

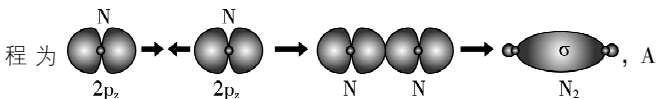
第十章 分子结构与性质

第1节 共价键 分子的空间结构

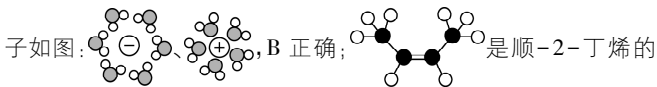
刷基础

1. C 考点 ▶ 化学用语

【解析】 N_2 分子中由 N 原子中的 2p 轨道上的电子形成 σ 键的过程为



正确; $NaCl$ 溶于水形成水合阴、阳离子, 水合氯离子和水合钠离子如图:



球棍模型, 不是其空间填充模型, C 错误; 二氧化硅是共价晶体, 则二氧化硅的化学式为 SiO_2 , D 正确。

2. C 考点 ▶ VSEPR 模型与分子结构、分子的极性

【解析】 CO_2 中心原子 C 原子的价层电子对数为 $2 + \frac{4-2 \times 2}{2} = 2 + 0 = 2$, 无孤电子对, VSEPR 模型是直线形, A 正确; SeO_3 中心原子 Se 原子的价层电子对数为 $3 + \frac{6-3 \times 2}{2} = 3 + 0 = 3$, 无孤电子对, 空间结构为平面三角形, B 正确; SO_2 中心原子 S 原子的价层电子对数为 $2 + \frac{6-2 \times 2}{2} = 2 + 1 = 3$, 有 1 个孤电子对, 空间结构为 V 形, 是极性分子, CS_2 和 CO_2 是等电子体, 则 CS_2 为非极性分子, C 错误; NH_4^+ 中心原子 N 原子的价层电子对数为 $4 + \frac{5-1-4 \times 1}{2} = 4$, 无孤电子对, 空间结构为四面体形, D 正确。

方法技巧 价层电子对互斥模型判断分子或离子的空间结构的具体思路

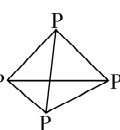
化学式 $\xrightarrow{\text{中心原子的价层电子对数}}$ 价层电子对的排列方式
 $\xrightarrow{\text{价层电子对互斥模型}}$ VSEPR 模型 $\xrightarrow{\text{略去孤电子对}}$ 分子或离子的空间结构

价层电子对数	价层电子对的排列方式	VSEPR 模型及名称	孤电子对数	略去孤电子对的空间结构	分子(或离子)的空间结构名称
2		 直线形	0		直线形
			1		直线形
3		 平面三角形	0		平面三角形
			1		V 形
			2		直线形
4		 四面体形	0		四面体形
			1		三角锥形
			2		V 形
			3		直线形

3. A 考点 ▶ 键参数、粒子空间结构、第一电离能、晶体类型

【解析】 PO_4^{3-} 中心原子价层电子对数为 $4 + \frac{1}{2} \times (5 + 3 - 4 \times 2) = 4$,

且不含孤电子对,空间结构为正四面体形,键角为 $109^\circ 28'$, P_4 的

空间结构为 , 键角为 60° , 则键角: $\text{PO}_4^{3-} > \text{P}_4$, A 正确;

由 A 可知, PO_4^{3-} 的空间结构为正四面体形, B 错误; 同周期主族元素从左往右第一电离能呈增大的趋势, 则第一电离能: $\text{P} > \text{Si}$, C 错误; SiO_2 中 Si 原子与 O 原子通过共价键结合形成空间网状结构, 属于共价晶体, P_4 晶体由 P_4 分子通过分子间作用力结合形成, 属于分子晶体, D 错误。

方法技巧 共价键的分类及判断方法

分类依据	类型	
形成共价键的原子轨道重叠方式	σ 键	原子轨道“头碰头”重叠
	π 键	原子轨道“肩并肩”重叠
形成共价键的共用电子对是否发生偏移	极性键	共用电子对发生偏移
	非极性键	共用电子对不发生偏移
原子间共用电子对的数目	单键	原子间有一个共用电子对
	双键	原子间有两个共用电子对
	三键	原子间有三个共用电子对

(1) σ 键与 π 键的判断

①由轨道重叠方式判断

a. “头碰头”重叠为 σ 键, σ 键的特征: 电子云为轴对称, 即以形成化学键的两个原子核的连线为轴旋转。

b. “肩并肩”重叠为 π 键, π 键的特征: 电子云为镜像对称, 即每个 π 键的电子云由两块组成, 分别位于由两个原子核构成的平面的两侧; π 键重叠程度较小, 不稳定, 容易断裂; 若原子半径大, 原子间形成的 σ 键较长, p-p 轨道“肩并肩”重叠程度很小或几乎不能重叠, 难以形成 π 键。

②由物质的结构式判断: 共价单键都是 σ 键, 共价双键中含有一个 σ 键、一个 π 键, 共价三键中含有一个 σ 键、两个 π 键。

③由成键轨道类型判断: s 轨道形成的共价键全部是 σ 键; 杂化轨道形成的共价键全部为 σ 键。

④依据强度判断: σ 键的强度较大, 较稳定; π 键强度较小, 比较容易断裂。

(2) 极性键与非极性键的判断: 一般情况下, 不同种元素的原子之间形成的是极性共价键, 同种元素的原子之间形成的是非极性共价键。

4. C 考点 ▶ 阿伏加德罗常数的应用

【解析】14 g N_2 的物质的量为 0.5 mol, 每个氮气分子含有 2 个 π 键, 14 g N_2 中含有的 π 键数目为 $0.5 \text{ mol} \times 2 \times N_A \text{ mol}^{-1} = N_A$, A 错误; 该反应 N_2 中 N 元素的化合价由 0 下降到 -3, 34 g NH_3 的物质的量为 2 mol, 每产生 34 g NH_3 , 1 mol N_2 得到 6 mol 电子, 数目为 $6N_A$, B 错误; 每个 NH_3 分子含有的 N—H 键数目为 3, 标准状况下 22.4 L N_2 的物质的量为 1 mol, 由方程式可知, 消耗 1 mol

N_2 产生的 NH_3 的物质的量为 2 mol, 则生成 N—H 键的数目为 $6N_A$, C 正确; 氨水的体积未知, 无法计算分子数, D 错误。

5. 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 sp^2 杂化, 碳氮三键中的 C 原子为 sp 杂化, 其余 C 原子为 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; 同周期元素从左往右电负性增大, 故电负性: $O > N$, 同主族元素从上往下电负性减小, 故电负性: $N > P$, N、O、P 元素的电负性: $O > N > P$, C 错误; 同周期元素从左往右原子半径逐渐减小, 故原子半径: $C > N > O$, 一般电子层数越多, 半径越大, 故原子半径: $P > C > N > O$, D 正确。

6. C 考查点 ▶ 化学键类型、杂化方式、分子结构分析

【解析】 $SiCl_4$ 水解过程涉及 Si—Cl 极性键的断裂和 Si—O 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 sp^3 杂化变为 sp^3d 杂化, B 正确; NCl_3 水解时 H_2O 中的 H 原子与 NCl_3 上 N 原子的孤电子对结合, —OH 与 Cl 结合形成 $HClO$, 而 $SiCl_4$ 上 Si 原子无孤电子对, 故 NCl_3 的水解机理与 $SiCl_4$ 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, 无空轨道可以接受水的配位, 因此不易水解, 所以相同条件下, $SiCl_4$ 比 CCl_4 易水解, D 正确。

刷提分

1. C 考查点 ▶ 键角、粒子空间结构

【解析】 SO_3^{2-} 中心原子的价层电子对数为 $3 + \frac{6+2-3 \times 2}{2} = 4$, S 原子的最外层有 1 个孤电子对, SO_3^{2-} 呈三角锥形结构, A 错误; BF_3 分子中, 中心 B 原子的价层电子对数为 $3 + \frac{3-1 \times 3}{2} = 3$, 发生 sp^2 杂化, B 原子最外层无孤电子对, BF_3 键角为 120° , NH_3 分子中, 中心 N 原子的价层电子对数为 $3 + \frac{5-1 \times 3}{2} = 4$, 发生 sp^3 杂化, N 原子最外层有 1 个孤电子对, 则 NH_3 键角小于 120° , B 错误; CH_2O 的中心 C 原子的价层电子对数为 $3 + \frac{4-1 \times 2-2}{2} = 3$, 发生 sp^2 杂化, C 原子最外层无孤电子对, CH_2O 是平面三角形的分子, C 正确; PCl_3 的中心 P 原子的价层电子对数为 $3 + \frac{5-1 \times 3}{2} = 4$, 发生 sp^3 杂化, 其中 P 原子的最外层有 1 个孤电子对, PCl_3 呈三角锥形结构, NO_3^- 的中心 N 原子的价层电子对数为 $3 + \frac{5+1-3 \times 2}{2} = 3$, 发生 sp^2 杂化, 无孤电子对, NO_3^- 呈平面三角形结构, D 错误。

