ) 是常用的催化剂, 易潮解, 易升华, 高温下易被氧气氧化, 故实验前先通入氮气排除装置内的空气, A 中装入浓硫酸用于干燥氮气, 热水浴加热 B 使  $\text{CCl}_4$  变成蒸气进入 C 装置, C 中高温下发生反应  $\text{Cr}_2\text{O}_3(\text{s}) + 3\text{CCl}_4(\text{g}) \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{CrCl}_3(\text{g}) + 3\text{COCl}_2(\text{g})$ , 生成光气, 生成的  $\text{CrCl}_3$  在 E 中冷凝收集, F 用来防止水蒸气进入 E 装置, G 用来吸收尾气, 防止污染。

**【解析】**光气能与  $\text{NaOH}$  溶液反应, 生成  $\text{NaCl}$ 、 $\text{H}_2\text{O}$  和  $\text{CO}_2$ , 故 G 中盛装  $\text{NaOH}$  溶液进行尾气处理, **A 正确**;  $\text{CrCl}_3$  易升华, 实验过程中若 D 处出现堵塞, 可对 D 处导管用酒精灯加热即可, **B 正确**;  $\text{CrCl}_3$  易升华, 因此 E 装置为产品收集装置, 用于收集  $\text{CrCl}_3$ , 因为  $\text{CrCl}_3$  易潮解, 故 F 装置中的无水  $\text{CaCl}_2$  用于防止 G 中水蒸气进入 E 中, 引起  $\text{CrCl}_3$  潮解, **C 正确**; 根据题干可知,  $\text{CrCl}_3$  易潮解, 因此 A 中为浓硫酸, 用于干燥氮气, 长导管的作用为平衡压强, 观察实验是否堵塞, **D 错误**。

### 5. B

**【解析】**无水氯化铝遇水剧烈水解, 故试剂 X 为浓硫酸, **A 错误**;  $\text{AlCl}_3$  易升华, 遇冷凝华成固体, 导管太细易造成堵塞, **B 正确**; 氯气和炭粉、氧化铝反应, 产物中有  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}$  不能被  $\text{NaOH}$  溶液吸收, **C 错误**; 反应中氯气是氧化剂, 炭粉发生氧化反应, **D 错误**。

### 6. A

**【解析】**步骤 I 的温度高于  $330^\circ\text{C}$ , 己二酸升华, 环戊酮的产率降低, **A 错误**; **己二酸能与  $\text{K}_2\text{CO}_3$  反应生成可溶性盐**, 步骤 II 加入  $\text{K}_2\text{CO}_3$  浓溶液可以除去己二酸并减小环戊酮的



溶解度, **B 正确**; 步骤 II 中加入  $K_2CO_3(s)$  的目的是干燥环戊酮,  $K_2CO_3(s)$  量不足, 干燥不充分, 会使分离出的有机层质量偏大, **C 正确**; 己二酸的物质的量为  $\frac{43.8 \text{ g}}{146 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.3 \text{ mol}$ , 环戊酮的理论产量为  $0.3 \text{ mol}$ , 环戊酮的实际产量为  $\frac{18.9 \text{ g}}{84 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.225 \text{ mol}$ , 产率是  $\frac{0.225}{0.3} \times 100\% = 75\%$ , **D 正确**。

## 突破⑥ 实验方案设计与评价

### A 组

1. **B** 【解析】 $NH_3$  在水中的溶解度大而  $CO_2$  在水中的溶解度小, 为保证  $CO_2$  被充分吸收, 应先通  $NH_3$  一段时间后再通  $CO_2$ , **A 错误**; 该装置构成原电池, 若铁钉两端溶液变红, 没有蓝色沉淀生成, 说明铁钉没有被腐蚀, 即锌为负极, 铁为正极, 金属性:  $Zn > Fe$ , **B 正确**; 乙醇也能使酸性高锰酸钾溶液褪色, 干扰乙烯的检验, 所以不能达到实验目的, **C 错误**; 氢气与碘蒸气反应前后气体分子数不变, 压强对平衡无影响, 故不能用该反应探究压强对平衡的影响, **D 错误**。

#### 关键点

2. **B** 【解析】将浓硫酸滴入浓盐酸中, 产生  $HCl$  气体, 将  $HCl$  气体通入饱和食盐水中,  $Cl^-$  浓度增大, 析出  $NaCl$  晶体, **A 错误**; 将浓氨水滴入碱石灰中, 产生  $NH_3$ , 将其通入  $CuSO_4$  溶液中, 先生成蓝色沉淀  $Cu(OH)_2$ , 继续通入  $NH_3$ ,  $NH_3$  与  $Cu(OH)_2$  发生反应, 沉淀溶解, 生成深蓝色的配合物  $[Cu(NH_3)_4](OH)_2$ , **B 正确**; 70% 硫酸与  $Na_2SO_3$  固体反应生成  $SO_2$ , 通入  $Ba(NO_3)_2$  溶液中生成  $H_2SO_3$ ,  $NO_3^-$  在酸性条件下有强氧化性, 将  $SO_3^{2-}$  氧化成  $SO_4^{2-}$ , 产生白色沉淀  $BaSO_4$ , **C 错误**; 35%  $H_2O_2$  溶液在  $MnO_2$  催化作用下产生  $O_2$ , 生成的  $O_2$  通入  $Na_2S$  溶液中, 将  $S^{2-}$  氧化成淡黄色的  $S$  单质, **D 错误**。

3. **D** 【解析】元素的非金属性越强, 其最高价氧化物对应的水化物的酸性就越强, C 元素最高价含氧酸是  $H_2CO_3$ ,  $H_2CO_3$  是弱酸, 其形成的盐  $Na_2CO_3$  的溶液中  $CO_3^{2-}$  水解使溶液显碱性, 但亚硫酸不是硫元素的最高价含氧酸, 因此不能根据  $Na_2SO_3$  溶液的 pH 与  $Na_2CO_3$  溶液 pH 大小比较碳元素和硫元素的非金属性强弱, **A 错误**; 酸化的硝酸银溶液中含有氢离子和硝酸根离子, 能将亚铁离子氧化为铁离子, 所以向硝酸亚铁和硫氰化钾混合溶液中加入酸化的硝酸银溶液, 溶液变红不能说明银离子的氧化性强于铁离子, **B 错误**; 取适量  $H_2O_2$  溶液于试管中, 滴入  $Fe_2(SO_4)_3$  溶液, 振荡, 若产生能使带火星的木条复燃的气体, 可能是  $Fe^{3+}$  催化  $H_2O_2$  分解, 不能推出  $Fe^{3+}$  的氧化性强于  $H_2O_2$ , **C 错误**;  $FeCl_3$  与  $KI$  发生反应:  $2FeCl_3 + 2KI \rightleftharpoons 2FeCl_2 + 2KCl + I_2$ , 二者以等物质的量比例关系反应, 根据题目已知的二者物质的量关系可知  $KI$  过量, 向过量的  $KI$  溶液中加入少量  $FeCl_3$  溶液, 充分反应后加入  $KSCN$  溶液, 溶液变红说明溶液中含有  $Fe^{3+}$ , 则证明该反应是可逆反应, 反应有一定限度, 反应物不能完全转化为生成物, **D 正确**。



## 4. B

## 思路导引

油脂在氢氧化钠溶液中发生水解反应生成甘油和高级脂肪酸钠,随后加入试剂Ⅱ进行盐析,步骤Ⅲ为过滤,得到高级脂肪酸钠,最后进行洗涤、成型。

**【解析】**油脂和 NaOH 溶液都溶于乙醇,试剂Ⅰ可以为乙醇,使得油脂和 NaOH 溶液都溶解在乙醇中,提供均相溶剂, **A 正确**;检验油脂是否水解完全,应该用玻璃棒蘸取混合物 A,滴入装有常温蒸馏水的试管中,若用冷水,则反应平衡会逆向移动,一定会见到油水分层,从而得出错误的结论, **B 错误**;盐析过程中,试剂Ⅱ为饱和食盐水,目的是降低高级脂肪酸钠的溶解度,从而促使其析出, **C 正确**;步骤Ⅲ中,为使得高级脂肪酸钠与液体充分分离的同时减少高级脂肪酸钠的损失,可用多组纱布进行过滤操作, **D 正确**。

