

考点 47 分子结构与性质

命题趋势

本知识点在全国卷中为选考题考查内容，近年来已有较多省市已列入高考必考题，重点考查从不同层次认识分子的构型，并对共价键进行分类，能运用价层电子对互斥模型和杂化轨道理论等，解释分子的立体结构及性质，揭示现象的本质与规律。

预测 2023 年继续重点考查共价键的不同类型，特别是 σ 键和 π 键的判断，考查分子的空间构型以及分子的杂化类型，特别是杂化类型的判断是高考重点，复习时加以关注；能根据实物模型来培养空间想象力。

重点考向

- 一、共价键、键参数
- 二、分子的空间构型
- 三、分子间作用力



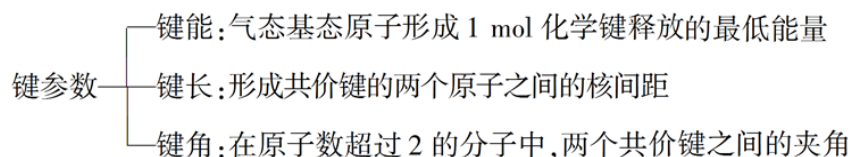
共价键、键参数

1. 本质：在原子之间形成共用电子对(电子云的重叠)。
2. 特征：具有饱和性和方向性。
3. 分类

分类依据	类型	
形成共价键的原子轨道重叠方式	σ 键	电子云“头碰头”重叠
	π 键	电子云“肩并肩”重叠
形成共价键的电子对是否偏移	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	原子间有一对共用电子对
	双键	原子间有两对共用电子对
	叁键	原子间有三对共用电子对

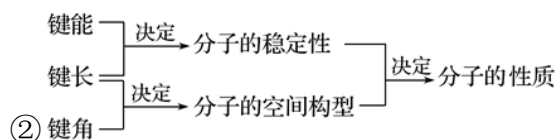
4. 键参数

(1) 概念



(2) 键参数对分子性质的影响

① 键能越大, 键长越短, 分子越稳定。



5. 等电子原理

(1) 等电子体: 原子总数相同、价电子总数相同的粒子互称为等电子体。如 N_2 和 CO 、 O_3 与 SO_2 是等电子体, 但 N_2 与 C_2H_2 不是等电子体。

(2) 等电子原理: 等电子体具有相似的化学键特征, 它们的许多性质相近, 此原理称为等电子原理, 例如 CO 和 N_2 的熔、沸点、溶解性等都非常相近。

【小试牛刀】

请判断下列说法的正误(正确的打“√”, 错误的打“×”)

- (1) 共价键的成键原子只能是非金属原子()
- (2) σ 键可以绕键轴旋转, π 键不能绕键轴旋转()
- (3) 气体单质中一定存在 σ 键, 可能存在 π 键()
- (4) σ 键比 π 键的电子云重叠程度大, 形成的共价键强()
- (5) σ 键能单独形成, 而 π 键一定不能单独形成()
- (6) 在任何情况下, 都是 σ 键比 π 键强度大()
- (7) s-s σ 键与 s-p σ 键的电子云形状对称性相同()
- (8) 碳碳叁键和碳碳双键的键能分别是碳碳单键键能的 3 倍和 2 倍()
- (9) 键长等于成键两原子的半径之和()
- (10) σ 键可以绕键轴旋转, π 键不能绕键轴旋转()
- (11) 气体单质中一定存在 σ 键, 可能存在 π 键()
- (12) σ 键比 π 键的电子云重叠程度大, 形成的共价键强(√)

【典例】

例 1 (2020·山东卷) $\text{B}_3\text{N}_3\text{H}_6$ (无机苯)的结构与苯类似, 也有大 π 键。下列关于 $\text{B}_3\text{N}_3\text{H}_6$

的说法错误的是()

- A. 其熔点主要取决于所含化学键的键能 B. 形成大 π 键的电子全部由 N 提供
C. 分子中 B 和 N 的杂化方式相同 D. 分子中所有原子共平面

【答案】A

【解析】A 项，无机苯是分子晶体，其熔点主要取决于分子间的作用力，A 错误；B 项，B 原子最外层 3 个电子，与其它原子形成 3 个 σ 键，N 原子最外层 5 个电子，与其它原子形成 3 个 σ 键，还剩余 2 个电子，故形成大 π 键的电子全部由 N 原子提供，B 正确；C 项，无机苯与苯等电子体，分子中含有大 π 键，故分子中 B、N 原子的杂化方式为 sp^2 杂化，C 正确；D 项，无机苯与苯等电子体，分子中含有大 π 键，故分子中 B、N 原子的杂化方式为 sp^2 杂化，所以分子中所有原子共平面，D 正确；故选 A。

