

## 第十章 分子结构与性质


### 第1节 化学键 分子的结构与性质

#### 刷基础

1. D **考查点** ▶ 配合物中元素化合价的判断、电子式判断、核素表示、离子空间结构

【解析】 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{H}_2\text{O}]\text{Cl}_3$  中 Co 为 +3 价, A 错误;  $\text{H}_2\text{O}_2$  为共价化合物, 原子间形成共用电子对, 电子式为  $\text{H}:\ddot{\text{O}}:\ddot{\text{O}}:\text{H}$ , B 错误; 质量数 = 质子数 + 中子数, 中子数为 18、质子数为 17 的氯原子表示为  $^{35}_{17}\text{Cl}$ , C 错误;  $\text{NH}_4^+$  中心 N 原子价层电子对数为 4, 且无孤电子对,  $\text{NH}_4^+$  的空间结构为正四面体形, D 正确。

2. D **考查点** ▶ 分子极性判断

【解析】 $\text{S}_8$  的结构为 , 可以溶于四氯乙烯, 符合分子晶体的性质特点, 故  $\text{S}_8$  为分子晶体, A 错误; 斜方硫和单斜硫互为同素异形体, 而不是同位素, 同素异形体的描述对象是单质,

**关键点**

同位素的描述对象是原子, B 错误;  $\text{S}_8$  中 S 原子为  $\text{sp}^3$  杂化,  $\text{SO}_2$  的价层电子对数为  $2 + \frac{1}{2} \times (6 - 2 \times 2) = 3$ ,  $\text{SO}_2$  中 S 为  $\text{sp}^2$  杂化,

**关键点**

C 错误; 四氯乙烯分子中正、负电中心重合, 为非极性分子,  $\text{S}_8$  也为非极性分子, 符合相似相溶规律, D 正确。

3. D **考查点** ▶ 同主族元素性质递变规律的理解及应用、分子晶体的物理性质

【解析】金刚石和晶体硅都属于共价晶体, C—C 键能大于 Si—Si

**关键点**

键能, 所以金刚石的熔点高于晶体硅的熔点, A 不符合题意;  $\text{N}_2$  分子中  $\text{N} \equiv \text{N}$  键能很大, 断开该化学键需要较多的能量, 所以  $\text{N}_2$  的化学性质很稳定, B 不符合题意;  $\text{H—I}$ 、 $\text{H—Br}$ 、 $\text{H—Cl}$ 、 $\text{H—F}$  的键能逐渐增大, 所以  $\text{HI}$ 、 $\text{HBr}$ 、 $\text{HCl}$ 、 $\text{HF}$  的稳定性逐渐增强, C 不符合题意;  $\text{CH}_4$  和  $\text{SiH}_4$  都属于分子晶体,  $\text{CH}_4$  和  $\text{SiH}_4$  分子间均不存在氢键,  $\text{CH}_4$  的相对分子质量较小, 则  $\text{CH}_4$  分子间的范德华力较小, 故  $\text{CH}_4$  的沸点低于  $\text{SiH}_4$  的沸点, 分子晶体的沸点高低与键能大小无关, 与分子间作用力大小有关, D 符合题意。

4. B **考查点** ▶ 化学键、空间结构、分子极性

【解析】 $\text{HCl}$  只含共价键,  $\text{NaCl}$  只含离子键, 所含化学键类型不同, A 错误;  $\text{ClO}_3^-$  的中心 Cl 原子价层电子对数为  $3 + \frac{1}{2} \times (7 + 1 - 2 \times 3) = 4$ , 有一个孤电子对, 空间结构为三角锥形, B 正确;  $\text{H}_2\text{O}$  的正、负电中心不重合, 属于极性分子, C 错误;  $\text{ClO}_2$  中心 Cl 原子价层电子对数为  $2 + \frac{1}{2} \times (7 - 2 \times 2) = 3.5$ ,  $\text{ClO}_2$  为 V 形结构, 正、负电中心不重合, 为极性分子, 根据相似相溶的规律,  $\text{ClO}_2$  易溶于水, D 错误。

5. B **考查点** ▶ 微粒间作用力、第一电离能等

【解析】基态 C 原子的核外电子排布式是  $1s^2 2s^2 2p^2$ , 成对电子数为 4, 未成对电子数为 2, 其比值为 2:1, A 正确; 同一周期元素从

左往右第一电离能呈增大的趋势,但由于 N 原子的 2p 轨道达到了稳定的半充满状态,因此其第一电离能大于同周期相邻元素, C、N、O 的第一电离能 ( $I_1$ ) 大小顺序为  $I_1(\text{N}) > I_1(\text{O}) > I_1(\text{C})$ , B 错误;根据二维平面结构图得知, N 原子的成键方式有两种, 配位数分别为 2、3, C 正确;  $\text{g-C}_3\text{N}_4$  晶体具有和石墨相似的层状结构, 层内存在极性共价键, 层与层之间存在范德华力, D 正确。

#### 6. D 考查点 ▶ 杂化方式、共价键键能、元素周期律

【解析】苯环、酯基、碳碳双键、碳氮双键中的 C 原子为  $\text{sp}^2$  杂化, 碳氮三键中的 C 原子为  $\text{sp}$  杂化, 其余 C 原子为  $\text{sp}^3$  杂化, A 错误; O 原子半径小于 N 原子, 故 O—H 键键长小于 N—H 键, 键长越短, 键能越大, 故 N—H 键的键能小于 O—H 键的键能, B 错误; 同周期主族元素从左往右电负性增大, 故电负性:  $\text{O} > \text{N}$ , 同主族元素从上往下电负性减小, 故电负性:  $\text{N} > \text{P}$ , N、O、P 元素的电负性:  $\text{O} > \text{N} > \text{P}$ , C 错误; 同周期主族元素从左往右原子半径逐渐减小, 故原子半径:  $\text{C} > \text{N} > \text{O}$ , 一般电子层数越多, 半径越大, 故原子半径:  $\text{P} > \text{C} > \text{N} > \text{O}$ , D 正确。

#### 7. C 考查点 ▶ 化学键类型、杂化方式、机理分析

【解析】 $\text{SiCl}_4$  水解过程涉及 Si—Cl、O—H 极性键的断裂和 Si—O、H—Cl 极性键的形成, A 正确; 水解过程的第一步中 Si 原子的成键数目由 4 增大为 5, Si 的杂化方式有变化, 从最初的  $\text{sp}^3$  杂化变为  $\text{sp}^3\text{d}$  杂化, B 正确;  $\text{NCl}_3$  水解时  $\text{H}_2\text{O}$  中的 H 原子与  $\text{NCl}_3$  中 N 原子的孤电子对结合, —OH 与 Cl 结合形成  $\text{HClO}$ , 而  $\text{SiCl}_4$  中 Si 原子无孤电子对, 故  $\text{NCl}_3$  的水解机理与  $\text{SiCl}_4$  不相同, C 错误; C 为第二周期元素, 只有 2s、2p 轨道可以成键, 最大配位数为 4, 无空轨道接受水的配位, 因此不易水解, 所以相同条件下,  $\text{SiCl}_4$  比  $\text{CCl}_4$  易水解, D 正确。

