

答案解析

第一章 原子结构与性质

第一节 原子结构

第1课时 能层与能级 基态与激发态 原子光谱

学习任务一

【必备知识·导学】

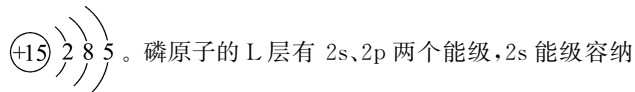
一、1. 能量 2. K L M N O 2 8 18 32 50

二、2. 1s 2 2s 2 2p 6 8 3s 2 3p 6 3d 10

18 4s 2 4p 6 4d 10 4f 14 32

3. (1)s 该能层序数 (2)2 (3)< < <

【思考】提示：P 原子序数为 15，原子结构示意图为



电子数为 2 个，2p 能级容纳电子数为 6 个，磷原子的 L 层填充的电子数为 8 个。

【判对错·通教材】

(1)✓ 提示：能层是电子层，同一能层的电子，还被分为不同的能级。

(2)× 提示：第三能层上只有 s、p、d 三种能级。

(3)× 提示：不同能层上的 s 能级，能层序数(n)越大，离原子核越远，能量越高，如 $E(1s) < E(2s) < E(3s)$ 。

(4)× 提示：高能层的 s 能级比低能层的 p 能级的能量高，如 $E(2p) < E(3s)$ 。

【学力诊断·测评】

1. C s 能级在每一层上都有，p 能级至少在第二层及以上，d 能级至少在第三层及以上，所以不会出现 2d，f 能级至少在第四层及以上，故 C 错误。

2. D 各能层最多容纳电子数为 $2n^2$ (n 为能层序数)，故 A 正确；能层的能级总是从 s 能级开始，而且能级数等于该能层序数，故 B 正确；同是 s 能级，在不同的能层中所能容纳的最多电子数是相同的，故 C 正确；同一能层的不同能级的能量不同，且按 s、p、d……规律依次增大，故 D 错误。

3. 【解析】不同能层的能量按 K、L、M、N、O、P、Q……的顺序依次升高，同一能层里，各能级的能量按 s、p、d、f……的顺序依次升高。

答案：(1)< (2)< (3)> (4)> (5)< <

学习任务二

【必备知识·探究】

二、1. 吸收光谱 发射光谱 2. 吸收 放出 3. 特征谱线

(2)物理

【思考】(1)提示：基态原子吸收能量，电子从基态跃迁到激发态后，电子从较高能量的激发态跃迁到较低能量的激发态乃至基态时，将能量以光的形式释放出来。光(辐射)是电子跃迁释放能量的重要形式之一，焰色试验属于发射光谱。

(2)提示：一种元素有一种原子光谱，一种原子光谱对应着一种元素。可以用光谱仪摄取各种元素原子的吸收光谱或发射光谱(总称原子光谱)，所以，可以用光谱分析法鉴定元素。

【判对错·通教材】

(1)✓ 提示：电子从较高能量的激发态跃迁到较低能量的基态时，将释放能量，光(辐射)是电子跃迁释放能量的重要形式。

(2)× 提示：霓虹灯光、激光、荧光的产生是由于电子从较高能量的激发态跃迁到较低能量的激发态乃至基态时，能量以光的形式释放。

(3)× 提示：电子跃迁时电子既有可能吸收能量，也有可能释放能量。

(4)✓ 提示：对于同一原子，其处于激发态时的能量一定高于基态时的能量。

【学力诊断·测评】

1. D 电子从较高能量的激发态跃迁到较低能量的激发态或基态，释放能量，光是释放能量的重要形式之一，节日燃放的焰火、舞台 LED 灯光、城市的霓虹灯光是原子的发射光谱，与原子核外电子发生跃迁有关，水中倒影则是光线反射的结果，与电子跃迁无关。

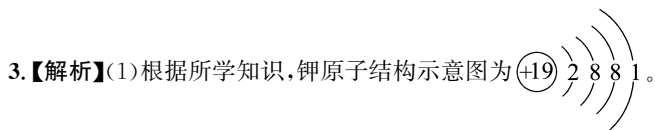
2. B $E(3d) < E(4p)$ ，故电子由 3d 能级跃迁至 4p 能级时，要吸收能量，形成吸收光谱。

3. C 电子从激发态到基态产生的光谱是发射光谱，A 正确；原子核外电子从基态变成激发态一定需要吸收能量，从激发态变成基态释放能量，B 正确；电子跃迁可以跨能级跃迁，如从 2s 跃迁到 3s、3d 等，C 错误；霓虹灯光、激光都与原子核外电子发生跃迁释放能量有关，D 正确。

学情检测·素养达标

1. A 离核最近的电子层称为 K 层，该层的能量最低，电子层能量由低到高依次为 K、L、M、N、O……

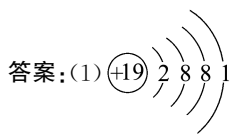
2. C 基态原子吸收不同的能量变为不同的激发态原子，只有同一基态原子的能量总是低于激发态原子的能量，不同基态原子的能量不一定比激发态原子的能量低，A 错误；霓虹灯通电灯管变红是氖原子中的电子从激发态跃迁到基态时产生的光谱，B 错误；原子光谱是由原子中的电子在能量变化时所发射或吸收的一系列波长的光所组成的光谱，每一种原子的光谱都不同，用原子光谱可以研究原子结构发现元素，C 正确；电子在激发态跃迁到基态时会产生发射光谱，电子在低能级跃迁到高能级时才会产生吸收光谱，吸收光谱和发射光谱总称为原子光谱，D 错误。



(2)由于能量： $4s < 4p < 4d$ ，则钾原子的能量最低的情况是①；由于能量①<②，所以若将钾原子完成①转化为②，则会吸收能量；因为能量③>①，所以将钾原子从③转化为①，则会产生发射光谱。

(3)钾原子中的电子吸收能量后跃迁到能量较高的能级，且处在能量较高的能级上的电子会很快地以光的形式释放能量而跃迁回能量较低的能级上，该光的波长恰好处于可见光区域中

的紫色波段。



(2) ① 吸收 发射

(3) 钾原子中的电子吸收能量后跃迁到能量较高的能级, 且处在能量较高的能级上的电子会很快地以光的形式释放能量而跃迁回能量较低的能级上, 该光的波长恰好处于可见光区域中的紫色波段

第2课时 构造原理与电子排布式 电子云与原子轨道

学习任务一

【必备知识·导学】

一、1. 光谱学 能级

2. 能层 能级

【思考】提示: 能级交错排列的顺序为 $ns \rightarrow (n-2)f \rightarrow (n-1)d \rightarrow np$ 。

二、1. 能级符号右上角

2. (1) $3d^1 4s^2$ (2) $3d^5 4s^1$ $3d^{10} 4s^1$

3. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$ $[\text{Ar}] 3d^6 4s^2$

【判对错·通教材】

(1) $\checkmark$ 提示: 从构造原理示意图中可以看出存在一些不同能层的能级交错现象, 例如, $E(3d) > E(4s)$ 、 $E(4d) > E(5s)$ 等。

(2) $\times$ 提示: 电子填充时是按照能级能量由低到高的顺序填充的。

(3) $\times$ 提示: K 的价层电子排布式为 $4s^1$ 。

(4) $\times$ 提示: Cr 的电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$ 。

【学力诊断·测评】

1. C S^{2-} 的原子核外共有 18 个电子, 其核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$, A 是 S 原子的核外电子排布式, A 错误; 书写电子排布式时, 能层低的能级要写在左边, 能层高的能级要写在右边, 因此 Sc 原子的核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^1 4s^2$, B 错误; D 是 F 的最外层电子排布式, D 错误。

2. B 根据构造原理判断, 原子核外电子填入能级的顺序为 $3p \rightarrow 4s \rightarrow 3d$, A 项正确; 根据构造原理可知, $3s$ 与 $4s$ 能级之间还有 $3p$ 能级, B 项错误; 电子最后填入的能级不一定是原子最外层上的能级, 如某些过渡元素, C 项正确; 从 M 能层开始, 电子填入的顺序是 $3s \rightarrow 3p \rightarrow 4s \rightarrow 3d \cdots$, 与能层的顺序不同, D 项正确。

3. B 若只有 1 个能层, 不存在 p 能级; 若有 2 个能层, 则有两个 s 能级, 则电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^4$, 为 O 元素; 若有 3 个能层, 则有三个 s 能级, 则电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$, 为 Ar 元素。

4. 【解析】符合题给核外电子排布式的粒子有 S^{2-} 、 Cl^- 、Ar、 K^+ 、 Ca^{2+} 等。(1) 很难发生化学反应的粒子应为稀有气体 Ar。(2) 能使溴水褪色且出现浑浊的粒子应为还原性较强的 S^{2-} 。(3) 氧化性很弱, 得一个电子后变为原子且还原性很强的粒子应为 K^+ 。(4) 还原性弱, 失去电子后氧化性很强, 且对应原子得到一个

电子即达到稳定结构, 该粒子应为 Cl^- 。

答案: (1) Ar (2) S^{2-} (3) K^+ (4) Cl^-

学习任务二

【必备知识·探究】

1. (1) $\frac{P}{V}$ (2) ① 概率密度 ② 90% (3) 球形 哑铃状

【思考】提示: 同一原子能层越高, s 电子云半径越大, 是由于电子能量越大, 电子在离核更远的区域出现的概率越大, 电子云向更大的空间扩散。

2. (1) 空间运动状态

【思考】(1) 提示: 轨道形状、数目、最多容纳电子数等不同。

(2) 提示: 电子云轮廓图相同(s 轨道均为球形, p 轨道均为哑铃形); 能量不同(能层序数越大, 能量越高)。

【判对错·通教材】

(1) $\times$ 提示: 只有 s 能级中电子的电子云为球形。

(2) $\times$ 提示: s 电子云的大小与能层有关, 与电子数无关。

(3) $\times$ 提示: s 轨道没有伸展方向。

(4) $\times$ 提示: 电子云图中的小点表示电子在原子核外出现的概率密度的形象描述。

(5) $\times$ 提示: $2p_x$ 、 $3p_x$ 、 $4p_x$ 能级的轨道数相同。

(6) $\checkmark$ 提示: $2p_x$ 、 $2p_y$ 、 $2p_z$ 轨道相互垂直, 取向不同, 能量相等。

【学力诊断·测评】

1. D 依据分析可知: p 轨道有 3 个伸展方向, 为哑铃形。

2. C 电子云中的小点的疏密程度描述的是电子在原子核外空间出现的概率密度, A 项、D 项错误; $1s$ 电子云轮廓图为球形, 球体代表 $1s$ 电子在原子核外空间出现概率 $P=90\%$ 的区域, 该区域外, 电子出现的概率较小, 但也会出现, B 错误。

3. D 符号“ $3p_x$ ”中“ $3p$ ”表示第三能层的 p 轨道, “x”表示原子轨道沿 x 轴的方向伸展。

4. C s 轨道为球形, p 轨道为哑铃形, A 项错误; 每个 p 能级只有 3 个原子轨道, B 项错误; 能层序数越小, s 能级的原子轨道半径越小, C 项正确; 钠原子的电子在 6 个原子轨道上高速运动, D 项错误。

学情检测·素养达标

1. C s 能级有 1 个原子轨道, p 能级有 3 个原子轨道, d 能级有 5 个原子轨道, f 能级有 7 个原子轨道, 故 C 项正确。

2. B $_{29}\text{Cu}$ 原子的核外电子排布式是 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$, A 错误; $2p_x$ 、 $2p_y$ 、 $2p_z$ 轨道相互垂直, 能量都相同, B 正确; 根据能量最低原理, 原子核外电子填充 $3p$ 、 $3d$ 、 $4s$ 能级的顺序为 $3p \rightarrow 4s \rightarrow 3d$, C 错误; 最外层电子排布式为 ns^2 的基态原子所对应元素不一定是金属元素, 如 He 的最外层电子排布式为 $1s^2$, D 错误。

3. 【解析】(1) ^6_3Li 的原子序数为 3, 其基态 Li 原子核外电子排布式为 $1s^2 2s^1$ 。

(2) 已知 Ga 是 31 号元素, 故基态镓(Ga)原子的价电子排布式为 $4s^2 4p^1$ 。

(3) N 的核电荷数为 7, 核外有 7 个电子, 基态 N 原子的电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^3$, 则基态 N 原子的价层电子排布式是 $2s^2 2p^3$ 。

(4) Fe 为 26 号元素, 价电子排布式为 $3d^6 4s^2$ 。

(5)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 项正确;Ge 的原子序数为 32,基态 Ge 原子的简化电子排布式为 $[Ar]3d^{10} 4s^2 4p^2$,B 项错误;基态 Fe 原子的价电子排布式为 $3d^6 4s^2$,Fe 原子变成 Fe^{+} ,优先失去 4s 轨道上的电子,C 项错误。

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

第 3 课时 泡利原理、洪特规则、能量最低原理

学习任务一

【必备知识·导学】

一、1. (1)顺时针 逆时针 (2)2 相反

2. (1)平行 (2)全充满 半充满 $[Ar]3d^5 4s^1$

3. (1)能量最低 (2)核电荷数 电子数 电子状态

【思考】1. 提示:氮原子核外有 2 个电子,根据能量最低原理和泡利原理,基态氮原子的 2 个电子以自旋相反的形式填充在能量最低的 1s 轨道中,且 1s 轨道和 2s 轨道能量相差较大,所以基态氮原子不会出现 2 个电子单独分占 1s、2s 轨道的情况。

2. 提示:根据构造原理,3d 能级的能量大于 4s 能级的能量,所以依据能量最低原理,电子填入能量低的能级可使整个原子的能量最低。

二、1. (1)相反 $\uparrow \downarrow$ (2)未成对电子 (3)同向

2. (1)原子轨道 (3)相反

3. 1 个轨道 1 个电子及其自旋状态 2 个自旋相反的电子

【思考】提示:A. 根据洪特规则,基态原子中,填入简并轨道的电子总是先单独分占,且自旋平行。

【判对错·通教材】

(1)× 提示:当电子排布在同一能级的不同轨道时,基态原子中的电子总是优先单独占据一个轨道。

(2)× 提示:违背了泡利原理,每个轨道最多可容纳 2 个电子,p 轨道最多容纳 6 个电子。

(3)× 提示:基态氮原子的价层电子排布式为 $2s^2 2p^3$,价层电子轨道表示式为 $\begin{array}{|c|c|c|} \hline 2s & & 2p \\ \hline \uparrow\downarrow & & \uparrow\downarrow\uparrow \\ \hline \end{array}$ 。

(4)× 提示:基态碳原子的轨道表示式为 $\begin{array}{|c|c|c|} \hline 1s & 2s & 2p \\ \hline \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow & \uparrow\uparrow \\ \hline \end{array}$,存在 2 个单电子。

(5)✓ 提示:遵循的是洪特规则。

【学力诊断·测评】

1. C 2p 能级有 2 个电子,在 2 个不同的轨道,符合洪特规则,故 C 正确。

2. C 根据洪特规则:基态原子中,填入简并轨道的电子总是先单独分占,且自旋平行,因此 $\begin{array}{|c|c|c|} \hline 1s & 2s & 2p \\ \hline \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow & \uparrow\uparrow\downarrow \\ \hline \end{array}$ 违反了洪特规则,A 错误;泡利原理是一个原子轨道中,最多只能容纳 2 个电子,它们自旋相反,因此各能级最多容纳的电子数是该能级原子轨道数的二倍,支持这一结论的理论是泡利原理,B 错误;根据洪特规则,碳原子的电子排布式: $1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1$,题给电子排布式违反了洪特规则,C 正确; $_{22}Ti$ 电子排布式 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^4$ 违反了能量最低原理,D 错误。

3. (1)Mn (2)2 (3)2 (4)4 (5)N 球形

(6) $\begin{array}{|c|c|c|c|c|c|} \hline 3d & & & & & 4s \\ \hline \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow & \uparrow \\ \hline \end{array}$

学习任务二

【必备知识·探究】

(1)提示:电子排布式: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^2 4s^2$;简化电子排布式: $[Ar]3d^2 4s^2$ 。

(2)提示: $(+22) \begin{array}{c} 2 \\ 8 \\ 10 \\ 2 \end{array}$ 。

(3)提示: $\begin{array}{|c|c|c|c|c|c|} \hline 3d & & & & & 4s \\ \hline \uparrow & \uparrow & & & & \uparrow\downarrow \\ \hline \end{array}$ 。

【学力诊断·测评】

1. D A 项只表示出最外层电子数,B 项只表示出核外电子的分层排布情况,C 项具体到能层、能级以及能级上的电子数,而 D 项包含了能层、能级以及原子轨道上电子的自旋状态。

2. C S 是 16 号元素,原子结构示意图是 $(+16) \begin{array}{c} 2 \\ 8 \\ 6 \end{array}$,A 错误;原

子核外电子总是尽可能成单排列,而且自旋平行,这种排布使原子能量低,比较稳定,故基态锰原子($_{25}Mn$)的价层电子排布

图为 $\begin{array}{|c|c|c|c|c|c|} \hline 3d & & & & & 4s \\ \hline \uparrow & \uparrow & \uparrow & \uparrow & \uparrow & \uparrow \\ \hline \end{array}$,B 错误;O 是 8 号元素,原子核外电子排布式是 $1s^2 2s^2 2p^4$,可见氧原子核外能量最高能级是 2p 能级,其电子云的形状是哑铃形,C 正确;当原子核外电子排布处于全满、半满或全空时是稳定结构,能层相同的各个轨道要排布在一起,则 24 号 Cr 元素的核外电子排布式是 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$,D 错误。

学情检测·素养达标

1. A 基态原子中,填入简并轨道的电子总是先单独分占,且自旋平行,该轨道表示式违背了洪特规则,故 A 错误;25 号 Mn 元素的基态电子排布式 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^7$ 违背了构造原理,应该为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^2$,故 B 正确;氮原子的轨道表示

式为 $\begin{array}{|c|c|c|} \hline 1s & 2s & 2p \\ \hline \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow & \uparrow\uparrow\uparrow \\ \hline \end{array}$,符合洪特规则和泡利原理,故 C 正确;泡利原理、洪特规则、构造原理都是对核外电子排布满足能量最低的要求,故 D 正确。

2. D O 的电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^4$,未成对电子数为 2;P 的电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$,未成对电子数为 3;Mn 的电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^2$,未成对电子数为 5;Cr 的电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$,未成对电子数是 6。

3. 【解析】(1)Si 为 14 号元素,其基态原子的价层电子排布式为 $3s^2 3p^2$,故其基态原子的价层电子排布图为 $\begin{array}{|c|c|} \hline 3s & 3p \\ \hline \uparrow\downarrow & \uparrow\uparrow \\ \hline \end{array}$ 。

(2)Mn 的原子序数为 25,基态 Mn 的电子排布式为 $[Ar]3d^5 4s^2$,未成对电子数有 5 个,同周期中,基态原子未成对电子数比 Mn 多的元素是 Cr,基态 Cr 原子的电子排布式为 $[Ar]3d^5 4s^1$,有 6 个未成对电子。

(3)Ni 为 28 号元素,其基态原子的核外电子排布式为 $[Ar]3d^8 4s^2$,则其价电子轨道表示式为 $\begin{array}{|c|c|c|c|c|c|} \hline 3d & & & & & 4s \\ \hline \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow & \uparrow & \uparrow\downarrow \\ \hline \end{array}$ 。

答案: (1) $\begin{array}{|c|c|c|c|} \hline 3s & 3p & & \\ \hline \uparrow\downarrow & \uparrow & \uparrow & \uparrow \\ \hline \end{array}$ (2) Cr (3) $\begin{array}{|c|c|c|c|c|c|} \hline 3d & & & & & 4s \\ \hline \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow \\ \hline \end{array}$
 (4) $3d^{10}4s^2$ (5) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^2$ (或 $[\text{Ar}]3d^5 4s^2$)

第二节 原子结构与元素的性质

第1课时 原子结构与元素周期表

学习任务一

【必备知识·导学】

一、原子序数 周期性的变化 原子序数(即原子核电荷数)

二、1. 原子核外电子排布 2. $1s^1$ $1s^2$ ns np 元素数

3. 相同

三、2 8 8 18 18 32 32 主族序数

[思考](1)提示:第ⅢB族元素~第ⅦB族元素的价层电子数等于它们的族序数(除镧系、锕系外);第Ⅷ族有3列元素,其族序数等于该族的第1列元素的价层电子数;第ⅠB族、第ⅡB族的价层电子数等于族序数加10。过渡元素的价层电子排布通式为 $(n-1)d^{1\sim 10}ns^{1\sim 2}$ (镧系、锕系和钡元素除外)。

(2)提示:119号元素基态原子最外层电子排布为 $8s^1$;第八周期应有50种元素。

【判对错·通教材】

(1)× 提示:元素周期表是呈现元素周期系的表格。

(2)× 提示:主族元素的最外层电子是价层电子,过渡元素的价层电子还可能包括次外层的电子或倒数第三层的电子。

(3)× 提示:H的最外层电子排布式为 $1s^1$, He的最外层电子排布式为 $1s^2$,但它们均不是金属元素。

(4)√ 提示:铜的价层电子排布式为 $3d^{10}4s^1$,但铜的族序数为ⅠB族。

(5)× 提示:0族元素中氦的价层电子数与其他元素不同。

【学力诊断·测评】

1. A 该原子的价层电子排布为 $4d^1 5s^2$,该元素基态原子的电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^1 5s^2$,该元素位于元素周期表中第五周期第ⅢB族,所以该元素原子价层电子数为3,故A正确、B错误;该元素是金属元素,故C错误;N能层的电子排布为 $4s^2 4p^6 4d^1$,共有9个电子,故D错误。

2. D 某元素基态原子的最外层电子排布为 ns^1 ,该元素可能是第ⅠA族的元素,也可能是Cr、Cu等副族元素。由分析可知,当该元素为Cr、Cu等过渡元素时,价层电子数不是1,故A错误;当 $n=4$ 时,该元素可能是Cr,位于第ⅥB族,故B错误;当 $n=4$ 时,该元素可能是Cu,最高正化合价为+2价,故C错误;元素周期表前36号元素中符合条件的有H、Li、Na、K、Cr、Cu,共6种,故D正确。

3. C 核外全部都是s电子的元素有H、He、Li、Be, H与He同周期,但Li、Be与H、He不同周期,A错误;最外层电子排布为 $2s^2 2p^5$ 的原子为F原子,最外层电子排布为 $2s^2 2p^6$ 的离子若为阳离子,则与F不在同一周期,若为阴离子,则与F在同一周期,B错误;两原子N层上都有1个s电子,原子有d电子的属于过渡元素,而原子无d电子为K元素,二者都处于第四周期,C正确;原子核外M层上的s、p能级都充满电子,而d能级上没有电子,可能是Ar、K、Ca,而Ar处于第三周期,K、Ca处于第四周期,两种元素不一定同周期,D错误。

学习任务二

【必备知识·探究】

(1)提示:35号元素的价层电子排布为 $4s^2 4p^5$,位于元素周期表中第四周期第ⅦA族;它属于p区。

(2)提示:该元素是Cu,位于ds区,s区(氢除外)、d区和ds区的元素原子的最外层电子数为1~2个(Pd除外),在反应中易失去电子,故都是金属元素。

(3)提示:处于非金属三角区边缘的元素既能表现出一定的非金属性,又能表现出一定的金属性,因此,这些元素常被称为半金属或类金属。

【学力诊断·测评】

1. C 由原子的电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^8 4s^2$ 可知共有4个电子层,为第四周期元素,价层电子排布式为 $3d^8 4s^2$,为d区元素,位于第四周期第Ⅷ族。