**5. A** **【解析】**向圆底烧瓶中加入 2.0 g NaOH、15 mL 无水乙醇、碎瓷片和 5 mL 1-溴丁烷,微热,将产生的气体先通入水中除去乙醇,再通入酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液中,溶液褪色,才能说明产物为烯烃,故不能达到实验目的, **A 错误**;用 pH 计分别测定等浓度的  $\text{CH}_3\text{COOH}$  溶液和  $\text{CCl}_3\text{COOH}$  溶液的 pH,可通过比较 pH 的大小探究 O—H 键的极性对羧酸酸性的影响, **B 正确**;向 2 mL  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  NaCl 溶液中滴加 2 滴  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$   $\text{AgNO}_3$ ,生成 AgCl 白色沉淀,再滴加 2 滴  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  KI 溶液,白色沉淀转化为 AgI 黄色沉淀,可推知  $K_{\text{sp}}(\text{AgI}) < K_{\text{sp}}(\text{AgCl})$ , **C 正确**;溶液中存在平衡  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  (橙色) +  $\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{CrO}_4^{2-}$  (黄色) +  $2\text{H}^+$ ,加 NaOH 溶液,平衡正向移动,加硫酸,平衡逆向移动,观察溶液颜色变化,可探究浓度对平衡移动的影响, **D 正确**。

**6. C** **【解析】** $\text{Fe}^{2+}$  与  $\text{SCN}^-$  可以发生反应生成配合物,因此实验 a 中的 KSCN 的作用是与  $\text{Fe}^{2+}$  反应,促进  $\text{FeCO}_3$  的溶解,实验 b 中 KSCN 的作用是检验  $\text{Fe}^{3+}$ ,两个实验中 KSCN 作用不同, **A 错误**;实验 a 中的 KSCN 与  $\text{Fe}^{2+}$  反应,促进了  $\text{FeCO}_3$  的溶解,因此实验 a 与实验 b 中的  $\text{FeCO}_3$  的溶解度不同, **B 错误**;通过对比实验 c 和 d,结合实验现象可知  $\text{Fe}^{2+}$  与  $\text{SCN}^-$  可发生反应,生成无色配合物, **C 正确**;实验 d 的试管中加入 1 mL  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  溶液,相当于加水稀释,使得  $\text{Fe}^{3+} + 3\text{SCN}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{SCN})_3$  平衡逆向移动,溶液颜色变浅, **D 错误**。

## B 组

**1. B** **【解析】**铜与浓硝酸反应生成硝酸铜、二氧化氮和水,二氧化氮易溶于水,不能用排水法测量二氧化氮的体积, **A 错误**;提纯苯甲酸时,粗产品溶解后应用趁热过滤的方法除去杂质,防止温度降低,苯甲酸因溶解度降低而析出造成损失, **B 正确**;常温下铜与浓硫酸不发生反应,不能制得二氧化硫气体, **C 错误**;二氧化碳能与碳酸钠溶液反应生成碳酸氢钠,则不能用饱和碳酸钠溶液除去二氧化碳中的氯化氢气体,可将混合气体先通过饱和碳酸氢钠溶

液,再通过浓硫酸,以达到除去氯化氢和水蒸气的实验目的,**D 错误**。

**2. A 【解析】**氯化铵固体与氢氧化钙固体混合加热可生成氨气,经碱石灰干燥,用向下排空气法收集,**A 正确**;淀粉在酸性条件下水解后,应先加 NaOH 使溶液呈碱性,再加入新制氢氧化铜检验是否水解,**B 错误**;过量的硝酸银与氯化钠和碘化钾均可反应生成沉淀,不能体现沉淀转化,即不能比较  $K_{sp}(\text{AgCl})$  与  $K_{sp}(\text{AgI})$  的大小,**C 错误**;氯气通入溴化钠溶液中将溴离子氧化,可比较 Cl 和 Br 的非金属性,氯气也可进入硫化钠溶液中将硫离子氧化,无法比较 Br 与 S 的非金属性,**D 错误**。

**3. D 【解析】**由题给物质可知,黄色沉淀为 AgI,说明实验 i 所得溶液中含有  $\text{I}^-$ ,所以实验 ii 中加入  $\text{AgNO}_3$  溶液产生黄色沉淀的离子方程式为  $\text{Ag}^+ + \text{I}^- \longrightarrow \text{AgI} \downarrow$ ,**A 正确**;淀粉遇  $\text{I}_2$  会变蓝,则实验 iii 加淀粉溶液变蓝,可以证明棕黄色溶液中有  $\text{I}_2$  生成,**B 正确**;生成的  $\text{I}_2$  可能是  $\text{I}^-$  被空气中氧气氧化,也可能是  $\text{I}^-$  被  $\text{Fe}^{3+}$  氧化所致,则设计实验 iv 的目的是排除空气中氧气氧化  $\text{I}^-$  的可能,**C 正确**;实验 i 中  $\text{I}^-$  和  $\text{Fe}^{3+}$  等物质的量混合,实验 iii、iv 说明生成的  $\text{I}_2$  是  $\text{I}^-$  被  $\text{Fe}^{3+}$  氧化所致,实验 ii 说明棕黄色溶液中存在  $\text{I}^-$ ,但不能确定存在的  $\text{I}^-$  是反应物不能完全转化、反应存在限度所致,还是生成的  $\text{I}_2$  与水反应 ( $\text{I}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HI} + \text{HIO}$ ) 生成的,则通过题述实验不能证明 “ $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$ ” 为可逆反应,**D 错误**。

**4. C 【解析】**浓硝酸具有氧化性,能将  $\text{BaSO}_3$  氧化为  $\text{BaSO}_4$ ,不能证明样品中含有  $\text{SO}_4^{2-}$ ,**A 错误**;弱酸的酸性越强,其对应的酸根离子水解程度越小,相同浓度的钠盐溶液的 pH 越小,相同温度下,测定相同浓度的  $\text{NaNO}_2$  和  $\text{CH}_3\text{COONa}$  溶液 pH,  $\text{NaNO}_2$  溶液的 pH 小于  $\text{CH}_3\text{COONa}$  溶液的 pH, 因此  $K_a(\text{HNO}_2) > K_a(\text{CH}_3\text{COOH})$ ,**B 错误**;  $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$  为蓝色,  $[\text{CuCl}_4]^{2-}$  为绿色,增大溶液中  $\text{Cl}^-$  浓度,  $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$  会转化为  $[\text{CuCl}_4]^{2-}$ ,**C 正确**;将  $\text{Zn}(\text{OH})_2$  固体粉末加入过量 NaOH 溶液中,充分搅拌,溶解得到无色溶液,说明  $\text{Zn}(\text{OH})_2$  能和碱反应,体现酸性,**D 错误**。

**5. C 【解析】**取少量混合溶液于试管中,加入过量  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$  溶液,将  $\text{SO}_4^{2-}$  完全沉淀后,向上层清液中滴加  $\text{AgNO}_3$  溶液,产生浑浊,则混合溶液中含有  $\text{Cl}^-$ ,**A 正确**;毛皮摩擦过的橡胶棒带负电,靠近  $\text{CF}_2\text{Cl}_2$  液流时,由于静电吸引,液流方向改变,则证明  $\text{CF}_2\text{Cl}_2$  是极性分子,**B 正确**;两溶液中  $\text{NH}_4^+$  浓度不同,  $\text{NH}_4^+$  水解会对实验造成干扰,**C 错误**;将  $\text{SO}_2$  气体通入  $\text{FeCl}_3$  溶液中,溶液先变为红棕色,过一段时间又变成浅绿色,说明  $\text{Fe}^{3+}$  与  $\text{SO}_2$  发生络合反应生成  $[\text{Fe}(\text{SO}_2)_6]^{3+}$  的反应速率较快,但最终变为浅绿色,说明  $\text{Fe}^{3+}$  与  $\text{SO}_2$  生成  $\text{Fe}^{2+}$  的氧化还原反应的平衡常数更大,**D 正确**。