### 刷提分

#### 1. A 考查点 ▶ 相似相溶规律、浓硫酸的吸水性、简单氢化物的还原性、氢键的作用

【解析】 $\text{CS}_2$  是非极性分子, 硫黄 ( $\text{S}_8$ ) 也是非极性分子, 根据相似相溶规律可知硫黄易溶于  $\text{CS}_2$ , A 正确; 浓硫酸作干燥剂是因为其具有吸水性, 而非脱水性, B 错误; 元素非金属性越强, 对应单质的氧化性越强, 其简单氢化物的还原性越弱, 非金属性:  $\text{O} > \text{S}$ , 故  $\text{H}_2\text{S}$  的还原性强于  $\text{H}_2\text{O}$ , 而不是因为  $\text{H}_2\text{S}$  的空间结构为 V 形, C 错误;  $\text{CH}_3\text{SH}$  沸点低于  $\text{CH}_3\text{OH}$  的主要原因是  $\text{CH}_3\text{OH}$  分子间形成氢键, 与键长数据没有关系, D 错误。

#### 2. B 考查点 ▶ 化学键、分子的空间结构

【解析】晶体 Si 为共价晶体, A 错误;  $\text{CS}_3^{2-}$  中 C 与 3 个 S 成键, 故 1 mol  $\text{CS}_3^{2-}$  含 3 mol  $\sigma$  键, B 正确;  $\text{GeCl}_4$  与  $\text{CCl}_4$  互为等电子体, 空间结构均为正四面体形, C 错误;  $\text{CO}_2$  中的 C ( $\text{sp}$  杂化) 与  $\text{SiO}_2$  中的 Si ( $\text{sp}^3$  杂化) 杂化方式不同, D 错误。

#### 3. A 考查点 ▶ 键角、空间结构、氢键、配合物

【解析】 $\text{NH}_3$  和  $\text{NH}_2^-$  的中心 N 原子价层电子对数均为 4,  $\text{NH}_3$  的

中心 N 原子有 1 个孤电子对,  $\text{NH}_2^-$  的中心 N 原子有 2 个孤电子对, 孤电子对之间的斥力 > 孤电子对对成键电子对的斥力 > 成键

**关键点**

电子对之间的斥力, 孤电子对越多, 键角越小, 则  $\text{NH}_3$  的键角较大, A 正确;  $\text{NO}_2^-$  与  $\text{O}_3$  互为等电子体, 则  $\text{NO}_2^-$  的空间结构为 V 形, B 错误;  $\text{NH}_2\text{OH}$  (羟胺) 为极性分子, 且能与水形成分子间氢键, 易溶于水, C 错误;  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$  中, 配体  $\text{NH}_3$  中的 N 提供孤电子对,  $\text{Cu}^{2+}$  提供空轨道, D 错误。

**4. D 考查点** ▶ 共价键和分子的极性、同系物、手性碳原子

【解析】 $\text{H}_2\text{O}$  是由极性键构成的极性分子, A 错误; 乙醇与乙醚的官能团不同, 不是同类物质, 故不互为同系物, B 错误; 青蒿素中  $\text{C}=\text{O}$  键中的 C 为  $\text{sp}^2$  杂化, C 错误; 青蒿素还原成双氢青蒿素

时,  $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C}- \end{array}$  变成  $\begin{array}{c} \text{OH} \\ | \\ -\text{CH}- \end{array}$ , 与生成的羟基相连的碳原子变为手

**关键点**

性碳原子, D 正确。

**5. A 考查点** ▶ 晶胞结构分析、核外电子排布、杂化类型判断、键角比较

【解析】 $\text{Cu}_2\text{S}$  晶胞中, 含有  $\text{S}^{2-}$  的数目为  $8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$ , 每个晶胞中有 4 个  $\text{S}^{2-}$ , 结合化学式可知, 1 个晶胞中含有  $\text{Cu}^+$  的数目为

**关键点**

8, A 正确; 基态  $\text{Cu}^+$  转化为基态 Cu 原子时, 得到的电子填充在 4s 轨道上, 而非 3d 轨道, B 错误;  $\text{H}_2\text{S}$  的中心 S 原子价层电子对

数为  $2 + \frac{1}{2} \times (6 - 1 \times 2) = 4$ , 采取  $\text{sp}^3$  杂化,  $\text{SO}_2$  的中心 S 原子价层

电子对数为  $2 + \frac{1}{2} \times (6 - 2 \times 2) = 3$ , 采取  $\text{sp}^2$  杂化, C 错误;  $\text{SO}_2$  和

$\text{SO}_3$  的中心 S 原子价层电子对数均为 3,  $\text{SO}_2$  中 S 上有 1 个孤电子对,  $\text{SO}_3$  中 S 上无孤电子对, 孤电子对对成键电子对的斥力大

**关键点**

于成键电子对之间的斥力, 故  $\text{SO}_2$  的键角小于  $\text{SO}_3$  的键角, D 错误。

**6. A 考查点** ▶ 手性异构判断、配位键、氢键

【解析】镜面对称的分子互为手性异构体, A 正确; 砷为第四周期第 VA 族元素, 最外层电子数为 5, 各层电子数分别为 2、8、18、5, B

**关键点**

错误; F 和 B 形成配位键时, F 提供孤电子对, B 提供空轨道, 表

**易错点**

示为  $\text{F} \rightarrow \text{B}$ , C 错误; “...”表示氢键, “—”表示共价键, D 错误。

**7. A 考查点** ▶ 配位键、空间结构、键角、共价键

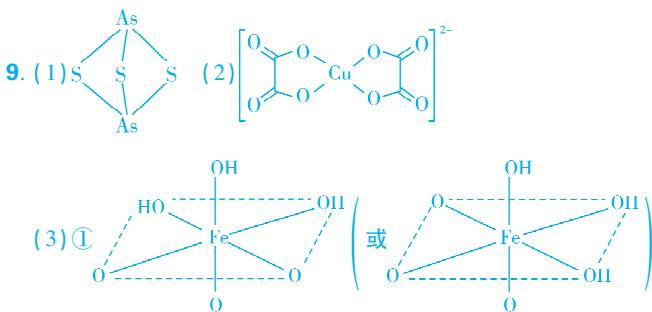
【解析】 $(\text{AlCl}_3)_2$  中每个 Al 原子和 3 个 Cl 原子形成共价键, 和 1 个 Cl 原子形成配位键, 其中 Al 原子提供空轨道、Cl 原子提供孤电子对, 所以  $(\text{AlCl}_3)_2$  中含有配位键, A 正确;  $[\text{Be}(\text{OH})_4]^{2-}$