2. C ^{48}Ti 、 ^{49}Ti 、 ^{50}Ti 等核素的中子数分别为26、27、28,A正确; ^{22}Ti 的价层电子排布式为 $3d^2 4s^2$,因此钛是d区第四周期的过渡元素,B、D正确;元素在周期表中的位置由其质子数决定,钛的同位素原子的质子数相同,在周期表中的同一位置,C不正确。

3. 【解析】(1)最后一个电子填充在s轨道,属于s区,为主族元素,族序数=ns的电子数,即族序数为2,位于第三周期第ⅡA族。(2)最后一个电子填充在p轨道,属于p区,为主族元素,族序数=(ns+np)的电子数,即族序数为2+2=4,位于第五周期第ⅣA族。(3)最后一个电子填充在d轨道,且小于10,属于d区,为副族元素,族序数=[(n-1)d+ns]的电子数,即族序数为1+2=3,位于第四周期第ⅢB族。(4)(n-1)d轨道电子数等于10,属于ds区,为副族元素,族序数=ns的电子数,即族序数为1,位于第四周期第ⅠB族。

答案:(1)主 三 ⅡA s (2)主 五 ⅣA p (3)副 四 ⅢB d (4)副 四 ⅠB ds

学情检测·素养达标

1. B 基态 R^{2+} 的核外电子排布式为 $[\text{Ar}]3d^7$,则基态原子R的核外电子排布式为 $[\text{Ar}]3d^7 4s^2$,R为Co元素,则质子数为27,A正确;Co元素位于第四周期第Ⅷ族,处于d区,属于过渡金属元素,B错误,C、D正确。

2. B 0族元素(除He外)价层电子排布也符合 $ns^2 np^{1\sim 6}$,所以不一定是主族元素,故A错误;基态原子的p能级上有5个电子的元素价层电子排布为 $ns^2 np^5$,一定位于第ⅦA族,故B正确;原子的价层电子排布为 $(n-1)d^{6\sim 8} ns^2$ 的元素为第Ⅷ族元素,不是位于第ⅢB~第ⅦB族,故C错误;基态原子的N层上只有1个电子的元素,可能为K、Cr或Cu,K为主族元素,Cr、Cu为副族元素,故D错误。

3. 【解析】(1)①根据对角线原则,铍和铝的性质相似,铝可与酸、碱反应放出氢气,在浓硝酸中发生钝化,所以铍也有相似的性质。

②铝的氧化物和氢氧化物都既能溶于强酸又能溶于强碱溶液,所以铍的氧化物和氢氧化物也有相似的性质,而且产物也是相似的。

④ BeCl_2 和 AlCl_3 都是共价化合物,氯化铝易升华,所以 BeCl_2 也易升华。

(2)根据对角线原则,硼和硅的性质相似性,已知 $2\text{B} + 2\text{KOH} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{KBO}_2 + 3\text{H}_2 \uparrow$, 则 $\text{Si} + 2\text{KOH} + \text{H}_2\text{O} = \text{K}_2\text{SiO}_3 + 2\text{H}_2 \uparrow$, 硼烷和硅烷的稳定性都比较差,且都易水解。

答案:(1)①氢气 钝化 ② $\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$

$\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] \quad \text{BeCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \quad \text{Na}_2[\text{Be}(\text{OH})_4] \quad$ ④升华

(2)② $\text{K}_2\text{SiO}_3 + 2\text{H}_2 \uparrow$ ③水解

第2课时 元素周期律

学习任务一

【必备知识·导学】

1. 增大 减小

2. (1)越小 (2)电子层数 越大

【思考】提示:不一定,原子半径的大小由核电荷数与电子的能层数两个因素综合决定,如 Li 的原子半径大于 Cl 的原子半径。

【判对错·通教材】

(1)× 提示:核外能层结构相同的单核粒子,核电荷数越大,对核外电子吸引能力越强,微粒半径越小。

(2)√ 提示:对同种元素而言,其原子核外电子数越少,化合价越高,半径越小。

(3)× 提示:对同种元素而言,阴离子半径大于原子半径,阳离子半径小于原子半径。

(4)× 提示:同周期元素从左到右,原子半径逐渐减小。对离子而言,阳离子半径逐渐减小,阴离子半径也逐渐减小,但是阳离子半径小于阴离子半径。

【学力诊断·测评】

1. C 同主族元素,从上到下,原子半径(或离子半径)逐渐增大,故 A、B、D 三项中的各微粒的半径逐渐增大;能层数相同,核电荷数越大半径越小, Mg^{2+} 、 Al^{3+} 能层数相同但铝元素的核电荷数大,所以 Al^{3+} 的半径小,故 C 项中微粒不是按半径逐渐增大的顺序排列的。

2. D 由核外电子排布式可知 A 为氯原子, B 为氮原子, C 为碳原子, D 为硫原子。根据同周期元素从左到右原子半径逐渐减小,同主族元素由上到下原子半径逐渐增大,当最外层电子数目相差不大时,一般能层数越多,原子半径越大,故原子半径最大的是硫原子。

3. C 微粒 X^+ 与 Y^- 的核外电子排布相同,则核电荷数: $\text{X}^+ > \text{Y}^-$, 核电荷数越大,离子半径越小,故离子半径: $\text{X}^+ < \text{Y}^-$, A 错误;原子序数: $\text{X} > \text{Y}$, 则 X、Y 可能同主族,而同主族元素自上而下原子半径增大,则原子半径: $\text{X} > \text{Y}$, B 错误;同一元素原子半径大于阳离子半径,阳离子电荷越大,离子半径越小,故半径: $r(\text{Cu}) > r(\text{Cu}^+) > r(\text{Cu}^{2+})$, C 正确;同一主族非金属原子半径: $\text{X} > \text{Y}$, 同主族自上而下原子半径增大,则电子层数: $\text{X} > \text{Y}$, 同主族自上而下元素非金属性减弱,则非金属性: $\text{X} < \text{Y}$, D 错误。

学习任务二

【必备知识·探究】

1. 气态基态 最低能量

2. (1)增大 减小 不易 大 (2)小 易 小

3. (2)一个 +1

【思考】(1)提示:第ⅢA族 B、Al 元素的第一电离能失去的电子是 np 能级的,该能级电子的能量比左边第ⅡA族 Be、Mg 失

去的 ns 能级电子的高。第ⅤA族 N 和 P 的电子排布是半充满的,比较稳定,电离能较高。

(2)提示:这是由于原子失去一个电子变成+1价阳离子后,半径变小,核电荷数未变而电子数目变少,原子核对电子的吸引作用增强,因而第二个电子比第一个电子更难失去,故 $I_2 > I_1$, 同理 $I_3 > I_2$ 。

(3)提示:钠的 I_1 比 I_2 小很多,电离能差值很大,说明失去第一个电子比失去第二个电子容易得多,所以 Na 容易失去一个电子变成+1价离子;Mg 的 I_1 和 I_2 相差不多,而 I_3 比 I_2 大很多,说明 Mg 容易失去 2 个电子形成+2价离子;Al 的 I_1 、 I_2 、 I_3 相差不多,而 I_4 比 I_3 大很多,所以 Al 容易失去 3 个电子形成+3价离子。

【判对错·通教材】

(1)× 提示:元素原子的第一电离能越大,表示该元素的原子越难失去电子。

(2)× 提示:第一电离能是气态基态原子失去核外第一个电子转化为气态基态正离子需要的最低能量。

(3)× 提示:在第二周期中,Ne 元素第一电离能大于 F 元素。

(4)√ 提示:根据同周期元素第一电离能变化规律可知,同一周期典型金属元素的第一电离能总是小于典型非金属元素的第一电离能。

【学力诊断·测评】

1. A 第一电离能呈周期性变化,特别是主族元素规律性相当强。同周期主族元素从左到右第一电离能增大,同主族元素从上而下第一电离能减小。但第ⅡA族与第ⅢA族、第ⅤA族与第ⅥA族的第一电离能大小呈现特殊情况,同周期中第一电离能关系第ⅡA族>第ⅢA族、第ⅤA族>第ⅥA族,故 B、C、D 错误。

2. B 从表中原子的第一至第四电离能可以看出,元素的第一、第二电离能都较小,可失去 2 个电子,最高化合价为+2价,即最外层应有 2 个电子,应为第ⅡA族元素。R 元素可能是 Mg, 电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$, 故 A、C、D 错误;B 正确。

3. 【解析】本题主要考查元素第一电离能的变化规律。

(1)从 ${}_1\text{H}$ 、 ${}_3\text{Li}$ 、 $_{11}\text{Na}$ 、 $_{19}\text{K}$ 等同主族元素可以看出,同主族元素随着原子序数增大, E 值变小。(2)从第二、三周期看,第ⅢA族和第ⅥA族元素比同周期相邻两元素 E 值都低,可以推出 $E(\text{硼}) > E(\text{硒})$ 、 $E(\text{溴}) > E(\text{硒})$ 。(3)据同主族、同周期元素 E 值变化规律可知, $E(\text{K}) < E(\text{Ca}) < E(\text{Mg})$ 。(4)10 号元素(Ne)原子的最外层电子排布已达 8 电子稳定结构。

答案:(1)随着原子序数增大, E 值变小 (2)①③ (3)485 738

(4)10 号元素为氖,该元素原子的最外层电子排布已达到 8 电子稳定结构

学习任务三

【必备知识·探究】

一、1. 化学键 2. 吸引力 越大 3. 4.0 1.0

二、1. 变大 增强 减弱 2. 变小 增强 减弱

【思考】(1)提示:根据电负性的递变规律,在元素周期表中,越往右,电负性越大;越往下,电负性越小,由此可知,电负性最大的元素位于周期表的右上方,最小的元素位于周期表的左下方。

(2)提示:元素的电负性越大,非金属性越强;但第一电离能不一定越大,例如电负性: $\text{N} < \text{O}$, 而第一电离能: $\text{N} > \text{O}$ 。

【判对错·通教材】

- (1)× 提示:同一主族中,从上到下,元素的电负性逐渐减小。
 (2)× 提示:电负性研究原子对键合电子的吸引力大小,稀有气体很少形成共价键,故不做研究。
 (3)× 提示:电负性大小: $O>Cl>H$ 。

【学力诊断·测评】

1. A 电负性: $P<N<O<F$,故 A 正确;电负性: $S<N<O<F$,B 错误;电负性: $Na<Mg<Al<Si$,C 错误;电负性: $Zn<H<Br$,D 错误。
 2. B 由表中数据可知,元素 X 的电负性最大,元素 W 的电负性最小,电负性越大,非金属性越强,电负性越小,金属性越强,一般而言,活泼金属与非金属易形成离子化合物,即两种元素的电负性相差越大,越易形成离子化合物,所以两种元素的原子最易形成离子键的是 X 和 W,故 B 正确。
 3. A Mg 元素的金属性小于 Na,大于 Be,故电负性的最小范围为 0.9~1.5,A 判断不正确;Ge 的电负性为 1.8,既具有金属性,又具有非金属性,B 判断正确;根据 Be 和 Cl 的电负性,两元素电负性差距小于 1.7,可形成共价键,C 判断正确;F 的电负性大于 O,故 O 和 F 形成的化合物 O 显正价,D 判断正确。

【学情检测·素养达标】

1. D 若阳离子半径最大,阴离子半径最小,则化合物中阳离子半径和阴离子半径之比最大。四种化合物中,阴离子中 F^- 半径最小,而阳离子中 Cs^+ 半径最大,所以四种化合物中阳离子半径和阴离子半径之比最大的是 CsF。
 2. C 同周期从左至右,主族元素电负性依次增大,则电负性: $F>O>N$,A 正确;N 原子最外层 2p 能级达到半充满结构,第一电离能大于右邻元素,同主族从上至下,第一电离能逐渐减小,则第一电离能: $F>N>O>S$,B 正确;每个电子运动状态不同,S 原子有 16 种不同运动状态的电子,C 错误;基态 F 原子电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^5$,电子占据 3 个能级,D 正确。
 3. D 同一周期主族元素从左至右,原子序数递增、原子半径递减,氟原子在本周期主族元素中半径最小,但氢原子半径小于氟原子半径,A 错误;同一周期主族元素从左至右,第一电离能有增大的趋势,氟原子在本周期主族元素中第一电离能最大,但氢原子的第一电离能大于氟原子,B 错误;氟元素核电荷数大于氧元素,所以 F^- 半径小于 O^{2-} ,C 错误;据同一周期主族元素从左至右电负性增强、同一主族从上至下电负性减弱可知,氟元素的电负性最强,D 正确。
 4. 【解析】同周期元素的第一电离能从左到右呈增大的趋势,但 N 的 2p 轨道上的电子排布是半充满的,比较稳定,其第一电离能高于相邻的 C、O 的第一电离能,故图 a 符合 C、N、O、F 第一电离能的大小顺序;C、N、O、F 的价层电子排布式分别为 $2s^2 2p^2$ 、 $2s^2 2p^3$ 、 $2s^2 2p^4$ 、 $2s^2 2p^5$,失去两个电子后,价层电子排布式分别为 $2s^2$ 、 $2s^2 2p^1$ 、 $2s^2 2p^2$ 、 $2s^2 2p^3$,此时 F 的 2p 轨道上的电子排布处于半充满状态,比较稳定,其第三电离能最大,O 的半径小于 N 的半径,O 的第三电离能大于 N 的,C 失去的第三个电子为 2s 上的电子,导致其第三电离能大于 N 的,故图 b 符合 C、N、O、F 第三电离能的大小顺序。
 答案:a 同周期元素的第一电离能从左到右呈增大的趋势,但 N 的 2p 轨道上的电子排布是半充满的,相对较稳定,其第一电

离能高于相邻的 C、O 的第一电离能 b

微专题(一) 元素“位—构—性”关系相互推断

【学力诊断·测评】

1. D W、X、Y、Z 是原子序数依次增大的短周期元素,其中 X、Z 位于同一主族,且 X、Z 均形成 2 个共价键,则 X 为 O,Z 为 S;Y 形成 5 个共价键且原子序数位于 O、S 之间,则 Y 为 P;W 形成 1 个共价键,原子序数最小,则 W 为 H。同周期从左向右电负性逐渐增大,同主族从上向下电负性逐渐减小,故元素电负性 $O>S>P$,即 $X>Z>Y$,A 项正确;S、P 均是第三周期元素,O 为第二周期元素,故原子半径 O 最小,同一周期元素,随原子序数的递增,原子半径逐渐减小,故原子半径 $P>S>O$,B 项正确;基态 H 原子未成对电子数为 1,基态 O 原子的价层电子排布式为 $2s^2 2p^4$,未成对电子数为 2,基态 P 原子的价层电子排布式为 $3s^2 3p^3$,未成对电子数为 3,则基态原子未成对电子数 $H<O<P$,即 $W<X<Y$,C 项正确;基态原子的第一电离能同周期从左向右逐渐增大,由于 VA 族原子的 p 轨道处于半充满状态,第一电离能大于同周期相邻主族元素,即 $P>S$,D 项错误。
 2. D 由于 N 原子最外层电子处于半充满的稳定状态,因此其第一电离能大于同一周期相邻的 O 元素,即元素第一电离能: $X(N)>Y(O)$,A 正确;Y、Z 的最简单氢化物分别为 H_2O 、 H_2S , H_2O 分子间形成氢键使其沸点升高,故最简单氢化物的沸点: $Y>Z$,B 正确;非金属性越强,则其电负性就越大,同一周期元素,原子序数越大,非金属性越强,元素的非金属性: $W(Cl)>Z(S)$,所以元素电负性: $W(Cl)>Z(S)$,C 正确; WY_2 和 ZY_2 分别为 ClO_2 和 SO_2 , ClO_2 能够漂白是因为其具有强氧化性, SO_2 漂白是因为能与有色物质发生化合反应,漂白原理不同,D 错误。
 3. C 四种短周期主族元素,基态 X 原子的电子总数是其最高能级电子数的 2 倍,若 X 为第二周期元素原子,则 X 可能为 Be 或 O,若 X 为第三周期元素原子,则均不满足题意,Z 与 X 能形成 Z_2X_2 的淡黄色化合物,该淡黄色固体为 Na_2O_2 ,则 X 为 O 元素,Z 为 Na 元素;Y 与 W 的最外层电子数相同,则 Y 为 F 元素,W 为 Cl 元素。同一周期从左向右第一电离能总趋势为逐渐增大,同一主族从上到下第一电离能逐渐减小,故四种元素中第一电离能从大到小的顺序为 $F>O>Cl>Na$,A 错误;单质的氧化性越强,简单离子的还原性越弱,O、F、Cl 三种元素中 F_2 的氧化性最强, Cl_2 的氧化性最弱,故简单离子的还原性: $Cl^->O^{2-}>F^-$,B 错误;电子层数越多简单离子半径越大,相同结构的离子,原子序数越大半径越小,故四种元素中离子半径从大到小的顺序为 $Cl^->O^{2-}>F^->Na^+$,C 正确;F 元素的非金属性强于 Cl 元素,则形成氢化物后 F 原子束缚 H 原子的能力强于 Cl 原子,在水溶液中 HF 不容易发生电离,故 HCl 的酸性强于 HF,D 错误。

章末提升课

【体系建构·对点专练】

1. B 铬为 24 号元素,基态铬原子的价层电子排布式应该为 $3d^5 4s^1$,A 正确;氧原子的轨道表示式: $\begin{array}{|c|c|c|c|c|} \hline \uparrow & \uparrow & \uparrow & \uparrow & \uparrow \\ \hline 1s & 2s & & 2p & \\ \hline \end{array}$ 不符合洪特规则,能量不是最低状态,不属于基态氧原子,B 错误;

处于最低能量状态的原子叫基态原子,C正确;根据洪特规则, $3p^2$ 表示 $3p$ 能级的两个轨道上各有一个电子,且自旋方向相同,D正确。

2. C Ar与 S^{2-} 的原子核电荷数不同, $1s$ 能级上电子的能量不相同,A错误;Ar与 S^{2-} 的原子核电荷数不同,半径不同, $3p$ 能级上电子离核的距离不相同,B错误;Ar与 S^{2-} 的原子核电荷数不同,电子跃迁产生的光谱都不相同,C正确;Ar与 S^{2-} 的原子核电荷数不同,化学性质不相同,D错误。

3. 【解析】(1)F的原子序数为9,其基态原子电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^5$ 。a. $1s^2 2s^2 2p^4 3s^1$,基态氟原子 $2p$ 能级上的1个电子跃迁到 $3s$ 能级上,属于氟原子的激发态,a正确; b. $1s^2 2s^2 2p^4 3d^2$,核外共10个电子,不是氟原子,b错误; c. $1s^2 2s^1 2p^5$,核外共8个电子,不是氟原子,c错误; d. $1s^2 2s^2 2p^3 3p^2$,基态氟原子 $2p$ 能级上的2个电子跃迁到 $3p$ 能级上,属于氟原子的激发态,d正确。同一原子 $3p$ 能级的能量比 $3s$ 能级的能量高,因此能量最高的是 $1s^2 2s^2 2p^3 3p^2$ 。

(2)氟原子的价电子排布图为 $\begin{array}{|c|c|} \hline \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow\uparrow \\ \hline \end{array}$ 。

(3)氯原子价层电子排布式为 $3s^2 3p^5$,电子占据的最高能层为M层。

答案:(1)ad d (2) $\begin{array}{|c|c|} \hline \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow\uparrow \\ \hline \end{array}$ (3)M

4. A 电负性与非金属性变化规律一致,非金属性: $F>Cl>Br$,故电负性: $F>Cl>Br$,A正确;卤素最外层电子数均为7个,按照化合价形成规律最高价为+7价,但F元素无正价,B错误;同主族元素的原子半径越小,原子核对核外电子引力越强,不容易失去电子,第一电离能越大,故第一电离能: $F>Cl>Br$,C错误;卤素单质均为分子构成,且无分子间氢键,故相对分子质量越大,分子间作用力越强,熔沸点越高,所以熔点: $Br_2>Cl_2>F_2$,D错误。

5. B M、W、X、Y、Z为原子序数依次增大的短周期元素,M最外层电子数是内层的三倍,M为O;Z与M同族,则Z为S;W原子序数大于O,基态W最外层仅有一个电子,W为Na;X是地壳中含量最多的金属元素,X为Al;X与Y相邻,原子序数大于Al,则Y为Si。M、W、Z,分别为O、Na、S, Na^+ 与 O^{2-} 电子层结构相同,核电荷数越大半径越小,故 $Na^+<O^{2-}$, S^{2-} 有3个电子层,半径大于 Na^+ 与 O^{2-} ,因此简单离子半径: $Na^+<O^{2-}<S^{2-}$,A正确;Y、Z、M的简单氢化物分别为 SiH_4 、 H_2S 、 H_2O ,元素非金属性: $Si<S<O$,故简单氢化物的稳定性顺序为 $SiH_4<H_2S<H_2O$,B错误;X与M形成的氧化物为 Al_2O_3 , Al_2O_3 为两性氧化物,既能与酸反应,也能与强碱(氢氧化钠)反应,C正确;X、Y、Z分别为Al、Si、S,均为第三周期元素,非金属性逐渐增强,最高价氧化物水化物分别为两性的 $Al(OH)_3$ 、弱酸 H_2SiO_3 、强酸 H_2SO_4 ,酸性依次增强,故酸性: $Al(OH)_3<H_2SiO_3<H_2SO_4$,D正确。

6. D 主族元素Z的价电子所在能层有16个轨道,则Z的价电子位于第4能层,又根据4种元素形成的化合物的结构,Z形成+1价阳离子,因此Z的价电子排布为 $4s^1$,即Z为K元素。主族元素X、Y的价电子数相等,二者位于同一主族,根据化合物的结构,Y能形成6个共价键,X能形成2个共价键,因此X、Y位于第ⅥA族,又W、X、Y、Z原子序数依次增大,因此X为O元素、Y为S元素。W的原子序数最小且只能形成1个

共价键,因此W只能为H元素。故W、X、Y、Z分别为H、O、S、K。根据W和Y可以形成 H_2S ,其中S显-2价,故电负性: $S>H$,A不正确; H_2SO_3 是中强酸,而 H_2SO_4 是强酸,B不正确;H只有1个电子,O的 $2p$ 轨道上有2个未成对电子,因此,基态原子的未成对电子数: $O>H$,C不正确;K的氧化物溶于水且与水反应生成强碱KOH,S的氧化物溶于水且与水反应生成酸 H_2SO_3 或 H_2SO_4 ,因此,氧化物溶于水所得溶液的pH的大小关系为 $K>S$,D正确。

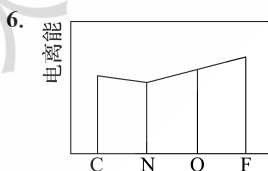
情境命题·融会贯通

1. 提示: $3d^{10} 4s^1$ 。
2. 提示:第六周期ⅡB族。由Hg的价层电子排布可知,Hg位于元素周期表的ds区。
3. 提示: $A<C<B<D$ 。A为基态原子,能量最低,B、C、D均发生了跃迁,B中发生 $1s$ 轨道电子跃迁至 $2p$ 轨道,C中发生 $2s$ 轨道电子跃迁至 $2p$ 轨道,由于 $1s$ 轨道能量低,故能量 $B>C$;D中将 $1s$ 轨道、 $2s$ 轨道电子跃迁至 $2p$ 轨道,能量最高。

4. (1) $F>O>N$ $F>N>O$ (2)Mg 不同

5. 【解析】N元素的基态原子的核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^3$,O元素的基态原子的核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^4$,由表格中数据可知 $I_1(N)>I_1(O)$;是因为N的 $2p$ 轨道为3个电子,处于半充满稳定状态,O的 $2p$ 轨道为4个电子,易失去1个电子变为和N相同的半充满的稳定状态;O原子失去一个电子后的 $2p^3$ 处于半充满状态,而F原子失去一个电子后的 $2p^4$ 处于不稳定状态,所以第二电离能 $I_2(O)>I_2(F)$,即 $a>b$ 。