**6. B**



## 思路导引

三氯化铬易潮解,易升华,高温下易被氧气氧化,所以实验过程中要确保装置内不能存在氧气和水蒸气。A 装置的作用是用  $N_2$  将  $CCl_4$  蒸气导入装置参与反应,B 装置作用是防止水蒸气进入装置 C,C 装置作用是收集  $CrCl_3$ ,D 装置可处理  $COCl_2$  尾气,E 装置是发生装置。整个反应流程,先用干燥的  $N_2$  排除装置内空气, $N_2$  将  $CCl_4$  气体带入装置,与 E 中的  $Cr_2O_3$  反应,生成的  $CrCl_3$  在 C 装置中凝华,有毒的  $COCl_2$  气体在 D 装置中与 NaOH 溶液反应从而进行尾气处理,为防止 D 装置中水蒸气进入收集装置,还应在 C 和 D 装置中间加一个干燥装置 B。

**【解析】**根据分析,装置的排序是 AECBD,为使  $CrCl_3$  充分冷却凝华,气体从 d 进入,因此,实验装置合理的连接顺序为  $a \rightarrow h \rightarrow i \rightarrow d \rightarrow e \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow f \rightarrow g$ ,**A 正确**;根据元素守恒分析, $COCl_2$  水解生成的两种酸性气体是 HCl 和  $CO_2$ , $COCl_2$  和足量 NaOH 溶液反应的离子方程式应该为  $COCl_2 + 4OH^- = CO_3^{2-} + 2H_2O + 2Cl^-$ ,**B 错误**;三氯化铬易升华,温度降低后容易在导管内凝华,从而堵塞导管,**C 正确**;反应前先通入氮气,排除空气,而反应结束后还需要持续通入  $N_2$  一段时间,从而将  $COCl_2$  完全排入装置 D 中,使其被充分吸收,并使  $CrCl_3$  在氮气氛围中冷却,即前后两次的作用不相同,**D 正确**。

## 突破⑦ 晶体结构的分析与计算

1. **A** **【解析】**根据坐标系可知,1 号 S 原子的坐标为  $\left(\frac{3}{4}, \frac{1}{4}, \frac{1}{8}\right)$ ,则 2 号 S 原子的坐标为  $\left(\frac{1}{4}, \frac{3}{4}, \frac{5}{8}\right)$ ,**A 正确**;以硫原子为顶点,构成的立方晶胞结构中硫原子的位置位于顶点和面心,所以距离硫原子最近的硫原子数目为 12,**B 错误**; $H_2O$  与  $Fe^{2+}$  间形成配位键, $H_2O$  与  $SO_4^{2-}$  之间存在氢键,所以两者作用力不同,**C 错误**;干冰晶体中二氧化碳分子的排列方向有 4 种,即顶点上 1 种,3 对平行面心上 3 种,**D 错误**。

2. **C** **【解析】**基态 O 原子的价层电子排布图为  $\begin{array}{cc} 2s & 2p \\ \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow \uparrow \uparrow \end{array}$ ,**A 错误**;锆的原子序数为 40,位于元素周期表中第五周期第 IVB 族,**B 错误**;由晶胞结构可得,晶胞的 6 个面和 8 个顶点为八面体占据,晶胞中 Zr 原子数目为  $8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$ ,题图中有 8 个四面体,则 W 原子数目为 8,据锆与钨的化合价分别为 +4

## 关键点

与 +6,阴、阳离子所带电荷数相等可知,O 原子数目为 32,可得化学式为  $ZrW_2O_8$ ,**C 正确**;八面体的中心是锆原子,位于晶胞顶点和面心,所以每个 Zr 原子周围距离最近且相等的 Zr 原子有 12 个,**D 错误**。

3. **D** **【解析】**距 P 最近的 Fe 原子,第一层、第二层均有三个,这两层的 Fe 均构成正三角形,六个 Fe 原子围成正三棱柱,因此 P 原子位于 Fe 原子构成的正三棱柱的中心,**A 正确**;该磷化铁晶胞中 P 原子的配位数为 6,晶胞的化学式为  $FeP$ ,由于配位数之比等于离子所带电荷数之比,因此,Fe 原子的配

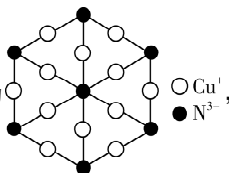
位数也是 6, 即每个 Fe 原子紧邻的 P 原子的个数为 6, **B 正确**; P 原子位于 Fe 原子构成的正三棱柱的中心, 则两个 P 原子的原子分数坐标分别为  $\left(\frac{1}{3}, \frac{1}{3}, \frac{1}{4}\right)$ 、 $\left(\frac{2}{3}, \frac{2}{3}, \frac{3}{4}\right)$ , **C 正确**; 晶体密度为  $\frac{2 \times (56 + 31)}{N_A (a \times 10^{-10}) \left(\frac{\sqrt{3}}{2} a \times 10^{-10}\right) (c \times 10^{-10})} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ , **D 错误**。

**4. A** 【解析】A 有 8 个在顶点, 个数为  $8 \times \frac{1}{8} = 1$ , B 位于体心, 个数为 1, C 位于面心, 个数为  $6 \times \frac{1}{2} = 3$ , 结合化学式可知, C 代表碘离子, A 为  $(\text{CH}_3\text{NH}_3)^+$ , 晶胞质量为  $\frac{620}{N_A} \text{ g}$ , 晶胞体积为  $(a \times 10^{-10})^3 \text{ cm}^3$ , 该晶体的密度为  $\frac{620}{N_A (a \times 10^{-10})^3} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} = \frac{6.2 \times 10^{32}}{a^3 N_A} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ , **A 错误**; N、I、Pb 分别为 V A、VII A、IV A 族元素, 均属于 p 区元素, **B 正确**; 结合坐标轴及 C 原子位置可知 C 的原子分数坐标为  $\left(1, \frac{1}{2}, \frac{1}{2}\right)$ , **C 正确**; 若沿 z 轴向 xy 平面投影, 则其投影图如图乙所示, 中心为面心和体心的投影重叠, **D 正确**。

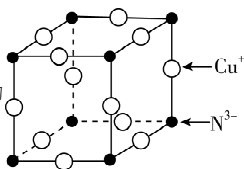
**5. B**

#### 思路导引

$\text{Cu}_3\text{N}$  晶胞结构沿体对角线投影为



则其晶胞为



, 以此解答。

【解析】由晶胞结构可知,  $\text{N}^{3-}$  周围距离最近且相等的  $\text{Cu}^+$  有 6 个,  $\text{N}^{3-}$  的配位数为 6, **A 错误**; 由晶胞结构可知, 其中  $\text{Cu}^+$  在晶胞中只有棱心一种位置, **B 正确**; 质谱法常用于测定有机物的相对分子质量, 测定晶体结构最常用的仪器是 X-射线衍射仪, **C 错误**; 该晶胞中  $\text{Cu}^+$  的个数为  $12 \times \frac{1}{4} = 3$ ,  $\text{N}^{3-}$  的个数为  $8 \times \frac{1}{8} = 1$ , 晶胞密度为  $\frac{3 \times 64 + 14}{N_A \times (a \times 10^{-7})^3} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} = \frac{206}{N_A \times (a \times 10^{-7})^3} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ , **D 错误**。

**6. B** 【解析】 $\text{Zn}_m\text{S}$  晶胞中, 均摊的  $\text{Zn}^{2+}$  和  $\text{S}^{2-}$  均为 4 个,  $m = 1$ ,  $\text{Zn}_n\text{S}$  中均摊的  $\text{Zn}^{2+}$  和  $\text{S}^{2-}$  均为 2 个,  $n = 1$ , 两者化学式均为  $\text{ZnS}$ , 因此转化过程中只是原子的排列方式发生改变, 元素价态没有发生变化, 不存在电子转移, **A 错误**; 根据  $\text{Zn}_m\text{S}$  结构, 体对角线的一维空间上会出现