的中心离子为  $\text{Be}^{2+}$ ,  $\text{Be}^{2+}$  和四个  $\text{OH}^-$  形成  $\sigma$  键,  $\text{Be}^{2+}$  采用  $\text{sp}^3$  杂化,  $[\text{Be}(\text{OH})_4]^{2-}$  的空间结构应为正四面体形, B 错误;  $\text{SiO}_2$  为共

价晶体, 每个 O 原子被两个 Si 原子共用, 每个 Si 原子分别与 4 个 O 原子相连, 故 Si 原子采用  $\text{sp}^3$  杂化, 空间结构为正四面体形, 键角为  $109^\circ 28'$ , C 错误;  $\text{H}_3\text{BO}_3$  晶体中存在的作用力除了共价键外, 还有分子间作用力, D 错误。

**8. B 考查点** ▶ 核外电子排布式、化学键、键角、配位原子

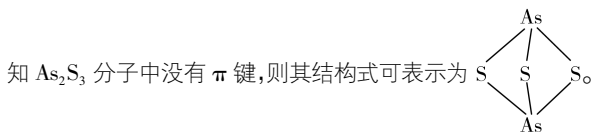
**【解析】**F 为第 9 号元素,核外有 9 个电子,根据构造原理,基态 F 原子的核外电子排布式为  $1s^2 2s^2 2p^5$ ,  $2s^2 2p^5$  是基态 F 原子的价层电子排布式,A 错误。题中已知  $\text{HF}_2^-$  转化为  $\text{F}_2$ ,说明  $\text{KHF}_2$  中含有  $\text{K}^+$  和  $\text{HF}_2^-$ ,即  $\text{KHF}_2$  为离子晶体,含有离子键, $\text{HF}_2^-$  由非金属元素组成,其中存在共价键,B 正确。 $\text{ClO}_2^-$  的中心原子 Cl 含有 2 个孤电子对,其价层电子对数为  $2 + \frac{1}{2} \times (7 + 1 - 2 \times 2) = 4$ ,为  $\text{sp}^3$  杂化; $\text{ClO}_3^-$  的中心原子 Cl 含有 1 个孤电子对,其价层电子对数为  $3 + \frac{1}{2} \times (7 + 1 - 3 \times 2) = 4$ ,为  $\text{sp}^3$  杂化, $\text{ClO}_4^-$  的中心原子 Cl 无孤电子对,其价层电子对数为  $4 + \frac{1}{2} \times (7 + 1 - 4 \times 2) = 4$ ,为  $\text{sp}^3$  杂化,杂化类型相同时,由于孤电子对与成键电子对之间的排斥力大于成键电子对之间的排斥力,因此孤电子对数越多键角越小,所以  $\text{ClO}_2^-$ 、 $\text{ClO}_3^-$  和  $\text{ClO}_4^-$  中的 O—Cl—O 键角依次增大,C 错误。具有孤电子对的原子可以给中心原子提供孤电子对进行配位, $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  中的中心原子 S 无孤电子对,不能作配位原子,端基 S 原子含有孤电子对,能作配位原子,D 错误。



②  $\text{S}_8$  中 S 原子采取  $\text{sp}^3$  杂化,无剩余的 p 轨道用于形成大  $\pi$  键

**考查点** ▶ 根据信息写出物质的结构式或分析原因。

**【解析】**(1)  $\text{As}_4\text{S}_4$  分子中 As 形成 3 个共价键、S 形成 2 个共价键,已



(2) 在具有环状结构的配离子  $[\text{Cu}(\text{C}_2\text{O}_4)_2]^{2-}$  中, $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$  的碳氧单键中的 O 给出孤电子对, $\text{Cu}^{2+}$  提供空轨道接受孤电子对,从而以 4 个配位键形成  $[\text{Cu}(\text{C}_2\text{O}_4)_2]^{2-}$ 。

(3) ① 每个  $\text{Fe}(\text{III})$  与羟基氧和非羟基氧构成了  $\text{FeO}_3(\text{OH})_3$  八面体,相同环境的氧原子之间构成正三角形,则可先确定题图乙下面的位置连氧原子,剩余的两个位置连氧原子或羟基均可;②  $\text{S}_8$  分子中 S 原子采取  $\text{sp}^3$  杂化,没有剩余的 p 轨道用于形成大  $\pi$  键。

10. (1) ①  $3d^7$  ②  $\text{O} > \text{N} > \text{C} > \text{H}$  (或 O、N、C、H)  $\text{sp}^2$  杂化

(2) ①  $\alpha$  ②  $<$  反应物中,中心氮原子采用  $\text{sp}$  杂化,而产物中的 N 原子采用  $\text{sp}^2$  杂化,反应物中 N 原子杂化轨道中 s 成分多,所形成的化学键更稳定,氮氮键的键长短

**考查点** ▶ 特殊的考查方式:存在大  $\pi$  键的分子结构分析

**【解析】**(1) ① Co 是 27 号元素,根据构造原理,可知基态 Co 原子核外电子排布式是  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^7 4s^2$ ,则基态 Co 原子的价层电子排布式是  $3d^7 4s^2$ ,Co 原子失去最外层的 2 个 4s 电子,

就得到  $\text{Co}^{2+}$ , 故基态  $\text{Co}^{2+}$  的价层电子排布式是  $3d^7$ 。②根据色胺酮分子结构简式, 可知其中含有 H、C、N、O 四种元素, 元素的非金属性越强, 其电负性就越大, 这四种元素的非金属性由强到弱的顺序为 O、N、C、H, 故它们的电负性由大到小的顺序为  $\text{O} > \text{N} > \text{C} > \text{H}$ ; 1 号 N 原子形成两个  $\sigma$  键, 提供一个单电子形成大  $\pi$  键, 色胺酮分子为平面结构, 该 N 原子采用  $sp^2$  杂化, 故 1 号 N 原子的孤电子对占据的轨道为  $sp^2$  杂化轨道。

(2) ①产物  $\alpha$  位的 N 原子采用  $sp^2$  杂化,  $\beta$  位的 N 原子也采用  $sp^2$  杂化,  $\alpha$  位置的 N 原子中含有 1 个孤电子对, 容易形成配位键;  $\beta$  位的 N 原子没有孤电子对, 故产物中  $\alpha$ 、 $\beta$  两位置的 N 原子中,  $\alpha$  位置的 N 原子更容易形成配位键。②反应物中, 中心氮原子采用  $sp$  杂化, 而产物中的 N 原子采用  $sp^2$  杂化, 反应物中采用  $sp$  杂化的 N 原子杂化轨道中 s 成分比产物中采用  $sp^2$  杂化的 N 原子杂化轨道中 s 成分多, 其所形成的化学键更稳定, 键长更短, 故反应物中氮氮键键长  $<$  产物中氮氮键键长。