答案:N的 $2p$ 轨道为3个电子,处于半充满稳定状态,O的 $2p$ 轨道为4个电子,易失去1个电子变为和N相同的半充满的稳定状态,所以 $I_1(N)>I_1(O)$ $a>b$



第二章 分子结构与性质

第一节 共价键

第1课时 共价键

学习任务一

【必备知识·导学】

一、1. 共用电子对 2. 非金属 3. 共用电子对 4. 原子

二、1. 未成对电子 自旋状态相反 2. 越多 越大 牢固 方向

【思考】(1)提示:共价键的方向性导致水分子中的三个原子不在一条直线上。

(2)提示:N和H的电子式分别为 $\cdot\ddot{N}\cdot$ 和 $H\cdot$,N原子最外层有3个未成对电子,H原子有1个未成对电子,形成共价键时每个N原子只需与3个H原子分别形成3个共用电子对即可达到稳定状态,共价键达到饱和,从而决定了分子中H原子个数。

【判对错·通教材】

- (1)× 提示:共价键是通过共用电子对所形成的相互作用。
(2)× 提示:某些金属原子与非金属原子之间也可以形成共

价键,如 Al 原子与 Cl 原子。

(3)✓ 提示: C_2H_4 分子中只有共价键,不存在离子键。

(4)× 提示:1 个 O 原子只能与两个 H 原子结合形成水分子,与共价键的饱和性有关。

【学力诊断·测评】

1. C A 项, Na_2O_2 中既有离子键又有 O—O 共价键,不符合题意;B 项, CaF_2 中只有离子键,不符合题意;D 项, $NaCl$ 中只有离子键,不符合题意。

2. C Cl_2 是双原子分子, H_2S 是三原子分子,这是由共价键的饱和性决定的, A 不正确; H_2O 与 H_2S 的空间结构一样是由共价键的方向性决定的, B 不正确;氢气中的共价键没有方向性, C 正确;两原子轨道发生重叠后,电子在两核间出现的概率增大, D 不正确。

3. 【解析】(1)自旋状态相反的未成对电子形成共用电子对。(2)两原子核靠近时,体系能量降低,趋于稳定;当原子距离过小,斥力增大时,能量又会升高,所以选 a。(3)由分析(2)可知,氢分子的能量最低。

答案:(1)相反 (2)a (3)最低

学习任务二

【必备知识·探究】

一、头碰头 连线 不变 轴对称 较大

二、肩并肩 镜面对称 镜像 不能 牢固 断裂

[思考](1)提示:乙烷:7 个 σ 键;乙烯:5 个 σ 键和 1 个 π 键;乙炔:3 个 σ 键和 2 个 π 键。

(2)提示:乙烯的碳碳双键和乙炔的碳碳三键中分别含 1 个和 2 个 π 键, π 键原子轨道重叠程度小,不牢固,容易断裂;而乙烷中没有 π 键, σ 键牢固,不易断裂。

(3)提示:稀有气体的单质分子中不含化学键;多原子分子中一定含有 σ 键,可能含有 π 键。

【学力诊断·测评】

1. C CO_2 分子中含有碳氧双键,双键中既含有 σ 键又含有 π 键,而 CH_4 、 NH_3 、 F_2 中只含有 σ 键。

2. A 以“头碰头”的方式重叠形成的是 σ 键,以“肩并肩”的方式重叠形成的是 π 键, A 项正确; B 项描述的是“头碰头”形成 σ 键的过程, B 项错误;烯烃中碳原子间形成 σ 键时电子云的重叠程度大于“肩并肩”形成 π 键时电子云的重叠程度,故 σ 键比 π 键活泼性差, C 项错误; N_2 分子中两个 N 原子“头碰头”形成 1 个 σ 键,两个相互垂直的 p 轨道“肩并肩”形成 2 个 π 键, D 项错误。

3. B 单键全部为 σ 键,双键中有 1 个 σ 键和 1 个 π 键,三键中有 1 个 σ 键和 2 个 π 键,故该有机物分子中的 C—H σ 键有 6 个, C—C σ 键有 4 个,因此 σ 键总数为 10 个, π 键总数为 3 个,故 B 正确。

4. 【解析】(1)单键只有 σ 键,双键或三键才含有 π 键,故只有 σ 键的是①②③⑥⑦⑧;既有 σ 键又有 π 键的是④⑤⑨。(2)H 原子只有 s 轨道,题给物质中含有由两个原子的 s 轨道重叠形成的 σ 键的只有 H_2 。(3)含有由一个原子的 s 轨道与另一个原子的 p 轨道重叠形成的 σ 键的有①③⑤⑥⑧⑨。(4)含有由一个原子的 p 轨道与另一个原子的 p 轨道重叠形成的 σ 键,说明形成这种 σ 键的原子中一定没有 H 原子,故正确答案为②④⑤⑥⑧⑨。

答案:(1)①②③⑥⑦⑧ ④⑤⑨ (2)⑦

(3)①③⑤⑥⑧⑨ (4)②④⑤⑥⑧⑨

5. A CH_4 与 NH_3 分子中全是 s-p σ 键, A 正确; C_2H_6 中只存在 σ 键,而 C_2H_4 中存在 σ 键和 π 键, B 错误; H_2 中为 s-s σ 键, Cl_2 中为 p-p σ 键, C 错误; Cl_2 中只存在 σ 键,而 N_2 中存在 σ 键和 π 键, D 错误。

学情检测·素养达标

1. B H_2 的结构为 H—H,不含 π 键, A 错误; C_2H_4 的结构为 $CH_2=CH_2$,含 π 键, B 正确; HBr 的结构为 H—Br,不含 π 键, C 错误; F_2 的结构为 F—F,不含 π 键, D 错误。

2. C 化学键形成过程中,原子轨道“头碰头”式重叠形成的共价键为 σ 键,“肩并肩”式重叠形成的共价键为 π 键, A 正确;一般情况下, σ 键比 π 键重叠程度大, B 正确; σ 键和 π 键可以同时存在于一个分子中,如 $O=O$ 中含有 σ 键和 π 键, C 错误;双键中有 1 个 σ 键和 1 个 π 键, D 正确。

3. 【解析】(1) $CH_3-C(=O)-CH_3$ 中含 9 个 σ 键,所以 1 mol 丙酮分子含 σ 键个数为 $9 \times 6.02 \times 10^{23}$ 或 $9N_A$ 。(2)氮气分子含有氮氮三键,所以含 1 个 σ 键和 2 个 π 键。(3)丁烯二酸中含有 11 个 σ 键和 3 个 π 键。(4)根据氮原子成键特点, N_2F_2 分子的结构为 $F-N=N-F$,氮原子之间为氮氮双键,所以两个 N 原子间有 1 个 σ 键和 1 个 π 键。

答案:(1) $9 \times 6.02 \times 10^{23}$ (或 $9N_A$) (2)1 2 (3)11 3

(4)1 1

第 2 课时 键参数——键能、键长与键角

学习任务一

【必备知识·导学】

1. (1)气态分子 气态原子 $kJ \cdot mol^{-1}$ (2)强弱 热效应

[思考]①吸收 863.6 kJ 的能量 ②H—F H—I

③减小 减弱 难 易

2. (1)核间距 (2)短 (3)大 稳定

[思考]提示:氟原子的半径很小,因而 F—F 的键长比 Cl—Cl 的键长短,但也是由于 F—F 的键长短,两个氟原子在形成共价键时,核间距就小,排斥力大,因此键能比 Cl—Cl 的键能小。

【判对错·通教材】

(1)× 提示:键长是振动着的原子处于平衡位置时的核间距。

(2)× 提示:键长越短,键能越大,共价化合物越稳定。

(3)✓ 提示:成键原子半径越小,一般键长越短;两原子成键时,一般成键个数越多,键长越短。

(4)× 提示: σ 键不一定比 π 键牢固,比如氮气分子中 π 键比 σ 键键能大,更牢固。

【学力诊断·测评】

1. B 由于 N_2 分子中存在 $N \equiv N$ 键,键能很大,破坏共价键需要很大的能量, N_2 的化学性质很稳定, A 不符合题意;稀有气体都为单原子分子,分子内部没有化学键, B 符合题意;卤族元素从 F 到 I 原子半径逐渐增大,其氢化物中的键长逐渐变长,键能逐渐变小,所以稳定性逐渐减弱, C 不符合题意;由于 $N \equiv N$ 键的键能大于 $O=O$ 键的键能,所以更容易生成 H_2O , D 不符合题意。

2. D 物质中的化学键键能越大,断裂时吸收的能量越多,则化学键越稳定,分子也越稳定,从图中可知,H—F 的键能最大,最难断裂,因此最稳定的分子为 HF。

3. A 1 mol C₂H₆ 中有 6 mol C—H 键和 1 mol C—C 键,1 mol C₂H₄ 中有 1 mol C=C 键和 4 mol C—H 键,1 mol H₂ 中有 1 mol H—H 键,则 CH₃—CH₃(g)→CH₂=CH₂(g)+H₂(g) 的 $\Delta H = (6 \times 413.4 + 347.7 - 4 \times 413.4 - 615 - 436.0) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = +123.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

学习任务二

【必备知识·探究】

1. (1)共价键 (2)方向 空间结构 (3)X 射线衍射实验

2. 180° 107° 105° 120° 109°28'

[思考](1)提示:不同,白磷分子的键角是指 P—P 之间的夹角,为 60°;而甲烷分子的键角是指 C—H 之间的夹角,为 109°28'。

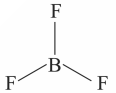
(2)提示:H₂S 分子是 V 形结构。

【学力诊断·测评】

1. B 分子的结构涉及原子在空间中的位置,与化学键种类有关,包括键长、键角等,故 A 错误;CF₄、CCl₄、CBr₄、Cl₄ 中卤素原子的半径不同,所以 C—X 的键长不等,但键角均相等,故 C 错误;NH₃ 分子中两个 N—H 的键角为 107°,故 D 错误。

2. A CH₄、NH₃、CO₂ 分别为正四面体形(109°28')、三角锥形(107°)、直线形(180°),A 错误;原子半径越大,形成的共价键的键长越长,Cl、Br、I 的原子半径依次增大,所以与 H 形成的共价键的键长依次增大,B 正确;非金属性越强,形成的共价键越稳定,共价键的键能越大,则 H₂O、H₂S、H₂Se 分子中的键能依次减小,C 正确;非金属性 O>P>Si,则简单氢化物的稳定性:H₂O>PH₃>SiH₄,D 正确。

3. A 本题考查共价键键参数的运用。当键角为 120°时,BF₃ 的

空间结构为 ,故分子中 4 个原子共面,呈平面三角形。

学情检测·素养达标

1. A 共价键键能越大、键长越短,分子越稳定,A 正确,B 错误;在双原子分子中没有键角,且分子稳定性与键角无关,C 错误;一般 σ 键的重叠程度大于 π 键, σ 键的键能大于 π 键,D 错误。

2. A 多原子分子中,化学键之间的夹角称为键角,是描述分子空间结构的重要参数,A 正确;F 的非金属性强于 O,则 F₂ 的氧化性更强,所以与 H₂ 反应能力更强,B 错误;F 的原子半径是卤族元素中最小的,所以 H—F 的键长也是 H—X 中最短的,C 错误;碳碳三键中有 1 个 σ 键和 2 个 π 键,碳碳双键中有 1 个 σ 键和 1 个 π 键,由于 π 键的键能小于 σ 键的键能,所以碳碳三键和碳碳双键的键能分别小于单键键能的 3 倍和 2 倍,D 错误。

3. B 由元素在周期表中的位置可知,X 为 N、W 为 P、Y 为 S、R 为 Ar、Z 为 Br。白磷单质中存在非极性键,但稀有气体分子为单原子分子,分子中没有化学键,A 错误;氮气、溴单质都是双原子分子,B 正确;第一电离能应是 N>P>S,C 错误;原子半径:W>X,故键长:W—H>X—H,键长越短,键能越大,故键能:W—H<X—H,D 错误。

4. B C=O 键的键能大于 C—O 键,C=O 键的键长小于 C—O 键,A 项正确;水杨酸分子中苯环上碳碳键的键能介于碳碳单键和碳碳双键之间,比碳碳单键键能的两倍小,B 项错误;根据水杨酸的结构可知,水杨酸分子中的 C 原子均在同一平面上,C 项正确;水杨酸分子中苯环上碳碳键的键角为 120°,水分子中氢氧键间的键角为 105°,D 项正确。

5. 【解析】原子半径:N>O>F,原子半径越小,键长越短,键能越大,所以 O—H 的键能应介于 N—H 和 F—H 之间,因此 O—H 的键能为 462.8 kJ·mol⁻¹;高温下 H₂O(g)分解的化学方程式为 2H₂O(g) $\xrightarrow{\text{高温}}$ 2H₂+O₂,根据表中数据计算,分解 1 mol H₂O(g)生成 H₂ 和 O₂,需要吸收的能量为 (462.8×2-436-0.5×497.3) kJ=240.95 kJ。

答案:(1)462.8 240.95 (2)长

(3)小 H₂O 分子呈 V 形,键角为 105°,NH₃ 分子呈三角锥形,键角为 107°

6. 【解析】(1)分析表中键能数据可知,C—C 键、C—H 键的键能大,难断裂,而 Si—Si 键、Si—H 键的键能小,易断裂,导致硅烷难以形成长链结构。(2)C—H 键的键能大于 C—O 键,则 C—H 键比 C—O 键稳定。Si—H 键的键能小于 Si—O 键,则 Si—H 键不如 Si—O 键稳定,Si—H 键倾向于形成稳定性更强的 Si—O 键,故 SiH₄ 更易生成氧化物。

(3)金刚石的熔点大于硅单质的熔点,因为 C—C 键键能大于 Si—Si 键键能,C—C 键更稳定,所以熔点更高。

答案:(1)C—C 键和 C—H 键的键能大,所形成的烷烃稳定。而硅烷中 Si—Si 键和 Si—H 键的键能较低,易断裂,导致长链硅烷难以生成

(2)C—H 键的键能大于 C—O 键,C—H 键比 C—O 键稳定。而 Si—H 键的键能却小于 Si—O 键,所以 Si—H 键不稳定而倾向于形成稳定性更强的 Si—O 键

(3)金刚石的熔点大于硅单质的熔点;C—C 键键能大于 Si—Si 键键能,C—C 键更稳定,所以熔点更高

第二节 分子的空间结构

第 1 课时 分子结构的测定 多样的分子空间结构

学习任务一

【必备知识·导学】

1. (1)化学键的振动频率相同 吸收峰 比对 计算 化学键 官能团

(3)3 C—H O—H C—O

2. (1)分子的相对分子质量 (3)92

[思考](1)提示:不能。

(2)提示:相对分子质量=最大质荷比。

【学力诊断·测评】

1. C 利用原子光谱法鉴定元素,A 错误;质谱法分析相对分子质量,B 错误;红外光谱法判断有机物分子中官能团的种类,C 正确;焰色试验判断的是何种金属元素,D 错误。

2. C 元素分析仪可对物质中的元素及含量进行定量分析,但无法确定有机物的空间结构,A 错误;质谱仪可用于有机物相对分子质量的测定,B 错误;红外光谱可确定物质中的基团,乙醇和乙酸乙酯中的基团不同,则通过红外光谱分析可以区分乙醇和乙酸乙酯,C 正确;质谱法可以测定有机物的相对分子质量,

红外光谱法可以测定分子中的基团,属于测定有机物组成和结构的现代分析法,D错误。

学习任务二

【必备知识·探究】

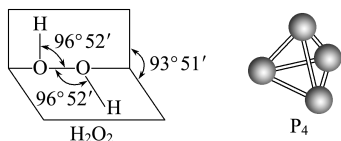
1. (1)直线 V (2)180° 105° 直线形 V形

2. (1)平面三角 三角锥

(2)120° 107° 平面三角形 三角锥形

3. (1)四面体形 (2)109°28' 109°28' 正四面体形 正四面体形

【思考】(1)提示:不是。 H_2O_2 分子的结构类似于打开的书,两个氧原子在两页书的交接处,两个氢原子分别在翻开的书的两页上。而白磷(P_4)分子为正四面体形。



(2)提示:不一定,如 P_4 和 CH_4 均为正四面体形,但 P_4 的键角是60°, CH_4 的键角为109°28'。

【判对错·通教材】

(1)× 提示:三原子分子的空间结构有直线形和V形两种。

(2)× 提示:五原子分子的空间结构不一定是正四面体,例如 CH_3Cl 为四面体结构,而非正四面体。

(3)× 提示:正四面体形的键角也有可能是60°,例如白磷分子。

(4)√ 提示: SF_6 分子的空间结构为正八面体形。

(5)√ 提示:椅式结构原子间斥力小,更稳定。

【学力诊断·测评】

1. C NH_3 的空间结构是三角锥形, SO_2 的空间结构是V形, CO_2 的空间结构是直线形。

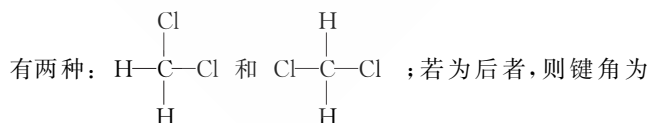
2. B 苯分子的键角为120°,但其空间结构是平面正六边形,B错误;白磷分子的键角为60°,空间结构为正四面体形,C正确;水分子的键角为105°,空间结构为V形,D正确。

学情检测·素养达标

1. A P_4 是正四面体形; CH_3Cl 、 CHCl_3 是四面体形但不是正四面体形; C_2H_4 是平面结构。

2. D CO_2 的空间结构为直线形,A项错误; H_2O 的空间结构为V形,B项错误; NH_3 的空间结构为三角锥形,C项错误; CH_4 的空间结构为正四面体形,D项正确。

3. 【解析】(1)、(2)中可由键角直接判断分子的空间结构。(3)五原子分子 CH_4 可能有平面四边形和正四面体两种空间结构,不管为哪种,b、c两项都成立;若为前者,则键角为90°, CH_2Cl_2



有两种: $\text{H}-\text{C}-\text{Cl}$ 和 $\text{Cl}-\text{C}-\text{Cl}$; 若为后者,则键角为

109°28', CH_2Cl_2 只有一种。

答案:(1)三角锥形 (2)直线形 (3)ad

第2课时 价层电子对互斥模型

学习任务

【必备知识·导学】

1. 价层电子对

2. (1) σ 键电子对 中心原子上的孤电子对

(2)①3 ② $\frac{1}{2}(a-xb)$ a. 价电子数 原子的最外层电子数

中心原子的价电子数 离子的电荷数 中心原子的价电子数 离子的电荷数(绝对值) b. 与中心原子结合的原子数

c. 最多能接受的电子数 1 8-该原子的价电子数

(3) σ 键电子对数 孤电子对数

3. 2 直线 1 V 3 平面三角 2 V 4 三角锥 4 正四面体

【思考】提示:不一定一致,中心原子有孤电子对时,二者结构不一致;当中心原子无孤电子对时,二者结构一致。

【判对错·通教材】

(1)× 提示:价层电子对数是 σ 键电子对数与中心原子上的孤电子对数之和。

(2)× 提示: CO_2 分子的空间结构为直线形, SO_2 分子的空间结构为V形。

(3)√ 提示:根据计算可知 H_3O^+ 与 NH_3 的价层电子对数均为4,所以VSEPR模型为四面体形,省略孤电子对后可得其分子结构均为三角锥形。

【学力诊断·测评】

1. D CO_2 分子中C原子的价层电子对数为 $2+\frac{1}{2}(4-2\times 2)=$

2,无孤电子对,其VSEPR模型与分子空间结构模型一致,均为直线形,A错误; CCl_4 中C原子的价层电子对数为 $4+\frac{1}{2}(4-$

$4\times 1)=4$,无孤电子对,其VSEPR模型与分子空间结构模型一致,均为正四面体,B错误; BeCl_2 分子中Be原子价层电子对数为 $2+\frac{1}{2}(2-2\times 1)=2$,无孤电子对,其VSEPR模型与分子

空间结构模型一致,均为直线形,C错误; H_3O^+ 中O原子的价层电子对数为 $3+\frac{1}{2}(6-1-3\times 1)=4$,其VSEPR模型为四面体,含有1对孤电子对,其空间结构为三角锥形,二者不一致,D正确。

2. C CS_2 中心C原子价层电子对数为2,价层电子对互斥模型为直线形,不存在孤对电子,分子的空间结构为直线形,A正确; HCHO 价层电子对互斥模型为平面三角形,不存在孤对电子,分子的空间结构为平面三角形,B正确; CO_3^{2-} 价层电子对互斥模型为平面三角形,不存在孤对电子,离子的空间结构为平面三角形,C错误; H_2Se 价层电子对互斥模型为正四面体形,存在2对孤对电子,离子的空间结构为V形,D正确。

3. (1)2 2 V形 (2)2 2 V形

(3)3 1 三角锥形 (4)2 1 V形

(5)4 0 正四面体形 (6)2 2 V形

(7)2 2 V形

学情检测·素养达标

1. B 根据价层电子对互斥模型可知, H_2O 中的中心原子O原子含孤电子对为 $\frac{6-2\times 1}{2}=2$,其余选项中的微粒都不存在孤电子对,B正确。

2. B SO_2 中S原子的价层电子对个数为 $2+\frac{6-2\times 2}{2}=3$ 且含

对数为 $\frac{6-2 \times 1}{2} = 2$, σ 键电子对数为 2, 采取 sp^3 杂化, 故 H_2O

为 V 形结构, SO_2 中 S 原子的孤电子对数为 $\frac{6-2 \times 2}{2} = 1$, σ 键

电子对数为 2, 采取 sp^2 杂化, 故 SO_2 为 V 形结构, B 项不符合题意; 同样分析可知, $BeCl_2$ 中 Be 原子采取 sp 杂化, $BeCl_2$ 是直线形结构, CO_2 中 C 原子采取 sp 杂化, CO_2 是直线形结构, A 项符合题意; SO_2 中 S 原子采取 sp^2 杂化, SO_2 是 V 形结构, CH_4 中 C 原子采取 sp^3 杂化, CH_4 是正四面体形结构, C 项不符合题意; NF_3 中 N 原子采取 sp^3 杂化, NF_3 是三角锥形结构, CH_2O 中 C 原子采取 sp^2 杂化, CH_2O 是平面三角形结构, D 项不符合题意。

学情检测·素养达标

1. B 中心原子的杂化轨道类型与其他三个不相同的是 H_3O^+ , 中心 O 原子为 sp^3 杂化, 其余微粒中心原子均为 sp^2 杂化, 则 B 符合题意。
2. C 甲醛($HCHO$)分子中的 C 原子为中心原子, 其价层电子对数为 3, C 原子采取 sp^2 杂化, C 原子与其他原子形成 3 个 σ 键, 没有孤电子对, 故甲醛分子为平面三角形结构。综上所述, 有关甲醛($HCHO$)分子的说法正确的是③④, 故选 C。

3. 【解析】(1) 一种光刻胶薄膜成分为聚甲基硅烷 $\left[\begin{array}{c} CH_3 \\ | \\ -Si- \\ | \\ H \end{array} \right]_n$, 含 C、