2. D 考查点 ▶ 阿伏加德罗常数的应用

【解析】标准状况下, 光气不是气体, 为液体, 本题不能根据体积计算其物质的量, A 错误; 8.0 g TiO_2 的物质的量是 0.1 mol, 但是含有的是 O^{2-} , 不是 O_2^{2-} , B 错误; 11 mL $TiCl_4$ 的物质的量为 $\frac{11 \text{ mL} \times 1.726 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}}{(48+35.5 \times 4) \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \approx 0.1 \text{ mol}$, 含氯原子的物质的量约为 0.4 mol, 但 $TiCl_4$ 为分子晶体, 不含 Cl^- , C 错误; 44 g CO_2 的物质

的量 1 mol, 一个二氧化碳分子中含有 2 个大 π 键, 则 1 mol 二氧化碳含有大 π 键的数目是 $2N_A$, D 正确。

3. B 考查点 ▶ 电子排布式、化学键类型、杂化类型、原子共面

【解析】钪为 21 号元素, 基态钪原子的价层电子排布式为 $3d^1 4s^2$, A 错误; 碳碳键为非极性键, 碳氢键为极性键, 则甲分子中含有极性键和非极性键, B 正确; 乙分子中形成 4 个单键的 C 原子采用 sp^3 杂化, 苯环和碳碳双键上的碳原子采用 sp^2 杂化, C 错误; 乙分子中含有饱和碳原子, 所有碳原子不可能共平面, D 错误。

4. A 考查点 ▶ 键角、粒子空间结构、杂化类型

【解析】 NO_2^- 和 CO_3^{2-} 的 VSEPR 模型相同, 均为平面三角形, 但 NO_2^- 中 N 原子含 1 个孤电子对, 孤电子对对成键电子对的排斥

关键点

作用较强, 故键角大小关系为 $NO_2^- < CO_3^{2-}$, A 正确; 甲中含 2 个甲基, 则所有原子不可能共平面, B 错误; N_5^- 中的每个 N 原子与其他 2 个 N 原子形成共价键, 每个 N 原子还可以提供 1 个电子参与大 π 键的形成, 加上得到的 1 个电子, 共有 6 个电子参与形成大 π 键, 形成 Π_5^6 , 即 N_5^- 为平面结构, 其中的 N 原子为 sp^2 杂化, C 错误; 全氮阴离子盐中的两种阳离子为 H_3O^+ 和 NH_4^+ , H_3O^+ 的中心原子氧原子的价层电子对数为 $3 + \frac{1}{2} \times (6 - 1 - 3 \times 1) = 4$, 孤电子对数为 1, 空间结构为三角锥形, NH_4^+ 的中心原子 N 原子的价层电子对数为 $4 + \frac{1}{2} \times (5 - 1 - 4 \times 1) = 4$, 无孤电子对, 空间结构为正四面体形, D 错误。

知识归纳

孤电子对对键角影响的理论解释

(1) 价层电子对之间相互排斥作用大小的一般规律

孤电子对-孤电子对 > 孤电子对-成键电子对 > 成键电子对-成键电子对。随着孤电子对数目的增多, 成键电子对与成键电子对之间的斥力减小, 键角也减小, 如: CH_4 、 NH_3 和 H_2O 分子中的键角依次减小。

(2) 中心原子上有孤电子对 (价电子中未参与形成共价键的电子对), 会占据中心原子周围空间, 与成键电子对互相排斥, 使分子的空间结构发生变化, 键角也发生相应变化。如: H_2O 和 H_2S 的 VSEPR 模型为四面体形, 有两个成键电子对和两个孤电子对; 氧原子的半径比硫原子要小, 氧的孤电子对对成键电子对排斥力度更大, 所以 H_2O 的键角会比 H_2S 要大。

5. D 考查点 ▶ 元素推断与元素周期律、键角、VSEPR 模型

思路分析

根据图像可知, X 最低化合价为 -1, 第一电离能最大, 为氯元素, Y 价电子数为 4, 为硅元素, Z 价电子数为 5, 为磷元素, W 价电子数为 6, 为硫元素。

【解析】同周期元素从左至右电负性依次增大, 硅、磷、硫、氯的电负性依次增大, A 正确; SiH_4 、 PH_3 、 H_2S 的中心原子均采用 sp^3 杂化, 中心原子孤电子对数依次为 0、1、2, 键角依次减小, B 正确; Si、P、Cl 的非金属性逐渐增强, 故 H_2SiO_3 、 H_3PO_4 、 $HClO_4$ 酸性依次增强, C 正确; SiF_4 中心原子有 4 个价层电子对, SF_4 中心原子有 5 个价层电子对, 它们的 VSEPR 模型不同, D 错误。

6. C 考查点 ▶ 元素周期表分区、第一电离能、杂化类型

【解析】已知 Re 的原子序数为 75, 原子核外电子层数为 6, 基态 Re 原子价层电子排布式为 $5d^5 6s^2$, 位于元素周期表中 d 区, A 正确; 同一周期元素第一电离能随着原子序数增大而呈增大趋势, 但第 II A 族、第 V A 族元素的第一电离能大于同周期相邻元素, H 的 s 轨道为半充满稳定结构, 第一电离能比 C 略大, 所以 M 中元素的第一电离能: $N > O > H > C$, B 正确; M 中五元环含有大 π 键, 所以五元环中的 N 是 sp^2 杂化, 六元环中 N 也是 sp^2 杂化, M 中 N 原子的杂化方式有 1 种, C 错误; M 中一个五元环的大 π 键为 Π_5^6 , 所以 π 电子数为 6, D 正确。

7. D 突破点 ▶ 化学键类型、粒子空间结构、沸点

【解析】高氯酸铁中阴离子为高氯酸根离子, 氯原子的价层电子对数为 4, 无孤电子对, 空间结构为正四面体形, A 正确; ii 的相对分子质量大于 i, 分子间作用力大于 i, 则沸点高于 i, B 正确; 乙、丙都仅含共价键, 二者所含化学键类型相同, C 正确; 设 C_{60} 含 x 个正五边形、 y 个正六边形, 则 $(5x+6y) \times \frac{1}{3} = 60$, $60 + (x+y) - (5x+6y) \times \frac{1}{2} = 2$, 联立两式解得: $x = 12$, $y = 20$, 即甲分子含 12 个正五边形和 20 个正六边形, D 错误。

8. B 突破点 ▶ 第一电离能、杂化类型、化学键类型、分子间作用力

【解析】同一周期元素第一电离能随着原子序数增大而呈增大趋势, 但是基态 N 原子的价层电子排布式为 $2s^2 2p^3$, 2p 能级为半充满状态, 而基态 O 原子的价层电子排布式为 $2s^2 2p^4$, N 比 O 的第一电离能大, 因此第一电离能由大到小的顺序为 $N > O > C$, A 正确; 三聚氰胺分子中的环为平面结构, 环上 C、N 原子为 sp^2 杂化, 氨基上 N 原子形成 3 个单键, 存在一个孤电子对, 不是 sp^2 杂化, B 错误; 单键含有 1 个 σ 键, 双键含有 1 个 σ 键, 1 mol 三聚氰酸分子中含有 12 mol σ 键, C 正确; 结合题图, 二维超分子中相邻的三聚氰胺和三聚氰酸之间形成 3 个氢键, D 正确。

9. (1) 第五周期第 IV A 族 V 形 (或角形) sp^3 杂化

(2) 12 X 射线衍射仪

(3) $>$ $<$

考查点 ▶ 分子结构与性质综合

【解析】(1) Sn 与 C 位于同一主族, Sn 位于元素周期表中的第五周期第 IV A 族; $SnCl_2$ 的中心原子的孤电子对数为 $\frac{4-1 \times 2}{2} = 1$, 价层电子对数为 3, 所以 $SnCl_2$ 的空间结构为 V 形; $SnCl_4$ 的中心原子的价层电子对数为 4, 杂化方式为 sp^3 杂化, 则 Sn—Cl 键是由 Sn 的 sp^3 杂化轨道和 Cl 的 3p 轨道重叠形成的 σ 键。

(2) 由于白磷晶胞属于面心立方最密堆积, 每个 P_4 周围距离最近的 P_4 个数为 12; 区别晶体与非晶体最可靠的方法是 X 射线衍射法, 所用的仪器为 X 射线衍射仪。