**11. B 创新点** ▶ 以铁基催化剂为背景考查反应机理、杂化轨道类型变化等

【解析】 $\text{CO}_2$  催化加氢制乙醇, 铁基氧化物主要起催化作用, 参与反应生成中间产物, A 错误; 乙苯转化为苯乙烯, 侧链碳原子

由  $sp^3$  杂化变为  $sp^2$  杂化, B 正确;  $\text{HCO}_3^-$  的结构为  $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ ^-\text{O}-\text{C}-\text{OH} \end{array}$ ,

$\text{HCOO}^-$  结构为  $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ ^-\text{O}-\text{C}-\text{H} \end{array}$ , 则催化加氢时, 断裂的是  $\sigma$  键, C 错误;

较高温度下产物 S 和  $\text{O}_2$  反应生成污染物  $\text{SO}_2$ , 且催化剂需要一定的活性温度, 故较高温度不一定有利于脱硫, D 错误。

## 第 2 节 配合物的形成和应用

### 刷基础

**1. A 考查点** ▶ 共价键、杂化方式、氢键

【解析】化合物中镁元素为 +2 价, A 错误; 叶绿素 C 中含有形成双键的碳原子和饱和碳原子, 碳原子分别采取  $sp^2$ 、 $sp^3$  杂化, B 正确; 叶绿素 C 中含有双键, 双键中有 1 个  $\sigma$  键和 1 个  $\pi$  键, 所以叶绿素 C 中含  $\sigma$  键和  $\pi$  键, C 正确; 叶绿素 C 中含有羧基, 所以能与水分子形成氢键, D 正确。

**2. B 考查点** ▶ 简单配合物的成键、价层电子排布式、电子式、键角大小比较

【解析】四氨合铜离子中配位键属于  $\sigma$  键, 氨气分子中的氮氢键也属于  $\sigma$  键, 1 mol  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$  中含 16 mol  $\sigma$  键, A 错误; Cu 为 29 号元素, 基态 Cu 的电子排布式为  $[\text{Ar}]3d^{10}4s^1$ , 故基态  $\text{Cu}^{2+}$  的价层电子排布式为  $3d^9$ , B 正确; 氨气是共价化合物, 其电子式为  $\text{H}:\ddot{\text{N}}:\text{H}$ , C 错误;  $\text{NH}_3$  和  $\text{NH}_4^+$  的中心 N 原子的价层电子对数均为 4,  $\text{NH}_3$  的中心 N 原子有 1 个孤电子对,  $\text{NH}_4^+$  的中心 N 原子无孤电子对, 孤电子对对成键电子对的排斥力大于成键电子对之间的排斥力, 故键角:  $\text{NH}_4^+ > \text{NH}_3$ , D 错误。

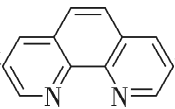
**3. D 考查点** ▶ 配合物的组成与结构

【解析】 $(\text{CH}_3)_3\text{Al}$  中 Al 原子形成 3 个  $\sigma$  键, 且无孤电子对, 为  $\text{sp}^2$  杂化, A 错误;  $\text{K}[\text{PtCl}_3(\text{C}_2\text{H}_4)] \cdot \text{H}_2\text{O}$  中 K 为 +1 价、Cl 为 -1 价,  $\text{C}_2\text{H}_4$  整体化合价为 0, 则 Pt 的化合价为 +2, B 错误; 二茂铁  $[\text{Fe}(\text{C}_5\text{H}_5)_2]$  100 °C 时升华, 应属于分子晶体, C 错误; 1 个 CO 分子中存在 1 个  $\sigma$  键, 1 个 Ni 和 4 个 CO 形成 4 个配位键, 则 1 mol  $\text{Ni}(\text{CO})_4$  中含 8 mol  $\sigma$  键, D 正确。

**4. B 考查点** ▶ 配合物的组成与结构

【解析】 $\text{NO}_3^-$  和  $\text{NO}_2^-$  中 N 原子的价层电子对数均为 3, 均无孤电子对, N 原子为  $\text{sp}^2$  杂化, C、N 杂环上的 4 个 N 原子参与形成大  $\pi$  键, 采取  $\text{sp}^2$  杂化, 该配合物中 N 原子的杂化方式有 1 种, A 错误; 由题给信息和配合物的结构可知, 配体  $\text{NO}_3^-$  提供 2 个 O 原

**关键点**

子, 2 个配体  各提供 2 个 N 原子, 而  $\text{Cd}^{2+}$  与  $\text{NO}_2^-$

并未成环, 二者之间的配位键不是通过螯合作用形成的, 故 1 mol 该螯合物通过螯合作用形成配位键 6 mol, B 正确; 48 号元素 Cd 位于 Zn 的下一周期, 且与 Zn 同族, 故 Cd 属于 ds 区元素, Cd 的价层电子排布式为  $4\text{d}^{10}5\text{s}^2$ , C、D 错误。

**5. (1)  $\text{NH}_3$  或  $\text{NH}_4^+$  (2)  $\text{N}_2$  分子中的 N 存在孤电子对 (3) 6**

**考查点** ▶ 氮的固定、配合物的结构

【解析】(1) 豆科植物根瘤中的固氮酶能将空气中的氮气直接转化为  $\text{NH}_3$  或  $\text{NH}_4^+$  作为自身的养分。

(2) 氮气分子中 N 上含有孤电子对, 在配合物中作为配位体。

(3) 由化学式可知, 配合物  $[\text{Ru}(\text{NH}_3)_5\text{N}_2]\text{Cl}_2$  中  $\text{Ru}^{2+}$  为提供空轨道的中心离子,  $\text{NH}_3$ 、 $\text{N}_2$  为配体, 且均提供一个孤电子对形成一个配位键, 故配位数为 6。

**6. (1) AE (2)  $12N_A$** 

**(3) X 射线衍射实验**

**(4) <  $\text{NF}_3$  中成键电子对之间的斥力小于  $\text{NH}_3$  中成键电子对之间的斥力**

**考查点** ▶ 配合物的组成与结构

【解析】(1) 配离子  $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$  中,  $\text{H}_2\text{O}$  分子内部的 O—H 键为共价键,  $\text{Cu}^{2+}$  与  $\text{H}_2\text{O}$  分子中的 O 原子形成配位键, 故 A、E 符合题意。

(2) 每个  $\text{H}_2\text{O}$  分子中有 2 个  $\sigma$  键 (O—H), 4 个  $\text{H}_2\text{O}$  分子共有 8 个  $\sigma$  键, 1 个  $\text{Cu}^{2+}$  与 4 个  $\text{H}_2\text{O}$  分子形成 4 个配位键 (配位键属于  $\sigma$  键), 1 mol  $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$  含有的  $\sigma$  键总数为  $12N_A$ 。