Si、H 三种元素, 其电负性大小: $C > H > Si$, 则电负性最大的元素是 C, 硅原子与周围的 4 个原子形成共价键, 没有孤电子对, 价层电子对数为 4, 则硅原子的杂化轨道类型为 sp^3 。
(2) $Si(NH_2)_4$ 分子可视为 SiH_4 分子中的 4 个氢原子被 $-NH_2$ (氨基) 取代形成的, 所以 $Si(NH_2)_4$ 分子中 Si 原子轨道的杂化类型是 sp^3 , 分子的空间结构(以 Si 为中心) 名称为正四面体; 氨基($-NH_2$) 氮原子形成 3 个 σ 键, 含有 1 对孤电子对, N 原子杂化轨道数目为 4, N 原子轨道的杂化类型是 sp^3 ; Si 周围的 NH_2 基团体积较大, 受热时斥力较强 [$Si(NH_2)_4$ 中 Si—N 键能相对较小], 产物中气态分子数显著增多(熵增), 故 $Si(NH_2)_4$ 受热不稳定, 容易分解生成 Si_3N_4 和 NH_3 。

答案: (1) C sp^3 (2) 正四面体 sp^3 Si 周围的 NH_2 基团体积较大, 受热时斥力较强 [$Si(NH_2)_4$ 中 Si—N 键能相对较小], 产物中气态分子数显著增多(熵增)

第三节 分子结构与物质的性质

第 1 课时 共价键的极性

学习任务一

【必备知识·导学】

1. 不同 相同 发生 不发生 正 负 电中
2. (1) 不重合 极性 不等于零 重合 极性 等于零
(2) 非极性 非极性 极性 非极性 极性

[思考](1) 提示: 不一定。键的极性是由形成化学键的两种元素的电负性决定的, 而分子的极性既与键的极性有关, 也与分子结构有关。含有极性键的分子如果空间结构对称, 则化学键的极性向量和为 0, 属于非极性分子, 如甲烷、二氧化碳等; 含有非极性键的分子如果含极性键且空间结构不对称, 属于极性

分子, 如 N_2H_4 等。

(2) ① 提示: H_2O_2 分子中 H—O 为极性键, O—O 为非极性键。

② 提示: 不重合。 H_2O_2 属于极性分子。

【判对错·通教材】

- (1) $\checkmark$ 提示: 以非极性键结合的双原子分子一定是非极性分子, 例如 O_2 、 N_2 。
- (2) $\times$ 提示: 以极性键结合起来的分子不一定是极性分子, 若分子的空间结构对称, 正电中心和负电中心重合, 就是非极性分子, 如 CH_4 。
- (3) $\times$ 提示: 非极性分子不一定是双原子单质分子, 如 CH_4 。
- (4) $\times$ 提示: 非极性分子中可能不含非极性键, 如 CO_2 。
- (5) $\times$ 提示: 极性分子中可能含有非极性键, 如过氧化氢 (H_2O_2)。

【学力诊断·测评】

1. C H_2O 中只存在 H—O 极性键, H_2O 为 V 形结构, 正负电中心不重合, 为极性分子, A 错误; NH_3 中只存在 N—H 极性键, NH_3 为三角锥形结构, 正负电中心不重合, 为极性分子, B 错误; C_2H_2 为直线形分子, 分子中存在 C—H 极性键、C≡C 非极性键, 该分子为直线形分子, 正负电中心重合, 为非极性分子, C 正确; H_2O_2 正负电中心不重合, 为极性分子, 分子中存在 O—H 极性键、O—O 非极性键, D 错误。
2. A 双原子分子 AB 型, 原子不同, 则共价键一定为极性共价键, 构成的分子一定为极性分子, A 正确; 三原子分子 AB_2 中若正、负电中心不重合, 就属于极性分子, 如 H_2O 为极性分子, B 错误; 四原子分子 AB_3 若正、负电中心重合, 就属于非极性分子, 如 BF_3 , C 错误; CH_4 的中心原子 C 最外层满足 8 电子结构, CH_4 是非极性分子, NH_3 的中心原子 N 最外层满足 8 电子结构, 但 NH_3 为极性分子, D 错误。

学习任务二

【必备知识·探究】

1. 强
2. (1) ① $>$ ② $>$ $>$ $>$ $>$ (2) $>$ $>$ 推电子 推电子
越小 越弱

【学力诊断·测评】

1. A 推电子效应: $-C_6H_{13} > -CH_3 > -H$, $HOCOOH$ 是碳酸, 故 $HCOOH$ 酸性最强。
2. D 由表可知, pK_a 越小, 酸性越强, 则相同浓度下, 氯乙酸的酸性强于乙酸, A 错误; 烷基为推电子基团, 碳原子数越多, 推电子能力越强, 则酸性越弱, B 错误; 卤素原子为吸电子基团, 卤素元素电负性越大, 吸电子能力越强, 故酸性: 二氯乙酸 $>$ 氯乙酸, C 错误; 电负性越大吸引电子的能力越强, F 的电负性大于 Cl, 则 F—C 的极性大于 Cl—C 的极性, F 元素吸引电子能力较大导致 F_3C- 的极性大于 Cl_3C- 的极性, 则三氟乙酸的羧基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较强, D 正确。

学情检测·素养达标

1. C 烷基[如甲基($-CH_3$)等]是推电子基团。
2. C CO_2 的空间结构是直线形, A 错误; CH_4 为正四面体形结构, 是非极性分子, B 错误; 电负性顺序为 $O > C > H$, C 正确; 分析碳元素化合价的变化, CO_2 转化为 CH_4 体现了 CO_2 的氧

化性,D错误。

3. C 由 As_2S_3 的结构可知,其中所含共价键均为极性键,A项正确;由 As_2S_3 的结构可知, As_2S_3 分子的正、负电中心重合,是非极性分子,B项正确; As_2S_3 中每个 As 原子的价层电子对数=成键电子对数+孤电子对数=3+1=4,则 As 原子的杂化方式为 sp^3 ,每个 S 原子的价层电子对数=2+2=4,则 S 原子的杂化方式也是 sp^3 ,C项错误;由 As_2S_3 的结构可知, As_2S_3 中各原子最外层均满足 8 电子稳定结构,D项正确。

4. 【解析】(1)由该物质的相对分子质量和氢元素的质量分数可知其分子式为 N_2H_4 ,它的结构可看作是 NH_3 分子中的一个 H

原子被 $-\text{NH}_2$ 取代后所得,分子的结构式为 $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ | \quad | \\ \text{H}-\text{N}-\text{N}-\text{H} \end{array}$,分子中的键全部是单键,故 N 原子的杂化方式与 NH_3 分子中的 N 原子杂化方式相同,也是 sp^3 杂化,该分子为极性分子。

(2)两者反应后生成的物质无毒又不污染环境,故得到的是 N_2 和 H_2O ,反应的化学方程式为 $\text{N}_2\text{H}_4 + 2\text{H}_2\text{O}_2 = \text{N}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$,两种反应物中都含有极性键和非极性键,在生成物 H_2O 中只含有极性键, N_2 中只含有非极性键。

答案:(1) $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ | \quad | \\ \text{H}-\text{N}-\text{N}-\text{H} \end{array}$ sp^3 极性

(2) N_2H_4 、 H_2O_2 N_2 H_2O

5. 【解析】(1) O_3 的空间结构为 V 形,臭氧是极性分子。

(2) O_2 与 O_3 互为同素异形体, O_2 分子中只含有非极性键,所以是非极性分子。

(3) O_3 在四氯化碳中的溶解度大于在水中的溶解度,因为臭氧虽然是非极性分子,但是其极性微弱。

答案:(1)V 形 极性 (2)同素异形体 非极性

(3)大于 臭氧的极性微弱

第 2 课时 分子间的作用力 分子的手性

学习任务一

【必备知识·导学】

1. (1)①相互作用力 ②很弱 ③a. 越大 b. 越大
(2)增大 升高 $< < <$ 越小 越低 $<$

【思考】提示:从 $\text{F}_2 \rightarrow \text{I}_2$,它们的组成和结构相似,相对分子质量越来越大,范德华力越来越大,所以熔沸点越来越高。

2. 电负性 氢原子 电负性 N、O、F 共价键 氢键 分子间
分子内 升高 降低

3. (1)①非极性 极性 ②易 难 易 难 (2)②好 ③越大
互溶 减小

【思考】(1)提示: NH_3 属于极性分子,易溶于极性溶剂水中,且 NH_3 分子与水分子之间能形成氢键,也促进 NH_3 的溶解。 CH_4 是非极性分子,根据“相似相溶”规律, CH_4 难溶于极性溶剂水中。

(2)提示:因为油漆的主要成分是非极性或者极性很小的有机物,故易溶于非极性或者极性很小的有机物,如乙酸乙酯等。

【判对错·通教材】

(1)× 提示:范德华力没有方向性和饱和性。

(2)× 提示:氢键是分子间作用力,不属于化学键;分子内也能形成氢键。

(3)× 提示:分子的稳定性与化学键有关,分子间作用力只影

响物质的物理性质。

(4)× 提示:根据“相似相溶”规律,水是极性分子, CS_2 是非极性分子,所以 CS_2 在水中的溶解度很小。

(5)× 提示:酒精易溶于水,不能用来萃取碘水中的碘。

(6)√ 提示:在水溶液中存在 $\text{I}_2 + \text{I}^- \rightleftharpoons \text{I}_3^-$,易溶于水,可以增大碘在水中的溶解度。

【学力诊断·测评】

1. B 范德华力的实质是一种电性作用,但范德华力是分子间较弱的的作用力,不是化学键,A 错误,B 正确;若分子间的距离足够远,则分子间没有范德华力,C 错误;虽然范德华力非常微弱,但破坏它时也要消耗能量,D 错误。

2. B 氯气中不含有氢原子,与氢键无关,A 错误;氨分子与水存在分子间氢键,氨气极易溶于水,B 正确; SiH_4 和 CH_4 均不存在氢键,故 SiH_4 的沸点比 CH_4 高与氢键无关,C 错误;稳定性: $\text{NH}_3 > \text{PH}_3$,与键能有关,与氢键无关,D 错误。

3. D 戊醇的烷基比乙醇的大,烷基是疏水基,烷基越大越难溶于水,则戊醇溶解度比乙醇的低,A 正确;油漆主要是非极性物质,根据相似相溶原理可知,油漆易溶于非极性分子组成的溶剂中,如乙酸乙酯等溶剂,B 正确;乙醇能与水形成分子间氢键,使乙醇在水中的溶解性增大,C 正确;硫是非极性分子,水和酒精是极性分子,硫难溶于水,微溶于酒精,易溶于 CS_2 ,说明分子极性: $\text{H}_2\text{O} > \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} > \text{CS}_2$,D 错误。

4. (1)乙醇分子之间形成的氢键作用远大于乙醚分子间的范德华力,故乙醇的沸点比乙醚高很多

(2) NH_3 分子间可以形成氢键,而 N_2 、 H_2 分子间的范德华力很小,故 NH_3 可采用加压液化的方法从混合物中分离

(3)常温下,液态水中水分子间通过氢键缔合成较大分子团,所以可用 $(\text{H}_2\text{O})_m$ 表示

学习任务二

【必备知识·探究】

1. 组成 原子排列 镜像 不能叠合

2. 手性异构体

3. 有效 无效 有害的 只催化 催化 手性催化剂 手性分子

【思考】提示:相同。手性异构体对物理性质有较大影响,无论是化学键还是分子的极性都是相同的。

【学力诊断·测评】

1. D 互为手性异构体的分子互为镜像,故 A 正确;在手性合成中,与催化剂手性匹配的分子在反应过程中会与手性催化剂形成一种最稳定的过渡态,从而诱导主要生成一种手性分子,故 B 正确;手性异构体分子组成相同,故 C 正确;手性异构体旋光性不同,化学性质可能有差异,故 D 错误。

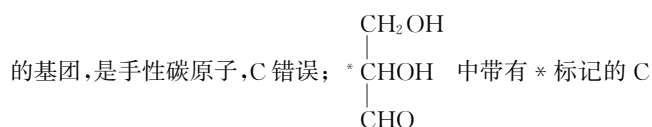
2. A $\text{HOCC}^*\text{H}_2\text{—CHOH—COOH}$ 中带 * 标记的 C 原子,连接了两个 H,所以不是手性碳原子,A 正确;

$\text{CH}_3\text{—}\overset{*}{\text{C}}\text{H—COOH}$ 中带有 * 标记的 C 原子上连有四个不一样的基团:氢原子、甲基、羧基和氨基,是手性碳原子,B 错误;

$\text{CH}_2\text{—}\overset{*}{\text{C}}\text{H—CH—CH—CH—CHO}$ 中带有 * 标记的 C 原子

$\begin{array}{c} \text{CH}_2-\overset{*}{\text{C}}\text{H}-\text{CH}-\text{CH}-\text{CH}-\text{CHO} \\ | \quad | \quad | \quad | \quad | \\ \text{OH} \quad \text{OH} \quad \text{OH} \quad \text{OH} \quad \text{OH} \end{array}$

上连有四个不一样的基团:氢原子、 $-\text{CH}_2\text{OH}$ 、羟基以及剩余



的基团,是手性碳原子,C错误;*CHOH 中带有*标记的C原子上连有四个不一样的基团:氢原子、—CH₂OH、羟基以及醛基,是手性碳原子,故D错误。

学情检测·素养达标

1. D 每种元素在原子光谱中都有自己的特征谱线,可以用光谱分析的方法来确定太阳的组成元素中是否含氢,A正确;壁虎在天花板上爬行自如是因为壁虎足上有细毛,与墙体之间有范德华力,B正确;根据相似相溶原理,非极性物质易溶于非极性溶剂,不易溶于极性溶剂,则可知,溴和碘易溶于四氯化碳是因为溴、碘、四氯化碳都是非极性分子,C正确;水的热稳定性较强与氢键无关,与键能有关,D错误。

2. B CH₃—CH(OH)—COOH 分子中,羟基碳原子为手性碳原子,有光学活性,A错误;HOCH₂—CH(OH)—CH₂OH 中不含手性碳原子,无光学活性,B正确;

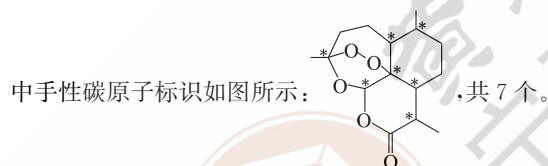
HOCH₂—CH(OH)—CH(OH)—CH₂—CHO 分子中含手性碳原子,具有光学活性,C错误;

HOCH₂—CH(OH)—CH(OH)—CH(OH)—CHO 分子中的中间羟基碳为手性碳原子,D错误。

3. 【解析】(1)②根据题给数据可知,笼状空腔的直径是0.586 nm,而CO₂分子的直径是0.512 nm,笼状空腔直径大于CO₂分子的直径,而且CO₂与水分子之间的结合能大于CH₄,因此可以实现用CO₂置换CH₄的设想。

(2)水可以与乙醇互溶,还因为H₂O与CH₃CH₂OH之间可以形成分子间氢键。

(3)手性碳原子连接4个不同的原子或原子团,故青蒿素分子



答案:(1)①氢键、范德华力 ②CO₂的分子直径小于笼状空腔直径,且与H₂O的结合能大于CH₄

(2)H₂O与CH₃CH₂OH之间可以形成氢键

(3)7

微专题(二) 分子结构对物质性质的影响

【学力诊断·测评】

1. B 含有氢键的氢化物易液化,NH₃分子间存在氢键,PH₃分子间不存在氢键,所以氨气易液化,A错误;由于F的电负性大于Cl,则F₃C—的极性大于Cl₃C—的极性,F₃C—的吸电子效应比Cl₃C—的强,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,所以三氟乙酸的酸性大于三氯乙酸,与分子间作用力无关,B正确;对羟基苯甲醛形成分子间氢键,其熔沸点较高,邻羟基苯甲醛形成分子内氢键,其熔沸点较低,所以对羟基苯甲醛的熔沸点比邻羟基苯甲醛的高,C错误;NH₃和H₂O都是极性分子,CCl₄是非极性分子,极性分子的溶质易溶于极性分子的溶剂,所以NH₃在H₂O中的溶解度大于在CCl₄中的溶解度,D错误。

2. A 水分子稳定的原因是水分子中O—H键键能大,难断裂,与氢键无关,A错误;由H₂O₂分子的结构可知,H₂O₂分子空间结构不对称,正负电中心不重合,属于极性分子,B正确;白磷为非极性分子,根据相似相溶规律,白磷易溶于非极性溶剂CS₂,不易溶于极性溶剂H₂O,酒精极性较差,所以白磷微溶于酒精,C正确;H₂O中心原子的价层电子对数为 $2 + \frac{6-2 \times 1}{2} = 4$,

中心原子为sp³杂化,孤电子对数为2,其空间结构为V形,PO₄³⁻中心原子的价层电子对数为 $4 + \frac{5+3-2 \times 4}{2} = 4$,中心原子为sp³杂化,孤电子对数为0,其空间结构为正四面体形,D正确。

3. C C₁₆S₈的熔点由范德华力的大小决定,故A错误;C₁₆S₈完全燃烧的产物为CO₂和SO₂,CO₂为非极性分子,SO₂为极性分子,故B错误;由分子结构可知,分子中σ键和π键的数目比为4:1,故C正确;C₁₆S₈分子中没有能形成氢键的原子,故二者之间的作用力是范德华力,故D错误。

4. 【解析】(1)CO₂中碳原子形成2个σ键,没有孤电子对,杂化轨道数目为2,碳原子杂化方式为sp杂化,而CH₃OH分子中C原子形成4个σ键,没有孤电子对,杂化轨道数目为4,碳原子杂化方式为sp³。

(2)在CO₂低压合成甲醇反应所涉及的4种物质中,沸点从高到低的顺序为H₂O>CH₃OH>CO₂>H₂,原因是H₂O与CH₃OH均为极性分子,H₂O中氢键比甲醇多,CO₂与H₂均为非极性分子,CO₂相对分子质量较大,范德华力较大。

(3)甲醇分子间存在氢键,所以甲醇的沸点(65℃)比甲醛的沸点(-19℃)高。

答案:(1)sp sp³

(2)H₂O>CH₃OH>CO₂>H₂ H₂O与CH₃OH均为极性分子,水分子间氢键比甲醇分子间氢键多,CO₂与H₂均为非极性分子,CO₂相对分子质量较大,范德华力大

(3)甲醇分子间存在氢键

5. H₃BPF₃无孤电子对,PF₃存在孤电子对,孤电子对与成键电子对之间存在着斥力,使得键角减小

微专题(三) 化学用语规范表达

【学力诊断·测评】

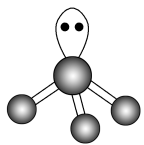
1. A 同素异形体指同种元素形成的不同单质,红磷和白磷均由磷元素组成且结构不同,互为同素异形体,A项正确;CH₃Cl中的C—H键和C—Cl键键长、极性均不同,分子空间结构不对称,属于极性分子,B项错误;H₂O的中心原子O原子的价层电子对数为 $2 + \frac{6-2 \times 1}{2} = 4$,含2对孤电子对,空间结构为V形,C项错误;S²⁻的价电子数为6+2=8,其价层电子轨道

表示式为 $\begin{array}{|c|c|} \hline 3s \\ \hline \uparrow\downarrow \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{|c|c|c|} \hline 3p \\ \hline \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \\ \hline \end{array}$,D项错误。

2. D 氯化氢是共价化合物,其电子式为 H: $\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{Cl}}}$: ,A错误;二氧化碳的价层电子对是2,没有孤电子对,则其VSEPR模型是直线形,B错误;Cr是24号元素,价层电子排布式为3d⁵4s¹,价层电子的轨道表示式为 $\begin{array}{|c|c|c|c|c|} \hline 3d \\ \hline \uparrow\uparrow\uparrow\uparrow\uparrow \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{|c|} \hline 4s \\ \hline \uparrow \\ \hline \end{array}$,C错误;中子数

为 20 的氯原子的质量数为 37,可表示为 $^{37}_{17}\text{Cl}$,D 正确。

3. C C_2H_4 分子含有碳碳双键,结构简式为 $\text{CH}_2=\text{CH}_2$,A 错误; NH_3 的价电子数为 4,有 1 对孤电子对,VSEPR 模型为



,B 错误; H_2O 分子中中心 O 原子价层电子对数

为 $2 + \frac{6-1 \times 2}{2} = 4$,O 原子采用 sp^3 杂化,O 原子上含有 2 对孤电子对,所以 H_2O 分子是 V 形分子,C 正确;铁原子的价层电子排布式为 $3\text{d}^6 4\text{s}^2$,失去 3 个电子形成铁离子,基态 Fe^{3+} 价层电子轨道表示式为 $\begin{array}{|c|c|c|c|c|c|} \hline & \uparrow & \uparrow & \uparrow & \uparrow & \uparrow \\ \hline 3\text{d} & & & & & \\ \hline \end{array}$,D 错误。

4. D 三氯化硼分子中硼原子的价层电子对数为 3,分子的 VSEPR 模型为平面三角形,A 错误;氧气是只含有非极性键的双原子分子,是非极性分子,而臭氧是极性分子,B 错误;一氧化二氯分子中氧原子的价层电子对数为 4,孤电子对数为 2,分子的空间结构为 V 形,C 错误;氢原子的原子半径小于氯原子,氨分子中成键电子对间的斥力大于三氯化氮分子,键角大于三氯化氮分子,故 D 正确。

章末提升课

体系建构 · 对点专练

1. C H 只有 s 轨道,Cl 最外层为 3p 轨道,则 HCl 分子中的共价键是由 H 原子的 1s 轨道和 Cl 原子未成对电子的 3p 轨道形成的 s-p σ 键,A 正确; σ 键为轴对称, π 键为镜面对称, σ 键可以绕键轴旋转, π 键一定不能绕键轴旋转,B 正确; CH_3-CH_3 、 $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ 、 $\text{CH}\equiv\text{CH}$ 中 C—C、C—H 键都是 σ 键,C=C 中有 1 个 σ 键和 2 个 π 键,C≡C 中有 1 个 σ 键和 1 个 π 键,C 错误;稀有气体是单原子分子,分子中不存在化学键,不存在 σ 键,也不存在 π 键,故 D 正确。
2. A 液氨作制冷剂,是液氨汽化时吸收大量的热,使温度降低,不需要断裂化学键,和 NH_3 中 N—H 键能大,断裂吸收大量热量无关,A 错误;表面活性剂在水面形成单分子膜,破坏了水分子间的氢键,所以表面活性剂可以降低水的表面张力,事实解释正确,B 正确; HCO_3^- 里有连在氧原子上的氢原子,可以和另一个碳酸氢根离子形成氢键,导致难与水分子形成氢键,所以碳酸氢钠在水中的溶解度小于碳酸钠,C 正确;石墨中的 C—C 键长小于金刚石中的 C—C 键长,导致石墨中碳碳键键能大,难断裂,所以常压下,石墨比金刚石更稳定,D 正确。
3. C 由图中信息可知,白色的小球可形成 2 个共价键,灰色的小球只形成 1 个共价键,黑色的大球形成了 4 个共价键(其中 1 个为双键),根据 O、F、I 的电负性大小(F 最大、I 最小)及其价层电子数可以判断,白色的小球代表 O 原子,灰色的小球代表 F 原子,黑色的大球代表 I 原子,A 不正确;根据该化合物结构片断可知,每个 I 原子与 3 个 O 原子形成共价键,因此,该化合物中不存在过氧键,B 不正确;I 原子的价电子数为 7,该化合物中 F 元素的化合价为 -1,O 元素的化合价为 -2,则 I 元素的化合价为 +5,据此可以判断每个 I 原子与其他原子形成 3 个单键和 1 个双键,I 原子的价电子数不等于其形成共价键的数目,因此,该化合物中 I 原子存在孤对电子,C 正确;该化合