**关键点**

根据  $\text{Zn}_m\text{S}$  结构, 体对角线的一维空间上会出现



“—●—○—●—○—●—○—”的排布规律, **B 正确**; 合金相的  $\text{LiZn}$  中  $\text{Li}$  和  $\text{Zn}$  均为单质, 当  $\text{Zn}_m\text{S}$  完全转化为  $\text{Li}_x\text{Zn}_y\text{S}$  时,  $\text{Li}^+$ 、 $\text{Zn}^{2+}$  转化为  $\text{LiZn}$  合金, 生成  $1 \text{ mol LiZn}$  (合金相) 转移  $3 \text{ mol}$  电子, **C 错误**; 若  $\text{Li}_2\text{S}$  的晶胞参数为  $a \text{ nm}$ , 将该晶胞切三刀均分为  $8$  个小立方体, 则  $\text{E}$  在左后上立方体体心, 则  $\text{EF}$  间的距离为  $\sqrt{\left(\frac{3a}{4}\right)^2 + \left(\frac{a}{4}\right)^2 + \left(\frac{a}{4}\right)^2} \text{ nm} = \frac{\sqrt{11}}{4} a \text{ nm}$ , **D 错误**。

- 7. B** 【解析】已知  $\text{Sc}$ 、 $\text{Sn}$ 、 $\text{V}$  的价层电子排布式分别为  $3d^1 4s^2$ 、 $5s^2 5p^2$ 、 $3d^3 4s^2$ , 故  $\text{Sc}$ 、 $\text{Sn}$ 、 $\text{V}$  三种元素的基态原子所含的价层电子个数大小顺序为  $\text{V} > \text{Sn} > \text{Sc}$ , **A 正确**; 由题干晶胞示意图可知,  $\text{Sc}$  位于  $8$  个顶点, 且高度拉伸, 故与  $\text{Sc}$  距离最近的  $\text{Sc}$  原子数为  $4$ , **B 错误**; 由题干晶胞示意图可知, 一个晶胞中含有  $\text{Sc}$  的个数为  $8 \times \frac{1}{8} = 1$ ,  $\text{V}$  的个数为  $8 \times \frac{1}{4} + 4 \times \frac{1}{2} + 2 = 6$ ,  $\text{Sn}$  的个数为  $8 \times \frac{1}{2} + 2 = 6$ , 则该合金的化学式为  $\text{ScV}_6\text{Sn}_6$ , **C 正确**; 由 **C** 项分析可知, 该合金的化学式为  $\text{ScV}_6\text{Sn}_6$ , 一个晶胞含有一个“ $\text{ScV}_6\text{Sn}_6$ ”结构单元, 该晶体的空间占有率为  $\frac{\frac{4}{3}\pi r_1^3 + 6 \times \frac{4}{3}\pi r_2^3 + 6 \times \frac{4}{3}\pi r_3^3}{a^2 c} \times 100\% = \frac{4\pi r_1^3 + 24\pi r_2^3 + 24\pi r_3^3}{3a^2 c} \times 100\%$ , **D 正确**。

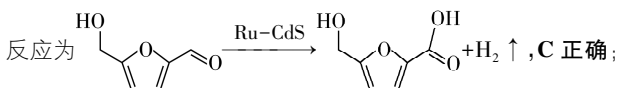
## 突破⑧ 反应历程模型分析

### A 组

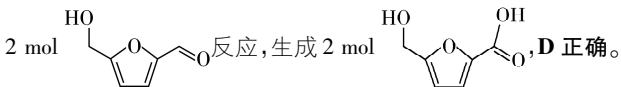
- 1. D** 【解析】使用催化剂, 降低反应活化能, 加快反应速率, **A 错误**; ①过程中  $\text{B}$  原子由  $\text{sp}^3$  杂化变为  $\text{sp}^2$  杂化, **B 错误**;  $\text{BH}_3\text{NH}_3$  中,  $\text{N}$  原子提供孤电子对与  $\text{B}$  原子形成配位键, ①过程中有配位键的断裂, **C 错误**; 由反应流程可知, 若将  $\text{H}_2\text{O}$  换成  $\text{D}_2\text{O}$ , 则在过程①中生成  $\text{NH}_3\text{D}^+$ , 在过程②中生成  $\text{HD}$ , **D 正确**。
- 2. C** 【解析】中间体  $1 \rightarrow$  中间体  $2$  的正反应活化能最大, 反应速率最慢, 是决定反应速率的步骤, **A 正确**; 由图可知,  $\text{Co}-\text{H}$  键的形成与断裂使  $\text{H}$  原子发生了迁移, **B 正确**; 根据反应历程可知, 该过程涉及  $\text{C}-\text{C}$  键的断裂和  $\text{C}-\text{H}$  键的形成, 没有涉及非极性键的形成, **C 错误**; 由起点和终点物质可知, 反应物的总能量低于生成物的总能量, 该反应是吸热反应, 总反应为  $\text{Co}(\text{s}) + \text{C}_2\text{H}_6(\text{g}) \longrightarrow \text{CoCH}_2(\text{s}) + \text{CH}_4(\text{g}) \quad \Delta H > 0$ , **D 正确**。
- 3. B** 【解析】由图知, 甲醛中的氧原子和催化剂中的羟基形成了氢键, 即步骤 I 中甲醛通过氢键吸附在催化剂表面的一  $\text{OH}$  上, **A 正确**; 该反应机理涉及极性键的形成, 不涉及非极性键的形成, **B 错误**; 甲醛中碳的化合价为  $0$ , 二氧化碳中碳化合价为  $+4$ , 该反应每生成  $1 \text{ mol CO}_2$ , 转移  $4 \text{ mol}$  电子, **C 正确**; 催化剂降低反应活化能从而提高反应速率, **D 正确**。
- 4. B** 【解析】其他条件不变的情况下, 适当增加光的强度可产生更多的  $\text{h}^+$  和电子,  $\cdot\text{OH}$  和  $\cdot\text{O}_2^-$  的浓度增大, 故反应速率加



快, **A 正确**; 在干燥空气气氛中,  $O_2$  参与反应, 由图可知 HMF 应该选择性氧化为 HMFC, **B 错误**; 由图可知生成 DFF 的总



由图可知 CdS 量子点产生的  $1 \text{ mol } h^+$ , 可以与  $1 \text{ mol } \cdot O_2^-$  以及



- 5. C** 【解析】由图乙可知,  $FSe_2$  能量低于  $FSe_1$ , 根据能量越低越稳定, 则稳定性:  $FSe_2$  大于  $FSe_1$ , **A 正确**; 水煤气变换反应为  $H_2O + CO \rightleftharpoons CO_2 + H_2$ , 由图乙可知, 反应物总能量高于生成物总能量, 则该反应为放热反应,  $\Delta H < 0$ , 升高温度, 平衡逆向移动, 体系中 CO 的含量升高, **B 正确**; 制约总反应速率的反应为活化能最大的反应, 由图乙可知, 活化能最大的反应为  $H_2O^* \rightleftharpoons H^* + OH^*$ , **C 错误**; 由图可知过程  $e_1$  中  $FSd$  转化为  $FSe_1$ , 过程  $e_2$  中  $FSd$  转化为  $FSe_2$ , 均为放热反应, 过程  $e_1$  的活化能小, 升高温度时, 过程  $e_1$  比过程  $e_2$  速率变化小, **D 正确**。

## 6. D

### 思路导引

$Ru(II)$  催化剂能高效电催化氧化  $NH_3$  合成  $N_2H_4$ ,  $[L-Ru-NH_3]^+$  中  $Ru$  为 +2 价, 图示显示  $I \rightarrow II$  过程中 1 个  $[L-Ru-NH_3]^+$  转化为 1 个  $[L-Ru-NH_3]^{2+}$  失去 1 个电子, 所以  $II$  中  $Ru$  为 +3 价,  $II \rightarrow III$  的转化为  $2[L-Ru-NH_3]^{2+} + 2NH_3 \rightleftharpoons 2[L-Ru-NH_2]^+ + 2NH_4^+$ 。