(3) 确定固体是晶体还是非晶体的最科学的方法是 X 射线衍射实验。晶体有规则的衍射图案, 非晶体则无。

(4)  $\text{NF}_3$  与  $\text{NH}_3$  的结构相似, 中心 N 原子价层电子对数均为 4, 均含有一个孤电子对, 因此分子空间结构均为三角锥形, 由于电负性:  $\text{F} > \text{N} > \text{H}$ , 因此在  $\text{NH}_3$  中成键电子对偏向 N, 成键电子对之间的排斥力大, 键角大,  $\text{NF}_3$  中成键电子对偏向 F, 成键电子对之间的排斥力小, 键角小。

**刷 提分****1. D 考查点** ▶ 配合物、分子的空间结构、化学键的类型

**【解析】** $\text{NH}_3$  中心原子 N 的价层电子对数为  $3 + \frac{1}{2} \times (5 - 3 \times 1) = 4$ , 含 1 个孤电子对, 空间结构为三角锥形, A 错误;  $\text{CH}_3\text{COOH}$  属于共价化合物, 分子中只有共价键, B 错误; 1 个  $\text{NH}_3$  中含 3 个  $\sigma$  键, 1 个  $\text{CO}$  中含有 1 个  $\sigma$  键, 1 个  $\text{Cu}^+$  与 3 个  $\text{NH}_3$ 、1 个  $\text{CO}$  配位, 故 1 mol  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_3\text{CO}]^+$  中  $\sigma$  键的物质的量为  $(3 \times 3 + 1 + 4) \text{ mol} = 14 \text{ mol}$ , C 错误;  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_3\text{CO}]^+$  中  $\text{NH}_3$ 、 $\text{CO}$  的整体化合价都是 0, 故 Cu 元素的化合价为 +1, D 正确。

**2. D** **考查点** ▶ 配位键、金属与合金性能比较

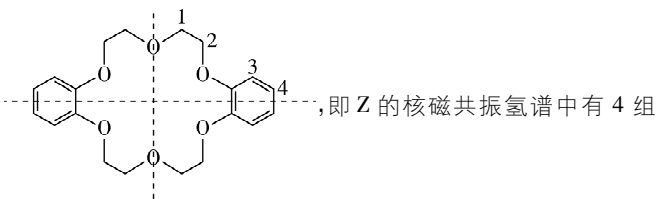
**【解析】**一般情况下合金的熔点低于各组分金属的熔点, 所以家用铁锅的熔点低于铁单质的熔点, 故 A 错误; 向碳酸钠溶液中滴加硫酸亚铁溶液可能发生双水解反应生成氢氧化亚铁, 导致制得的碳酸亚铁中混有氢氧化亚铁杂质, 故 B 错误; 四氧化三铁是纯净物, 故 C 错误; 由图可知, 血红素分子中具有空轨道的中心离子  $\text{Fe}^{2+}$  与具有孤电子对的氮原子形成 4 个配位键, 故 D 正确。

**3. B** **考查点** ▶ 元素电负性的比较、原子杂化类型、简单配合物的成键

**【解析】**同周期主族元素从左到右, 元素的电负性逐渐增大, 则电负性:  $\text{O} > \text{N} > \text{C}$ , H 与上述三种元素形成化合物时, 氢元素均显正价, 则四种元素中 H 的电负性最小, 则电负性:  $\text{O} > \text{N} > \text{C} > \text{H}$ , A 错误; 形成双键的 N 原子的杂化方式为  $\text{sp}^2$ , 其余的 N 原子均形成 3 个  $\sigma$  键, 且含有 1 个孤电子对, 杂化方式为  $\text{sp}^3$ , B 正确;  $\text{H}_2\text{O}$  中的 O 有 2 个孤电子对, 而物质 II 的  $\text{H}-\text{O}-\text{H}$  中 O 提供 1 个孤电子对与  $\text{Ca}^{2+}$  形成了 1 个配位键, 只剩 1 个孤电子对, 则其键角较大, C 错误; 结合物质 II 的结构可知, 1 个  $\text{Ca}^{2+}$  与 5 个 O 形成 5 个配位键, D 错误。

**4. D** **考查点** ▶ 有机物的结构与性质、有机反应类型、超分子

**【解析】**Z 中含醚键, X 中含醚键和酚羟基, 均不能与  $\text{NaHCO}_3$  溶液反应, 故用  $\text{NaHCO}_3$  溶液不能鉴别 Z 中是否混有 X, A 错误; X 与 Y 反应过程有副产物 HCl 生成, 原子利用率不是 100%, 不是加成反应, B 错误; 根据 Z 的结构可知, 存在 4 种等效氢原子:



峰, C 错误; Z 可与  $\text{K}^+$  形成超分子, 而 KCN 为离子化合物, 难溶于非极性溶剂四氯化碳, 所以 KCN 在有机溶剂  $\text{CCl}_4$  中的溶解度小于在冠醚 Z 中的溶解度, D 正确。

**5. D** **突破点** ▶ 配合物的结构、元素性质、杂化方式、氢键

**【解析】**Ru 配合物中第二周期元素为 C、N、O, 同一周期元素的第一电离能从左到右呈增大趋势, 但是 N 原子的 2p 轨道达到稳定的半充满状态, 第一电离能大于相邻元素, 则第一电离能由大到小的顺序为  $\text{N} > \text{O} > \text{C}$ , A 错误;  $-\text{CO}$  中 C 原子连有三键, 为  $\text{sp}$  杂化, B 错误; 由图可知, 该配合物中 Ru 的配体分别是有机物、一氧化碳和氯离子, C 错误;  $\text{HCOOH}$  分子间存在氢键, 分子间氢键



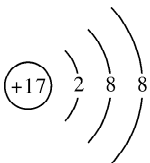
能使物质的沸点升高,则  $\text{HCOOH}$  的沸点比  $\text{CH}_3\text{CHO}$  高的主要原因是  $\text{HCOOH}$  分子间存在氢键,D 正确。

## 热点 6 化学用语

### 刷热点

#### 1. A 考查点 ▶ 离子键、离子结构示意图、电子式、核素

【解析】 $\text{MgCl}_2$  属于离子化合物, $\text{MgCl}_2$  中只存在  $\text{Mg}^{2+}$  和  $\text{Cl}^-$  之间的离子键,A 正确; $\text{Cl}$  为 17 号元素,核电荷数为 17,核外有 17 个电子, $\text{Cl}$  原子得一个电子后形成  $\text{Cl}^-$ ,故  $\text{Cl}^-$  的结构示意图为