物中既存在 I—O 单键,又存在 I=O 双键,两种碘氧键的键长是不相等的,D 不正确;综上所述,本题选 C。

4. B CH_3^- 中 C 原子的价层电子对数为 $3 + \frac{1}{2} \times (4+1-3 \times 1) = 4$,VSEPR 模型为四面体形,C 原子采用 sp^3 杂化,A 错误; CH_3^+ 中 C 原子的价层电子对数为 $3 + \frac{1}{2} \times (4-1-3 \times 1) = 3$,VSEPR 模型为平面三角形,C 原子采用 sp^2 杂化,B 正确; CH_4 中 C 原子的价层电子对数为 $4 + \frac{1}{2} \times (4-4 \times 1) = 4$,VSEPR 模型为正四面体形,C 原子采用 sp^3 杂化,C 错误; NH_4^+ 中 N 原子的价层电子对数为 $4 + \frac{1}{2} \times (5-1-4 \times 1) = 4$,VSEPR 模型为正四面体形,N 原子采用 sp^3 杂化,D 错误。

5. B NH_2Cl 中心原子 N 原子的价层电子对数为 $3 + \frac{5-1 \times 2-1}{2} = 4$,所以其 VSEPR 模型为四面体形,A 正确; NH_3 的共价键为 N—H 键,是由不同原子构成的共价键,为极性共价键,B 错误; N_2H_4 中 N 的价层电子对数为 $3 + \frac{5-1 \times 2-1}{2} = 4$,杂化方式为 sp^3 杂化,C 正确; NH_4^+ 中氮原子

与氢原子以共价键结合,其电子式为 $\begin{array}{c} \text{H} \\ \vdots \\ [\text{H} : \text{N} : \text{H}]^+ \\ \vdots \\ \text{H} \end{array}$,D 正确。

6. B BeCl_2 中 Be—Cl 键是不同元素形成的共价键,为极性键,两个 Be—Cl 键间的夹角为 180° ,说明分子是对称的,正电中心与负电中心重合, BeCl_2 属于非极性分子,故 BeCl_2 是由极性键构成的非极性分子。
7. D H_2O 中 O 原子的价层电子对个数为 $2 + \frac{6-2 \times 1}{2} = 4$ 且含有 2 个孤电子对,采用 sp^3 杂化,其空间结构为 V 形,A 错误、D 正确;水分子的稳定性与分子间氢键无关,与化学键有关,B 错误;密度:水 > 冰,所以水形成冰以后密度减小,C 错误。

情境命题 · 融会贯通

1. C 乙酸甲酯分子中 σ 键和 π 键的个数之比是 10 : 1,A 错误;甲醇分子中碳原子为 sp^3 杂化,甲醛分子中碳原子为 sp^2 杂化,甲醇分子内的 O—C—H 键角小于甲醛分子内的 O—C—H 键角,B 错误; CH_3COOH 中既含有 C—H 极性键,又含有 C—C 非极性键,C 正确; $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$ 不能与水形成氢键, $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$ 不易溶于水,D 错误。
2. D D 中氧原子为 sp^3 杂化,分子的空间结构为 V 形。
3. 【解析】(1) 1 个 MP 分子中有 13 个 σ 键,1 个 π 键,所以 σ 键和 π 键的个数之比是 13 : 1。
(2) CH_3OH 中只含有极性键,属于极性分子。
(3) MMA 中碳原子的杂化方式为 sp^2 、 sp^3 ,MMA 的沸点大于 MP 的沸点,因为 MMA 分子的相对分子质量大于 MP 的相对分子质量,所以 MMA 分子间作用力更大,沸点更高。
(4) CH_3^+ 中 C 原子的价层电子对数为 $3 + \frac{1}{2} \times (4-1-3 \times 1) = 3$, CH_3^- 中 C 原子的价层电子对数为 $3 + \frac{1}{2} \times (4+1-3 \times 1) = 4$,所以 CH_3^+ 为平面三角形,键角为 120° , CH_3^- 为三角锥形,键角小于 120° 。

答案:(1)13:1 (2)极性 极性 (3) sp^2 、 sp^3 大于 MMA 分子的相对分子质量大于 MP 的相对分子质量,所以 MMA 分子间作用力更大,沸点更高 (4)平面三角形 三角锥形 >

第三章 晶体结构与性质

第一节 物质的聚集状态与晶体的常识

学习任务一

【必备知识·导学】

一、1. 晶态 非晶态 2. (1)电子 阳离子 电中性粒子

二、1. 周期性有序 相对无序 有 无 固定 不固定 各向异性 各向同性

2. (1)熔融态 (2)气态 (3)溶质

3. 测熔点 X-射线衍射

【判对错·通教材】

- (1)× 提示:非晶体没有固定的熔点,不能比较熔点的高低。
 (2)√ 提示:晶体有固定的熔点,非晶体没有固定的熔点,可用此性质区分晶体与非晶体。
 (3)× 提示:晶体具有以下特点:有整齐规则的几何外形,有固定的熔点,有各向异性,只有同时具备这三个条件才是晶体。非晶体也可以有规则的几何外形。
 (4)× 提示:晶体有自范性且微粒有序排列。
 (5)× 提示:除了分子间距离的变化,有些晶体还有化学键的变化。

【学力诊断·测评】

1. C 等离子体中的微粒带有电荷且能自由运动,使等离子体具有很好的导电性和流动性,应用比较广泛,故 A 正确;由于晶体具有自范性,缺角的氯化钠晶体在饱和 NaCl 溶液中慢慢变为完美的立方体块,故 B 正确;具有各向异性的固体不一定是晶体,还有其他的物质,如多晶陶瓷,故 C 错误;物质的聚集状态除了气态、液态和固态外,还有一些特殊的状态,比如液晶是介于液态和晶态之间的一种特殊状态,故 D 正确。
 2. C 晶体具有各向异性是指物理性质在各个方向上表现不同,所以用红热的铁针刺中涂有石蜡的水晶柱面,熔化的石蜡呈椭圆形,故 A 正确;晶体中粒子在微观空间呈周期性有序排列,导致晶体具有自范性,故 B 正确;非晶体也有固定的组成,如无定形的 SiO_2 ,故 C 错误;同一化学式的物质有可能是晶体,也有可能是非晶体,如水晶的成分是二氧化硅,是晶体,沙子的成分也是二氧化硅,但是非晶体,故 D 正确。
 3. B 图 I 为晶体,在一定条件下会自动形成有规则几何外形的晶体,II 为非晶体,无此特点,故 A 错误;I 形成的固体为晶体,物理性质有各向异性,故 B 正确;晶体具有固定熔点,非晶体没有固定熔点,II 形成的固体为非晶体,没有固定的熔点,故 C 错误;X-射线衍射图谱可以检验晶体和非晶体,二者图谱明显不同,故 D 错误。

学习任务二

【必备知识·导学】

1. [思考]提示:晶胞是 8 个顶角相同、三套各 4 根平行棱分别相同、三套各 2 个平行面分别相同的最小平行六面体。所有晶胞的形状及其内部的原子种类、个数及几何排列(包含取向)是完全相同的。

$$2. (1)8 \quad 4 \quad 2 \quad (2)8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$$

$$[思考]提示:1 + 8 \times \frac{1}{8} = 2 \quad 1 + 8 \times \frac{1}{8} = 2$$

$$12 \times \frac{1}{2} + 16 \times \frac{1}{8} = 8 \quad 6 \times \frac{1}{2} + 8 \times \frac{1}{8} + 4 = 8$$

【判对错·通教材】

- (1)× 提示:不同晶体粒子直径不同、粒子间距不同,晶胞大小、形状也不一定相同。
 (2)√ 提示:晶胞都是平行排列的,取向相同。
 (3)√ 提示:晶胞是晶体的最小重复单元,组成与晶体相同;将晶胞无隙并置并向空间延伸,即可知晶体结构。
 (4)√ 提示:晶体是由晶胞平行排列而成的,相邻晶胞之间没有间隙。

【学力诊断·测评】

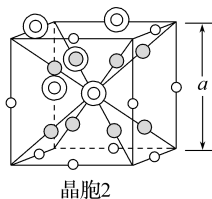
1. D 观察钛酸钡晶体结构示意图可知,Ba 在立方体的中心,完全属于该晶胞;Ti 处于立方体的 8 个顶点,每个 Ti 有 $\frac{1}{8}$ 属于该晶胞;O 处于立方体的 12 条棱的中点,每个 O 有 $\frac{1}{4}$ 属于该晶胞。即晶体中 $N(Ba):N(Ti):N(O) = 1:(8 \times \frac{1}{8}):(12 \times \frac{1}{4}) = 1:1:3$ 。
 2. B 根据题图知,A 的粒子数为 8,B 的粒子数为 $8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$,故化学式为 BA_2 。
 3. 【解析】该晶胞中,P 原子 8 个位于顶点(4 个被 6 个晶胞共用,4 个被 12 个晶胞共用)、2 个位于体内,1 个晶胞中所含 P 原子数为 $2 + 4 \times \frac{1}{6} + 4 \times \frac{1}{12} = 3$,Ni 原子 8 个位于棱(均被 4 个晶胞共用)、6 个位于面(均被 2 个晶胞共用),1 个位于体内,Ni 原子数为 $1 + 8 \times \frac{1}{4} + 6 \times \frac{1}{2} = 6$,因此该物质的化学式为 Ni_2P 。
 答案: Ni_2P

学情检测·素养达标

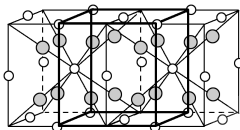
1. D 不能通过颗粒大小判断是不是晶体,粉末状物质也可以是晶体,如碳酸氢钠粉末,是晶体,故 A 错误;晶胞是从晶体的点阵中取出一个具有代表性的基本单元(通常是最小的平行六面体),故 B 错误;破损的晶体在溶液中可以自动变成规则的多面体,破损的晶体不能够在固态时自动变成规则的多面体,故 C 错误;X 射线衍射仪可以区别晶体和非晶体,测定某一固体是否是晶体可用 X 射线衍射仪进行测定,故 D 正确。
 2. D 晶体的各向异性即沿晶格的不同方向,原子排列的周期性和疏密程度不尽相同,由此导致晶体在不同方向的物理性质也不同。
 3. D 据图可知,该晶胞中 A 粒子个数 $= 8 \times \frac{1}{8} = 1$,B 粒子个数 $= 6 \times \frac{1}{2} = 3$,C 粒子个数 $= 1$,所以晶体中 A、B、C 的粒子个数比为 1:3:1,故选 D。
 4. B 棱柱顶点上的每个镁原子均被六个相邻的棱柱所共有,棱柱底面上的每个镁原子均被两个相邻的棱柱所共有,故每个晶

体结构单元平均拥有镁原子数为 $6 \times 2 \times \frac{1}{6} + 2 \times \frac{1}{2} = 3$, 而 B 原子位于棱柱内, 故平均每个晶体结构单元拥有 B 原子数为 6, 则该化合物的化学式为 MgB_2 。

5. 【解析】(1) 由均摊法得, 结构 1 中含有 Co 的数目为 $4 + 4 \times \frac{1}{8} = 4.5$, 含有 S 的数目为 $1 + 12 \times \frac{1}{4} = 4$, Co 与 S 的原子个数比为 9 : 8, 因此结构 1 的化学式为 Co_9S_8 ; (2) 由图可知, 晶胞 2 中 S 与 S 的最短距离为面对角线的一半, 晶胞棱长为 a , 即 S 与 S 的最短距离为 $\frac{\sqrt{2}}{2}a$; (3) 如图所示:



以图中圈出的 Li 为例, 与其最近的 S 共 4 个; (4) 如图所示:



当 2 个晶胞 2 放在一起时, 图中粗线框截取的部分就是晶胞 3, 晶胞 2 和晶胞 3 表示同一晶体。

答案: (1) Co_9S_8 (2) $\frac{\sqrt{2}}{2}a$ (3) 4 (4) 是

微专题(四) 晶胞结构拓展——坐标参数、俯视图、微粒间距

学习任务一

【学力诊断·测评】

1. D 由图可知, O^{2-} 填充在 4 个 Ce^{4+} 围成的正四面体空隙中, A 正确; 由图知, 距离 Ce 最近且等距的 O^{2-} 的个数为 8, B 正确; 由图知, O^{2-} 的前后上下左右均为 O^{2-} , 所以每个 O^{2-} 周围与它最近且等距的 O^{2-} 有 6 个, C 正确; 由图知, M 的坐标为 $(0, 0, 0)$, 沿 z 轴投影可得, N 的 (x, y) 的坐标为 $(\frac{3}{4}, \frac{3}{4})$, 沿 x 轴投影可得, N 点的 z 坐标为 $\frac{1}{4}$, 故 N 的坐标为 $(\frac{3}{4}, \frac{3}{4}, \frac{1}{4})$, D 错误。

2. 【解析】(1) 由该晶胞的结构可知, 该晶胞中含有 $8 \times \frac{1}{8} + 4 \times \frac{1}{2} + 1 = 4$ 个 Zn, $4 \times \frac{1}{4} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$ 个 Si, Zn 和 Si 数量相同, 则 Zn 和 Si 位置可以互换, 若将 M 点 Si 原子作为晶胞顶点, 则 N 点 Si 原子在晶胞中的位置为体心。

(2) 据“均摊法”, 晶胞 I 中含 $8 \times \frac{1}{8} + 4 \times \frac{1}{2} + 1 = 4$ 个 Ti、晶胞 II 中含 $8 \times \frac{1}{8} + 1 = 2$ 个 Ti, 结合化学式, 则 1 个晶胞中分别

$$\text{含 4 个、2 个 TiO}_2, \text{则 } \frac{\rho(\text{I})}{\rho(\text{II})} = \frac{\frac{4M}{0.130 \text{ nm}^3}}{\frac{2M}{0.064 \text{ nm}^3}} = \frac{64}{65}.$$

答案: (1) 体心 (2) $\frac{64}{65}$

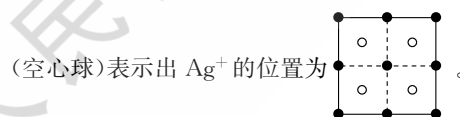
学习任务二

【学力诊断·测评】

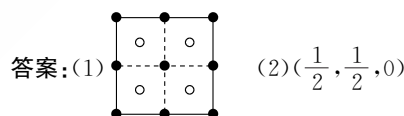
1. C 沿晶胞体对角线投影, 顶点上的 K 构成一个大六边形, 面上的 F 构成一个小六边形, 中心的 Ca 与顶点 K 重合, 故 C 正确。

2. A 根据晶胞结构图, 观察上下底面的 In, 可以看出 In 原子的配位数为 4, 故 A 错误; 由晶胞结构可知, 晶胞中位于顶点、面上和体内的铜原子个数为 $8 \times \frac{1}{8} + 4 \times \frac{1}{2} + 1 = 4$, 位于棱上、面心和体内的铜原子个数为 $6 \times \frac{1}{2} + 4 \times \frac{1}{4} = 4$, 位于体内的碲原子个数为 8, 则铜、铜、碲的原子个数为 4 : 4 : 8 = 1 : 1 : 2, 晶体的化学式为 CuInTe_2 , 故 B 正确; A 点、B 点原子的分数坐标分别为 $(0, 0, 0)$ 、 $(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, \frac{1}{2})$, 结合 C 的位置可知 C 的原子分数坐标为 $(\frac{3}{4}, \frac{1}{4}, \frac{7}{8})$, 故 C 正确; 由 B 项计算可知该晶胞含有 4 个 CuInTe_2 , 则该晶体的密度为 $\rho = \frac{m}{V} = \frac{4 \times (64 + 115 + 128 \times 2)}{N_A \times 2a^2 c \times 10^{-30}} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} = \frac{8.7 \times 10^{32}}{a^2 c N_A} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, 故 D 正确。

3. 【解析】(1) 根据 $\gamma\text{-AgI}$ 立方晶胞的示意图, 可以理解为有八个小小立方体, 银离子在其中四个小小立方体体心位置, 根据从正上方的俯视图得出银离子在每个小正方形的中心位置, 即白球



(2) 根据题意, 图 1 中原子 1 在左侧面面心, 原子 1 的分数坐标是 $(\frac{1}{2}, 0, \frac{1}{2})$, 原子 2 在底面的面心位置, 其分数坐标为 $(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, 0)$ 。



学习任务三

【学力诊断·测评】

1. D 基态 K 原子核外有 19 个电子, 根据构造原理书写基态 K 原子的核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$, 故 A 正确; 碘酸钾中钾离子与碘酸根离子以离子键结合, 碘酸根离子中碘原子与氧原子以共价键结合, 所以碘酸钾中含有离子键和共价键, 故 B 正确; 氧原子位于面心, 1 个氧原子被 2 个晶胞共有, 每个晶胞含有 1 个碘原子, 所以与 O 原子紧邻的 I 原子有 2 个, 故 C 正确; K 与 O 间的最短距离为面对角线的一半, 则 K 原子与 O 原子间的最短距离为 $\frac{\sqrt{2}}{2} \times 0.446 \text{ nm} \approx 0.315 \text{ nm}$, 故 D 错误。

2. 【解析】某含 Pb 化合物室温下晶胞如图所示, Cs 位于体心, 个数为 1, Pb 位于顶点, 个数为 $8 \times \frac{1}{8} = 1$, Br 位于棱心, 个数为

$12 \times \frac{1}{4} = 3$, 该化合物的化学式为 CsPbBr_3 , Cs 位于体心, Pb 位于顶点, Cs 与 Pb 之间的距离为体对角线的一半, 由于晶胞参数 $a \neq b \neq c$, $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$, Cs 与 Pb 之间的距离为 $\frac{\sqrt{a^2+b^2+c^2}}{2}$ pm, 该晶体密度计算式为 $\frac{M_{\text{Cs}}+M_{\text{Pb}}+3M_{\text{Br}}}{N_{\text{A}} \times abc \times 10^{-30}} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 。

答案: $\frac{\sqrt{a^2+b^2+c^2}}{2} \text{ CsPbBr}_3 \frac{M_{\text{Cs}}+M_{\text{Pb}}+3M_{\text{Br}}}{N_{\text{A}} \times abc \times 10^{-30}}$

第二节 分子晶体与共价晶体

第1课时 分子晶体

学习任务一

【必备知识·导学】

- (1) 分子 (2) 分子间作用力 共价键
- 非金属氢化物 非金属单质 非金属 酸 有机物

- (1) 12 (2) 4 (3) 12 (4) $\frac{\sqrt{2}}{2}a$

(2) ① 氢键 范德华力 ② 4 四面体 较小 小

[思考]提示:分子密堆积中,分子间只有范德华力,范德华力没有饱和性和方向性;非密堆积中,分子间存在氢键,氢键有饱和性和方向性,分子周围等距且最近的分子数更少。

【判对错·通教材】

- (1) × 提示:稀有气体是单原子分子,晶体中不含有共价键。
- (2) √ 提示: N_2 、 N_3 、 N_4 都是由分子构成的物质,固态时属于分子晶体。
- (3) × 提示:干冰升华时分子间作用力被破坏,共价键没有发生变化。
- (4) × 提示:根据均摊法,1 mol 冰含有氢键数目为 $2N_{\text{A}}$ 。

【学力诊断·测评】

- C 干冰晶体属于分子晶体,故 A 正确;依据晶胞结构图可知,1 个晶胞中含有二氧化碳分子数目为 $\frac{1}{8} \times 8 + \frac{1}{2} \times 6 = 4$, 故 B 正确;晶胞中与每个顶点的 CO_2 分子等距且紧邻的 CO_2 分子位于面心位置,则晶胞中每个 CO_2 分子周围等距且紧邻的 CO_2 分子数为 $3 \times 8 \times \frac{1}{2} = 12$, 故 C 错误;干冰为分子晶体, CO_2 分子的相对分子质量小,分子间作用力小,而干冰升华时需克服分子间作用力,故 D 正确。
- A 如图所示,每个水分子可以与另外四个水分子之间形成氢键,从而形成四面体结构, A 正确;冰晶体属于分子晶体, B 错误;冰晶体中的水分子主要是靠氢键结合在一起,氢键不是化学键,而是一种分子间作用力, C 错误;冰晶体中形成的氢键具有方向性和饱和性,故水分子间由氢键连接后,分子间空隙变大,而冰融化成水后,体积减小,水分子之间空隙减小, D 错误。

学习任务二

【必备知识·探究】

- (1) 提示:熔点较低。
- (2) 提示:说明冰晶体的硬度较小。
- (3) 提示:构成分子晶体的微粒都是分子,熔融时没有产生自由移动的离子,因此分子晶体一般不导电。
- (4) 提示:由于干冰中的 CO_2 之间只存在范德华力,1 个分子周

围有 12 个紧邻分子,密度比冰的高。冰中水分子间存在氢键,熔、沸点较高,且由于氢键有饱和性和方向性,单位体积内质量较小,密度较小。

【判对错·通教材】

- (1) × 提示: H_2O 分子间存在氢键,沸点更高。
- (2) × 提示:沸点属于物理性质,与键能无关;HF 分子间存在氢键,因此沸点较高。
- (3) × 提示:都是分子晶体,升华时都要克服分子间作用力,冰晶体中分子间还存在氢键,升华时还需要克服氢键。

【核心要点·归纳】

- (1) 低 (2) 不

3. 相似相溶

【学力诊断·测评】

- D 常温条件下硫和磷是固体,冰会熔化,则冰的熔点最低, A 项错误;氟化氢、水、氨都是分子晶体,其沸点高低与分子间作用力大小有关,因为这三种物质之中都存在氢键,且水分子间氢键最强,氨分子间氢键最弱,故水的沸点最高,氨的沸点最低, B 项错误;金刚石硬度大,白磷和冰都是分子晶体,硬度较小, C 项错误;卤化硅为分子晶体,它们的组成和结构相似,分子间不存在氢键,故相对分子质量越大,熔点越高, D 项正确。
- A CCl_4 属于分子晶体,常温常压下为液体,含有共价键。① SiCl_4 与 CCl_4 结构相似,则 SiCl_4 是分子晶体,正确;② SiCl_4 与 CCl_4 结构相似,且 SiCl_4 的相对分子质量较大, CCl_4 是液体,则常温常压下 SiCl_4 不可能是气体,正确;③ SiCl_4 中 Si 与 Cl 形成共价键,则 SiCl_4 是由极性共价键形成的分子,正确;④ 分子晶体的相对分子质量越大,熔点越高,则 SiCl_4 的熔点高于 CCl_4 , 正确。故选 A。

学情检测·素养达标

- B 稀有气体元素组成的晶体中,不存在由多个原子构成的分子,而是原子间通过范德华力结合成晶体,所以不存在任何化学键,且分子为单原子分子,故 A、D 项错误。分子间作用力包括范德华力和氢键,范德华力存在于所有的分子晶体中,而氢键只存在于含有与电负性较强的 N、O、F 原子结合的氢原子的分子间或者分子内,故 B 项正确, C 项错误。
- C 根据题图,以顶点 CO_2 分子为研究对象,在该 CO_2 分子周围距离为 $\frac{\sqrt{2}}{2}a$ 的 CO_2 分子有 $4 \times 3 = 12$ 个,均处于面心位置,故选 C。
- B HD 属于分子晶体,但为单质,选项 A 错误; PCl_3 、 CO_2 、 H_2SO_4 均属于分子晶体,且均属于化合物,选项 B 正确; C_{60} 属于分子晶体,但为单质,选项 C 错误;白磷是单质,选项 D 错误。
- D 碘升华时,分子间距离变大,故 A 不选;碘属于分子晶体,碘升华时需要克服分子间作用力,故 B 不选;碘升华时,由固态变为气态,聚集状态变化,故 C 不选;升华时碘分子中的化学键没有变化,即分子内共价键没有变化,故 D 选。

第2课时 共价晶体

学习任务一

【必备知识·导学】

- (1) 共价键三维骨架 (2) 原子 (3) 共价键

2. 单质 硅 碳化硅(SiC)