例 2 已知几种共价键的键能如下：

化学键	H—N	N≡N	Cl—Cl	H—Cl
键能/ $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$	391	946	328	431

下列说法错误的是()

- A. 键能： $\text{N}\equiv\text{N} > \text{N}=\text{N} > \text{N}-\text{N}$
B. $\text{H}(\text{g}) + \text{Cl}(\text{g}) = \text{HCl}(\text{g}) \quad \Delta H = -431 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
C. H—N 键能小于 H—Cl 键能，所以 NH_3 的沸点高于 HCl
D. $2\text{NH}_3(\text{g}) + 3\text{Cl}_2(\text{g}) = \text{N}_2(\text{g}) + 6\text{HCl}(\text{g}) \quad \Delta H = -202 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

【答案】C

【解析】A 项，叁键键长小于双键键长小于单键键长，键长越短，键能越大，所以键能： $\text{N}\equiv\text{N} > \text{N}=\text{N} > \text{N}-\text{N}$ ，正确；B 项， $\text{H}(\text{g}) + \text{Cl}(\text{g}) = \text{HCl}(\text{g})$ 的焓变为 H—Cl 键能的相反数，则 $\Delta H = -431 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ，正确；C 项， NH_3 的沸点高于 HCl 是由于 NH_3 形成分子间氢键，而 HCl 不能，键能不是主要原因，错误；D 项，根据 $\Delta H = \sum E(\text{反应物}) - \sum E(\text{生成物})$ ，则 $2\text{NH}_3(\text{g}) + 3\text{Cl}_2(\text{g}) = \text{N}_2(\text{g}) + 6\text{HCl}(\text{g}) \quad \Delta H = 6E(\text{N}-\text{H}) + 3E(\text{Cl}-\text{Cl}) - E(\text{N}\equiv\text{N}) - 6E(\text{H}-\text{Cl}) = -202 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ，正确。

【对点提升】

对点 1 下列有关化学键类型的说法错误的是()

- A. 已知丙炔的结构简式为 $\text{CH}_3\text{C}\equiv\text{CH}$ ，则丙炔分子中存在 5 个 σ 键和 3 个 π 键
B. 乙烯分子中 σ 键、 π 键的电子云的对称性不同
C. 物质中有 σ 键不一定有 π 键，有 π 键一定有 σ 键

D. 乙烷分子中只存在 σ 键, 即 C-H 和 C-C 均为 σ 键

对点 2 下列有关化学键知识的比较肯定错误的是()

A. 键能: $\text{C—N} < \text{C}=\text{N} < \text{C}\equiv\text{N}$

B. 键长: $\text{I—I} > \text{Br—Br} > \text{Cl—Cl}$

C. 分子中的键角: $\text{H}_2\text{O} > \text{CO}_2$

D. 相同元素原子间形成的共价键键能: σ 键 $>$ π 键

【巧学妙记】

σ 键、 π 键的判断

(1)由原子轨道重叠方式判断

“头碰头”重叠为 σ 键, “肩并肩”重叠为 π 键。

(2)由共价键数目判断

单键为 σ 键; 双键或叁键, 其中一个为 σ 键, 其余为 π 键。

(3)由成键轨道类型判断

s 轨道形成的共价键全是 σ 键; 杂化轨道形成的共价键全为 σ 键。



分子的空间构型

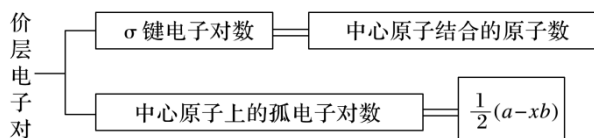
1. 价层电子对互斥理论

(1)理论要点

①价层电子对在空间上彼此相距最远时, 排斥力最小, 体系的能量最低。

②孤电子对的排斥力较大, 孤电子对越多, 排斥力越强, 键角越小。

(2)用价层电子对互斥理论推测分子的空间构型的关键是判断分子中的中心原子上的价层电子对数。



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。

(3)示例分析

电子对数	孤电子对数	电子对空间构型	分子空间构型	实例
------	-------	---------	--------	----

	σ 键电子对 数				
2	2	0	直线形	直线形	CO ₂
3	3	0	三角形	平面三角形	BF ₃
	2	1		V 形	SO ₂
4	4	0	四面体形	正四面体形	CH ₄
	3	1		三角锥形	NH ₃
	2	2		V 形	H ₂ O