(3) $>$ $<$

考查点 ▶ 分子结构与性质综合

【解析】(1) Sn 与 C 位于同一主族, Sn 位于元素周期表中的第五周期第 IV A 族; $SnCl_2$ 的中心原子的孤电子对数为 $\frac{4-1 \times 2}{2} = 1$, 价层电子对数为 3, 所以 $SnCl_2$ 的空间结构为 V 形; $SnCl_4$ 的中心原子的价层电子对数为 4, 杂化方式为 sp^3 杂化, 则 Sn—Cl 键是由 Sn 的 sp^3 杂化轨道和 Cl 的 3p 轨道重叠形成的 σ 键。

(2) 由于白磷晶胞属于面心立方最密堆积, 每个 P_4 周围距离最近的 P_4 个数为 12; 区别晶体与非晶体最可靠的方法是 X 射线衍射法, 所用的仪器为 X 射线衍射仪。

(3) 联氨中 N 原子为 sp^3 杂化, 有 1 个孤电子对, 双氧水中 O 原子为 sp^3 杂化, 有 2 个孤电子对, 孤电子对数越多, 对成键电子对斥力越大, 键角越小, 故 $\angle H-N-N > \angle H-O-O$; N 原子最外层

一共有 5 个电子, $\begin{array}{c} \cdot\cdot \\ \text{O} \text{---} \text{N} \text{---} \text{N} \text{---} \text{O} \\ \cdot\cdot \quad \cdot\cdot \quad \cdot\cdot \quad \cdot\cdot \\ \text{H} \end{array}$ (·表示形成 π 键的电子), 由图可知, ①处有三个电子形成 π 键, ②处有 2 个电子形成 π 键, 所以 ①处的键长要短一些。

方法技巧

价层电子对互斥模型判断 AB_n 型分子或离子的空间结构的具体步骤

(1) 第一步, 确定中心原子价层电子对数

方法 1: 中心原子的价层电子对数 = $\frac{\text{中心原子的价电子数} + |\text{配位原子的化合价的总和}|}{2}$

①配位原子是指中心原子以外的其他原子, 即与中心原子结合的原子的;

②若是离子, 则应加上或减去离子所带的电荷数, 即“阴加阳减”;

③氧、硫原子若为配位原子, 则其化合价规定为“0”, 若为中心原子, 则价电子数为 6。

分子或离子	中心原子	价层电子对数	σ 键电子对数	中心原子上的孤电子对数
CO_2	C	$\frac{4+0}{2}=2$	2	0
BF_3	B	$\frac{3+ -1 \times 3}{2}=3$	3	0
NH_4^+	N	$\frac{5+4-1}{2}=4$	4	0
CO_3^{2-}	C	$\frac{4+0+2}{2}=3$	3	0
SF_6	S	$\frac{6+ -1 \times 6}{2}=6$	6	0

方法 2:

$$\begin{aligned} \text{价层电子对数} &= \begin{cases} \sigma \text{ 键电子对数} = \text{中心原子结合的原子数} \\ \text{中心原子上的孤电子对数} = \frac{1}{2}(a-xb) \end{cases} \end{aligned}$$

其中: a 是中心原子的价电子数 (阳离子要减去电荷数、阴离子要加上电荷数), b 是与中心原子结合的原子最多能接受的电子数, x 是与中心原子结合的原子数

(2) 第二步, 确定中心原子的 σ 键电子对数

由化学式确定, 中心原子形成几个 σ 键, 就有几个 σ 键电子对, 如 H_2O 分子中, O 有 2 个 σ 键电子对, NH_3 分子中, N 有 3 个 σ 键电子对, 即 AB_n 型的分子或离子中中心原子有 n 个 σ 键电子对。

(3) 第三步, 确定中心原子上的孤电子对数

中心原子上的孤电子对数 = 中心原子价层电子对数 - σ 键电子对数 (见表)

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

(2) ① α 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 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

(3) ① $NO_2^+ > NO_2 > NO_2^-$ (或 NO_2^+ 、 NO_2 、 NO_2^-) ② sp^2 sp

创新点 ▶ 特殊的考查方式: 存在大 π 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 Co^{2+} , 故基态 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

关键点

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 $O > N > C > H$; 1 号 N 原子形成两个 σ 键, 提供一个单电子形成大 π 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 α 位的 N 原子采用 sp^2 杂化, β 位的 N 原子也采用 sp^2 杂化, α 位置的 N 原子中含有 1 个孤电子对, 容易形成配位键; β 位的 N 原子没有孤电子对, 故产物中 α 、 β 两位置的 N 原子中, α 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。

(3) ① NO_2^+ 的中心 N 原子的价层电子对数是 $2 + \frac{5-1-2 \times 2}{2} = 2$, 采用 sp 杂化, 键角是 180° ; NO_2^- 的中心 N 原子的价层电子对数是 $2 + \frac{5+1-2 \times 2}{2} = 3$, 采用 sp^2 杂化, 含有 1 个孤电子对, 斥力较大, 键角小于 120° ; 而 NO_2 中含有大 π 键 (Π_3^4), 其中两个氧原子各提供一个单电子, 氮原子提供一对电子形成共轭大 π 键, 氮原子上还剩余 1 个单电子占据 1 个 sp^2 杂化轨道, 孤电子对对成键电子对的排斥作用较 NO_2^- 小, 故其键角比 NO_2^- 大, 所以 NO_2^+ 、 NO_2 与 NO_2^- 的键角由大到小的顺序为 $NO_2^+ > NO_2 > NO_2^-$ 。②根据晶胞结构示意图可知, 阴离子为 NO_3^- , 中心 N 原子价层电子对数是 $3 + \frac{5+1-3 \times 2}{2} = 3$, 中心 N 原子采用 sp^2 杂化; 阳离子为 NO_2^+ , 由上述分析可知中心 N 原子采用 sp 杂化。

第 2 节 分子间作用力 分子的性质

刷基础

1. C 考查点 ▶ 氢键

【解析】 CH_3OH 与水会形成氢键, 增加了 CH_3OH 与水分子之间的吸引作用, 导致其在水中的溶解性比不能与水形成氢键的 CH_4 好, 能用氢键解释, A 不符合题意; 邻羟基苯甲醛会形成分子内的氢键, 而对羟基苯甲醛会形成分子之间的氢键, 增加了分子之间的吸引作用, 导致对羟基苯甲醛的熔、沸点比形成分子内氢键的邻羟基苯甲醛的高, 能用氢键解释, B 不符合题意; 元素的非金属性越强, 其与 H 元素形成的化学键就越稳定, 元素的非金属性: $F > O$, 因此分子内的化学键的稳定性: $H-F > H-O$, 物质分子

关键点

内的化学键稳定性越强, 含有该化学键的物质就越稳定, 故物质的稳定性: $HF > H_2O$, 可见物质的稳定性与分子之间是否形成氢键无关, 因此不能用氢键解释, C 符合题意; 在液体水以及固态水分子之间都存在氢键, 但由于氢键具有方向性和饱和性, 使得在固态水中单位体积内含有的水的分子数目比在液态水中单位体积内含有的水的分子数目少, 因此水的密度: $H_2O(l) > H_2O(s)$, 能用氢键解释, D 不符合题意。

2. B 考查点 ▶ 分子间作用力、分子的手性

【解析】加热固体碘出现大量紫色蒸气时, 破坏分子间作用力, 共价键未断裂, A 错误; 水结成的冰为内部排布规则的晶体, 在液态水中, 经常是几个水分子通过氢键结合起来, 在冰中, 水分子大范围地以氢键互相联结, 形成疏松的晶体, 从而在结构中有很多空隙, 造成体积膨胀, 密度较小, 所以冰中的氢键比水中多, B 正确; 互为手性异构体的分子组成元素相同, 官能团相同, 手性分子互为镜像, 在三维空间里不能叠合, C 错误; 节日烟花利用了焰色试验原理, 该变化属于物理变化, D 错误。

知识归纳

作用力	范德华力	氢键	共价键
作用粒子	分子或原子(稀有气体)	氢、氟、氮、氧原子(分子内、分子间)	原子
特征	无方向性、无饱和性	有方向性、有饱和性	有方向性、有饱和性
强度比较	共价键>氢键>范德华力		
影响强度的因素	①随着分子极性和相对分子质量的增大而增大 ②组成和结构相似的物质,相对分子质量越大,范德华力越大 ③同分异构体中,分子对称性越高,范德华力越小	对于 $A-H \cdots B$, $A、B$ 的电负性越大, B 原子的半径越小,氢键强度越大	成键原子半径越小,键长越短,键能越大,共价键越稳定
对物质性质的影响	①影响物质的熔沸点、溶解度等物理性质 ②组成和结构相似的物质,随相对分子质量的增大,物质的熔沸点升高	分子间氢键的存在,使物质的熔沸点升高,在水中的溶解度增大	①影响分子的稳定性 ②共价键键能越大,分子稳定性越强