3. (1)①4 ② sp^3 ③ $109^\circ 28'$ ④6 不在 ⑤12 6 0.5

⑥1:2 $2N_A$ ⑦8 ⑧ $\frac{\sqrt{3}}{4}a$

(2)① sp^3 4 4 4 2 1:2 ②4 2 ③12

④1:4 1:2 ⑤ N_A $2N_A$ $4N_A$

4. (1)短 大 高 (2)晶体硅 (3)难

[思考]提示:共价晶体中的原子以共价键相连,熔融时需要破坏共价键,需要的能量大。

【判对错·通教材】

(1)× 提示:稀有气体晶体是由原子构成的分子晶体。

(2)× 提示:共价晶体中原子与原子间通过共价键结合,不可能含有离子键。

(3)× 提示:每个Si原子形成4个共价键,所以每个Si原子与4个O原子直接相连。

(4)✓ 提示:物态变化过程中克服的作用力越强,熔点越高。

(5)× 提示:二氧化硅是由Si原子和O原子构成的共价晶体,所以二氧化硅晶体中不含分子。

【学力诊断·测评】

1. C 1 mol SiO_2 中含有4 mol Si—O键,所以在含2 mol Si—O键的二氧化硅晶体中,氧原子的数目为 N_A ,A错误;二氧化硅晶体属于共价晶体,所以二氧化硅晶体中没有分子,B错误;晶体硅属于共价晶体,晶体氖是分子晶体,D错误。

2. D 碳原子的半径比硅原子的半径小,金刚石中的C—C键键长比晶体硅中的Si—Si键键长短,金刚石中的C—C键键能比晶体硅中的Si—Si键键能大,金刚石中的C—C键比晶体硅中的Si—Si键强,D错误。

3. B 金刚石(C)、单晶硅(Si)、金刚砂(SiC)、氮化硼(BN,立方相)均为共价晶体,共价晶体中成键键长越短,键能越大,熔点越高,Si—Si键的键长最长,故键能最小,熔点最低,故B正确。

学习任务二

【必备知识·探究】

(1)提示:碳和硅均采用 sp^3 杂化。

(2)提示:SiC晶胞中含有4个C、4个Si,1 mol SiC中含有Si—C数目为 $4N_A$ 。

(3)提示:①构成粒子不同,共价晶体中只存在原子,没有分子;②粒子间作用力不同,共价晶体中原子间只存在共价键,分子晶体中分子间存在的是分子间作用力。

(4)提示:碳化硅(共价晶体)在物态变化过程中需要克服共价键,干冰(分子晶体)在物态变化过程中需要克服分子间作用力,共价键键能远大于分子间作用力,因此共价晶体熔点更高。

【学力诊断·测评】

1. D 由于共价晶体中粒子间以共价键结合,而分子晶体中分子间以分子间作用力结合,故共价晶体比分子晶体的熔点高,硬度大,A、B正确。有些分子晶体溶于水后能电离出自由移动的离子而导电,如 H_2SO_4 、HCl,C正确。干冰(固态 CO_2)是分子晶体,D错误。

2. D 根据题意可知在40 GPa的高压容器中,用Nd:YbLiF₄激光器将液态二氧化碳加热到1 800 K,二氧化碳转化为与石英具有相似结构的晶体,则此状态下的二氧化碳应为共价晶体,具有高熔点、高硬度的特点,硬度与金刚石相近,熔化时破坏共

价键,不具有易升华性质,故D错误。

3. B SiC和Si为共价晶体,熔、沸点较高,因为SiC晶体中Si—C比Si晶体中Si—Si更牢固,则SiC的熔、沸点大于Si的熔、沸点,剩余晶体均为分子晶体,熔、沸点均低于共价晶体,结构相似的分子晶体,相对分子质量越大,范德华力就越大,熔、沸点越高,相对分子质量相同的分子晶体,极性分子的熔、沸点大于非极性分子的熔、沸点,所以熔、沸点由高到低的顺序正确的是①②⑤④③⑥⑦⑧,故B项正确。

学情检测·素养达标

1. C 干冰、白磷、乙酸和固态He属于分子晶体, SiO_2 和晶体硅属于共价晶体。

2. A 该晶体中原子间均以单键结合,且每个原子都达到8电子稳定结构,所以每个C原子能形成4个共价键连接4个N原子,每个N原子能形成3个共价键连接3个C原子,故A正确;原子半径越大,原子间的键长越长,原子半径: $C > N$,所以 C_3N_4 晶体中C—N键长比金刚石中C—C要短,故B错误; C_3N_4 晶体具有比共价晶体的金刚石更大的硬度,且原子间均以单键结合,说明该物质是共价晶体,分子晶体硬度较小,共价晶体硬度较大,故C错误;离子晶体微粒之间通过离子键结合,共价晶体微粒间通过共价键结合,该晶体是共价晶体,所以微粒间通过共价键结合,故D错误。

3. D 在 SiO_2 晶体中,Si原子最外层有4个电子,能形成4个共价键,每个Si原子和4个O原子形成4个Si—O键,每个O原子形成2个Si—O键,故A错误;稀有气体是单原子分子,只有分子间作用力,没有共价键,故B错误; OF_2 、 Cl_2O 都是分子晶体,结构相似, Cl_2O 的相对分子质量大,范德华力大,故 Cl_2O 的熔、沸点高,故C错误;金刚石结构中,每个碳原子能形成4个共价键,金刚石为共价键三维骨架结构,由共价键形成的最小碳环上有6个碳原子,故D正确。

4. C 组成和结构相似的分子晶体的相对分子质量越大,其熔点越高,故熔点: $CF_4 < CCl_4 < CBr_4 < Cl_4$,A正确;共价晶体的共价键越强,原子半径越小,熔点越高,熔点由高到低:金刚石 $>$ 碳化硅 $>$ 晶体硅,B正确;HF分子间能够形成氢键,在4种氢化物中沸点最高,C错误;由题图知,晶胞结构中硼原子数为6,镁原子数为 $12 \times \frac{1}{6} + 2 \times \frac{1}{2} = 3$,则超导材料的化学式为 MgB_2 ,D正确。

5. A Ga位于元素周期表第四周期第ⅢA族,电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^1$,简化后的电子排布式为 $[Ar]3d^{10} 4s^2 4p^1$,A错误;由于蓝宝石砧座的硬度高,符合共价晶体的性质特征,故其主要成分 Al_2O_3 可当作共价晶体,B正确;由图知,由Ga(3D)制作Ga(2D)的过程中需要加热熔化并挤压,该过程为吸热过程,故等物质的量的Ga(2D)能量高于Ga(3D)晶体,C正确;由大面积单原子层二维金属Ga(2D)俯视放大图可知,Ga(2D)为密排的二维结构,则一个基本结构单元为,D正确。

第三节 金属晶体与离子晶体

第1课时 金属晶体 离子晶体

学习任务一

【必备知识·导学】

1. (1)价电子 电子气 金属原子 (2)金属阳离子 自由电子
(3)小 多 强 弱 高 大

【思考】提示:钙的价电子数更多,原子半径更小,钙的熔、沸点高于钾。

2. (1)金属键 (2)导电性 导热性 延展性
(3)相对滑动 排列方式 电子气 定向移动

【判对错·通教材】

- (1)× 提示:常温下,汞为液态。
(2)✓ 提示:“电子气”不因金属形变而消失。
(3)× 提示:温度越高,金属的电阻越大,导电能力越差。
(4)× 提示:金属晶体的熔点和硬度差别较大,如碱金属晶体一般熔点都较低,硬度很小。
(5)× 提示:石墨能导电却属于非金属。

【学力诊断·测评】

1. C 铝的原子半径比钠、镁、钾小,且价电子数最多,因此铝的金属键最强,故金属阳离子与“自由电子”之间的相互作用最强。
2. C 镁离子比铝离子的半径大而所带的电荷少,所以金属镁比金属铝的金属键弱,熔、沸点和硬度都小,故 A 错误;从 Li 到 Cs,离子的半径是逐渐增大的,所带电荷数相同,金属键逐渐减弱,熔、沸点逐渐减小,故 B 错误;因镁离子的半径小而所带电荷多,使金属镁比金属钠的金属键强,所以金属镁比金属钠的熔点大,故 C 正确;因镁离子的半径小而所带电荷相同,使金属镁比金属钙的金属键强,所以金属镁比金属钙的硬度大,故 D 错误。
3. C 金属能导电是因为自由电子在外加电场作用下定向移动, A 错误;金属能导热是因为自由电子在热的作用下与金属原子碰撞,从而发生热的传导, B 错误;合金与纯金属相比,由于增加了不同的金属或非金属,相当于填补了金属阳离子之间的空隙,所以一般情况下合金的延展性比纯金属弱,硬度比纯金属大, D 错误。

学习任务二

【必备知识·导学】

1. (1)阴阳离子 静电作用 (2)多 小 强
2. (1)阳离子 阴离子 (2)较高 较大 熔融状态下或水溶液

3. (1)6 6 正八面体 NaCl ①12 ②4 4 ③ $\frac{234}{N_A \cdot a^3 \times 10^{-30}}$
(2)8 8 CsCl ①6 正八面体 ②1 1 ③ $\frac{168.5}{N_A \cdot a^3 \times 10^{-30}}$

【思考】提示: CaCO_3 、 K_2SO_4 、 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 、 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 等,在这些离子晶体中还可能共价键、分子间作用力,有些还有氢键等。

【判对错·通教材】

- (1)× 提示:离子晶体中不一定含金属阳离子,如 NH_4Cl 。
(2)× 提示:含有金属阳离子的晶体不一定是离子晶体,如金属晶体。
(3)× 提示:化学变化需要有旧键断裂和新键生成,离子晶体熔化破坏离子键,没有化学键生成。

(4)× 提示:如 AlCl_3 ,是分子晶体。

(5)× 提示:某些分子晶体溶于水也可电离出自由移动的离子,如 HCl ,熔融状态能电离产生离子的化合物一定是离子晶体。

【学力诊断·测评】

1. D Na^+ 位于体心和棱心,含有的 Na^+ 为 $1 + \frac{1}{4} \times 12 = 4$, Cl^- 位于顶点和面心,含有的 Cl^- 为 $\frac{1}{2} \times 6 + \frac{1}{8} \times 8 = 4$,该晶胞结构中有 4 个 Na^+ 和 4 个 Cl^- ,故 A 错误;体心的 Na^+ 周围最近且等距的 Cl^- 有 6 个,所以 Na^+ 的配位数为 6,故 B 错误;氯化钠中只含有 Na^+ 和 Cl^- ,没有分子,故 C 错误;将晶胞分成 8 个小正方体,CD 为右上方小正方体的体对角线,与 AB 平行,若作投影,则相互重合,故 D 正确。
2. C 离子晶体是由离子构成的,熔化时克服的是离子键,产生自由移动的离子,能导电,而分子晶体、共价晶体熔化时,不能产生自由移动的离子,不导电,所以 CaF_2 固体不导电,但在熔融状态下可导电一定能说明 CaF_2 是离子晶体,故 C 正确。
3. C 离子晶体的构成微粒是阴阳离子,离子键中阴阳离子相互作用力较强,故 A 错误;该化合物由氧离子和亚铜离子构成,晶体中不含 O—O 共价键,故 B 错误;由均摊法可知,铜离子个数为 4,氧离子个数为 $1 + 8 \times \frac{1}{8} = 2$,该化合物的化学式为 Cu_2O ,氧元素的化合价为 -2,依据化合物中正负化合价代数和为 0 可知,铜离子的化合价为 +1,故 C 正确;该离子晶体由固态变为液态有自由移动的 Cu^+ 和 O^{2-} ,需要破坏离子键,故 D 错误。

学情检测·素养达标

1. B 从基本构成微粒的性质看,金属键与离子键的实质类似,都属于静电作用,特征都是无方向性和饱和性;自由电子是由金属原子提供的,并且在整个金属内部的三维空间内运动,为整个金属的所有金属阳离子所共有,从这个角度看,金属键与共价键有类似之处,但两者又有明显的不同,如金属键无方向性和饱和性。
2. D 用铁制品做炊具,是利用了金属的导热性,金属容易导热是因为自由电子在运动时经常与金属离子碰撞而引起能量的交换,能用金属键理论知识解释,故 A 不选;用金属铝制成导线,是利用金属的导电性,金属中存在金属阳离子和自由电子,当给金属通电时,自由电子定向移动而导电,能用金属键理论知识解释,故 B 不选;用铂金做首饰,是因为有金属光泽,金属具有光泽是因为自由电子能够吸收可见光,能用金属键理论知识解释,故 C 不选;钢铁制品易生锈,是因为钢铁中含有碳,易发生电化学腐蚀,与金属键无关,故 D 选。
3. D NaCl 和 CsCl 都是由阴、阳离子通过离子键构成的晶体,阴、阳离子个数之比都为 1:1,则都属于 AB 型的离子晶体,故 A、B 正确;结合题图可知, NaCl 晶体中钠离子的配位数为 6, CsCl 晶体中铯离子的配位数为 8,故 C 正确; NaCl 和 CsCl 都属于 AB 型的离子晶体,但钠离子半径小于铯离子半径,则 NaCl 的阳离子与阴离子的半径比小于 CsCl 的,故 D 错误。
4. C 球碳盐 K_3C_{60} 为离子化合物,存在离子键,所以该晶体在熔融状态下能电离出 K^+ ,所以能导电,其中的碳碳键为共价

键。D选项中的同素异形体应该对应由相同元素组成的不同单质， ^{12}C 不是单质而是元素符号或者代表一个碳原子。

5. 【解析】(1)图I中有1个Au原子位于体心，晶胞中Au原子数为1，8个Cu原子位于晶胞的8个顶点，晶胞中Cu原子数为 $8 \times \frac{1}{8} = 1$ ，Au、Cu原子个数比值为1:1，则Au的质量分数为 $\frac{197}{197+64} \times 100\% \approx 75\%$ ，由于纯金为24K，因此有 $24\text{K} \times 75\% = 18\text{K}$ ；(2)II中Au处于立方体的8个顶点，与Au距离最近的Cu位于立方体的面心，因此，与Au距离最近且等距的Cu有 $8 \times 3 \times \frac{1}{2} = 12$ 个，因此Au的配位数为12；(3)设III的晶胞参数为a，Au-Cu的最小核间距为 $\frac{\sqrt{2}}{2}a$ ，Au-Au的最小核间距也为 $\frac{\sqrt{2}}{2}a$ ，最小核间距Au-Cu=Au-Au；(4)I中，Au处于体心，Cu处于晶胞的8个顶点，其原子个数比为1:1，II中，Au处于立方体的8个顶点，Cu处于面心，其原子个数比为 $(8 \times \frac{1}{8}) : (6 \times \frac{1}{2}) = 1:3$ ，III中，Au处于立方体的面心，Cu处于立方体的8个顶点，其原子个数比为 $(6 \times \frac{1}{2}) : (8 \times \frac{1}{8}) = 3:1$ 。

答案：(1)I (2)12 (3)= (4)1:1 1:3 3:1

第2课时 过渡晶体与混合型晶体 明矾晶体的制备

学习任务一

【必备知识·导学】

1. (1)分子晶体 共价晶体 金属晶体 离子晶体
(2)百分数 共价晶体

2. (1)① sp^2 共价键 平面六元并环 ②范德华力
(2)①很高 sp^3 sp^2 ②导电性 大 π 键

[思考]提示：层内共价键使其熔点高，有共价晶体的特性；有类似金属晶体的导电性；层间范德华力使其质软，有分子晶体的特性。

【判对错·通教材】

- (1)× 提示：电负性差值越大，离子键成分百分数越大。
(2)✓ 提示：共价晶体中共价键贯穿整个晶体，分子晶体中共价键只在分子内。
(3)✓ 提示：石墨中每个碳原子与三个碳原子相连，配位数为3。
(4)✓ 提示：石墨层间不能导电，体现晶体的各向异性。
(5)× 提示：石墨熔化时需要破坏共价键，熔点很高。

【学力诊断·测评】

1. A Al_2O_3 和 SiO_2 都是偏向共价晶体的过渡晶体，当作共价晶体来处理，故A错误； Na_2O 中离子键的百分数为62%，说明 Na_2O 中存在共价键，则 Na_2O 不是纯粹的离子晶体，是离子晶体与共价晶体之间的过渡晶体，故B正确；一般电负性差值大于1.7形成离子键，电负性差值小于1.7形成共价键， Na_2O 通常当作离子晶体来处理，因为 Na_2O 是偏向离子晶体的过渡晶体，在许多性质上与纯粹的离子晶体接近，故C正确；根据微粒间的作用力分析，分子晶体、共价晶体、金属晶体和离子晶体都有过渡型，故D正确。
2. A 根据C原子成键特点知，C原子的轨道杂化方式为 sp^2 ，故

A错误；石墨烯和石墨是碳元素的不同单质，属于同素异形体，故B正确；石墨烯是只由一层碳原子所构成的平面薄膜，所以石墨烯分子中所有碳原子可以处于同一平面，故C正确；石墨结构中，石墨层与层之间存在分子间作用力，所以从石墨中剥离得到石墨烯需克服石墨层与层之间的分子间作用力，故D正确。

3. B 石墨层内是由碳原子构成的六边形平面网状结构，层内作用力为共价键，层间靠范德华力维系，故①正确；石墨层内是由碳原子通过共价键构成的六边形平面网状结构，层间靠范德华力维系，石墨是混合型晶体，故②正确；层内每个碳原子形成3个 σ 键，含有1个未成对电子，层内形成大 π 键，C原子采取 sp^2 杂化，故③正确；石墨层内除形成C—C键外，还存在大 π 键，石墨中碳碳键的键长比金刚石中碳碳键的键长短，石墨中碳碳键的键能更大，故石墨的熔、沸点比金刚石的高，故④错误；每个碳原子形成3个C—C键，每个碳碳键为一个碳原子提供 $\frac{1}{2}$ 个C—C键，石墨中碳原子个数和C—C键个数之比为 $1 : (3 \times \frac{1}{2}) = 2 : 3$ ，故⑤错误；在石墨晶体中，每1个碳原子与3个碳原子构成3个共价键，因此，每个碳原子可形成 $3 \times \frac{1}{2} = \frac{3}{2}$ 个C—C共价键，即a mol C原子可形成 $a \times \frac{3}{2} \times 6.02 \times 10^{23}$ 个共价键，故⑥错误；石墨层内存在大 π 键，只能沿石墨平面的方向导电，故⑦正确。

学习任务二

【必备知识·探究】

- (1)提示：若仪器不干净或尘埃落入，都会干扰结晶。
(2)提示：晶种若离烧杯底部太近，由于有沉底晶体生成，会与晶体长在一起。同样，若离溶液表面太近或靠近烧杯壁，都会产生同样的结果，使得晶体形状不规则。
(3)提示：①溶液一定要用饱和溶液，若溶液不饱和，则结晶速度很慢。
②溶剂应用蒸馏水，不能用自来水。因自来水里含其他金属离子及杂质，会影响晶体的生长速度和形状。
③冷却热饱和溶液时，应自然冷却。快速冷却虽能够得到晶体，但属于细小晶体，得不到大晶体。温度下降越快，晶体越小。
④溶液一定要纯净。里面若含有杂质，就在溶液中形成多个晶核，这样不利于大晶体的生长。

【学力诊断·测评】

1. B 苯甲酸微溶于冷水，易溶于热水。粗苯甲酸中混有泥沙和少量氯化钠，加水、加热溶解，苯甲酸、NaCl溶解在水中，泥沙不溶，从而形成悬浊液，趁热过滤出泥沙，同时防止苯甲酸结晶析出；将滤液冷却结晶，大部分苯甲酸结晶析出，氯化钠仍留在母液中，过滤、用冷水洗涤，便可得到纯净的苯甲酸。操作I中，为减少能耗、减少苯甲酸的溶解损失，溶解所用水的量需加以控制，可依据苯甲酸的大致含量、溶解度等估算加水量，A正确；操作II趁热过滤的目的是除去泥沙，同时防止苯甲酸结晶析出，NaCl含量少，不结晶析出，B不正确；操作III缓慢冷却结晶，可形成较大的苯甲酸晶体颗粒，同时可减少杂质被包裹在晶体颗粒内部，C正确；苯甲酸微溶于冷水，易溶于热水，所以操作IV可用冷水洗涤晶体，既可除去晶体表面吸附的杂质离子，又能减少溶解损失，D正确。

2.【解析】(1)废铝易拉罐中 Al 与 KOH 反应生成四羟基合铝根离子和氢气,离子方程式为 $2\text{Al} + 6\text{H}_2\text{O} + 2\text{OH}^- \longrightarrow 2[\text{Al}(\text{OH})_4]^- + 3\text{H}_2 \uparrow$ 。

(2)铝与 KOH 反应生成氢气,用酒精灯加热可能会导致生成的氢气燃烧,有安全隐患,A 错误;加入 KOH 溶液至不再产生气泡说明 Al 已经反应完,再趁热过滤除去不溶物,B 正确;系列操作 I 有蒸发浓缩、冷却结晶、过滤、洗涤,不需要灼烧,C 错误;制备明矾大晶体时,小晶体悬挂在溶液中央,D 错误。

(3)烧杯上盖上纸片,可防止空气中的灰尘等掉入溶液中,影响大晶体的形成。

答案:(1) $2\text{Al} + 6\text{H}_2\text{O} + 2\text{OH}^- \longrightarrow 2[\text{Al}(\text{OH})_4]^- + 3\text{H}_2 \uparrow$

(2)ACD

(3)防止空气中的灰尘等掉入溶液中,影响大晶体形成

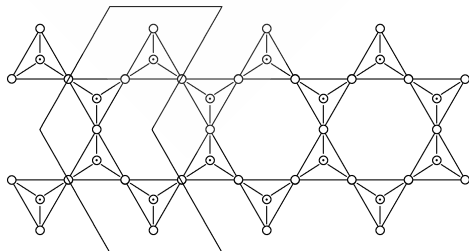
学情检测·素养达标

1. B 金刚石为共价晶体,石墨属于混合型晶体, C_{60} 为分子晶体,它们的晶体类型不一定相同,物理性质不相同,故 A、C 错误;它们充分燃烧后均生成二氧化碳,产物相同,故 B 正确; C_{60} 分子中碳原子采取 sp^2 杂化,存在 σ 键和 π 键,故 D 错误。

2. A 在石墨晶体的层状结构中,每 1 个碳原子都跟其他 3 个碳原子相结合,形成 3 个 C—C 键,每个 C—C 键被 2 个碳原子共用,则每个碳原子拥有该 C—C 键的 $\frac{1}{2}$,每个碳原子形成共价键的数目为 $3 \times \frac{1}{2} = 1.5$,故石墨晶体中碳原子数与共价键数之比为 $1 : 1.5 = 2 : 3$ 。

3. C 石墨晶体层与层之间存在范德华力,六方氮化硼的结构与石墨类似,且还存在 N—B 单键,单键为 σ 键,则六方氮化硼晶体中存在的作用力有范德华力和 σ 键,故 A 正确;六方氮化硼的结构与石墨类似,则层内的六元环为平面结构,B、N 原子的价层电子对数均为 3,VSEPR 模型均为平面三角形,B、N 均采用 sp^2 杂化,故 B 正确;立方氮化硼晶体和碳化硅晶体均为共价晶体,原子半径: $\text{Si} > \text{B} > \text{C} > \text{N}$,则键长:C—Si 键 $>$ B—N 键,键能:C—Si 键 $<$ B—N 键,键能越大,共价键越强,晶体的硬度越大,即立方氮化硼晶体的硬度大于碳化硅晶体,故 C 错误;立方氮化硼晶体是共价晶体,不是分子晶体,由原子直接构成,则立方氮化硼晶体中不存在单个 BN 分子,故 D 正确。