2. 杂化轨道理论

(1) 理论要点

当原子成键时,原子的价电子轨道相互混杂,形成与原轨道数相等且能量相同的杂化轨道。

杂化轨道数不同,轨道间的夹角不同,形成分子的空间结构不同。

(2) 杂化轨道与分子空间构型的关系

杂化类型	杂化轨道数 目	杂化轨道间夹 角	空间构型	实例
sp ¹	2	180°	直线形	BeCl ₂
sp ²	3	120°	平面三角 形	BF ₃
sp ³	4	109.5°	四面体形	CH ₄

3. “五方法”判断分子中心原子的杂化类型

(1) 根据杂化轨道的空间构型判断。

①若杂化轨道在空间的分布为正四面体形或三角锥形,则分子的中心原子发生 sp³ 杂化。

②若杂化轨道在空间的分布呈平面三角形,则分子的中心原子发生 sp² 杂化。

③若杂化轨道在空间的分布呈直线形,则分子的中心原子发生 sp¹ 杂化。

(2) 根据杂化轨道之间的夹角判断

若杂化轨道之间的夹角为 109.5°,则分子的中心原子发生 sp³ 杂化;若杂化轨道之间的夹角为 120°,则分子的中心原子发生 sp² 杂化;若杂化轨道之间的夹角为 180°,则分子的中心原子发生 sp¹ 杂化。

(3) 根据等电子原理进行判断

如 CO_2 是直形线分子, CNS^- 、 N_3^- 与 CO_2



互为等电子体，所以分子构型均为直线形，中心原子均采用 sp^1 杂化。

(4)根据中心原子的价电子对数判断

如中心原子的价电子对数为 4，是 sp^3 杂化，为 3 是 sp^2 杂化，为 2 是 sp^1 杂化。

(5)根据分子或离子中是否有 π 键及 π 键数目判断

如没有 π 键为 sp^3 杂化，含 1 个 π 键为 sp^2 杂化，含 2 个 π 键为 sp^1 杂化。

4. 配位键

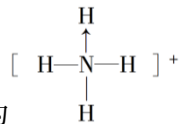
(1)孤电子对

分子或离子中没有跟其他原子共用的电子对称孤电子对。

(2)配位键

①配位键的形成：成键原子一方提供孤电子对，另一方提供空轨道形成共价键。

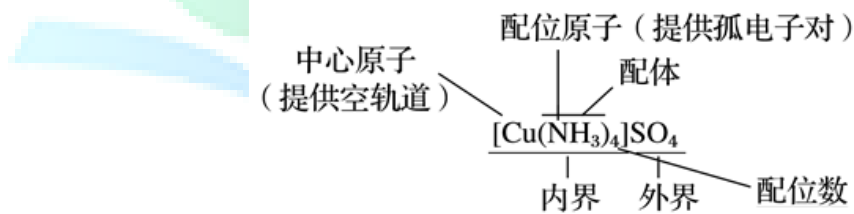
②配位键的表示：常用“ \rightarrow ”来表示配位键，箭头指向接受孤电子对的原子，如 NH_4^+ 可



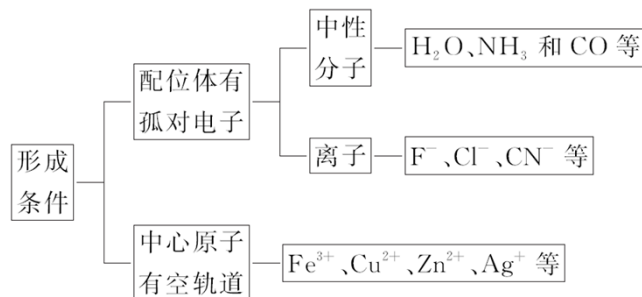
表示为 \rightarrow ，在 NH_4^+ 中，虽然有一个 N—H 键形成过程与其他 3 个 N—H 键形成过程不同，但是一旦形成之后，4 个共价键就完全相同。

(3)配合物

①组成。如 $[Cu(NH_3)_4]SO_4$



②形成条件。



【小试牛刀】

请判断下列说法的正误(正确的打“√”，错误的打“×”)