【解析】据思路导引可知,  $II$  中  $Ru$  为 +3 价,  $II \rightarrow III$  转化发生的是质子的转移, 其中没有元素化合价变化, 所以  $III$  中  $Ru$  的化合价为 +3, **A 正确**; 根据元素守恒以及电荷守恒,  $II \rightarrow III$  的转化为  $2[L-Ru-NH_3]^{2+} + 2NH_3 \rightleftharpoons 2[L-Ru-NH_2]^+ + 2NH_4^+$ , 所以图示中  $M$  物质是  $NH_4^+$ , **B 正确**; 图示中物质  $I$  为  $[L-Ru-NH_3]^+$ , 是该反应的催化剂, 图上显示物质  $II$ 、 $III$ 、 $IV$ 、 $V$  在整个流程中先生成后消耗, 所以均为中间产物, **C 正确**; 根据题意:  $Ru(II)$  催化剂能高效电催化氧化  $NH_3$  合成  $N_2H_4$ , 以及物质  $II$ 、 $III$ 、 $IV$ 、 $V$  为中间产物可知, 总反应表示为  $4NH_3 - 2e^- \rightleftharpoons N_2H_4 + 2NH_4^+$ , **D 错误**。

- 7. B** 【解析】苯的正、负电中心是重合的, 故苯是非极性分子, 而  $H_2O_2$ 、水和苯酚的正、负电中心均不重合, 故均为极性分子, **A 错误**; 根据 O 原子和 H 原子守恒可知, 5 生成 3 和苯酚的同时, 还生成了 1 个  $H_2O$ , **B 正确**;  $H_2O_2$  和 1 生成 3 和  $H_2O$  时, 断裂了 O—H 键, 同时形成了 V—O 键; 5 和  $H^+$  反应生成苯酚和 3 以及水的过程, 形成了 H—O 键; 同时也断裂了 V—O 键, 7 生成苯酚和  $VO_2^+$  时, 有 C—H 键的断裂, 但整个过程中没有 C—H 键的形成, **C 错误**; 2 和 3 中 V 元素化合价均为 +5, 无元素化合价发生变化, 故不是氧化还原反应, **D 错误**。

## B 组

- 1. D** 【解析】催化剂能降低反应的活化能, **A 正确**; 第一步转

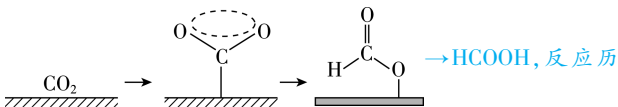


化中, N 原子的最外层具有孤电子对,  $H^+$  具有空轨道, 则 N 与 H 间形成的是配位键, **B 正确**; 第三步转化涉及 N—H 键的断裂和 H—H 键的形成, 所以有极性键的断裂与非极性键的生成, **C 正确**; 若用 HCOOD 代替 HCOOH, 反应为 HCOOD 的分解反应, 结合反应机理, 除生成  $CO_2$  外, 还生成 HD, **D 错误**。

**2. B** 【解析】使用三种催化剂, 反应历程都分 4 步进行, **A 正确**;

**关键点**

在  $In(101)$  催化反应过程中  $CO_2$  转化的机理图可表示为



程同时涉及  $\pi$  键的断裂与形成, **B 错误**;  $HCOOH(l)$  所具有的能量比  $CO_2(g)$  低, 能量越低越稳定, **C 正确**; 相同条件下, 使用催化剂  $In(101)$  时, 活化能较低, 反应速率较快, 反应过程中  $^*OCHO$  所能达到的最高浓度更大, **D 正确**。

**3. C** 【解析】改变  $Fe_2O_3$  颗粒大小会影响其与反应物的接触面积, 从而影响反应速率, **A 正确**; 由转化过程的图示可知, 乙苯脱氢经历了四步, 只有“吸附环节”属于结合过程, 其余三步都是解离过程; 低温有利于“吸附环节”的发生, 则温度较低更有利于发生的过程是“吸附环节”, **B 正确**; 催化剂可以降低反应活化能, 加快反应速率, 但是不能改变乙苯的平衡转化率, **C 错误**; 该催化剂在使用过程中, 失活现象比较严重, 结合反应中元素种类可推断, “脱氢环节”除了产生  $H_2$ , 还可能生成  $H_2O$  离开催化剂表面, **D 正确**。

**4. B**

#### 思路导引

经过步骤①和②实现 C—H 键的断裂, 随后在  $H_2O_2$  条件下实现二价钯到四价钯的转化, 再经过步骤④得到羟基化产物。

【解析】同周期元素从左到右第一电离能呈增大的趋势, 但是第 II A 族与第 V A 族比同周期相邻两元素的第一电离能要大, 所以  $N > O > H > C$ , **A 正确**; 步骤③断裂了  $H_2O_2$  中的 O—O 非极性键, 整个转化过程没有非极性键的形成, **B 错误**; 根据阴离子所带电荷数, 可以判断步骤③的反应物中 Pd 的化合价是 +2, 步骤③的生成物中 Pd 的化合价是 +4, **C 正确**; 步骤③中 Pd 的配位数从 4 变为 6, **D 正确**。

**5. C** 【解析】由图可知,  $\dot{C}_{40}H_{19} \rightleftharpoons \dot{C}_{40}H'_{19} \quad \Delta H = 9.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} - 20.7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = -11.2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ,  $\dot{C}_{40}H'_{19}$  的能量低, 更加稳定, **A 错误**;  $\dot{C}_{40}H'_{19}$  中含有  $sp^3$  杂化的 C 原子, **B 错误**; 由图可知, 步骤③活化能最高, 反应速率最慢, 为总反应的决速步骤, **C 正确**; 题述总反应为吸热反应, 升高温度各步骤的正反应速率加快, 逆反应速率也加快, 总反应平衡正向移动, **D 错误**。

**6. A**

#### 思路导引

根据反应机理, 反应物为丙烷和氧气, 生成物为丙烯和水, NO 为催化剂, 总反应为  $2C_3H_8 + O_2 \xrightarrow{NO} 2C_3H_6 + 2H_2O$ , 据此分析解题。

**【解析】**根据总反应  $2\text{C}_3\text{H}_8 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{NO}} 2\text{C}_3\text{H}_6 + 2\text{H}_2\text{O}$  可知,不管是包含①的历程还是包含②的历程,最终生成水的量不变,**A 错误**;由分析可知,NO 为催化剂,通过流程图可知,由 NO 生成 HONO 的反应历程有①的历程和②的历程 2 种,即催化剂可以同时产生多种反应历程,**B 正确**;由题干历程图可知,含 C 微粒参与的反应有  $\cdot\text{C}_3\text{H}_7 + \text{O}_2 \longrightarrow \text{C}_3\text{H}_6 + \cdot\text{OOH}$ 、 $\text{C}_3\text{H}_8 + \cdot\text{OH} \longrightarrow \cdot\text{C}_3\text{H}_7 + \text{H}_2\text{O}$ 、 $\cdot\text{C}_3\text{H}_7 + \text{NO}_2 \longrightarrow \text{C}_3\text{H}_6 + \text{HONO}$  等,反应中均有元素化合价变化,**C 正确**;由分析可知,NO 为催化剂,故增大 NO 的量,反应热和平衡产率不变,**D 正确**。

**7. B 【解析】**反应过程存在甲酸电离出氢离子,然后氢离子再生成氢气的过程, $\text{H}^+$  浓度先增大,后减小,**A 错误**;IV - I 步骤的活化能大,则 IV  $\rightarrow$  I 步骤为反应的决速步骤,最大能垒为  $43.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} - (-42.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) = 86.1 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ,**B 正确**;[L-Fe-H] $^+$  为反应的催化剂, $\text{H}^+$  为中间产物,**C 错误**;由相对能量图可以看出,生成物的总能量低于反应物的总能量,该反应为放热反应,**D 错误**。

## 突破⑨ 原电池和电解原理的应用

### A 组

#### 1. B

##### 思路导引

定位:二次电池

由图知,放电时,金属钙负极的电极反应式为  $\text{Ca} - 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Ca}^{2+}$ ,碳纳米管空气正极的电极反应式为  $\text{O}_2 + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{O}_2^{2-}$ 。

| 装置  | 电极 | 电极反应式   |
|-----|----|---|
| 原电池 | 正极 | $\text{O}_2 + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{O}_2^{2-}$                        |
|     | 负极 | $\text{Ca} - 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Ca}^{2+}$                          |
| 电解池 | 阳极 | $\text{CaO}_2 - 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Ca}^{2+} + \text{O}_2 \uparrow$ |
|     | 阴极 | $\text{Ca}^{2+} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Ca}$                          |

**【解析】**乙醇不是电解质,不能导电,**A 错误**;正极的电极反应式为  $\text{O}_2 + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{O}_2^{2-}$ ,**B 正确**;单位质量的金属锂失