3. B 考查点 ▶ 分子间作用力、分子极性、分子结构对性质的影响

【解析】含有氢键的氢化物易液化, NH_3 分子间存在氢键, PH_3 分子间不存在氢键,所以 NH_3 易液化, A 正确; 由于 F 的电负性大于 Cl, F_3C- 的吸电子效应比 Cl_3C- 的强, 导致三氟乙酸的羧基

关键点

中的羟基的极性更大, 更易电离出氢离子, 所以三氟乙酸的酸性强于三氯乙酸, 与分子间作用力无关, B 错误; Mg^{2+} 半径大于 Al^{3+} 半径, 且 Al^{3+} 所带电荷多于 Mg^{2+} , 则镁中的金属键较铝中的更弱, 镁的硬度较铝的小, 即由于 Al 原子价电子数多, 半径小, 导致 Al 的硬度大于 Mg, C 正确; 根据“相似相溶”原理, 非极性溶质一般易溶于非极性溶剂, $Br_2、CCl_4$ 为非极性分子, H_2O 是极性分子, 所以 Br_2 在 CCl_4 中的溶解度大于在水中的溶解度, D 正确。

知识归纳

物质的酸性

酸性强弱	理论解释
三氟乙酸 > 三氯乙酸	氟的电负性大于氯的电负性, $F-C$ 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的羟基的极性更大, 更易电离出氢离子
三氯乙酸 > 二氯乙酸 > 氯乙酸	Cl_3C- 的极性 > Cl_2HC- 的极性 > ClH_2C- 的极性, 极性越大, 羧基中的羟基的极性就越大, 就越易电离出氢离子
甲酸 > 乙酸 > 丙酸	烃基是推电子基团, 烃基越长推电子效应越大, 羧基中的羟基的极性越小, 羧酸的酸性越弱

4. A 考查点 ▶ 分子极性、有机分子中原子共面的判断、同素异形体、氧化还原反应

知识归纳 化学键的极性与分子极性的关系

5.C 考查点 ▶ 分子间作用力、分子极性、分子结构对性质的影响

关键点

易错警示 误认为分子的稳定性与分子间作用力有关, 其实分子的稳定性与共价键的强度有关。

思路分析

7.D 考查点 ▶ 手性碳原子、多官能团有机物的结构与性质

乙醛,乙醛再还原成乙醇,故需要加入还原剂实现,**B** 错误;丙酮酸中羧基不能和氢气反应,酮羰基能和氢气发生加成反应,故

1 mol 丙酮酸最多能与 1 mol H_2 加成, C 错误; 葡萄糖的分子式为 $C_6H_{12}O_6$, 可以视作 2 个 $C_3H_6O_3$ 分子组合, 丙酮酸的分子式为 $C_3H_4O_3$, 则等质量的葡萄糖和丙酮酸中, 葡萄糖的 H 元素含量更高, 分别完全燃烧时, 葡萄糖的耗氧量更大, D 正确。

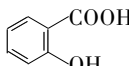
刷提分

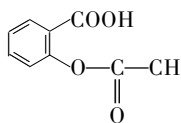
1. D 考查点 ▶ 分子极性、分子结构与性质、晶体类型

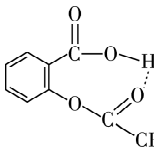
【解析】 NH_4^+ 中存在配位键, NH_4^+ 与 SO_4^{2-} 以离子键相结合, $(NH_4)_2SO_4$ 属于离子晶体, A 正确; H_2O 和 NH_3 分子中 O、N 原子价层电子对数均为 4, VSEPR 模型相同, B 正确; SO_2 分子的空间结构是 V 形, 故 SO_2 是极性分子, 且相对分子质量较大, 其分子间的作用力大于 N_2 , 所以 SO_2 的沸点高于 N_2 , C 正确、D 错误。

2. B 考查点 ▶ 分子间作用力、“相似相溶”原理

【解析】维生素 C 具有还原性, 在反应中作还原剂, 同时可在生活中作食品的抗氧化剂, A 正确; 十二烷基苯磺酸钠在水中会形成磺酸根离子向外、十二烷基苯向内的胶束, 能包裹油渍等污垢,

可用作水处理的去污剂, B 错误; 水杨酸 () 合成阿

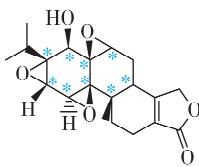
司匹林 () 后形成的分子内氢键:

 , 使酸性减弱, 可减少对胃肠的刺激, 用作解热、

镇痛的药物, C 正确; Br_2 、 CCl_4 为非极性分子, H_2O 为极性分子, 根据“相似相溶”原理, Br_2 在 CCl_4 中溶解度比在水中大, 且 CCl_4 和 H_2O 密度相差大, 便于快速分层, 因此可用 CCl_4 萃取溴水中的溴, D 正确。

3. A 考查点 ▶ 分子间作用力、手性碳原子、杂化类型

【解析】磷酸分子中存在多个羟基, 因此磷酸可形成分子间氢键, 故浓磷酸较黏稠, A 正确; 穴醚与碱金属离子通过配位键形成超分子, B 错误; 手性碳原子是连接 4 个不同的原子或原子团的碳原子, 雷公藤甲素中存在 9 个手性碳原子 (用 “*” 标记),

 , C 错误; 氮杂茂为平面结构, 因此氮原子采

取的杂化方式为 sp^2 , D 错误。

4. B 考查点 ▶ 分子的极性、反应机理

思路分析

根据图示可知: 向水层的 $NaClO_2$ 溶液中加入酸, 生成 $\cdot ClO_2$, $\cdot ClO_2$ 进入下层的全氟己烷中, 解离产生氯自由基 ($\cdot Cl$) 和 O_2 , 氯自由基 ($\cdot Cl$) 与 CH_4 反应产生 $\cdot CH_3$ 和 HCl , $\cdot CH_3$ 被 O_2 氧化产生 CH_3OH 、 $HCOOH$, 生成的 CH_3OH 、 $HCOOH$ 极易溶于水, 而不易溶于全氟己烷中, 因此 CH_3OH 、 $HCOOH$ 从全氟己烷层进入水层中, 就可以避免被氧化为 CO_2 。

【解析】水与全氟己烷是互不相溶的两种液体, 由于 H^+ 在上层参与反应, 所以上层是水层, 下层是全氟己烷层, A 正确; 水分子是极性分子, 甲烷和 O_2 是非极性分子, 根据“相似相溶”原理, 非极性分子构成的溶质易溶于由非极性分子构成的溶剂中, 而在由极性分子构成的溶剂中不容易溶解, 根据甲烷和 O_2 更易溶解在全氟己烷中, 推测全氟己烷分子的极性较小, B 错误; CH_4 失去电

子被氧化,反应生成的 CH_3OH 、 HCOOH 与水分子之间易形成氢键,因此 CH_3OH 、 HCOOH 更易溶于水中,故 CH_4 被氧化生成的甲醇、甲酸从全氟己烷相转移至水相,就可以避免被深度氧化为 CO_2 ,C 正确;根据图示可知,氯自由基 ($\cdot\text{Cl}$) 和甲烷反应产生甲基自由基 ($\cdot\text{CH}_3$) 和 HCl ,反应方程式为 $\text{CH}_4 + \cdot\text{Cl} \xrightarrow{\text{光照}} \text{HCl} + \cdot\text{CH}_3$,D 正确。

5. A 考查点 ▶ 手性碳原子、分子间作用力

【解析】连接四个不同原子或原子团的饱和碳原子是手性碳原子

关键点

子,FP 中有一个饱和碳原子分别连接了氢原子、苯环、羧基和甲基,这个饱和碳原子是手性碳原子,A 错误;CV-2 含 N 原子、 $-\text{NH}-$,KGN 含羧基和酰胺基,FP 含羧基,结合已知 CV-2、KGN 和 FP 能自组装成三合一超分子纳米药物 KGN&FP@CV-2,由图示可知,CV-2 与 KGN 和 FP 均可形成分子间氢键,B 正确;据图可知 KGN 和 FP 均含有羧基,C 正确;已知三合一超分子纳米药物 KGN&FP@CV-2 为骨关节炎提供了长期的治疗效果,则超分子纳米药物 KGN&FP@CV-2 可缓慢释放药物有效成分,D 正确。

6. C 突破点 ▶ 分子间作用力

【解析】N-异丙基丙烯酰胺中具有碳碳双键,可通过加聚反应生成高分子膜,A 正确;高分子膜在 A 过程中膜内酰胺基中的 O、H 分别与水形成的氢键断裂,酰胺基之间形成分子内氢键,导致体积收缩,B、D 正确;高分子膜在 A 过程中平均每个酰胺基形成的氢键数目由 2 个变为 1 个,即 A 过程整体上是氢键被破坏的过程,因此该过程需要吸收能量,所以 A 过程为升温过程,则 B 过程为降温过程,C 错误。