(1)杂化轨道只用于形成 σ 键或用于容纳未参与成键的孤电子对()

- (2)分子中中心原子若通过 sp^3 杂化轨道成键, 则该分子一定为正四面体结构()
- (3) NH_3 分子为三角锥形, N 原子发生 sp^2 杂化()
- (4)只要分子构型为平面三角形, 中心原子均为 sp^2 杂化()
- (5)中心原子是 sp^1 杂化的, 其分子构型不一定为直线形()
- (6)价层电子对互斥理论中, π 键电子对数不计入中心原子的价层电子对数()
- (7) PCl_3 分子是三角锥形, 这是因为 P 原子是以 sp^2 杂化的结果()
- (8) sp^3 杂化轨道是由任意的 1 个 s 轨道和 3 个 p 轨道混合形成的四个 sp^3 杂化轨道()
- (9)凡中心原子采取 sp^3 杂化的分子, 其 VSEPR 模型都是四面体()
- (10) AB_3 型的分子空间构型必为平面三角形()
- (11)分子中中心原子通过 sp^3 杂化轨道成键时, 该分子不一定为正四面体结构()
- (12)杂化轨道只用于形成 σ 键或用于容纳未参与成键的孤电子对()
- (13) NH_3 和 CH_4 两个分子中中心原子 N 和 C 都是通过 sp^3 杂化轨道成键()
- (14)杂化轨道理论与 VSEPR 模型分析分子的空间构型结果常常相互矛盾()
- (15)配位键也是一种静电作用()
- (16)形成配位键的电子对由成键双方原子提供()

【典例】

例 1 根据杂化轨道理论和价层电子对互斥模型, 判断下列分子或离子的空间结构正确的是()

选项	分子或离子	中心原子杂化方式	价层电子对互斥模型	分子或离子的空间结构
A	SO_2	sp	直线形	直线形
B	$HCHO$	sp^2	平面三角形	三角锥形
C	NF_3	sp^2	四面体形	平面三角形
D	NH_4^+	sp^3	正四面体形	正四面体形

【答案】 B

【解析】 SO_2 分子中心原子杂化方式为 sp^2 , 价层电子对互斥模型为平面三角形, 含有一对孤电子对, 分子的空间结构为 V 形, A 错误; $HCHO$ 分子中心原子杂化方式为 sp^2 , 价层电子对互斥模型为平面三角形, 没有孤电子对, 分子的空间结构为平面三角形, B 错误; NF_3 分子中心原子杂化方式为 sp^3 , 价层电子对互斥模型为四面体形, 含有一对孤电子对, 分子的空间结构为三角锥形, C 错误; NH_4^+ 的中心原子杂化方式为 sp^3 , 价层电子对互斥模型为正四面体形, 没有孤电子对, 离子的空间结构为正四面体形, D 正确。故选 B。

例 2 有几种阴离子的信息如下：

阴离子	ClO_4^-	ClO_3^-	M	ClO^-
中心元素化合价		+5	+3	+1
中心原子杂化类型	sp^3		sp^3	

下列推断不正确的是()

- A. ClO_3^- 和 CO_3^{2-} 的价电子总数相同 B. M 的化学式为 ClO_2^-
 C. ClO_3^- 、 ClO^- 中氯原子的杂化类型都为 sp^3 D. M 的空间结构为 V 形

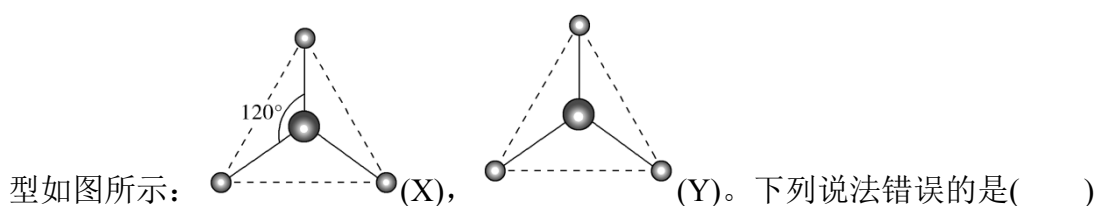
【答案】A

【解析】A 项， ClO_3^- 和 CO_3^{2-} 的价电子总数分别为 $7+3\times 6+1=26$ 、 $4+3\times 6+2=24$ ，不相同，A 项错误；B 项，M 中 Cl 元素的化合价是+3 价，杂化轨道类型是 sp^3 ，因此 M 的化学式为 ClO_2^- ，B 项正确；C 项， ClO_3^- 中价层电子对数是 $3+\frac{7+1-3\times 2}{2}=4$ ， ClO^- 中价层电子对数是