**关键点**

去电子的数目  $\left(\frac{1}{7}\right)$  比等质量的金属钙失去电子的数目  $\left(\frac{2}{40}\right)$  多,**C 错误**;没指明气体所处状态,无法计算,**D 错误**。

#### 2. C

##### 思路导引

由图可知, $\text{H}_2$  通入极为负极,负极的电极反应式为  $\text{H}_2 - 2\text{e}^- \longrightarrow 2\text{H}^+$ , $\text{H}^+$  与  $\text{HCO}_3^-$  反应生成  $\text{CO}_2$ , $\text{O}_2$  通入极为正极,正极的电极反应式为  $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- \longrightarrow 4\text{OH}^-$ , $\text{CO}_2$  和  $\text{OH}^-$  反应生成  $\text{CO}_3^{2-}$ , $\text{CO}_3^{2-}$  移向负极与  $\text{H}^+$  结合生成  $\text{HCO}_3^-$ ,据此分析解答。

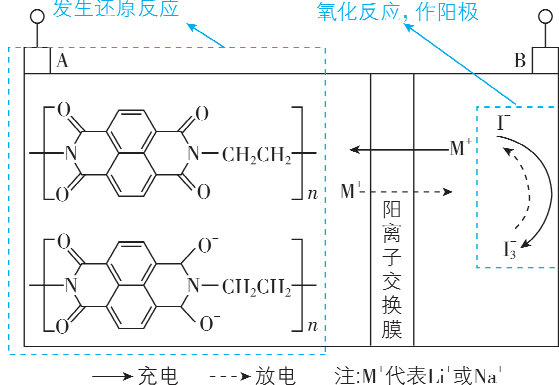
**【解析】**由图可知,短路膜中存在电子运动,和常见的离子交换膜不同,它既能传递阴离子,还可以传递电子,**A 正确**;电池工作过程中,正极的电极反应式为  $O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightleftharpoons 4OH^-$ ,故正极 pH 增大,总反应为  $O_2 + 2H_2 \rightleftharpoons 2H_2O$ ,水增多, $CO_3^{2-}$  浓度减小,故工作结束后,短路膜中 pH 减小,**B 正确**;正极反应式为  $O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightleftharpoons 4OH^-$ , $CO_2$  和  $OH^-$  反应生成  $CO_3^{2-}$ ,反应式为  $CO_2 + 2OH^- \rightleftharpoons CO_3^{2-} + H_2O$ ,则可得关系式  $O_2 \sim 4OH^- \sim 2CO_2$ ,则标准状况下,每分离出 224 mL  $CO_2$ ,即 0.01 mol  $CO_2$ ,会消耗 0.005 mol  $O_2$ ,则进出短路膜前后空气的体积差为  $(0.01 + 0.005) \text{ mol} \times 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.336 \text{ L} = 336 \text{ mL}$ ,**C 错误**;空气(含  $CO_2$ )的流速越快,不利于氢氧根离子与二氧化碳的反应,则  $CO_2$  的去除率不一定越高,**D 正确**。

### 3. C

#### 题图解读

结合B电极分析可知,A电极放电时作负极,发生氧化反应,充电时作阴极,发生还原反应

放电时 $I_3^-$ 得电子生成 $I^-$ ,发生还原反应,作正极,则充电时发生氧化反应,作阳极



**【解析】**由题干可知,该电池是一种负极材料为固态聚酰亚胺的水系二次电池,充电时 B 电极的电极反应为  $3I^- - 2e^- \rightleftharpoons I_3^-$ ,发生氧化反应,**A 正确**;钠的相对原子质量大于锂,故将  $M^+$  由  $Li^+$  换成  $Na^+$ ,电池的比能量会下降,**B 正**

**确**;由图可知,放电时负极的  $\left[ \text{N} \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C} \end{array} \text{C}_6\text{H}_2 \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C} \end{array} \text{N} - \text{CH}_2\text{CH}_2 \right]_n$  失

去电子,发生氧化反应,生成  $\left[ \text{N} \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C} \end{array} \text{C}_6\text{H}_2 \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C} \end{array} \text{N} - \text{CH}_2\text{CH}_2 \right]_n$ ,

反应为  $\left[ \text{N} \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C} \end{array} \text{C}_6\text{H}_2 \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C} \end{array} \text{N} - \text{CH}_2\text{CH}_2 \right]_n - 4ne^- \rightleftharpoons$

$\left[ \text{N} \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C} \end{array} \text{C}_6\text{H}_2 \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C} \end{array} \text{N} - \text{CH}_2\text{CH}_2 \right]_n + 2nH^+$ ,**C 错误**;充电时,右侧电

极为阳极,发生氧化反应:  $3I^- - 2e^- \rightleftharpoons I_3^-$ ,则充电时每转移 2 mol  $e^-$ ,右侧减少 2 mol 阴离子,同时有 2 mol  $M^+$  进入左室,右室离子数目减少 4 mol,**D 正确**。

### 4. D



## 思路导引

阴极上  $\text{CO}_2$  得电子转化为  $\text{CO}$ , 电极反应式为  $3\text{CO}_2 + 2\text{e}^- + \text{H}_2\text{O} = \text{CO} + 2\text{HCO}_3^-$ , 阳极上  $\text{Cl}^-$  失电子转化为  $\text{Cl}_2$ , 电极反应式为  $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2 \uparrow$ , 装置要得到副产物  $\text{Cl}_2$  和碳酸氢盐, 故阴极产生的碳酸氢根离子和阳极电解液中的钠离子进入中间室, 则  $\text{a}$  为阴离子交换膜,  $\text{b}$  为阳离子交换膜。

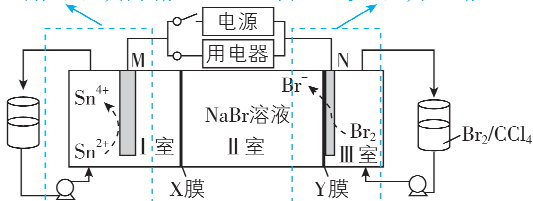
**【解析】**根据分析可知, 阴极产生的碳酸氢根离子进入中间室, 则  $\text{a}$  为阴离子交换膜, **A 正确**; 根据分析可知, 阳极的电极反应式为  $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2 \uparrow$ , **B 正确**; 由于阳极区产生氯气消耗氯离子且钠离子向中间室迁移, 故氯化钠浓度减小, 浓度: 食盐水 1 > 食盐水 2, **C 正确**; 根据阴极的电极反应式:  $3\text{CO}_2 + 2\text{e}^- + \text{H}_2\text{O} = \text{CO} + 2\text{HCO}_3^-$ , 每通过  $2 \text{ mol e}^-$ , 消耗标准状况下  $67.2 \text{ L CO}_2$ , **D 错误**。

## 5. D

## 题图解读

放电时,  $\text{Sn}^{2+}$  失电子生成  $\text{Sn}^{4+}$ , 发生氧化反应, 作负极

放电时,  $\text{Br}_2$  得电子生成  $\text{Br}^-$ , 发生还原反应, 做正极



放电时  $\text{Sn}^{2+}$  在  $\text{M}$  极上失去电子生成  $\text{Sn}^{4+}$ , 为了维持电荷平衡,  $\text{NaBr}$  溶液中的溴离子要通过  $\text{X}$  膜进入  $\text{I}$  室,  $\text{X}$  膜为阴离子交换膜;  $\text{III}$  室中  $\text{Br}_2$  在  $\text{N}$  极上得到电子生成溴离子并转移到  $\text{II}$  室, 则  $\text{Y}$  膜为阴离子交换膜。

**【解析】**充电时,  $\text{N}$  极为阳极,  $\text{M}$  极为阴极, 阴离子向阳极迁移, **A 错误**; 充电时,  $\text{N}$  极的电极反应式为  $2\text{Br}^- - 2\text{e}^- = \text{Br}_2$ , **B 错误**;  $\text{X}$  膜、 $\text{Y}$  膜均为阴离子交换膜, **C 错误**; 设起始时  $\text{I}$  室  $n(\text{SnBr}_2) = x \text{ mol}$ ,  $\frac{c(\text{Sn}^{4+})}{c(\text{Sn}^{2+})} = \frac{0.5a \text{ mol}}{x \text{ mol} - 0.5a \text{ mol}} = \frac{1}{4}$ ,  $x = 2.5a$ , **D 正确**。