4.【解析】根据结构类推,圈出重复部分(如图所示),有 4 个 Si,有 4 个 O 与另一个重复部分平分,占一半,则 O 的个数为 $4 + 4 \times \frac{1}{2} = 11$,再结合硅为 +4 价,O 为 -2 价可知,图 c 所示阴离子的化学式为 $(\text{Si}_4\text{O}_{11})_n^{6n-}$ 。



答案: $(\text{Si}_4\text{O}_{11})_n^{6n-}$

微专题(五) 常见晶体类型的比较 晶体熔沸点大小比较

学习任务一

【学力诊断·测评】

1. C 离子晶体有氯化铯和 Na_2CS_3 ,故 A 错误;分子晶体有 CS_2 ,故 B 错误;上述 7 种物质的晶体中没有空间网状结构的共价晶体,故 C 正确;金属晶体有单质钠,故 D 错误。

2. C NaOH 是离子晶体,Ar 是稀有气体,分子间以范德华力相互结合,为分子晶体,A 错误;纯 H_2SO_4 中无 H^+ ,是分子晶体,石墨是混合型晶体,B 错误; CH_3COONa 是离子晶体, SiO_2 是典型的共价晶体, I_2 是分子晶体,C 正确; $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 是离子晶体,金刚石是典型的共价晶体,玻璃没有固定的熔点,为非晶体,D 错误。

学习任务二

【学力诊断·测评】

C 三者都是共价晶体,键长: $\text{Si—Si} > \text{C—Si} > \text{C—C}$,则 Si、SiC、金刚石的熔点依次升高,故 A 错误; SiCl_4 、 MgBr_2 、氮化硼分别是分子晶体、离子晶体、共价晶体,所以 SiCl_4 、 MgBr_2 、氮化硼的熔点依次升高,故 B 错误;这几种单质是不能形成分子间氢键的分子晶体, F_2 、 Cl_2 、 Br_2 、 I_2 的相对分子质量依次增大,则沸点依次升高,故 C 正确; AsH_3 、 PH_3 是不能形成分子间氢键的分子晶体, NH_3 是能形成分子间氢键的分子晶体, PH_3 、 AsH_3 、 NH_3 的沸点依次升高,故 D 错误。

第四节 配合物与超分子

学习任务一

【必备知识·导学】

1. (1)孤电子对 空轨道 (2) $\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{H}-\text{O}-\text{H} \\ | \\ \text{H} \end{array}^+ \quad \begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{H}-\text{N}-\text{H} \\ | \\ \text{H} \end{array}^+$

2. 孤电子对

[思考]提示:C 和 O 之间形成双键后,O 满足 8 电子稳定状态且有孤电子对,提供出一对电子,同时 C 提供空轨道,形成配位 π 键。

【判对错·通教材】

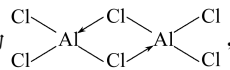
- (1)✓ 提示:配位键属于共价键。
- (2)✓ 提示:满足稳定状态且有孤电子对,即可形成配位键,分子和离子均可。
- (3)✗ 提示:配位键不一定是 σ 键,如 CO 中的配位键属于 π 键。
- (4)✓ 提示: NH_4^+ 中含有由 N 原子提供电子对, H^+ 提供空轨道的配位键。

【学力诊断·测评】

1. A NH_4^+ 可看成 NH_3 分子结合 1 个 H^+ 后形成的,在 NH_3 中中心原子氮原子采取 sp^3 杂化,孤电子对占据一个轨道,3 个未成对电子占据另 3 个杂化轨道,分别结合 3 个 H 原子形成 3 个 σ 键,由于孤电子对的排斥,所以空间结构为三角锥形,键角压缩至 107° 。但当有 H^+ 时,N 原子的孤电子对会进入 H^+ 的空轨道,以配位键形式形成 NH_4^+ ,这样 N 原子就不再存在孤电子对,键角恢复至 $109^\circ 28'$,故 NH_4^+ 为正四面体形,4 个 N—H 键完全相同,配位键与普通共价键形成过程不同,但性质相同。

2. A ①H₃O⁺中,O上含有孤电子对,H⁺有空轨道,可以形成配位键;②NH₄⁺中,N上含有孤电子对,H⁺有空轨道,可以形成配位键;③[Cu(H₂O)₄]²⁺中,Cu²⁺含有空轨道,H₂O中O含有孤电子对,可以形成配位键;④[Fe(SCN)₆]³⁻中,Fe³⁺含有空轨道,SCN⁻中S含有孤电子对,可以形成配位键;⑤[CuCl₄]²⁻中,Cu²⁺含有空轨道,Cl⁻含有孤电子对,可以形成配位键;⑥CH₄不含配位键;⑦NH₃不含配位键。

3. D 由 Al₂Cl₆ 分子中所有原子均满足 8 电子稳定结构可知,

分子的结构式为 , 故 A 正确; Al₂Cl₆ 分子

为结构对称的非极性分子,故 B 正确;由化学方程式可知,氨分子更易与具有空轨道的铝原子形成配位键,配位能力大于氯原子,故 C 正确;溴元素的电负性小于氯元素,原子半径大于氯原子,则铝溴键弱于铝氯键,所以 Al₂Br₆ 的铝溴键更易断裂,比 Al₂Cl₆ 更易与氨气反应,故 D 错误。

学习任务二

【必备知识·导学】

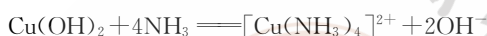
1. (1)中心离子 配体或配位体 配位键 (2)①空轨道 孤电子对 中心离子 ②孤电子对 中心原子配位 孤电子对
[思考]提示:CO 电子式与 N₂ 相同,C 和 O 均满足 8 电子稳定结构且有孤电子对;电负性 O>C,C 更易给出孤电子对。

③配位键 6

[思考]

配合物	内界	外界	中心 粒子	配位体	配位数
[Ag(NH ₃) ₂]OH	[Ag(NH ₃) ₂] ⁺	OH ⁻	Ag ⁺	NH ₃	2
K ₃ [Fe(CN) ₆]	[Fe(CN) ₆] ³⁻	K ⁺	Fe ³⁺	CN ⁻	6
[Co(NH ₃) ₅ Cl]Cl ₂	[Co(NH ₃) ₅ Cl] ²⁺	Cl ⁻	Co ³⁺	NH ₃ , Cl ⁻	6
Ni(CO) ₄	Ni(CO) ₄	无	Ni	CO	4

2. 蓝色 溶解 深蓝



【判对错·通教材】

- (1)× 提示:含有配位键的化合物不一定是配位化合物,如 NH₄Cl 等。
(2)✓ 提示:配体中原子满足 8 电子稳定状态,且有孤电子对即可,可以是分子或离子。
(3)× 提示:配合物 [Cu(H₂O)₄]SO₄ 中,Cu²⁺ 为中心离子,提供空轨道,H₂O 中氧原子提供孤电子对。
(4)✓ 提示:Fe₄[Fe(CN)₆]₃ 中 Fe³⁺ 与 [Fe(CN)₆]⁴⁻ 之间为离子键,[Fe(CN)₆]⁴⁻ 中 Fe²⁺ 和 CN⁻ 存在配位键。

【学力诊断·测评】

1. C 锌离子配位数是 4,故 A 错误;NH₃ 是配体,故 B 错误;[Zn(NH₃)₄]Cl₂ 中外界是 Cl⁻,内界是 [Zn(NH₃)₄]²⁺,故 C 正确;该配合物中,锌离子提供空轨道,NH₃ 中的氮原子提供孤电子对,所以 Zn²⁺ 和 NH₃ 以配位键结合,故 D 错误。
2. B 0.01 mol 氯化铬(CrCl₃ · 6H₂O)在水溶液中用过过量硝酸银溶液处理,产生 0.02 mol AgCl 沉淀,氯化铬(CrCl₃ · 6H₂O)

和氯化银的物质的量之比是 1 : 2,根据氯离子守恒知,一个氯化铬(CrCl₃ · 6H₂O)化学式中含有 2 个氯离子,剩余的 1 个氯离子是配位原子,所以氯化铬(CrCl₃ · 6H₂O)的化学式可能为 [Cr(H₂O)₅Cl]Cl₂ · H₂O,故 B 正确。

3. B 在 Fe(CO)₅ 中碳是+2 价,而氧是-2 价,得出铁是 0 价,故 A 正确;Fe(CO)₅ 常温下呈液态,熔沸点较低,易溶于非极性溶剂,应为分子晶体,故 B 错误;Ni 的价层电子数为 10,金属原子的价层电子和 CO 提供的电子总和等于 18,所以 CO 要提供 8 个电子,每个 CO 提供一对电子,则羰基镍的化学式为 Ni(CO)₄,故 C 正确;羰基与镍之间形成配位键,配体 CO 中含有共价键,羰基镍分子中含有配位键、共价键,故 D 正确。

学习任务三

【必备知识·导学】

1. 两种或两种以上 分子间相互作用 3. 分子识别 自组装

【学力诊断·测评】

1. C C₆₀ 的正负电荷中心均能重合、属于非极性分子,而氯仿是四面体结构,不是正四面体结构、属于极性分子,C₆₀ 不溶于氯仿,故 A 正确;操作①②是分离固体与液体的实验操作,为过滤,操作③将杯酚与氯仿的混合液体分离,是蒸馏操作,故 B 正确;“杯酚”与 C₆₀ 形成超分子,是通过分子间作用力形成的分子聚集体,不存在共价键,由操作②分离开 C₆₀ 与“杯酚”可知,“杯酚”与 C₆₀ 之间不是共价键,是分子间作用力,故 C 错误;“杯酚”能与 C₆₀ 作用,不与 C₇₀ 作用,体现了超分子的分子识别的重要特性,可用于分离 C₆₀ 和 C₇₀,故 D 正确。
2. C 超分子通常是指由两种或两种以上分子依靠分子间相互作用结合在一起,组成的复杂的、有组织的聚集体,图示中的超分子是两个不同的分子通过氢键形成的分子聚集体,超分子不同于高分子,故 A 正确、C 错误;超分子的特征是分子识别和分子自组装,例如细胞和细胞器的双分子膜具有自组装性质,生物体的细胞即是由各种生物分子自组装而成,故 B 正确;图示中的超分子中的 N 原子有双键、有单键,则采取 sp²、sp³ 杂化,故 D 正确。
3. B 由表可知,碱金属离子的直径在冠醚空腔直径范围内,二者可以适配,A 正确;Li⁺ 半径小于 Na⁺,则二苯并-18-冠-6 不能适配 Li⁺,B 错误;该冠醚分子中苯环碳原子为 sp² 杂化、其他碳原子为 sp³ 杂化,C 正确;由结构简式可知,一个配离子中配位键的数目为 6,D 正确。

学情检测·素养达标

1. D 微粒间形成配位键的条件:一方是能够提供孤电子对的原子或离子,另一方是具有能够接受孤电子对的空轨道的原子或离子,故 A 正确;配位键是一种特殊的共价键,故 B 正确;在配位化合物中,配体可以是分子、原子、离子等,如氨、水、SCN⁻ 等,故 C 正确;形成共价键的成键原子不一定有未成对电子,如配位键中就是一方提供一对电子,双方共用,故 D 错误。
2. C 配合物[TiCl(H₂O)₅]Cl₂ · H₂O,配位体是 Cl⁻ 和 H₂O,配位数是 6,故 A 错误;中心离子是 Ti³⁺,内界配体是 Cl⁻,外界离子是 Cl⁻,故 B 错误;配合物[TiCl(H₂O)₅]Cl₂ · H₂O,作内界配体的 Cl⁻ 数目为 1,作外界离子的 Cl⁻ 数目为 2,内界和外界中的 Cl⁻ 的数目比是 1 : 2,故 C 正确;加入足量 AgNO₃ 溶液,外界的 Cl⁻ 与 Ag⁺ 反应,作内界配体的 Cl⁻ 不与 Ag⁺ 反应,

故 D 错误。

3. B 酯基中的氧原子分别为 sp^2 和 sp^3 杂化, A 错误; Mg 的最高化合价为 +2 价, 而化合物中 Mg 与 4 个氮原子形成化学键, 由此可以判断该化合物中 Mg 与 N 间存在配位键, 该物质为配合物, B 正确; 因氮原子还与碳原子成键, 因此只能说氮原子是配位原子而不能说是配体, 故 C 错误; 该叶绿素是配合物, 不是高分子, 故 D 错误。

4. D NH_3 中的 N 原子、CO 中的 C 原子与 Cu^+ 形成配位键, A 正确; CO 为含有极性键的双原子分子, 则其为极性分子, B 正确; $[Cu(NH_3)_3CO]^+$ 中的 N 原子上没有孤电子对, NH_3 分子中的 N 原子上有一个孤电子对, 成键电子对与成键电子对之间的斥力小于孤电子对与成键电子对之间的斥力, 故 $[Cu(NH_3)_3CO]^+$ 中 $H-N-H$ 键角比 NH_3 分子中的大, C 正确; 1 mol $[Cu(NH_3)_2]^+$ 中含 2 mol $Cu-N$ 配位键和 6 mol $N-H$, 共 8 mol 共价键, D 错误。

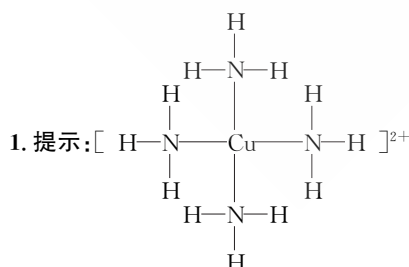
5. 【解析】配合物 $Na_2[Fe(CN)_5(NO)]$ 是离子化合物, Na^+ 与 $[Fe(CN)_5(NO)]^{2-}$ 以离子键结合; 在配离子 $[Fe(CN)_5(NO)]^{2-}$ 中配位体与中心 Fe^{3+} 之间以配位键结合, 在配位体 CN^- 及 NO 中存在极性键, 故该化合物中存在离子键、配位键、极性键; 配离子为 $[Fe(CN)_5(NO)]^{2-}$, 中心离子为 Fe^{3+} , 配位体有 5 个 CN^- 和 1 个 NO, 故其配位数为 6; 共价单键都是 σ 键; 共价三键中一个是 σ 键, 2 个是 π 键; 在该配位化合物中, 配位体与中心 Fe^{3+} 形成 6 个配位键; 在配位体 CN^- 中存在一个 σ 键, 在 NO 中存在一个 σ 键, 故 1 mol 配合物中 σ 键物质的量是 $(6+1 \times 5+1) \text{ mol} = 12 \text{ mol}$, 故含有的 σ 键数目为 $12N_A$; 化合物为离子化合物, 易电离, 完全电离成 2 个 Na^+ 和 1 个 $[Fe(CN)_5(NO)]^{2-}$, 所以 1 mol 配合物完全电离成 2 mol Na^+ 和 1 mol $[Fe(CN)_5(NO)]^{2-}$, 电离共得到 $3N_A$ 的离子。

答案: (1) 配位键、极性键 (2) Fe^{3+} 6 (3) $12N_A$ (4) $3N_A$

6. A 大环化合物甲与 C_{60} 通过分子间作用力形成超分子乙, 因此乙为分子晶体, A 项错误, C 项正确; 甲与 C_{60} 结合生成乙, 即“捕获 C_{60} ”, 乙在 OH^- 条件下释放 C_{60} 生成丙, 即“释放 C_{60} ”, 明确体现了大环对 C_{60} 的捕获与释放, B 项正确; 甲、乙中 *C 形成 3 个化学键, 为 sp^2 杂化, 丙中 *C 形成 4 个化学键, 为 sp^3 杂化, $乙 \xrightleftharpoons[H^+]{OH^-} 丙 + C_{60}$ 过程中可通过调节 pH 实现, 即调控 pH 可使甲和丙中 *C 的杂化方式发生可逆转变, D 项正确。

实验活动 简单配合物的形成

【实验反思】



2. 提示: $[Fe(CN)_6]^{3-}$ 的中心离子: Fe^{3+} ; 配体: CN^- ; 配位数: 6; $[Fe(CN)_6]^{3-}$ 与 Fe^{3+} 的性质不一样; Fe^{3+} 可与 SCN^- 形成配合物, $[Fe(CN)_6]^{3-}$ 不能说明 CN^- 配位作用更强。

章末提升课

体系建构 · 对点专练

1. D 由题意可知, $AB=2CD$, 若用多用电表沿两对称轴测其电阻均为 R, 则样品在 AB 方向与 CD 方向的导电性不同, 说明该物质具有各向异性, 晶体具有各向异性, 故该物质为晶体。

2. C 若物质的冷凝速率过快, 可能得到非晶体(玻璃态), 故形成晶体必须生长速率适当, 才有自范性, 故 A 正确; 物质在不同条件下可形成晶体也可形成非晶体, 如天然石英是晶体, 熔化后再冷却得到石英为非晶体, 故 B 正确; 晶体具有各向异性, 晶体在不同方向上的硬度、导热性、导电性不同, 故 C 错误; 获得晶体的方法: 降温结晶、凝华、蒸发结晶等, 气态物质冷却不经液态直接凝固是获得晶体的一种方法, 故 D 正确。

3. B A 平行移动不能重合, 该结构不能无隙并置, 不能表示晶胞, 故 A 错误; B 平行移动可以重合, 该结构可以无隙并置, 且是最小的重复单元, 可以表示晶胞, 故 B 正确; C 平行移动可以重合, 但不是最小的重复单元, 该结构的八分之一为晶胞结构, 故 C 错误; D 平行移动不能重合, 该结构不能无隙并置, 不能表示晶胞, 故 D 错误。

4. C 二氧化硅为酸性氧化物, 但它是由氧原子和硅原子构成的晶体, 且是以共价键形成空间网状结构的共价晶体, 不是分子晶体, 故 A 错误; 氧化铜是碱性氧化物, 但它是离子化合物, 是离子晶体, 不是分子晶体, 故 B 错误; 所有的酸都是由分子构成, 是分子晶体, 如乙酸是由乙酸分子构成, 是分子晶体, 故 C 正确; 金刚石是非金属单质, 但它是由碳原子构成的晶体, 且以共价键形成空间网状结构的共价晶体, 不是分子晶体, 故 D 错误。

5. B CO_2 分子位于晶胞的 8 个顶点和 6 个面的面心, 则每个晶胞中含有 CO_2 分子数为 $6 \times \frac{1}{2} + 8 \times \frac{1}{8} = 4$, 故 A 正确; 以顶点 CO_2 为例, 每个 CO_2 分子周围与之紧邻且等距的 CO_2 分子位于每个面的面心, 因此每个 CO_2 分子周围与之紧邻且等距的 CO_2 分子数为 $3 \times 8 \times \frac{1}{2} = 12$, 故 B 错误; 二氧化碳为分子晶体, 二氧化碳分子以范德华力在晶胞中呈现有规律的排列, 故 C 正确; C 的原子半径小于 Si, 因此 C—O 键的键能大于 Si—O 键, 因此该新型 CO_2 晶体的熔点高于 SiO_2 , 故 D 正确。

6. C CH_4 和 SiH_4 都是分子晶体, 硅烷的相对分子质量较大, 分子间作用力强, 则熔沸点较高, 所以沸点: $CH_4 < SiH_4$, 故 A 错误; C_2H_6 和 C_3H_8 都是有机物分子, 相对分子质量越大, 熔沸点越高, 则沸点: $C_2H_6 < C_3H_8$, 故 B 错误; HF 和 HCl 相比, HF 能形成分子间氢键, 熔沸点升高, 则沸点: $HF > HCl$, 故 C 正确; CH_3CHCH_3 和 $CH_3CH_2CH_2CH_3$ 属于四个碳的烷烃,



分子支链越多, 熔沸点越低, 故 D 错误。

7. A 金刚石属于共价晶体, 与晶体 Si 晶体类型相同, 故 A 正确; 金属铁属于金属晶体, 与晶体 Si 晶体类型不同, 故 B 错误; 足球烯属于分子晶体, 与晶体 Si 晶体类型不同, 故 C 错误; 氯化钠属于离子晶体, 与晶体 Si 晶体类型不同, 故 D 错误。

8. B 来自宇宙射线的中子轰击 ^{14}N 原子产生 ^{14}C , 根据质量守恒可得, $^{14}N + {}^1_0n = ^{14}C + {}^1_1H$, 故 A 正确; SiH_4 中 Si 的化合价为 +4, CH_4 中 C 的化合价为 -4, Si 与 C 为同主族元素, 同族元

素从上到下,非金属元素的电负性减小,原子半径增大,原子失电子的能力递增,氯化物的还原性增强,因此 SiH_4 还原性大于 CH_4 ,故 B 错误; CO_2 晶体和 SiO_2 晶体都为共价晶体,原子半径: $\text{C} < \text{Si}$,键长: $\text{C}-\text{O} < \text{Si}-\text{O}$,键长越短,键能越大,硬度高于 SiO_2 晶体,故 C 正确; Si 的原子半径较大,原子间形成的 σ 键较长,p-p 轨道重叠程度很小,难于形成 π 键,所以 Si 原子间难形成双键而 C 原子间可以,故 D 正确。

9. B 由无限长链状结构截图可知, SiS_2 中每个硅原子与 4 个硫原子形成 4 个硅硫键,则 92 g SiS_2 中含有共价键的物质的量为 $\frac{92 \text{ g}}{92 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 4 = 4 \text{ mol}$,故 A 正确; SiS_2 的空间结构不是空间网状结构,则 SiS_2 不是共价晶体,是分子晶体,故 B 错误; SiS_2 是分子晶体, SiO_2 是共价晶体,一般共价晶体的熔沸点大于分子晶体的熔沸点, SiS_2 的熔沸点比 SiO_2 低,故 C 正确; SiS_2 能与水发生水解反应生成 H_2SiO_3 和 H_2S ,故 D 正确。

10. D 金属受外力作用时常发生变形而不易折断,这是因为金属晶体中各原子层会发生相对滑动,故 A 错误;金属里的自由电子在外加电场作用下才能发生定向移动而形成电流,故 B 错误;金属导热是自由电子在热的作用下与金属原子碰撞将能量进行传递,故 C 错误。

11. D 金属键不是存在于相邻原子间的作用力,而是属于整块金属,所以金属键没有方向性与饱和性,故 A 错误;金属具有光泽是因为自由电子能够吸收可见光,但不能放出可见光,故 B 错误;金属中存在金属阳离子和自由电子,当给金属通电时,自由电子定向移动形成了电流,故 C 错误;金属键是存在于金属阳离子与自由电子间的强烈的相互作用,这些自由电子为所有的阳离子共用,故 D 正确。

12. D 由元素周期表可知,元素钛在元素周期表中的位置为第四周期 IV B 族,故 A 错误; Co 失去最外层两个电子变为 Co^{2+} ,则 Co^{2+} 的基态核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^7$,故 B 错误;由图可知,与 Co^{2+} 距离最近的 Ti^{4+} 有 8 个,故 C 错误;根据均摊法计算 Co^{2+} 的个数为 1, Ti^{4+} 的个数为 $8 \times \frac{1}{8} = 1$, O^{2-} 的个数为 $6 \times \frac{1}{2} = 3$,则该化合物的化学式为 CoTiO_3 ,故 D 正确。

13. C 钙在晶胞的八个顶点,故钙的个数 $= 8 \times \frac{1}{8} = 1$,碘在晶胞内,碘的个数为 2,故该物质的化学式是 CaI_2 ,故 A 正确;碘化钙是离子晶体,该物质在熔融状态和水溶液中均可电离出自由离子,故可导电,故 B 正确;离子晶体中离子半径越小,离子所带电荷越多,离子晶体的熔沸点越高, F^- 的半径小于 I^- 的半径,故该化合物熔、沸点低于氟化钙,故 C 错误;s 区包含第 IA、IIA 族元素,包含氢元素,属于非金属元素,故 D 正确。