$1+\frac{7+1-1\times 2}{2}=4$ ，因此氯原子的杂化类型都为 sp^3 ，C 项正确；D 项，M 中价层电子对数是 $2+\frac{7+1-2\times 2}{2}=4$ ，含有 2 对孤对电子，所以空间结构为 V 形，D 项正确；故选 A。

【对点提升】

对点 1 有 X、Y 两种活性反应中间体微粒，均含有 1 个碳原子和 3 个氢原子，其球棍模型如图所示：

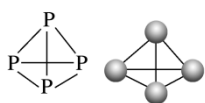


- A. X 的组成为 CH_3^\cdot B. Y 的组成为 CH_3^-
 C. X 的价层电子对数为 4 D. Y 中键角小于 120°

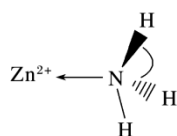
对点 2 氮是一种典型的非金属元素，其单质及化合物在生活和生产中具有广泛的用途。回答下列问题：

(1)磷元素与氮元素同主族，基态磷原子有_____个未成对电子，白磷的分子式为 P_4 ，其结构如图甲所示。科学家目前合成了 N_4 分子， N_4 分子中氮原子的杂化轨道类型是_____，N—N—N 键角为_____； N_4 分解后能产生 N_2

并释放出大量能量，推测其用途可为_____。



图甲 白磷结构



图乙 $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$

(2) NH_3 与 Zn^{2+} 可形成 $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ ，其部分结构如图乙所示。

① NH_3 的空间构型为_____。

② $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ 中存在的化学键类型有_____； NH_3 分子中 $\text{H}-\text{N}-\text{H}$ 键角为 107° ，判断 $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ 离子中 $\text{H}-\text{N}-\text{H}$ 键角_____ (填“>”“<”或“=”) 107° 。

③ 肼 (N_2H_4) 可视为 NH_3 分子中的一个氢原子被 $-\text{NH}_2$ 取代形成的另一种氮的氢化物。与 N_2H_4 互为等电子体的分子有_____ (写出一种即可)。

【巧学妙记】

1. 三原子分子空间结构

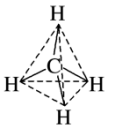
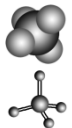
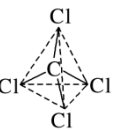
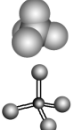
化学式	电子式	结构式	键角	空间结构	空间结构名称
CO_2	$\text{O}::\text{C}::\text{O}$	$\text{O}=\text{C}=\text{O}$	180°		直线形
H_2O	$\text{H}:\ddot{\text{O}}:\text{H}$		105°		V形

2. 四原子分子空间结构

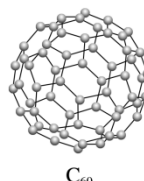
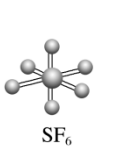
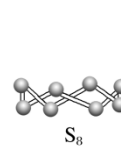
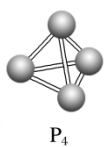
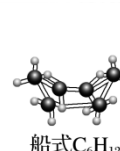
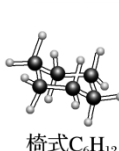
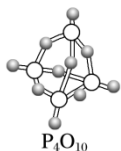
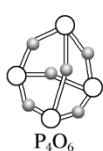
化学式	电子式	结构式	键角	空间结构	空间结构名称
CH_2O	$\begin{array}{c} :\text{O}: \\ \vdots \\ \text{H}:\text{C}:\text{H} \end{array}$		约 120°		平面三角形
NH_3	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \vdots \\ \text{H}:\text{N}:\text{H} \\ \vdots \end{array}$		107°		三角锥形

3. 五原子分子空间结构

化学式	电子式	结构式	键角	空间结构	空间结构名称

CH ₄	$ \begin{array}{c} \text{H} \\ \cdot \\ \cdot \\ \text{H} : \text{C} : \text{H} \\ \cdot \\ \cdot \\ \text{H} \end{array} $		109°28′		正四面体形
CCl ₄	$ \begin{array}{c} \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ : \text{Cl} : \text{C} : \text{Cl} : \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \end{array} $		109°28′		正四面体形