10 的氧原子表示为  $^{18}_8\text{O}$ ,C 错误; $\text{MgH}_2$  属于离子化合物,其电子式为  $[\text{H}:]^- \text{Mg}^{2+} [\text{:H}]^-$ ,D 错误。

#### 2. B 考查点 ▶ 化学键的判断、分子的空间结构、分子极性的判断

【解析】 $\text{NH}_3$  的电子式为  $\text{H}:\overset{\text{H}}{\underset{\cdot\cdot}{\text{N}}}:\text{H}$ ,A 错误; $\text{CO}_2$  的中心原子 C 的价层电子对数是  $2 + \frac{4-2 \times 2}{2} = 2$ ,无孤电子对,空间结构为直线形,

B 正确;尿素分子的结构式是  $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}-\text{N}-\text{C}-\text{N}-\text{H} \\ | \quad | \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ ,不含离子键,C 错误;

$\text{H}_2\text{O}$  的正、负电中心不重合,为极性分子,D 错误。

#### 3. C 考查点 ▶ 轨道表示式、同素异形体、核素、电子式

【解析】质量数 = 质子数 + 中子数,故中子数为  $181 - 74 = 107$ ,A 错误;基态碳原子的轨道表示式:  $\begin{array}{|c|c|c|c|} \hline \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow & \uparrow & \uparrow \\ \hline 1s & 2s & 2p & \end{array}$ ,B 错误; $\text{S}_2$  和

$\text{S}_8$  为硫元素形成的不同单质,互为同素异形体,C 正确; $\text{HCl}$  是共价化合物,不存在电子得失,其形成过程为  $\text{H}\cdot + \cdot\ddot{\text{Cl}}\cdot \longrightarrow \text{H}:\ddot{\text{Cl}}:$ ,D 错误。

#### 4. C 考查点 ▶ 电子式、VSEPR 模型、电子排布式、氢键

【解析】次氯酸钠是离子化合物,O 和 Cl 原子形成一个共用电子对,A 正确;在固体 HF 中,HF 分子通过氢键作用连接成链状结构,由 F 原子的核外电子排布特点可知, $\text{H}-\text{F}\cdots\text{H}$  的角度小于

**关键点**

$180^\circ$ ,B 正确;铜是 29 号元素,其基态原子简化电子排布式为  $[\text{Ar}]3\text{d}^{10}4\text{s}^1$ ,3d 轨道全充满时,可使原子整体处于能量较低状

**关键点**

态,原子较稳定,属于洪特规则特例,C 错误; $\text{SO}_3^{2-}$  的中心原子 S 的价层电子对数为  $3 + \frac{1}{2} \times (6 + 2 - 3 \times 2) = 4$ ,有 1 个孤电子对,

VSEPR 模型为四面体形,D 正确。

#### 5. C 考查点 ▶ 空间填充模型、结构式、核素的表示方法、电子式

【解析】是球棍模型,且 C 原子半径应大于 H 原子半径,

$\text{CH}_4$  的空间填充模型为 ,A 错误; $\text{HClO}$  的结构式为



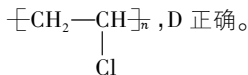
$\text{H}-\text{O}-\text{Cl}$ , O 原子在中间位置, B 错误; 核素的表示方法: 元素符号左下角为质子数, 左上角为质量数, 中子数为 18 的 S 原子:  ${}^{34}_{16}\text{S}$ , C 正确;  $\text{N}_2$  的电子式为:  $\text{N}::\text{N}$ , D 错误。

#### 6. B 考查点 ▶ 电子式、简化电子排布式、球棍模型、结构简式


【解析】 $\text{K}_2\text{S}$  为离子化合物, 用电子式表示  $\text{K}_2\text{S}$  的形成:  
 $\text{K}\cdot + \cdot\ddot{\text{S}}\cdot + \text{K}\cdot \longrightarrow \text{K}^+[:\ddot{\text{S}}:]^{2-}\text{K}^+$ , A 正确; 锆的原子序数为 32, 基态锆

原子的简化电子排布式:  $[\text{Ar}]3\text{d}^{10}4\text{s}^24\text{p}^2$ , B 错误;

表示氯仿的球棍模型, C 正确; 聚氯乙烯的结构简式:



#### 7. B 考查点 ▶ 空间填充模型、电子云轮廓图、电子式、结构式

【解析】乙烯分子的空间填充模型为 , A 错误; 氯气分子

中氯原子与氯原子形成  $\text{p}-\text{p}$   $\sigma$  键, 共价键电子云轮廓图为



, B 正确; 用电子式表示氯化镁的形成过程为

$:\ddot{\text{Cl}}\cdot + \cdot\text{Mg}\cdot + \cdot\ddot{\text{Cl}}\cdot \longrightarrow [:\ddot{\text{Cl}}:]^-\text{Mg}^{2+}[:\ddot{\text{Cl}}:]^-$ , C 错误; 由共价键的饱和性可知, S 形成 2 个共价键, Cl 形成 1 个共价键, 则  $\text{S}_2\text{Cl}_2$  的结构式为  $\text{Cl}-\text{S}-\text{S}-\text{Cl}$ , D 错误。

#### 8. D 考查点 ▶ 化学用语

【解析】基态 Co 原子首先失去 4s 能级上的电子, 然后失去 3d 能级上的电子, 故基态  $\text{Co}^{2+}$  的价层电子排布式为  $3\text{d}^7$ , A 错误; 中子数为 18 的氯原子可表示为  ${}^{35}_{17}\text{Cl}$ , 左上角为质量数, 左下角为质子

**关键点**

数, B 错误;  $\text{H}_2\text{O}$  中中心 O 原子的价层电子对数为 4, 有 2 个孤电子对, 为  $\text{sp}^3$  杂化, VSEPR 模型为四面体形, C 错误;  $1\text{ mol } [\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$  中含  $\sigma$  键的物质的量为  $(3 \times 6 + 6)\text{ mol} = 24\text{ mol}$ , D 正确。

### 热点 7 物质结构的融合考查

#### 刷 热点

#### 1. C 考查点 ▶ 物质结构、性质和用途

【解析】 $\text{N}_2$  的化学性质稳定与用来合成  $\text{NH}_3$  无关, A 不符合题意;  $\text{N}_2\text{H}_4$  易溶于水主要是因为与水反应生成  $\text{N}_2\text{H}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , 且  $\text{N}_2\text{H}_4$  能与水形成氢键, 与其含有极性键无关, B 不符合题意;  $\text{NH}_2\text{OH}$  具有还原性, 可作油脂工业中的抗氧化剂, 有对应关系, C 符合题意;  $\text{NH}_3$  具有还原性, 可以发生催化氧化反应制硝酸, D 不符合题意。