7. B 突破点 ▶ 分子间作用力、分子结构与性质、杂化类型

【解析】氨硼烷是极性分子,且氨硼烷分子能与水分子形成氢键,乙烷是非极性分子,且乙烷分子不能与水分子形成氢键,水溶性:氨硼烷>乙烷;氨硼烷是极性分子,乙烷不是,沸点:氨硼烷>乙烷,A 正确。根据示意图,水解过程中 B 原子所连的 H 原子被 $-\text{OH}$ 取代,用 D_2O 代替 H_2O 作反应物,有 HD 生成,B 错误。电负性: $\text{N}>\text{H}>\text{B}$ 、 $\text{P}>\text{Ni}$,所以 B 上所连 H 显负电性、N 上所连 H 显正电性、P 显负电性、Ni 显正电性,因为显相反电性的原子间相互吸引,所以 B、N 上所连 H 只能分别吸附在 Ni 和 P 上,C 正确。氨硼烷分子中 B、N 原子之间通过配位键连接,B、N 原子均形成 4 个共价键,均采取 sp^3 杂化,D 正确。

8. (1) $12 \quad \text{K}_3\text{ClO} \quad \text{K}_3\text{ClO} + 2\text{NH}_4\text{Cl} \longrightarrow 3\text{KCl} + 2\text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

(2) AB

(3) ① $\text{HC}>\text{HB}>\text{HA}$ O、S、Se 的电负性逐渐减小,键的极性: $\text{C}=\text{O}>\text{C}=\text{S}>\text{C}=\text{Se}$,使得 HA、HB、HC 中羟基的极性逐渐增大,其中羟基与 H_2O 形成的氢键逐渐增强 ② S 的原子半径大于 O 的原子半径,S—H 键的键长大于 O—H 键,S—H 键的键能小于 O—H 键,同时 HC 可形成分子间氢键,使得 HD 比 HC 更易电离出 H^+ ,酸性: $\text{HD}>\text{HC}$, C^- 的水解能力大于 D^- ,碱性: $\text{NaC}>\text{NaD}$

考查点 ▶ 分子结构与性质综合、晶胞结构

【解析】(1) 由晶胞结构知,Cl 位于 8 个顶点,O 位于体心,K 位于面心,1 个晶胞中含 Cl 原子: $8 \times \frac{1}{8} = 1$ 个、含 O 原子: 1 个、含 K 原子: $6 \times \frac{1}{2} = 3$ 个,该化合物的化学式为 K_3ClO ;由图可知,Cl 的配位数为 $\frac{8 \times 3}{2} = 12$;该化合物可看成 $\text{KCl} \cdot \text{K}_2\text{O}$,故该化合物与足量 NH_4Cl 溶液反应生成 KCl 、 NH_3 和 H_2O ,反应的化学方程式为 $\text{K}_3\text{ClO} + 2\text{NH}_4\text{Cl} \longrightarrow 3\text{KCl} + 2\text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。

(2) 根据原子核外电子排布规律, 基态 Ar 原子的电子排布方式只有 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ 一种, A 正确; Na 的第二电离能指气态基态 Na^+ 失去一个电子转化为气态基态正离子所需的最低能量, Na^+ 和 Ne 具有相同的电子层结构, Na^+ 的核电荷数大于 Ne, Na^+ 的原子核对外层电子的吸引力大于 Ne 的, 故 Na 的第二电离能 $>$ Ne 的第一电离能, B 正确; Ge 的原子序数为 32, 基态 Ge 原子的简化电子排布式为 $[Ar] 3d^{10} 4s^2 4p^2$, C 错误; 基态 Fe 原子的价层电子排布式为 $3d^6 4s^2$, Fe 原子变成 Fe^+ , 优先失去 4s 轨道上的电子, D 错误。

9. D 创新点 ▶ 特殊的考查方式: 分子结构对酸性的影响

【解析】由 H_3PO_2 的结构可知, H_3PO_2 为一元酸, 与足量 NaOH 溶液反应的离子方程式为 $H_3PO_2 + OH^- \rightleftharpoons H_2PO_2^- + H_2O$, A 正确; 由 H_3PO_3 的结构可知, 中心原子为 P, 孤电子对数为 0, σ 键电子对数为 4, 因此可知分子中 P 采取 sp^3 杂化, B 正确; H_3PO_3 与水形成分子间氢键, 形成如题图所示的环, 从而使得羟基难以电离出 H^+ , C 正确; 磷氧双键具有吸电子能力, 能增大羟基的极性, 使羟基更易电离出氢离子, 从而显酸性, 三种酸中均只含有一个磷氧双键, 羟基越多, 磷氧双键对每个羟基的吸电子作用越弱, 该酸的酸性越弱, 根据各酸的结构可知酸性: $H_3PO_2 > H_3PO_3 > H_3PO_4$, D 错误。

第 3 节 配合物和超分子

刷基础

1. A 考点 ▶ 杂化轨道理论、配合物的成键类型、超分子

【解析】由图可知 18-冠-6 中 O 原子与钾离子之间存在静电作用, 但是冠醚分子不是离子, 而且 O 原子也不是离子, 故 O 原子与 K^+ 间不存在离子键, A 错误; 超分子有“分子识别”的特征, 不同大小的空穴适配不同大小的碱金属离子, B 正确; 12-冠-4 中 C 均为饱和碳原子, C 的价层电子对数 $= 4 + \frac{4-4 \times 1}{2} = 4$, O 的价层电子对数 $= 2 + \frac{6-2 \times 1}{2} = 4$, 故 C 和 O 的杂化轨道类型相同, 均为 sp^3 杂化, C 正确; 利用该原理可以用 18-冠-6 将 KCN 带入有机物中, 进而增大其在有机物中的溶解度, D 正确。

2. B 考点 ▶ 超分子

【解析】甲 \rightarrow 乙的反应中还有 HBr 生成, $(C_2H_5)_3N$ 为三乙胺, 呈碱性, 能与 HBr 反应, 促进甲 \rightarrow 乙反应正向进行, A 正确; 丙中 Li^+ 与 O 原子通过静电作用相结合, 二者之间并非形成化学键, B 错误; 由超分子的概念可知, 邻苯二酚不是超分子, 冠醚不是超分子, 冠醚与 Li^+ 形成的丙是超分子, C 正确; 冠醚有不同大小的空腔适配不同大小的碱金属离子, 体现了超分子的分子识别特征, 可用于协同实现锂、镁分离, D 正确。

3. B 考点 ▶ 超分子

【解析】按照分离过程, 过滤 1 所得的滤液 A 为 C_{70} 的甲苯溶液, M 不溶于甲苯, 加入氯仿后 M 中的杯酚溶解, M 中的 C_{60} 不溶, 过滤 2 所得的滤液 B 为杯酚的氯仿溶液, 分离杯酚的氯仿溶液, 得到的杯酚能够循环使用。超分子 M 中 C_{60} 与杯酚通过分子间作用力相互结合, A 错误; 甲苯溶解 C_{70} 而不溶解 M, 氯仿溶解杯酚而不溶解 C_{60} , B 正确; 分离滤液 A 可获得甲苯和 C_{70} , 分离滤液 B 可回收杯酚, C 错误; 蒸馏滤液 B 可回收氯仿和杯酚, D 错误。

4. D 考点 ▶ 配合物与配位键、金属及其化合物性质

【解析】一般情况下合金的熔点低于其各组分的熔点, 所以家用铁锅的熔点低于铁单质的熔点, 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, B 错误; 四氧化三铁是纯净物, C 错误; 由图可知, 血红素中具有空轨道的中心原子铁原子与具有孤电子对的氮原子形成 4 个配位键, D 正确。

5. D 考查点 ▶ 配合物与配位键、键角、氧化还原反应

【解析】制备反应中存在 Cu^{2+} 与 NH_3 间配位键的断裂,有 NH_4^+ 中配位键的形成,A 错误; $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 中 N 原子不存在孤电子对,普通 NH_3 分子中 N 原子存在 1 个孤电子对,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,所以 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 中 $\text{H}-\text{N}-\text{H}$ 的键角大于 NH_3 中 $\text{H}-\text{N}-\text{H}$ 的键角,B 错误;由转化原理知, SO_2 不能还原 SO_4^{2-} ,即反应中不涉及 SO_4^{2-} 中化学键的断裂, NH_4CuSO_3 中的 SO_3^{2-} 由 SO_2 转化而成,不会有 $\text{S}^{18}\text{O}_3^{2-}$,C 错误;制备反应的化学方程式为 $2[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4 + 3\text{SO}_2 + 4\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{NH}_4\text{CuSO}_3 + 3(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$,参加反应的 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ 和 SO_2 的物质的量之比为 2:3,D 正确。