4. 其他多原子分子的空间结构



分子间作用力

1. 分子间作用力

(1)概念：物质分子之间普遍存在的相互作用力，称为分子间作用力。

(2)分类：分子间作用力最常见的是范德华力和氢键。

(3)强弱：范德华力 < 氢键 < 化学键。

(4)范德华力

范德华力主要影响物质的熔点、沸点、硬度等物理性质。范德华力越强，物质的熔点、沸点越高，硬度越大。一般来说，组成和结构相似的物质，随着相对分子质量的增加，范德华力逐渐增大。

(5)氢键

①形成：已经与电负性很强的原子形成共价键的氢原子(该氢原子几乎为裸露的质子)与另一个分子中电负性很强的原子之间的作用力，称为氢键。

②表示方法：A—H...B

③特征：具有一定的方向性和饱和性。

④分类：氢键包括分子内氢键和分子间氢键两种。

⑤分子间氢键对物质性质的影响

主要表现为使物质的熔、沸点升高，对电离和溶解度等产生影响。

2. 分子的性质

(1) 分子的极性

类型	非极性分子	极性分子
形成原因	正电中心和负电中心重合的分子	正电中心和负电中心不重合的分子
存在的共价键	非极性键或极性键	非极性键或极性键
分子内原子排列	对称	不对称

(2) 分子的溶解性

①“相似相溶”的规律 非极性溶质一般能溶于非极性溶剂，极性溶质一般能溶于极性溶剂。若溶剂和溶质分子之间可以形成氢键，则溶质的溶解度增大。

②随着溶质分子中憎水基个数的增多，溶质在水中的溶解度减小。如甲醇、乙醇和水以任意比互溶，而戊醇在水中的溶解度明显减小。

(3) 分子的手性

①手性异构：具有完全相同的组成和原子排列的一对分子，如同左手和右手一样互为镜像，在三维空间里不能重叠的现象。

②手性分子：具有手性异构体的分子。

③手性碳原子：在有机物分子中，连有四个不同基团或原子的碳原子。含有手性碳原子的

分子是手性分子，如 $\text{CH}_3-\underset{\text{*}}{\underset{\text{OH}}{\text{C}}}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$ 。

(4) 无机含氧酸分子的酸性

无机含氧酸的通式可写成 $(\text{HO})_m\text{RO}_n$ ，如果成酸元素 R 相同，则 n 值越大，R 的正电性越高，使 R—O—H 中 O 的电子向 R 偏移，在水分子的作用下越易电离出 H^+ ，酸性越强，如酸性： $\text{HClO} < \text{HClO}_2 < \text{HClO}_3 < \text{HClO}_4$ 。

【小试牛刀】

请判断下列说法的正误(正确的打“√”，错误的打“×”)

(1) 范德华力与化学键的区别是作用力的强弱不同()

(2) 任何分子间在任意情况下都会产生范德华力()

- (3)分子间作用力是分子间相互作用力的总称，包括氢键与范德华力()
- (4)范德华力的实质也是一种电性作用，所以范德华力是一种特殊的化学键()
- (5)范德华力非常微弱，故破坏范德华力不需要消耗能量()
- (6)氢键是一种特殊的化学键，它广泛存在于自然界中()
- (7)范德华力与物质的性质没有必然的联系()
- (8)范德华力能够影响物质的化学性质和物理性质()
- (9)范德华力仅是影响物质部分物理性质的一种因素()
- (10)范德华力是决定由分子构成的物质的熔点、沸点高低的唯一因素()
- (11)范德华力与氢键可同时存在于分子之间()
- (12)可燃冰($\text{CH}_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$)中甲烷分子与水分子间形成了氢键()
- (13)乙醇分子和水分子间只存在范德华力()
- (14)氢键具有方向性和饱和性()
- (15)氢键的存在，使水凝结为冰时密度减小，体积增大()
- (16) H_2O_2 分子间存在氢键()
- (17)卤素单质、卤素氢化物、卤素碳化物(即 CX_4)的熔、沸点均随着相对分子质量的增大而增大()
- (18)氢键的存在一定能使物质的熔、沸点升高()
- (19) H_2O 比 H_2S 稳定是因为水分子间存在氢键()
- (20)分子间氢键的形成除使物质的熔点、沸点升高外，对物质的溶解、电离等也都有影响()

【典例】

例 1 下列有关范德华力的叙述正确的是()