## 6. D

## 思路导引

电路中电子流动方向与电流方向相反, 由图甲可知,  $\text{b}$  为阳极,  $\text{a}$  为阴极, 用惰性电极电解一定量的硫酸铜溶液, 首先发生  $2\text{CuSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{通电}} 2\text{Cu} + \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{CuSO}_4$  消耗完全后, 发生  $2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{通电}} 2\text{H}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow$ 。

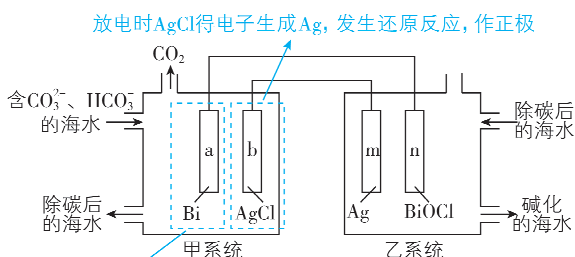
**【解析】**根据电流方向可知  $\text{a}$  极为电解池的阴极,  $\text{b}$  极为电解池的阳极, **A 正确**; 从开始到  $\text{P}$  点收集到  $0.05 \text{ mol}$  氧气, 转移电子的物质的量为  $0.05 \text{ mol} \times 4 = 0.2 \text{ mol}$ ,  $\text{P}$  点到  $\text{Q}$  点收集到  $0.1 \text{ mol}$  氢气和  $0.05 \text{ mol}$  氧气, 转移电子的物质的量为



$0.1 \text{ mol} \times 2 = 0.2 \text{ mol}$ , 曲线  $0 \sim P$  段表示  $\text{O}_2$  的体积变化, 曲线  $P \sim Q$  段表示  $\text{H}_2$  和  $\text{O}_2$  混合气体的体积变化, **B 正确**; 从开始到  $P$  点收集到的气体是氧气, 物质的量为  $0.05 \text{ mol}$ ,  $P$  点到  $Q$  点收集到的气体是氢气和氧气, 氢气为  $0.1 \text{ mol}$ , 氧气为  $0.05 \text{ mol}$ , 从开始到  $Q$  点时收集到的混合气体为氢气和氧气, 两者的物质的量均为  $0.1 \text{ mol}$ , 则混合气体的平均摩尔质量为  $\frac{32+2}{2} \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 17 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ , **C 正确**; 图甲中电解时的化学方程式为  $2\text{CuSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{通电}} 2\text{Cu} + \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{SO}_4$  和  $2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{通电}} 2\text{H}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow$ , 由图乙可知, 整个过程生成了  $0.1 \text{ mol Cu}$ 、 $0.1 \text{ mol O}_2$  和  $0.1 \text{ mol H}_2$ , 加入  $0.1 \text{ mol Cu(OH)}_2$ , 电解液可恢复至原来的浓度 and 体积, **D 错误**。

## 7. D

## 题图解读



结合总反应可知, 甲系统放电时  $\text{Bi}$  失电子生成  $\text{BiOCl}$ , 发生氧化反应, 作负极

甲系统放电时,  $a$  为负极, 电极反应式为  $\text{Bi} + \text{H}_2\text{O} + \text{Cl}^- - 3\text{e}^- = \text{BiOCl} + 2\text{H}^+$ ,  $b$  极为正极, 电极反应式为  $\text{AgCl} + \text{e}^- = \text{Ag} + \text{Cl}^-$ ; 乙系统充电时,  $m$  极为阳极, 电极反应式为  $\text{Ag} + \text{Cl}^- - \text{e}^- = \text{AgCl}$ ,  $n$  为阴极, 电极反应式为  $\text{BiOCl} + 2\text{H}^+ + 3\text{e}^- = \text{Bi} + \text{H}_2\text{O} + \text{Cl}^-$ 。

**【解析】**甲系统充电时,  $m$  极的电极反应式为  $\text{Ag} + \text{Cl}^- - \text{e}^- = \text{AgCl}$ , 电路中每通过  $2 \text{ mol}$  电子,  $m$  电极质量增加  $71 \text{ g}$ , **A 正确**; 由分析知, 甲系统放电时,  $a$  电极的电极反应式为  $\text{Bi} + \text{H}_2\text{O} + \text{Cl}^- - 3\text{e}^- = \text{BiOCl} + 2\text{H}^+$ , **B 正确**; 乙系统放电时, 海水中的  $\text{Na}^+$  从负移向正极移动, 故从  $n$  电极移向  $m$  电极, **C 正确**; 乙系统充电时, 若电路中通过  $3 \text{ mol}$  电子, 由电极反应式  $\text{Bi} + \text{H}_2\text{O} + \text{Cl}^- - 3\text{e}^- = \text{BiOCl} + 2\text{H}^+$ , 以及甲系统溶液中的反应  $\text{H}^+ + \text{HCO}_3^- = \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ 、 $2\text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-} = \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ , 可知理论上可产生标准状况下  $\text{CO}_2$  的体积小于  $44.8 \text{ L}$ , **D 错误**。

## B 组

**1. C** **【解析】**电解产物之一为  $\text{NaOH}$ , 因此电解过程中阴极反应式为  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = \text{HCOO}^- + \text{OH}^-$ , 为了防止  $\text{Cl}_2$  和  $\text{OH}^-$  反应并得到  $\text{NaOH}$ , 需要使阳极室的  $\text{Na}^+$  通过离子交换膜进入阴极室, 则离子交换膜为阳离子交换膜, **A 错误**; 由阴极反应式可知电解过程中阴极室  $c(\text{OH}^-)$  增大, 阴极附近溶液的  $\text{pH}$  增大, **B 错误**; 阳极反应式为  $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2 \uparrow$ , 根据两个电极反应式可知总反应的化学方程式为  $\text{CO}_2 + 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} \text{HCOONa} + \text{Cl}_2 + \text{NaOH}$ , **C 正确**; 电解过程中, 电子不能通过溶液, 溶液中通过离子的定向移动来导电, **D 错误**。



## 2. B

## 思路导引

定位:二次电池

放电时为原电池,碘宿主电极上碘元素化合价降低,碘宿主电极为正极,锌作负极,充电时为电解池,碘宿主电极作阳极。

| 装置  | 电极 | 电极反应式  |
|-----|----|--|
| 原电池 | 正极 | $3\text{I}_2 + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{I}_3^-$                         |
|     | 负极 | $\text{Zn} - 2\text{e}^- + 2\text{OTF}^- \rightleftharpoons \text{Zn}(\text{OTF})_2$ |
| 电解池 | 阳极 | $2\text{I}_3^- - 2\text{e}^- \rightleftharpoons 3\text{I}_2$                         |
|     | 阴极 | $\text{Zn}(\text{OTF})_2 + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Zn} + 2\text{OTF}^-$ |

**【解析】**放电时,碘宿主电极上碘元素化合价降低,被还原,则为正极,故充电时为阳极,**A 项错误**;充电时,碘宿主电极上  $\text{I}_3^-$  发生氧化反应生成  $\text{I}_2$ ,电极反应式为  $2\text{I}_3^- - 2\text{e}^- \rightleftharpoons 3\text{I}_2$ ,**B 项正确**;放电时,锌为负极,阴离子  $\text{OTF}^-$  向负极即向左迁移,**C 项错误**;放电时,锌的质量减少 6.5 g 时,有 0.2 mol 电子转移,正极反应式为  $3\text{I}_2 + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{I}_3^-$ ,消耗 0.3 mol 碘单质,有  $0.3 \text{ mol} \times 254 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 76.2 \text{ g I}_2$  离开碘宿主电极,**D 项错误**。