6. A 考查点 ▶ 超分子、电负性、氢键

【解析】尿素分子和正烷烃分子间通过分子间作用力形成超分子,而不是共价键,A 错误;C、N、O 三种元素同周期,同一周期从左至右,元素电负性逐渐增大, CH_4 中 C 显负价,H 显正价,则尿素分子中各元素的电负性: $\text{O} > \text{N} > \text{C} > \text{H}$,B 正确;N 元素电负性很大,尿素分子中存在氨基,分子间可形成氢键,由题图可知,尿素分子通过分子间氢键形成六角形通道结构,C 正确;尿素与正烷烃形成超分子,图中反映出超分子“分子识别”的特性,D 正确。

刷提分

1. C 考查点 ▶ 元素周期表分区、离子化合物、配位数

【解析】Cu 为 29 号元素,基态原子价层电子排布式为 $3d^{10}4s^1$,位于周期表中的 ds 区,A 正确; $[(\text{CH}_3\text{CH}_2)_2\text{NH}_2]_2\text{CuCl}_4$ 属于盐,属于离子化合物,B 正确; $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 可写成 $\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_2\text{Cl}_2$,铜离子的配位数为 4,C 错误;热致变色材料可用于制服装和家居用品,如变色服装、变色杯,D 正确。

2. C 考查点 ▶ 配合物与配位键、晶胞结构分析与计算

【解析】由阴离子的最小结构单元可知,其中亚铁离子的个数为 $4 \times \frac{1}{8} = \frac{1}{2}$,铁离子的个数为 $4 \times \frac{1}{8} = \frac{1}{2}$,氰根离子的个数为 $12 \times \frac{1}{4} = 3$,则阴离子为 $[\text{Fe}_2(\text{CN})_6]^-$,由化合物中各元素正、负化合价代数和为 0 可知, $\text{M}_x\text{Fe}_y(\text{CN})_z$ 只能为 $\text{MFe}_2(\text{CN})_6$,该晶体由阴、阳离子构成,属于离子晶体,M 元素的化合价为 $0 - (-1) \times 6 - (+2) - (+3) = +1$,A 正确、C 错误; CN^- 中 N 原子的电负性大于 C 原子,对电子的吸引力更强,更难提供电子对形成配位键,则 CN^- 中碳原子提供孤电子对,B 正确;由阴离子的结构可知,位于顶点的亚铁离子与位于棱上的氰根离子的距离最近,则每个亚铁离子距离最近且等距离的 CN^- 为 6 个,D 正确。

3. A 考查点 ▶ 超分子

【解析】图甲中环穴上有饱和碳原子,饱和碳原子形成的共价键是四面体结构,故环穴内所有原子不可能都在同一平面内,A 错误;由图乙可知,受体中的 N 与铵根离子中的 H 形成 $\text{N}-\text{H} \cdots \text{N}$ 氢键,从而形成超分子,B 正确;由图丙可知,受体中的 N 与 H_2O 中的 H 形成 $\text{O}-\text{H} \cdots \text{N}$ 氢键,受体中的 H 与 H_2O 中的 O 形成 $\text{N}-\text{H} \cdots \text{O}$ 氢键,即识别水分子,C 正确; NH_3 与 H_2O 的中心原子 N 原子和 O 原子价层电子对数都为 4,它们的 VSEPR 模型都为四面体形,D 正确。


4. D 突破点 ▶ 超分子

【解析】化合物 98 和化合物 99 形成囊泡不仅依赖 R 的亲疏水效应,同时也依赖烃基的疏水效应,A 错误;由题干可知化合物 98 形成单分子层囊泡,化合物 99 形成双分子层囊泡,B 错误;囊泡形成体现的超分子的重要特征——自组装,C 错误;形成囊泡时,苯平面正对的堆积可能导致较大的排斥作用,苯平面之间错位比正对要稳定,D 正确。





创新点 ▶ 特殊的考查方式: 配合物与实验结合考查

(3) ① Cu_2O 是砖红色固体, CuO 能溶于稀盐酸, 铜片表面的黑色物质可能是 Cu_2S , 故选 B。② CuCl 为白色固体, 难溶于水, 可溶于 $c(\text{Cl}^-)$ 较大的溶液生成 $[\text{CuCl}_3]^{2-}$, 棕色溶液滴入蒸馏水后离子浓度减小, 使 $\text{CuCl}(\text{s}) + 2\text{Cl}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons [\text{CuCl}_3]^{2-}(\text{aq})$ 的 $Q > K$, 平衡逆向移动, 析出 CuCl 白色沉淀。

刷热点

s-p σ 键形成的示意图: , D

知识归纳 常用的七种图、式

结构示意图	$\text{S}^{2-} : \text{(+16)} \begin{array}{c} \text{2} \\ \text{8} \\ \text{8} \end{array} \quad \text{Al}^{3+} : \text{(+13)} \begin{array}{c} \text{2} \\ \text{8} \end{array}$
电子式	$\text{Na}_2\text{O}_2 : \text{Na}^+ [: \ddot{\text{O}} : \ddot{\text{O}} :]^{2-} \text{Na}^+$ $\text{H}_2\text{O} : \text{H} : \ddot{\text{O}} : \text{H}$
球棍模型	甲烷:  乙烯: 
空间填充模型	甲烷:  乙烯: 
结构式	$\text{CO}_2 : \text{O} = \text{C} = \text{O} \quad \text{HClO} : \text{H} - \text{O} - \text{Cl}$
结构简式	乙烯: $\text{CH}_2 = \text{CH}_2$ 乙酸: CH_3COOH
化学式	臭氧: O_3 明矾: $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

2. B 考点 ▶ 阿伏加德罗常数的相关计算、羧酸组成与结构、共价键的形成及主要类型、简单配合物的成键

【解析】单键均为 σ 键,双键中含有 1 个 σ 键和 1 个 π 键,1 分子

关键点

$\text{O}=\text{N}-\text{N}$ 中含有 11 个 σ 键,则 $0.2 \text{ mol } \text{O}=\text{N}-\text{N}$ 中含有的 σ 键数目为 $2.2N_A$,A 错误;30 g 乙酸的物质的量为 0.5 mol ,含有 0.5 mol π 键,数目为 $0.5N_A$,B 正确;2.3 g CH_3OCH_3 (0.05 mol) 中碳和氧均为 sp^3 杂化, sp^3 杂化的原子为 0.15 mol ,数目为 $0.15N_A$,C 错误;1 个 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]\text{Cl}$ 中含有 6 个配位键,则 $1 \text{ mol } [\text{Co}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]\text{Cl}$ 中含有的配位键数目为 $6N_A$,D 错误。

3. B 考点 ▶ 等离子体、硅酸盐、油脂的氢化

【解析】等离子体含电子、阳离子和电中性粒子,具有良好的导电性和流动性,可制造显示器,A 不符合题意;增大组成油脂的脂肪酸的饱和程度,油脂熔点升高,B 符合题意;在硅酸盐中,Si 和 O 构成了顶角氧原子相互连接的硅氧四面体结构,所以硅酸盐硬度高、熔点高、耐腐蚀,可建造硫酸吸收塔的内衬,C 不符合题意;硝酸纤维分子中含硝酸酯基,含硝酸酯基越多越易燃烧,可用于生产火棉,D 不符合题意。

4. A 考点 ▶ 共价键类型、键角、离子化合物的物理性质

【解析】根据结构可知,二者的中心原子均是 sp^3 杂化, $\text{H}-\text{O}-\text{C}$ 中 O 含有 2 个孤电子对, $\text{H}-\text{N}-\text{C}$ 中 N 有 1 个孤电子对,因此 $\angle \text{H}-\text{O}-\text{C} < \angle \text{H}-\text{N}-\text{C}$,A 错误;五元环中 C、N 各提供一个电子,S 提供 2 个电子形成大 π 键,即五元环的大 π 键为 Π_5^6 ,B 正确;维生素 B1 是离子化合物,易溶于水,因此维生素 B1 属于水溶性维生素,C 正确;根据结构可知,维生素 B1 中存在极性共价键和非极性共价键,D 正确。

5. C 考点 ▶ 同分异构体的概念、利用杂化轨道理论判断杂化类型、氢键对物质性质的影响

【解析】1 个 CO_2 分子中含有 2 个碳氧双键,1 个双键中有 1 个 σ 键和 1 个 π 键,所以 1 个 CO_2 分子中含有 2 个 σ 键和 2 个 π 键, σ 键和 π 键个数比为 1:1,A 正确;因为甲醇分子间能形成氢键,所以甲醇沸点高于甲醛,B 正确;甲醇分子中碳原子形成 4 个 σ 键,无孤电子对,是 sp^3 杂化,二羟基丙酮分子中碳氧双键上的碳原子形成 3 个 σ 键,无孤电子对,是 sp^2 杂化,C 错误;二羟基丙酮与乳酸 ($\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$) 的分子式都是 $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$,互为同分异构