- A. 范德华力的实质也是一种电性作用，所以范德华力是一种特殊的化学键
- B. 范德华力比化学键强度弱
- C. 任何分子间在任意情况下都会产生范德华力
- D. 范德华力非常微弱，故破坏范德华力不需要消耗能量

【答案】 B

【解析】 化学键是强烈的相互作用($120 \sim 800 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$)

), 范德华力是一种弱的相互作用, 只有几到几十千焦每摩尔; 虽然范德华力非常微弱, 但破坏它时也要消耗能量; 范德华力普遍存在于分子之间, 但也必须满足一定的距离要求, 若分子间的距离足够大, 分子之间也难产生相互作用。

例 2 关于 CS_2 、 SO_2 、 NH_3 三种物质的说法中正确的是()

- A. CS_2 在水中的溶解度很小, 是由于其属于极性分子
- B. SO_2 和 NH_3 均易溶于水, 原因之一是它们都是极性分子
- C. CS_2 为非极性分子, 所以在三种物质中熔沸点最低
- D. NH_3 在水中溶解度很大只是由于 NH_3 分子有极性

【答案】B

【解析】根据“相似相溶”原理, 水是极性分子, CS_2 是非极性分子, SO_2 和 NH_3 都是极性分子, 故 A 项错误、B 项正确; 由于 CS_2 常温下是液体, SO_2 和 NH_3 常温下是气体, 故 C 项错误; NH_3 在水中溶解度很大, 除了由于 NH_3 分子有极性外, 还因为 NH_3 分子和 H_2O 分子之间可以形成氢键, 故 D 项错误。故选 B。

【对点提升】

对点 1 若不断地升高温度, 实现“雪花→水→水蒸气→氧气和氢气”的变化。在变化的各阶段被破坏的粒子间主要的相互作用依次是()

- A. 氢键; 分子间作用力; 非极性键
- B. 氢键; 氢键; 极性键
- C. 氢键; 极性键; 分子间作用力
- D. 分子间作用力; 氢键; 非极性键

对点 2 下列对分子及其性质的解释中, 不正确的是()

- A. 液态氟化氢分子间存在氢键, 所以氟化氢的沸点比氯化氢高
- B. CH_4 、 CO_2 、 BF_3 都是含有极性键的非极性分子
- C. $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 中含有离子键、极性键、配位键
- D. 因为非羟基氧原子数目逐渐减少, 所以酸性 $\text{HClO}_4 > \text{H}_2\text{SO}_4 > \text{H}_3\text{PO}_4$

【巧学妙记】

范德华力、氢键、共价键的比较

作用力	范德华力	氢键	共价键
概念	物质分子之间普遍存在的		

	一种相互作用力		
--	---------	--	--



		由已经与电负性很大的原子形成共价键的氢原子与另一个分子中电负性很大的原子之间的作用力	原子间通过共用电子对所形成的相互作用
分类		分子内氢键、分子间氢键	极性共价键、非极性共价键
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，分子间作用力越大	对于 X—H...Y，X、Y 的电负性越大，X、Y 原子的半径越小，键能越大	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	影响物质的熔、沸点及溶解度等物理性质；如熔、沸点 $F_2 < Cl_2 < Br_2 < I_2$ ， $CF_4 < CCl_4 < CBr_4$	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，如熔、沸点： $H_2O > H_2S$ ， $HF > HCl$ ， $NH_3 > PH_3$	①影响分子的稳定性 ②共价键键能越大，分子稳定性越强

经典好题

1. 下列关于 σ 键和 π 键的理解不正确的是()
 - A. 含有 π 键的分子在进行化学反应时，分子中的 π 键比 σ 键活泼
 - B. 在有些分子中，共价键可能只含有 π 键而没有 σ 键

C. 有些原子在与其他原子形成分子时只能形成 σ 键，不能形成 π 键

D. 当原子形成分子时，首先形成 σ 键，可能形成 π 键

2



了解有机物分子中化学键特征以及成键方式是研究有机物性质的基础。下列关于有机物分子成键方式的描述不正确的是()

- A. 烷烃分子中碳原子均采取 sp^3 杂化成键
- B. 炔烃分子中的碳碳三键由 1 个 σ 键、2 个 π 键组成
- C. 苯分子中所有碳原子均采取 sp^2 杂化成键，苯环中存在 6 个碳原子共有的大 π 键
- D. 甲苯分子中所有碳原子均采取 sp^2 杂化成键