- 3. D 【解析】**该电池为微生物电池,不适宜在高温环境下工作,**A 正确**;M 极为负极,N 极为正极,则 M 极的电极反应式为  $\text{H}_2\text{N}(\text{CH}_2)_2\text{NH}_2 - 16\text{e}^- + 4\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{CO}_2 \uparrow + \text{N}_2 \uparrow + 16\text{H}^+$ ,**B 正确**;每消耗标准状况下 22.4 L  $\text{O}_2$  时,转移 4 mol 电子,则消耗 0.25 mol 乙二胺,理论上能处理含 0.25 mol  $\times 60 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 15 \text{ g}$  乙二胺的废水,**C 正确**;电池工作过程中,正极电极反应式为  $\text{O}_2 + 4\text{e}^- + 4\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}$ ,每有 1 mol  $\text{O}_2$  被消耗,转移 4 mol  $\text{e}^-$ ,消耗 4 mol  $\text{H}^+$ ,同时有 4 mol  $\text{H}^+$  从负极区移向正极区,且正极区电解质溶液为  $\text{H}_2\text{O}$ ,正极区的 pH 不变,**D 错误**。

## 4. A

## 思路导引

由图可知,与直流电源负极相连的铁电极为电解池的阴极,碘三离子在阴极得到电子发生还原反应生成碘离子,电极反应式为  $\text{I}_3^- + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 3\text{I}^-$ ,钠电极为阳极,金属钠在阳极失去电子发生氧化反应生成钠离子,电极反应式为  $\text{Na} - \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Na}^+$ ,钠离子通过阳离子交换膜进入阴极室,放电生成的碘化钠进入反应器中与  $\text{FePO}_4$  反应生成  $\text{Na}_x\text{FePO}_4$  和  $\text{NaI}_3$ ,合成总反应可以表示为  $x\text{Na} + \text{FePO}_4 \xrightarrow{\text{电解}} \text{Na}_x\text{FePO}_4$ 。

**【解析】**由分析可知,合成总反应可以表示为  $x\text{Na} + \text{FePO}_4 \xrightarrow{\text{电解}} \text{Na}_x\text{FePO}_4$ ,**A 正确**;由分析可知,合成  $\text{Na}_x\text{FePO}_4$  过程中,钠离子通过阳离子交换膜进入阴极室,**B 错误**;金属钠能与水反应生成氢氧化钠和氢气,所以阳极区不能采用水相,**C 错误**;当电路中转移 0.2 mol 电子时,放电生成 0.2 mol 钠离子,但无法确定参与反应的  $\text{FePO}_4$  的物质的量,所以无法依据反应器中发生反应的化学方程式确定  $x$  的值,不能计算固体中钠、铁离子个数比,**D 错误**。



## 5. D

## 思路导引

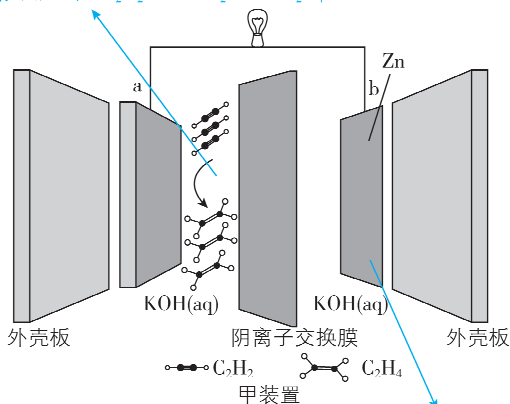
由图中所给电极材料及电子转移方向判断,图乙是放电装置,电极 c 为原电池的负极, d 为正极;图甲为充电装置,电极 a 与电源负极连接,为电解池的阴极,电极 b 为阳极。

**【解析】**据分析,图甲为充电装置,电极 a 与电源负极连接, **A 错误**;图甲中电极 b 与电源正极连接,电极反应式为  $\text{PF}_6^- + n\text{C} - e^- = \text{C}_n(\text{PF}_6)$ , **B 错误**;图乙中 c 是原电池负极, d 是正极,因此电极 d 的电势高于电极 c, **C 错误**;图乙, c 电极反应为  $\text{AlLi} - e^- = \text{Al} + \text{Li}^+$ , 因此当电路转移电子的物质的量为 2 mol 时,理论上电极 c 上 2 mol Li 参加反应,理论上电极 c 质量减少  $m = n \cdot M = 2 \text{ mol} \times 7 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 14 \text{ g}$ , **D 正确**。

## 6. B

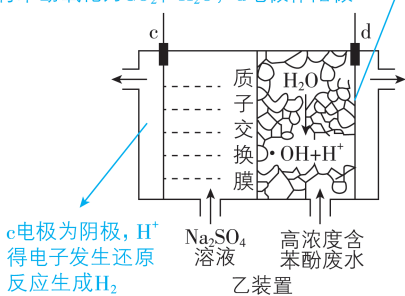
## 题图解读

a 电极上  $\text{C}_2\text{H}_2$  发生加氢的还原反应生成  $\text{C}_2\text{H}_4$ , 作正极, 电极反应式为  $\text{C}_2\text{H}_2 + 2e^- + 2\text{H}_2\text{O} = \text{C}_2\text{H}_4 + 2\text{OH}^-$



b 电极 Zn 失电子发生氧化反应生成  $\text{ZnO}$ , 作负极, 电极反应式为  $\text{Zn} - 2e^- + 2\text{OH}^- = \text{ZnO} + \text{H}_2\text{O}$

d 电极上  $\text{H}_2\text{O}$  失电子发生氧化反应生成  $\cdot\text{OH}$  和  $\text{H}^+$ ,  $\cdot\text{OH}$  将苯酚氧化为  $\text{CO}_2$  和  $\text{H}_2\text{O}$ , d 电极作阳极



c 电极为阴极,  $\text{H}^+$  得电子发生还原反应生成  $\text{H}_2$

**【解析】**甲装置中, a 极为正极, b 极为负极, 乙装置为电解池, c 极为阴极, d 极为阳极, 因此 a 极应接 d 极, **A 正确**; 由分析可知, 苯酚 ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ ) 在 d 极区溶液内失电子被氧化为  $\text{CO}_2$  和  $\text{H}_2\text{O}$ , **B 错误**; b 极发生的电极反应为  $\text{Zn} - 2e^- + 2\text{OH}^- = \text{ZnO} + \text{H}_2\text{O}$ , 放电时, 正极区溶液中的  $\text{OH}^-$  通过阴离子交换膜进入负极区溶液中, 所以负极区溶液中的  $n(\text{OH}^-)$  保持不变, 但由于负极区有水生成, 负极区溶液中的  $c(\text{KOH})$  逐渐减小, 碱性逐渐减弱, pH 逐渐减小, **C 正确**; 根据得失电子守恒可写出

**关键点**

关系式:  $28e^- \sim 14\text{H}_2 \sim 6\text{CO}_2$ , 故相同时间内, c、d 两极产生气体的体积比 (相同条件下) 为  $14 : 6 = 7 : 3$ , **D 正确**。

## 7. C 【解析】浓差电池甲中由于右侧 $\text{AgNO}_3$ 浓度大, 则 $\text{Ag(I)}$



为负极,  $\text{Ag}(\text{II})$  为正极; 电渗析法制备磷酸二氢钠, 左室中的  
[点拨] 浓差电池是一种利用电解质溶液浓度差产生电势差而形成的电池, 浓度高的一极为正极。

氢离子通过膜 a 进入中间室, 中间室中的钠离子通过膜 b 进入右室, 则电极 a 为阳极, 电极 b 为阴极, 电极 b 应与  $\text{Ag}(\text{I})$  相连, **A 正确**; 左室中的氢离子通过膜 a 进入中间室, 中间室中的钠离子通过膜 b 进入右室, 膜 a、b 均为阳离子交换膜, **B 正确**; 电池停止放电时, 浓差电池两边  $\text{AgNO}_3$  浓度相等, 所以正极析出  $0.02 \text{ mol}$  银,  $\text{Ag}(\text{II})$  增重  $0.02 \text{ mol} \times 108 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 2.16 \text{ g}$ , **C 错误**; 阳极中的水失电子生成  $\text{O}_2$  和  $\text{H}^+$ ,  $\text{H}^+$  通过膜 a 进入中间室, 消耗水, 硫酸的浓度增大、pH 减小; 阴极水得电子生成  $\text{OH}^-$ , 中间室中的  $\text{Na}^+$  通过膜 b 进入右室,  $\text{NaOH}$  的浓度增大, pH 增大, **D 正确**。