体,D 正确。

6. C 突破点 ▶ 方程式的正误判断、催化剂、电负性、决速步骤

【解析】由题干知催化剂 GaN 催化 CO_2 直接加氢制二甲醚,故制二甲醚的总反应式为 $2\text{CO}_2(\text{g}) + 6\text{H}_2(\text{g}) \xrightarrow{\text{GaN}} \text{CH}_3\text{OCH}_3(\text{g}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{g})$,A 正确;元素的非金属性越强,电负性越大,非金属性: $\text{O} > \text{C} > \text{H}$,电负性: $\chi(\text{O}) > \chi(\text{C}) > \chi(\text{H})$,B 正确;活化能越高,反应速率越小,图示的反应历程中,决速步骤为 $\text{H}^* + \text{CO}_2^* \longrightarrow \text{mono-HCOO}^*$,C 错误;由已知信息可知,催化剂的不同界面发生的基元反应不相同,故催化剂的不同界面可以改变反应的路径,D 正确。

7. (1) 22 $3s^2 3p^6 3d^2$

(2) 正四面体形 sp^3 >

(3) BD

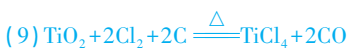
(4) Π_5^6 氮原子上连氢原子时易形成分子间氢键,使该离子不易以单个形式存在,无法获得良好的溶解性

(5) $\text{FeTiO}_3 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{150 \sim 200^\circ \text{C}} \text{TiOSO}_4 + \text{FeSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$

(6) CaSO_4 、 SiO_2

(7) $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} \longrightarrow 3\text{Fe}^{2+}$

(8) 低于 50°C 降温结晶 过滤



$$(10) \frac{1.6 \times 10^{32}}{a^2 b N_A}$$

考查点 ▶ 工艺流程分析、晶胞的有关计算、配合物的成键、电子排布式

思路分析

II. 钛铁矿中含 FeTiO_3 及少量的 CaO 、 Fe_2O_3 、 SiO_2 , 加入硫酸酸浸后, 生成 TiOSO_4 、 FeSO_4 、 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 和 CaSO_4 , SiO_2 不溶于硫酸, CaSO_4 微溶, 此时滤渣 1 中含 CaSO_4 和 SiO_2 , 滤液 1 中含 TiOSO_4 、 FeSO_4 和 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, 向滤液 1 中加入铁屑, 可将 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 还原为 FeSO_4 , 分离出绿矾 ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), TiOSO_4 经水解后生成 H_2TiO_3 和 H_2SO_4 , H_2TiO_3 经煅烧后生成钛白粉 (TiO_2)。

【解析】 (1) 钛为 22 号元素, 核外有 22 个电子, 故共有 22 种运动状态不同的电子; 基态钛原子的电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^2 4s^2$, 基态 Ti^{2+} 的电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^2$, 电子占据的最高能层的电子排布式为 $3s^2 3p^6 3d^2$ 。

(2) BH_4^- 中的中心原子为 B, σ 键电子对数为 4, 孤电子对数为 $\frac{1}{2} \times (3 + 1 - 4 \times 1) = 0$, 故 BH_4^- 的空间结构为正四面体形, 其中 B 为 sp^3 杂化; 电负性表示原子对键合电子的吸引力的大小, BH_4^- 中氢元素化合价为 -1、B 元素化合价为 +3, 则电负性: $\text{H} > \text{B}$ 。

(3) 手性碳原子上同时连有四个不同的原子或原子团, 根据结构图可知该配合物中不存在手性碳原子, A 错误; 2 号氧原子与碳原子形成 $\text{C}=\text{O}$, 与 Ti 原子成键时提供孤电子对而形成配位键, B 正确; 3 号、4 号碳原子和 2 号氧原子都为 sp^2 杂化, 故 1~4 号原子位于同一平面, C 错误; α 角中氧原子为 sp^2 杂化, 约为 120° , β 角中氧原子为 sp^3 杂化, 约为 $109^\circ 28'$, 故 $\angle \alpha$ 大于 $\angle \beta$, D 正确。

(4) 由环上所有原子共平面可知 5 个原子形成了大 π 键, 3 个碳原子各提供 1 个电子、2 个氮原子各提供 2 个电子参与形成大 π 键, 同时失去一个电子, 则形成大 π 键的电子数为 $3 + 2 \times 2 - 1 = 6$, 故大 π 键表示为 Π_5^6 ; 由于氮原子上连氢原子时易形成分子间氢键, 使该离子不易以单个形式存在, 无法获得良好的溶解性, 要使 EMIM^+ 以单个形式存在从而获得良好的溶解性, 应避免与 N 原子相连的 $-\text{CH}_3$ 、 $-\text{CH}_2\text{CH}_3$ 被 H 原子替代。

(5) “酸浸”是用硫酸在温度为 $150 \sim 200^\circ\text{C}$ 下溶煮钛铁矿, “滤液 1”的主要成分中含有 TiOSO_4 , 还生成了 FeSO_4 和水, 故反应的方程式为 $\text{FeTiO}_3 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{150 \sim 200^\circ\text{C}} \text{TiOSO}_4 + \text{FeSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

(6) 钛铁矿中加入硫酸酸浸后, 生成 TiOSO_4 、 FeSO_4 、 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 和 CaSO_4 , SiO_2 不溶于稀硫酸, CaSO_4 微溶, 此时滤渣 1 中含 CaSO_4 和 SiO_2 。

(7) 滤液 1 中含 TiOSO_4 、 FeSO_4 和 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, 向滤液 1 中加入铁屑, 可将 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 还原为 FeSO_4 , 故加入过量铁屑的目的用离子方程式表示为 $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} = 3\text{Fe}^{2+}$ 。

(8) 由表格中数据可知, 温度低于 50°C 时可生成绿矾, 故“分离”时的操作为真空加热浓缩、降温至 50°C 以下结晶、过滤、洗涤、干燥。

(9) TiO_2 与 C 、 Cl_2 反应生成 TiCl_4 和 CO , 反应的化学方程式为 $\text{TiO}_2 + 2\text{Cl}_2 + 2\text{C} \xrightarrow{\Delta} \text{TiCl}_4 + 2\text{CO}$ 。

(10) 根据均摊法可知, 晶胞中 O 原子的个数为 $4 \times \frac{1}{2} + 2 = 4$, Ti 原子的个数为 $8 \times \frac{1}{8} + 1 = 2$, 则晶体的密度为

$$\frac{2 \times 80}{a \times 10^{-10} \times a \times 10^{-10} \times b \times 10^{-10} N_A} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} = \frac{160}{a^2 b N_A \times 10^{-30}} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} = \frac{1.6 \times 10^{32}}{a^2 b N_A} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}。$$

全章真题训练

刷真题


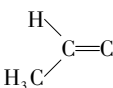
1. B 命题点 ▶ 共价键类型、VSEPR 模型、键长比较、孤电子对数

【解析】H 的唯一电子位于 1s 轨道，H 原子与其他原子形成的 σ 键只能是 s-s σ 键或 s-p σ 键，A 错误； Cl_2O 、 H_2O 和 HClO 的中心原子 O 均为 sp^3 杂化，分子的 VSEPR 模型均为四面体形，B 正确；原子半径： $\text{Cl} > \text{H}$ ，则键长： $\text{Cl}-\text{O}$ 键 $> \text{H}-\text{O}$ 键，C 错误； HClO 分子的结构式为 $\text{H}-\text{O}-\text{Cl}$ ，Cl 原子只形成一个共用电子对，故其有 3 个孤电子对，D 错误。

2. C 命题点 ▶ 化学用语，涉及核素符号、电子式、球棍模型、价层电子对互斥模型

【解析】氖原子的质子数为 10，中子数为 12，故氖核素： $^{22}_{10}\text{Ne}$ ，A 错误；氯化镁为离子化合物，电子式为 $[\text{Cl}:\ddot{\text{Cl}}:]^-\text{Mg}^{2+}[\text{Cl}:\ddot{\text{Cl}}:]^-$ ，B 错误； CO_3^{2-} 的中心原子 C 上的孤电子对数 $= \frac{4 - (-2) - 2 \times 3}{2} = 0$ ，价层电子对数为 3，则价层电子对互斥模型为平面三角形，D 错误。