3. 下列物质性质的变化规律，与共价键的键能大小有关的是()

- A. F_2 、 Cl_2 、 Br_2 、 I_2 的熔点、沸点逐渐升高
- B. HF 、 HCl 、 HBr 、 HI 的热稳定性依次增强
- C. 金刚石的硬度、熔点、沸点都高于晶体硅
- D. NaF 、 $NaCl$ 、 $NaBr$ 、 NaI 的熔点依次降低

4. 根据等电子原理判断，下列说法中错误的是()

- A. $B_3N_3H_6$ 分子中所有原子均在同一平面上
- B. $B_3N_3H_6$ 分子中存在双键，可发生加成反应
- C. H_3O^+ 和 NH_3 是等电子体，均为三角锥形
- D. CH_4 和 NH_4^+ 是等电子体，均为正四面体形

5. 徐光宪在《分子共和国》一书中介绍了许多明星分子，如 H_2O_2 、 CO_2 、 BF_3 、 CH_3COOH 等。下列说法正确的是()

- A. H_2O_2 分子中的 O 为 sp^2 杂化
- B. CO_2 分子中 C 原子为 sp^1 杂化
- C. BF_3 分子中的 B 原子为 sp^3 杂化
- D. CH_3COOH 分子中 C 原子均为 sp^2 杂化

6. 下列中心原子的杂化轨道类型和分子几何构型不正确的是()

- A. PCl_3 中 P 原子 sp^3 杂化，为三角锥形
- B. BCl_3 中 B 原子 sp^2 杂化，为平面三角形
- C. CS_2 中 C 原子 sp 杂化，为直线形
- D. H_2S 分子中，S 为 sp 杂化，为直线形

7. NF_3 是微电子工业中一种优良的等离子蚀刻气体，可通过电解熔融氟化氢铵(NH_4HF_2) 制得。下列有关说法错误的是()

- A. NF_3 的空间构型为平面三角形

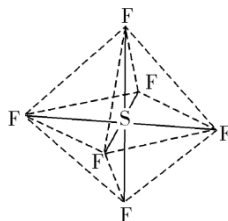
B. 相关元素电负性由大到小的顺序为 $F > N > H$



C. NF_3 和 NH_4HF_2 中 N 原子的杂化方式均为 sp^3

D. NH_4HF_2 晶体中微粒间的作用有离子键、共价键、配位键、氢键

8. 六氟化硫分子呈正八面体结构(如图所示), 在高电压下仍有良好的绝缘性, 性质稳定, 在电器工业方面有着广泛的用途, 但逸散到空气中会引起强温室效应, 下列有关六氟化硫的推测正确的是()



A. 六氟化硫中各原子均为 8 电子稳定结构

B. 六氟化硫易燃烧生成二氧化硫

C. 六氟化硫分子中含极性键、非极性键

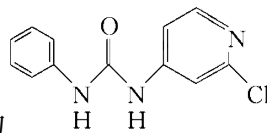
D. S—F 键是 σ 键, 且键长、键能都相等

9. 已知运送卫星的火箭所需燃料除液态 H_2O_2 外, 还有另一种液态氮氢化合物。已知该化合物中氢元素的质量分数为 12.5%, 相对分子质量为 32, 结构分析发现该化合物分子中只有单键。

(1) 该氮氢化合物的电子式为 _____, 其中 N 原子采取 _____ 杂化, 该分子是 (填“极性”或“非极性”) 分子。

(2) 若该物质与液态 H_2O_2 反应, 产生两种无毒又不污染环境的物质, 在该反应的反应物和生成物中既含有极性键又含有非极性键的是 _____ (填化学式, 下同), 只含有非极性键的是 _____, 只含有极性键的是 _____。

(3) 已知 NH_3 分子中的 N 原子有一对孤电子对, 能发生反应: $\text{NH}_3 + \text{HCl} = \text{NH}_4\text{Cl}$ 。试写出将上述液态氮氢化合物加入足量盐酸中时, 发生反应的化学方程式: _____。



10. 氯吡苯脲是一种常用的膨大剂, 其结构简式为 _____, 它是经国家批准使用的植物生长调节剂。

(1) 氯元素基态原子核外电子的未成对电子数为 _____。

(2) 氯吡苯脲晶体中, 氮原子的杂化轨道类型为 _____, 羰基碳原子的杂化轨道类型为 _____。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/416030003053011001>