#### 2. B 考查点 ▶ 物质结构与性质、晶胞的有关计算

【解析】 $\text{NH}_2\text{OH}$  由分子构成, 属于分子晶体, A 错误;  $\text{N}_2\text{H}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  溶液呈弱碱性的原因是  $\text{N}_2\text{H}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  能部分电离出  $\text{OH}^-$ , 电离方程式为  $\text{N}_2\text{H}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{N}_2\text{H}_5^+ + \text{OH}^-$ , B 正确; 氮的固定指的是将游离态的氮转化为化合态的氮, 图甲所示转化中只有⑤属于氮的固定, N 元素被还原的转化有①②③④⑤, 共 5 步, C 错误; 由

图乙可知,晶胞中 X 的个数为  $1 + \frac{1}{8} \times 8 = 2$ , Y 的个数为  $8 \times \frac{1}{2} = 4$ , 根据化学式  $\text{Li}_2\text{CN}_2$  可知, Y 表示的是  $\text{Li}^+$ , X 表示的是  $\text{CN}_2^{2-}$ , D 错误。

**3. C 考查点** ▶ 反应机理分析, 涉及分子间作用力、化学键、杂化方式、氧化还原反应等

**【解析】**“静电吸引”是指带异号电荷的离子间的相互作用, 为离子键, 不是范德华力, A 错误; 二价阴离子中 As 原子孤电子对数为 0, 价层电子对数为 4, 采取  $\text{sp}^3$  杂化, 一价阴离子中 As 原子孤电子对数为 1, 价层电子对数为  $1 + 3 = 4$ , 采取  $\text{sp}^3$  杂化, “表面络合”中 As 原子的杂化方式只有 1 种, B 错误; 如题图所示, 氧化反应是由 As(Ⅲ) 转化为 As(Ⅴ), 则氧化剂为改性生物炭, C 正确; 如题图所示, “氢键形成”中分子间氢键有 1 种, 为  $\text{O}-\text{H} \cdots \text{O}$ , D 错误。

**4. (1)**  $\text{NH}_3$  分子的直径小于沸石分子筛中的空隙直径, 沸石分子筛通过吸附去除废水中的  $\text{NH}_3$ ; 废水中的  $\text{NH}_4^+$  可以与沸石分子筛中的  $\text{Na}^+$  发生离子交换而被除去

(2)  $\text{H}^+$  与  $\text{Cu}^{2+}$  均可与沸石分子筛中的  $\text{Na}^+$  进行交换, pH 较小时,  $\text{H}^+$  的浓度较高, 与  $\text{Na}^+$  交换的  $\text{Cu}^{2+}$  较少; 随着 pH 升高,  $\text{H}^+$  浓度降低, 与  $\text{Na}^+$  交换的  $\text{Cu}^{2+}$  变多, 且溶液中的  $\text{Cu}^{2+}$  会生成  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  沉淀,  $\text{Cu}^{2+}$  的去除率增大

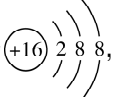
**考查点** ▶ 沸石分子筛结构与原理的推断

## 全章真题训练

### 刷真题

#### 刷本源

**1. C 命题点** ▶ 化学用语

**【解析】**  $\text{S}^{2-}$  的核外电子数为 18, 即  $\text{S}^{2-}$  的结构示意图为 

A 错误;  $\text{H}_2\text{O}_2$  为共价化合物, 只含共价键, B 错误;  $\text{SO}_4^{2-}$  中 O 元素为 -2 价, S 元素为 +6 价, C 正确;  $\text{H}_2\text{O}$  的空间构型为 V 形, D 错误。

**2. C 命题点** ▶ 化学用语

**【解析】**  $\text{NH}_4^+$  的电子式为  $\left[ \begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{H} : \ddot{\text{N}} : \text{H} \\ | \\ \text{H} \end{array} \right]^+$ , A 错误;  $\text{NO}_2^-$  中 N 元素的化合价为 +3, B 错误;  $\text{N}_2$  的结构式为  $\text{N} \equiv \text{N}$ , 分子中存在  $\text{N} \equiv \text{N}$  键, C 正确;  $\text{H}_2\text{O}$  分子的空间结构是 V 形, O 原子上有 2 个孤电子对, 其正、负电荷中心不重合, 所以是极性分子, D 错误。

**3. C 命题点** ▶ 超分子结构、元素周期律等

**【解析】** 苧氯分子含有饱和 C 原子, 且饱和碳原子连有三种不同的基团, 分子空间结构不对称, 故苧氯为极性分子, A 错误; 同主族元素从上到下电负性逐渐减小, 故电负性:  $\chi(\text{F}) > \chi(\text{Cl})$ , B 错误; 电子层结构相同时, 离子半径随原子序数增大而减小, 故离子半径:  $r(\text{F}^-) > r(\text{Na}^+)$ , C 正确; 15-冠-5 是分子, 与阳离子  $\text{Na}^+$

**易错点**


之间不存在离子键,二者通过分子间相互作用形成超分子,D 错误。

## 刷借鉴

### 4. C 命题点 ▶ 物质结构,涉及原子半径、价层电子数、化学键等

【解析】根据  $\text{IO}_2\text{F}$  的成键结构片段图可知,●代表的原子半径最大,则●为 I,○能形成 2 个共价键,○为 O,●形成 1 个共价键,●为 F,

A 错误;如图用编号标记 O 原子:



每个 I 原子直接

与 3 个 O 原子相连,其中①号 O 被均摊  $\frac{1}{2}$ ,②号 O 不被均摊,根

据分子式中原子个数比  $\text{I}:\text{O}=1:2$  可知,③号 O 也应被均摊  $\frac{1}{2}$ ,

故不可能连接 O 原子形成过氧键,B 错误;由该化合物的分子式和题给结构片段图,并结合 B 项分析可知,I 原子与①、③号 O 原子形成单键,与②号 O 原子形成双键,I 原子与 F 原子形成单键,

则 I 原子上的孤对电子数为  $\frac{7-2-1\times 2-1}{2}=1$ ,故该化合物中 I 原

子存在孤对电子,分子中碘氧键键长不同,C 正确、D 错误。

### 5. D 命题点 ▶ 质谱法、分子极性

【解析】 $\text{NH}_3$  和  $\text{ND}_3$  的相对分子质量不同,可用质谱法区分,A 正确; $\text{NH}_3$  和  $\text{ND}_3$  中 N 原子杂化方式均为  $\text{sp}^3$ ,分子空间结构均为三角锥形,正、负电中心均不重合,均为极性分子,B 正确;方法①中  $\text{Mg}_3\text{N}_2$  与  $\text{D}_2\text{O}$  发生水解反应  $\text{Mg}_3\text{N}_2 + 6\text{D}_2\text{O} \longrightarrow 3\text{Mg}(\text{OD})_2 + 2\text{ND}_3 \uparrow$ ,C 正确;方法②可看作用  $\text{D}_2\text{O}$  中 D 原子取代  $\text{NH}_3$  中 H 原子得到  $\text{ND}_3$ ,反应过程中可能生成副产物  $\text{NH}_2\text{D}$ 、 $\text{NHD}_2$ ,导致产品纯度低,而方法①中通过  $\text{Mg}_3\text{N}_2$  与  $\text{D}_2\text{O}$  的水解反应生成的含氮产物均为  $\text{ND}_3$ ,产品纯度更高,D 错误。