3. A 命题点 ▶ 化学用语，涉及电子式、价电子排布式、结构模型等

【解析】题给 CS_2 的电子式中各原子均满足 8 电子稳定结构，A 正确；Be 为 4 号元素，基态 Be 原子的价电子排布式为 $2s^2$ ，B 错误； C_2H_2 的球棍模型为 ，题给为其空间填充模型，C 错误；反式结构是指相同的原子或原子团位于双键的两侧，反-2-丁烯的结构简式为 ，D 错误。

4. A 命题点 ▶ 化学用语，涉及电子排布式、结构简式、电子式等

【解析】硫为 16 号元素，基态 S 原子的电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$ ，A 错误；质子数为 6，质量数为 14 的碳原子表示为 $^{14}_6\text{C}$ ，B 正确；乙烯的官能团是碳碳双键，结构简式为 $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ ，C 正确；水是共价化合物，电子式为 $\text{H}:\ddot{\text{O}}:\text{H}$ ，D 正确。

5. C 命题点 ▶ 超分子结构、元素周期律等

【解析】苝氯分子含有饱和 C 原子，且饱和碳原子连有三种不同

关键点

的基团，分子空间结构不对称，故苝氯为极性分子，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 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。

6. D 命题点 ▶ 元素推断与元素周期律，涉及第一电离能比较、配位键和原子杂化等


信息梳理

乙 $[(\text{YW}_2)_2\text{XZ}]$ 为有机物，说明含 C、H 两种元素，W、X、Y、Z 原子序数依次增大，则 W 为 H；X、Y、Z 同周期，其中有一个是 C，说明三种元素均位于第二周期；基态 X、

Z 原子均有 2 个单电子，则 X 为 C ($\uparrow\downarrow$ \uparrow \uparrow \square)，Z 为

O ($\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$ \uparrow \uparrow)，Y 为 N。

【解析】同一周期，随着原子序数的递增，元素第一电离能呈增大趋势，但氮原子的 2p 轨道是半充满状态，比较稳定，故第一电离能： $\text{N} > \text{O} > \text{C}$ ，A 错误；无机物甲为 NH_4OCN ， NH_4^+ 中存在配位键，B

错误；有机物乙结构式为 ，共价单键为 σ 键，共价双键中有一个 σ 键和一个 π 键，故乙中 σ 键和 π 键的数目

易错点

比为 7:1，C 错误；甲中碳原子价层电子对数为 2，杂化方式为 sp ，乙中碳原子价层电子对数为 3，杂化方式为 sp^2 ，D 正确。

7. C 命题点 ▶ 化学用语的正误判断

【解析】中子数为 1 的氦核素： ${}^3_2\text{He}$ ，A 错误； SiO_2 的晶体类型为共价晶体，B 错误； F_2 中两个氟原子各提供 1 个未成对电子的 2p 轨道重叠形成了 p-p σ 共价键，C 正确； PCl_3 的中心原子 P 的价层电子对数为 4，有 1 个孤电子对，采取 sp^3 杂化，空间结构为三角锥形，D 错误。

8. B 命题点 ▶ 化学用语

【解析】亚铜氨离子的化学式为 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]^+$ ，B 错误。

教材溯源

人教版选择性必修 3《有机化学基础》第五章第二节科学·技术·社会资料卡片介绍了高强度芳纶纤维。

9. B 命题点 ▶ 分子的极性、键的极性、键角、键长的比较

【解析】 SiH_4 为正四面体形结构，正、负电中心重合，为非极性分子， NH_3 为三角锥形结构，正、负电中心不重合，为极性分子，故分子极性： $\text{SiH}_4 < \text{NH}_3$ ，A 错误； $\text{H}-\text{Cl}$ 为极性键， $\text{H}-\text{H}$ 为非极性键，则键的极性： $\text{H}-\text{Cl} > \text{H}-\text{H}$ ，B 正确； CH_4 中心原子 C 采取 sp^3 杂化，且没有孤电子对， H_2O 中心原子 O 采取 sp^3 杂化，且有 2 个孤电子对，孤电子对与孤电子对之间的斥力大于孤电子对与成键电子对之间的斥力大于成键电子对与成键电子对之间的斥力，则键角： $\text{H}_2\text{O} < \text{CH}_4$ ，C 错误；原子半径： $\text{N} < \text{C}$ ，故分子中三键键长： $\text{HC}\equiv\text{N} < \text{HC}\equiv\text{CH}$ ，D 错误。

10. 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 IO_2F 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。

11. A 命题点 ▶ 分子极性、第一电离能、电子数、杂化类型

【解析】P、Q 分子结构对称，正、负电中心重合，均为非极性分子，A 错误；同周期元素从左到右，第一电离能呈增大趋势，第一电离能： $\text{B} < \text{C} < \text{N}$ ，B 正确；由 P、Q 的分子结构可知，其分子式分别为 $\text{C}_{24}\text{H}_{12}$ 、 $\text{B}_{12}\text{N}_{12}\text{H}_{12}$ ，分子中所含电子数目相等，C 正确；P 和 Q 呈平面六元并环结构，C、B 和 N 均采取 sp^2 杂化，D 正确。

12. D 命题点 ▶ 质谱法、分子极性等

【解析】 NH_3 和 ND_3 的相对分子质量不同，可用质谱法区分，A 正确； NH_3 和 ND_3 中 N 原子杂化方式均为 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 Mg_3N_2 与 D_2O 发生水解反应 $\text{Mg}_3\text{N}_2 + 6\text{D}_2\text{O} = 3\text{Mg}(\text{OD})_2 + 2\text{ND}_3 \uparrow$ ，C 正确；方法②可看作作用 D_2O 中 D 原子取代 NH_3 中 H 原子得到 ND_3 ，反应过程中可能生成副产物 NH_2D 、 NHD_2 ，导致产品纯度低，而方法①中通过 Mg_3N_2 与 D_2O 的水解反应生成的含氮产物均为 ND_3 ，产品纯度更高，D 错误。

13. 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； CO_2 中心 C 原子为 sp 杂化，键角为 180° ， CH_2O 中心 C 原子为 sp^2 杂化，键角大约为

120° , CCl_4 中心 C 原子为 sp^3 杂化, 键角为 $109^\circ 28'$, 三种物质中心 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, Cs^+ 周围最多能排布 8 个 Cl^- , Na^+ 周围最多能排布 6 个 Cl^- , 说明 Cs^+ 比 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。

14. D 命题点 反应机理分析, 涉及分子的极性、中心原子的杂化方式等

【解析】 NCl_3 中中心原子 N 的价层电子对数为 $3 + \frac{5-3 \times 1}{2} = 4$, 故空间结构为三角锥形, 其分子中正、负电中心不重合, 为极性分子, 而 SiCl_4 中中心原子 Si 的价层电子对数为 $4 + \frac{4-4 \times 1}{2} = 4$, 故空间结构为正四面体形, 其分子中正、负电中心重合, 为非极性分子, A 错误; 结合 A 项分析可知, NCl_3 分子中 N 为 sp^3 杂化, NH_3 中 N 的价层电子对数为 $\frac{5-3 \times 1}{2} + 3 = 4$, N 为 sp^3 杂化, B 错误; 由题给 NCl_3 水解机理可知, NCl_3 水解时, 首先 H_2O 中的 H 与 NCl_3 中 N 的孤电子对结合, O 与 Cl 结合, 从而形成 HClO 脱去, 而 SiCl_4 中 Si 无孤电子对, 故 SiCl_4 的水解反应机理与 NCl_3 不同, C 错误; NHCl_2 和 NH_3 分子中均存在 N—H 键和孤电子对, 故均能与 H_2O 形成氢键, D 正确。

15. B 命题点 石墨的结构与性质, 键参数和共价键数目计算

【解析】 石墨中 C 原子上未参与杂化的所有 p 轨道相互平行且重叠, 使未参与杂化的 2p 电子可在整个碳原子平面上运动, 因此, 石墨有类似金属晶体的导电性。石墨与 F_2 反应后, F 原子与碳原子形成共价键, 使石墨层内 p 轨道中电子的数目减少, 流动性降低, 导电性下降, A 错误; 与石墨相比, 氟的电负性大, $(\text{CF})_x$ 不容易被氧化, 抗氧化性增强, B 正确; 碳的原子半径大于氟, 故 $(\text{CF})_x$ 中 C—C 的键长比 C—F 的键长长, C 错误; 根据 F 能形成一个共价键, 可知 $1 \text{ mol } (\text{CF})_x$ 中含有 $x \text{ mol C—F}$, 已知石墨中 1 个碳原子形成 $3 \times \frac{1}{2} = 1.5$ 个 C—C 共价键, $1 \text{ mol } (\text{CF})_x$ 中含 $1.5x \text{ mol C—C}$, 故 $1 \text{ mol } (\text{CF})_x$ 中含有 $2.5x \text{ mol}$ 共价单键, D 错误。