### 6. A 命题点 ▶ 化学基本概念与理论

【解析】VSEPR 模型用于判断价层电子对的空间结构,略去 VSEPR 模型中中心原子上的孤电子对,可得到分子的空间结构,二者是否一致取决于中心原子上有无孤电子对,如  $\text{H}_2\text{O}$  的 VSEPR 模型为四面体形,但中心原子 O 上有两个孤电子对, $\text{H}_2\text{O}$  的空间结构为 V 形,A 错误。

### 7. B 命题点 ▶ 原子光谱、键角、配位数等

【解析】原子光谱是不连续的线状谱线,说明原子的能级是不连续的,即原子能级是量子化的,A 正确; $\text{CO}_2$  中心 C 原子为  $\text{sp}$  杂化,键角为  $180^\circ$ , $\text{CH}_2\text{O}$  中心 C 原子为  $\text{sp}^2$  杂化,键角大约为  $120^\circ$ , $\text{CCl}_4$  中心 C 原子为  $\text{sp}^3$  杂化,键角为  $109^\circ 28'$ ,三种物质中

**易错点**

心 C 原子都没有孤电子对,三者键角大小与孤电子对无关,B 错误;离子晶体的配位数取决于阴、阳离子半径的相对大小,离子半径比越大,配位数越大, $\text{Cs}^+$  周围最多能排布 8 个  $\text{Cl}^-$ , $\text{Na}^+$  周围最多能排布 6 个  $\text{Cl}^-$ ,说明  $\text{Cs}^+$  比  $\text{Na}^+$  半径大,C 正确;断开第一个键时,碳原子周围的共用电子对多,原子核对共用电子对的吸引力较弱,需要能量较小,断开 C—H 键越多,碳原子周围共用电子对越少,原子核对共用电子对的吸引力越大,需要的能量变大,

所以各步中的 C—H 键所处化学环境不同,每步所需能量不同, D 正确。

**8. B 命题点** ▶ 化学用语,涉及 VSEPR 模型、空间结构、杂化类型等

**【解析】** HCl 是共价化合物,其电子式为  $\text{H}:\ddot{\text{Cl}}:$ , A 错误;

$\text{NH}_4\text{ClO}_4$  中  $\text{NH}_4^+$  的中心 N 原子孤电子对数为  $\frac{1}{2} \times (5-1-4) = 0$ ,

**关键点**

价层电子对数为 4,  $\text{ClO}_4^-$  的中心 Cl 原子孤电子对数为  $\frac{1}{2} \times (7+1-2 \times 4) = 0$ , 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;  $\text{C}_{60}$ 、石墨、金刚石中碳原子的杂化方式分别为  $\text{sp}^2$ 、 $\text{sp}^2$ 、 $\text{sp}^3$ , 共有 2 种杂化方式, C 错误;  $\text{NH}_3$  易液化, 其汽化时吸收热量, 可作制冷剂, 干冰易升华, 升华时吸收热量, 也可作制冷剂,  $\text{NH}_3$  分子间作用力为氢键和范德华力,  $\text{CO}_2$  分子间仅存在范德华力, D 错误。

**9. BD 命题点** ▶ 反应机理分析, 涉及键长大小比较、核外电子排布式等

**【解析】** 化合物 I 中  $\text{N}^1$  与  $\text{C}^2$  形成单键, II 中  $\text{N}^1$  与  $\text{C}^2$  形成双键, 所以 I 转化为 II 后,  $\text{N}^1-\text{C}^2$  键长变短, A 正确; 氮元素的原子序数为 7, 基态  $\text{N}^+$  的核外电子排布式为  $1s^2 2s^2 2p^2$ , B 错误; 无色的化合物 I 与  $\text{H}^+$  共热反应生成黄色的 II, 说明化合物 I 具备热敏性, 有在热敏指示剂方面的应用前景, C 正确; 加热时, 化合物 I 的  $\text{O}^1$  与  $\text{H}^+$  结合,  $\text{O}^1-\text{C}^2$  键断开, D 错误。

**方法技巧** 注意提取题目中的有效信息, 如 C 项的热敏指示剂可以从题干中的反应条件以及化合物 I 与 II 的颜色入手。

**10. B 命题点** ▶ 超分子

**【解析】** 根据超分子的形成特点可知, 芳烃可以与“分子客车”通过分子间相互作用形成超分子, A 正确; 并四苯平躺装载时, 与“分子客车”上、下层芳环形成  $\pi-\pi$  相互作用, 直立装载时, 不能与上、下层芳环形成  $\pi-\pi$  相互作用, 则平躺装载时稳定性更好, B 错误; 结合“分子客车”的结构, 从分子大小适配看, 1 个“分子客车”可以装载 2 个芘分子, C 正确; 芘、并四苯、蒽的  $\pi$  电子数依次增多, 结合常数依次增大, 推测芳烃  $\pi$  电子数越多越有利于和“分子客车”的结合, D 正确。

**11. (1) 正四面体  $\text{sp}^3$**

**(2) FDCA 分子间氢键比 HMF 多(强)**

**命题点** ▶ 物质结构与性质, 涉及空间构型、杂化方式、氢键对物质性质的影响等

**【解析】** (1) 在  $\text{BF}_4^-$  中, B 原子的成键电子对数为 4, 孤电子对数为  $\frac{1}{2} \times (3+1-4) = 0$ , 则  $\text{BF}_4^-$  的空间构型为正四面体。咪唑环中的 2 个 N 原子和 3 个 C 原子都参与形成了大  $\pi$  键, 且形成大  $\pi$  键共用了 6 个电子, 其中每个 C 原子都提供了 1 个电子, 1 个 N 原子提供了 1 个孤电子对, 另一个 N 原子提供了 1 个电子, 所以两个 N 原子都形成了 3 个  $\sigma$  键并参与形成大  $\pi$  键, 都没有孤

电子对,则 N 原子的杂化方式为  $sp^2$ 。

(2) 1 个 HMF 分子中只有 1 个羟基、1 个醚键与 1 个醛基,而 1 个 FDCA 分子中有 2 个羧基与 1 个醚键,羟基与羧基中氢原子可与其他分子中的氧原子间形成氢键,则 FDCA 形成的分子间氢键更多(强),使 FDCA 的熔点远大于 HMF 的熔点。