14. C 可利用超分子的分子识别特征在 C_{60} 和 C_{70} 混合物加入一种空腔大小适合 C_{60} 的“杯酚”、甲苯、氯仿,从而实现 C_{60} 和 C_{70} 的分离,故 A 正确;配合物 $\text{Na}_2[\text{Fe}(\text{CN})_5(\text{NO})]$ 的配位数为 6, Fe 的杂化方式为 $d^2 sp^3$ 杂化,故 B 正确; $\text{N}-\text{H}$ 键为 σ 键,配位键为 σ 键,则 1 mol $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ 中含有 σ 键的数目为 $(6 + 3 \times 6) \text{ mol} \times N_A \text{ mol}^{-1} = 24 N_A$,故 C 错误;已知 1 mol 该配合物与足量 AgNO_3 作用生成 2 mol AgCl 沉淀,可确定 $z=2$,外界离子为 2 个 Cl^- ,配合物中 Co 元素为 +3 价,配合物化合

价代数和为零,则 $x=1$,配合物为八面体,说明中心原子的配位数为 6,则 $y=5$,故 x, y, z 的值分别为 1、5、2,故 D 正确。

15. D 由图可知,该化合物中含有 C、H、N、O、Ni 五种元素,故 A 错误;该物质中, Ni^{2+} 提供空轨道,氮原子提供孤电子对而形成配位键,所以该物质属于配合物,中心离子为 Ni^{2+} ,中心离子的配位数是 4,配位原子是氮原子,故 B 错误; Ni^{2+} 含有空轨道,N 原子含有孤对电子对,N 原子与 Ni^{2+} 形成配位键,中心离子是 Ni^{2+} ,故 C 错误;该结构中单键属于 σ 键, $\text{C}=\text{N}$ 双键含有 1 个 σ 键和 1 个 π 键,且 $\text{C}=\text{N}$ 是极性键, $\text{C}-\text{C}$ 属于非极性键, $\text{N} \rightarrow \text{Ni}$ 属于配位键, $\text{H} \cdots \text{O}$ 属于氢键,故 D 正确。

情境命题 · 融会贯通

1. D 由 Li_2S 的晶胞结构示意图可知, Li^+ 位于晶胞的体内, S^{2-} 位于顶点和面心, Li^+ 处于由 S^{2-} 围成的正四面体空隙中,即 Li^+ 的配位数为 4,故 A 正确; S^{2-} 之间的最近距离为晶胞面对角线的一半,晶胞的棱长为 $\sqrt{2}a \text{ pm}$,晶胞中含有 4 个 Li_2S ,晶胞的质量为 $\frac{4 \times 46}{N_A} \text{ g}$,晶胞的体积为 $(\sqrt{2}a \text{ pm})^3 = 2\sqrt{2}a^3 \times 10^{-30} \text{ cm}^3$,晶体的密度为 $\rho = \frac{m}{V} = \frac{4 \times 46}{N_A \times 2\sqrt{2}a^3 \times 10^{-30}} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} = \frac{46\sqrt{2}}{N_A \times a^3} \times 10^{30} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$,故 B 正确;电解质中含有离子位点空位,其空位可以提供额外的移动路径,增加离子的传导速率,可显著提高锂离子导电性,故 C 正确;在氮化锂晶体中,存在锂、氮原子共同组成的锂氮层,如果锂原子以石墨晶体中碳原子的方式排布,氮原子在锂原子构成的六边形中心,则化学式为 Li_2N ,故 D 错误。

2. B 导电时 Li^+ 迁移,化合价不变, Ti 和 La 的价态也不变,故 A 正确;分摊法得到 1 个晶胞中含 Ti 个数 $= 8 \times \frac{1}{8} = 1$,含 O 原子数 $= 12 \times \frac{1}{4} = 3$,含 La 或 Li 或空位 1 个,若 $x = \frac{1}{3}$,则 La 和空位为 $\frac{2}{3}$,即 $n(\text{La}) + n(\text{空位}) = \frac{2}{3}$,正负化合价代数和为 0 计算, $(+1) \times \frac{1}{3} + (+3) \times n(\text{La}) + (+4) \times 1 + (-2) \times 3 = 0$, $n(\text{La}) = \frac{5}{9}$, $n(\text{空位}) = \frac{1}{9}$, Li^+ 与空位的数目不相等,故 B 错误;结合结构分析可知,与体心最邻近的 O 原子数为 12,即为棱心上的 12 个氧原子,故 C 正确;导电时, Li^+ 迁移向阴极,和电流方向相同,则空位移动方向与电流方向相反,故 D 正确。

3. A 当 ZnS 完全转化为 $\text{Li}_x\text{Zn}_y\text{S}$ 时, Li^+ 、 Zn^{2+} 转化为 LiZn 合金,生成 1 mol LiZn 转移 3 mol 电子,每转移 6 mol 电子,生成 2 mol LiZn (合金相),故 A 错误;根据结构,体对角线的一维空间上会出现“ $\bigcirc-\bigcirc-\bigcirc-\bigcirc-\bigcirc$ ”的排布规律,故 B 正确;根据 $\text{Li}_x\text{Zn}_y\text{S}$ 晶胞,黑色球共为 7 个, S^{2-} 的个数为 $\frac{1}{8} \times 8 + \frac{1}{2} \times 6 = 4$,则晶胞中含有 $4x$ 个 Li^+ 、 $4y$ 个 Zn^{2+} ,则有 $4x + 4y = 7$,根据正负化合价代数和为零则有 $x + 2y = 2$,即 $x = 1.5$, $y = 0.25$,可求得 $x : y = 6 : 1$,故 C 正确;若 Li_2S 的晶胞参数为 $a \text{ nm}$,将晶胞切三刀分为 8 个小立方体,则 E 在左后上立方体体心,则 EF 间的距离为 $\sqrt{(\frac{3a}{4})^2 + (\frac{a}{4})^2 + (\frac{a}{4})^2} \text{ nm} = \frac{\sqrt{11}}{4} a \text{ nm}$,故 D 正确。

课时分层作业

一 能层与能级 基态与激发态 原子光谱

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
答案	A	A	C	B	A	B	A	D	C	B

- A** N能层是第四能层,含有4个能级,分别是4s、4p、4d、4f能级,A选;L能层是第二能层,含有2个能级,分别是2s、2p能级,B不选;M能层是第三能层,含有3个能级,分别是3s、3p、3d能级,C不选;K能层是第一能层,只有1个能级,1s能级,D不选。
- A** K层只有1个能级,为1s,最多容纳2个电子;L层有2个能级,分别为2s、2p,2p最多容纳6个电子;从M层开始有d能级,3d能级最多容纳10个电子,A正确;s能级均最多容纳2个电子,B错误;L层没有2d,C错误;N层开始有f能级,即4f,第三能层没有f能级,D错误。
- C** 能量越高的电子在离核越远的区域内运动,也就越容易失去,A不符合题意;第三能层有3个能级,为3s、3p、3d,B不符合题意;电子首先进入能量最低、离核最近的轨道,在离核最近区域内运动的电子能量最低,D不符合题意。
- B** 原子核外每能层最多可容纳的电子数为 $2n^2$,A错误;能层序数越大的能级能量不一定越高,如4s的能量低于3d,B正确;不同能层的s轨道,能层序数越大的其能量越高,即 $1s < 2s < 3s$,同一原子中,1s、2s、3s电子的能量逐渐增大,C错误;p能级上有3个原子轨道,轨道数相同,D错误。
- A** 霓虹灯、激光、焰火及日光灯等工作过程中产生的光,都是基态原子吸收能量后核外电子跃迁到较高能级,然后电子从较高能级跃迁到较低能级的过程中释放出的光能。石油蒸馏、冷却结晶的过程都是物质发生物理变化的过程,其中伴随的能量变化是热能的变化。棱镜分光、凸透镜聚光都是光的折射现象,而不是光的产生过程。
- B** n 的相隔数值越大,能量相差越大。A项, $n=2 \rightarrow n=1$ 间隔1个能层数;B项, $n=3 \rightarrow n=1$ 间隔2个能层数;C项, $n=4 \rightarrow n=3$ 间隔1个能层数;D项, $n=3 \rightarrow n=2$ 间隔1个能层数;根据分析,B的波长最短。
- A** 焰色试验是待测物的金属元素吸收能量后,原子中的电子发生跃迁变为激发态,而激发态不稳定,释放能量变为较低能量的激发态或基态,产生发射光谱。
- D** H_2O 是由O原子和H原子之间通过共用电子对形成的共价键,所以其形成过程是 $H \times + \cdot \ddot{O} \cdot + \times H \longrightarrow H \times \ddot{O} \times H$,故A错误;第2能层不存在d能级,故B错误;电子从激发态跃迁到基态时可形成发射光谱,故C错误;电子由3d跃迁至4p,要吸收能量,形成吸收光谱,故D正确。
- C** A项,M能层有s、p、d共3个能级,最多容纳18个电子;B项,3d能级最多容纳10个电子,从N能层开始有f能级,f能级最多容纳14个电子,不存在3f能级;C项,每个能层都从s能级开始,且s能级最多容纳2个电子;D项,K能层只有s能级,不含有p能级。
- B** $n=1$ 的原子轨道只有1s能级, $n=2$ 的原子轨道有2s、2p

两种,并且这两种轨道的能量不同,所以电子既可以从1s能级跃迁到2s能级,也可以从1s能级跃迁到2p能级,相应地,也就可以产生两条对应不同能量差的谱线。

- 【解析】**(1)氢气是一种清洁能源,所以A为氢元素;臭氧对紫外线有吸收作用,是保护地球地表环境的重要屏障,所以B为氧元素,其基态原子含有K层与L层2个能层,L层为第二能层,有2s、2p两个能级;氮、磷、钾是植物生长三要素, N_2O 俗名“笑气”,是早期医疗中使用的麻醉剂,所以C为氮元素;硫熔点低,加热易熔化,在氧气中燃烧,发出明亮的蓝紫色火焰,所以D为硫元素;日常生产和生活中常用的金属是铁、铜和铝,其中只有铁是人体不可缺少的微量元素,所以E为铁元素。

(2)氮和氢形成的原子个数比为1:2的化合物为 N_2H_4 ,氮和氧形成的原子个数比为1:2的化合物有 NO_2 和 N_2O_4 ,其中 N_2O_4 是无色气体, NO_2 是红棕色气体, N_2H_4 和 N_2O_4 反应生成无毒的 N_2 和 H_2O ,化学方程式为 $2N_2H_4 + N_2O_4 \xrightarrow{\text{点燃}} 3N_2 + 4H_2O$ 。

(3)工业上一般以黄铁矿(其主要成分是 FeS_2)为原料制备硫酸,其第一阶段的主要反应是煅烧黄铁矿,反应的化学方程式为 $4FeS_2 + 11O_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2Fe_2O_3 + 8SO_2$ 。

答案:(1)2 2s和2p $(+16) 2 8 6$

(2) $2N_2H_4 + N_2O_4 \xrightarrow{\text{点燃}} 3N_2 + 4H_2O$

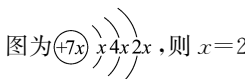
(3) $4FeS_2 + 11O_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2Fe_2O_3 + 8SO_2$

- 【解析】**(1)用光谱仪器摄取各种元素的电子的吸收光谱或发射光谱总称原子光谱,不同元素原子的吸收光谱或发射光谱不同,所以可以利用原子光谱上的特征谱线来鉴定元素。(2)电子跃迁产生光子与入射光子具有相关性,即入射光与辐射光的相位相同,如果这一过程能够在物质中反复进行,并且能用其他方式不断补充因物质产生光子而损失的能量,那么产生的光就是激光,与电子跃迁有关,故A错误;当碱金属及其盐在火焰上灼烧时,原子中的电子吸收了能量,从能量较低的轨道跃迁到能量较高的轨道,但处于能量较高轨道上的电子是不稳定的,很快跃迁回能量较低的轨道,这时就将多余的能量以光的形式放出,因而能使火焰呈现颜色,与电子跃迁有关,故B错误;原子光谱的产生是原子核外电子发生能级跃迁的结果,与电子跃迁有关,故C错误;燃烧放热是化学能转化为热能,与电子跃迁无关,故D正确;石墨是层状结构,层间有自由移动的电子,能导电与电子跃迁无关,故E正确。(3)Si原子核外有14个电子,K、L、M能层上分别有2、8、4个电子,所以电子占据的最高能层为M能层,该能层有3s、3p、3d3个能级,排有4个电子。

答案:(1)原子光谱 (2)DE (3)M 3 4

二 构造原理与电子排布式 电子云与原子轨道

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
答案	C	D	C	D	B	A	C	B	D	A

1. C 由构造原理可知, A 项中电子填入能级的正确顺序应为 $1s^2 2p^4 4s^2 3d^2$, 错误; B 项中电子填入能级的正确顺序应为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$, 错误; D 项中电子填入能级的正确顺序应为 $3p^4 4s^2 3d^2$, 错误。
2. D 金属阳离子的电子式即为其离子符号, 故 Na^+ 的电子式应为 Na^+ ; 简化电子排布式的“[]”中应为该元素上一周期的稀有气体元素, 故 Na 的简化电子排布式应为 $[\text{Ne}]3s^1$ 。
3. C C 应为 $3d^5 4s^1$ 。
4. D 根据构造原理可知, 锌元素原子的核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2$, 除 $3d^{10} 4s^2$ 外, 锌原子内层电子的排布与稀有气体原子 Ar 的电子排布相同, 因此锌的核外电子排布式可写为 $[\text{Ar}]3d^{10} 4s^2$ 。
5. B 电子云表示电子在核外单位体积的空间出现的概率大小, 不是表示电子运动的轨迹, A 错误, B 正确; 电子云图中的小点越密表示电子在核外空间出现的概率密度越大, C 错误; 钠原子的 $1s$ 、 $2s$ 、 $3s$ 电子云半径逐渐增大, D 错误。
6. A $3p$ 与 $2p$ 的原子轨道都是哑铃形, A 正确; 各电子层的能级都是从 s 能级开始, 但是不一定到 f 能级结束, 如第一电子层只有 s 能级, 无 f 能级, 第二电子层只有 s 、 p 能级, 无 f 能级, B 错误; s 能级的原子轨道数为 1, 则不同的能层所含的 s 能级的原子轨道数是相同的, C 错误; 各能层含有的原子轨道数为 n^2 , D 错误。
7. C 由题图可知, $2p_z$ 轨道上的电子在空间出现的概率分布呈 z 轴对称, 故 A 正确; 题图中的小点表示电子在核外空间出现机会的多少, 小点密集的地方, 表明电子出现的机会多, 故 B 正确; 电子运动是无规则的, 故 C 错误; $2p_z$ 轨道形状为哑铃形, 故 D 正确。
8. B 根据构造原理, 电子填充的先后顺序为 $ns < (n-2)f < (n-1)d < np$, 故能级能量大小关系为 $4f < 5d$, A 错误; V 元素是 23 号元素, 核外电子排布式为 $[\text{Ar}]3d^3 4s^2$, 其价层电子排布式: $3d^3 4s^2$, B 正确; 根据构造原理基态 Ca 原子的电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$, C 错误; Fe 为 26 号元素, 原子结构示意图为 , D 错误。
9. D 由三种元素价电子排布可知, X 为第 I A 族元素, Y 为 S 元素, Z 为 O 元素。 $\text{X}_2\text{Y}_2\text{Z}_3$ 中 Y 的化合价为 +2 价, S 元素有 +2 价, 故 A 不符合题意; X_2YZ_3 中 Y 的化合价为 +4 价, S 元素有 +4 价, 故 B 不符合题意; X_2YZ_4 中 Y 的化合价为 +6 价, S 元素有 +6 价, 故 C 不符合题意; XYZ_3 中 Y 的化合价为 +5 价, S 元素不存在 +5 价, 故 D 符合题意。
10. A 电子云表示的是电子在核外某处出现的概率, 不是电子运动后留下的痕迹, B 错误; 电子云是电子在核外运动的概率密度分布的形象化描述, 实际不存在, C 错误; 第一能层没有 p 能级, D 错误。
11. 【解析】A、B、C、D 是四种短周期元素, A 元素原子的结构示意图为 , 则 $x=2$, 故 A 为 Si 元素; A、B、C 为同周期元素, 即均处于第三周期, B 元素原子是同周期除稀有气体元素

原子外半径最大的元素原子, 则 B 为 Na 元素; C 元素原子 M 层 p 能级上有 3 个电子, 则其价层电子排布式为 $3s^2 3p^3$, 故 C 为 P 元素; 因 C、D 为同主族元素, 故 D 为 N 元素; E 是过渡元素, 其原子的价层电子排布式为 $3d^6 4s^2$, 故 E 为 Fe 元素, 共占据 7 个能级。

答案: (1) Si $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$ (或 $[\text{Ne}]3s^2 3p^2$) (2) Na $[\text{Ne}]3s^1$ (3) P $3s^2 3p^3$ (4) N (5) Fe 7

12. 【解析】(1) s 电子的原子轨道呈球形, 每个 s 能级有 1 个原子轨道; p 电子的原子轨道呈哑铃形, 每个 p 能级有 3 个原子轨道。

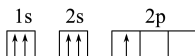
(2) ① Co 的原子序数是 27, 其基态原子核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^7 4s^2$ 或 $[\text{Ar}]3d^7 4s^2$; ② Cu 的原子序数是 29, 其基态原子核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$ 或 $[\text{Ar}]3d^{10} 4s^1$ 。

(3) R 原子的 $3p$ 能级上只有一个电子, 则价层电子排布式为 $3s^2 3p^1$, 则 R 为 Al 元素; Y 原子的核电荷数为 33, 则 Y 是 As 元素, 依据构造原理, 此元素的简化电子排布式是 $[\text{Ar}]3d^{10} 4s^2 4p^3$, 其 $4s$ 、 $4p$ 电子为其价层电子, 其价层电子排布式为 $4s^2 4p^3$ 。

答案: (1) 球 1 哑铃 3
(2) ① $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^7 4s^2$ (或 $[\text{Ar}]3d^7 4s^2$)
② $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$ (或 $[\text{Ar}]3d^{10} 4s^1$)
(3) Al $[\text{Ar}]3d^{10} 4s^2 4p^3$ $4s^2 4p^3$

三 泡利原理、洪特规则、能量最低原理

答案速查	题号	1	2	3	4	5	6
	答案	D	B	C	C	D	B
	题号	7	8	9	10	11	
	答案	D	A	C	C	A	

1. D 根据洪特规则, 填入简并轨道的电子总是先单独占且自旋平行, 故本题给出的电子排布式违背了洪特规则, 应写为 $1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1$ 。
2. B 由于泡利原理指的是一个原子轨道中最多只能容纳 2 个电子, 并且这 2 个电子的自旋方向必然相反, 所以只有选项 B 不满足此原理。
3. C 根据泡利原理可知 $3s$ 轨道最多排 2 个电子, A 正确; 由于 $4s$ 轨道能量比 $3d$ 轨道低, 根据能量最低原理可知该基态原子的电子排布式应为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^3 4s^2$, B 正确; 根据构造原理可知原子核外电子的填充顺序为 $\dots 4p$ 、 $5s$ 、 $4d$ 、 $5p$ 、 $6s$ 、 $4f$ 、 $\dots$, C 错误; 根据洪特规则可知, 电子尽可能地占据不同的轨道, 则基态 O 原子的电子排布式应为 $1s^2 2s^2 2p_x^2 2p_y^1 2p_z^1$, D 正确。
4. C s 轨道的电子云轮廓图是球形对称的, 在核外半径相同处任一方向上电子出现的概率相同, p 轨道电子云轮廓图为哑铃形, 故 A 正确; Cr 核外有 24 个电子, 根据构造原理书写 Cr 的价层电子排布式: $3d^5 4s^1$, 故 B 正确; 电子排布式 $(_{23}\text{V}) 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5$ 中, 由于 $4s$ 轨道的能量小于 $3d$, 应该先排布 $4s$ 轨道再排布 $3d$ 轨道, 正确的电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^3 4s^2$, 违反的是能量最低原理, 故 C 错误; 

5. D Na的简化电子排布式为 $[\text{Ne}]3s^1$,即上一周期的[稀有气体元素符号]+该原子价层电子排布。

6. B 价层电子排布式为 $3s^2 3p^4$ 的粒子是S原子,O原子的价层电子排布式为 $2s^2 2p^4$,A错误;S原子的电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$,B正确;硫和氢气化合生成的硫化氢在常温下是气体,C错误;当电子排布在同一能级的不同轨道时,总是优先单独占据一个轨道,且自旋平行,所以D项中的轨道表示式违背了洪特规则,D错误。

7. D 原子核外电子排布中,符合能量最低原理的核外电子排布的原子处于基态,4s能级的能量小于3d能级,所以基态Mn原子排列电子时,先排满4s能级再排3d能级,且电子排布要符合洪特规则。

$\begin{array}{|c|c|c|c|c|} \hline \uparrow & \uparrow & \uparrow & \uparrow & \uparrow \\ \hline \end{array}$ $\begin{array}{|c|} \hline \uparrow \\ \hline \end{array}$ 不符合洪特规则,A错误;

$\begin{array}{|c|c|c|c|c|} \hline \uparrow & \uparrow & \uparrow & \uparrow & \uparrow \\ \hline \end{array}$ $\begin{array}{|c|} \hline \uparrow \\ \hline \end{array}$ 不符合泡利原理,B错误;

$\begin{array}{|c|c|c|c|c|} \hline \uparrow & \uparrow & \uparrow & \uparrow & \uparrow \\ \hline \end{array}$ $\begin{array}{|c|} \hline \uparrow \\ \hline \end{array}$ 不符合洪特规则,C错误;

$\begin{array}{|c|c|c|c|c|} \hline \uparrow & \uparrow & \uparrow & \uparrow & \uparrow \\ \hline \end{array}$ $\begin{array}{|c|} \hline \uparrow \\ \hline \end{array}$ 符合能量最低原理、洪特规则,属于基态,D正确。

8. A 铁元素的原子序数为26,价电子排布式为 $3d^6 4s^2$,价电子轨道表示式为

$\begin{array}{|c|c|c|c|c|} \hline \uparrow & \uparrow & \uparrow & \uparrow & \uparrow \\ \hline \end{array}$ $\begin{array}{|c|} \hline \uparrow \\ \hline \end{array}$,基态铁原子价电子只有4

个成对电子,根据核外电子排布规律可以写出基态铬(Cr)原子的价电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$,所以基态铬(Cr)原子的价电子排布式是 $3d^5 4s^1$,未成对电子数为6,A正确;氮元素的原子核外

有7个电子,轨道表示式为

$\begin{array}{|c|} \hline \uparrow \\ \hline \end{array}$ $\begin{array}{|c|} \hline \uparrow \\ \hline \end{array}$ $\begin{array}{|c|c|c|} \hline \uparrow & \uparrow & \uparrow \\ \hline \end{array}$,B错误;碘为

53号元素,第五周期第ⅦA族元素,主族元素的价电子数等于族序数,故基态碘原子的价电子排布式为 $5s^2 5p^5$,C错误;基态K原子的电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$,违背了能量最低原理,D错误。

9. C 中子数为10的氧原子,质量数为18,符号表示为 $^{18}_8\text{O}$,A错误;氯原子核内质子数等于核外电子数,原子结构示意图为

$(+17) \begin{array}{c} 2 \\ 8 \\ 7 \end{array}$,B错误;Fe原子的价层电子排布式为 $3d^6 4s^2$,4s能

级上电子的能量低于3d能级,Fe失去的是4s能级上的2个电子,3d能级上的1个电子后得到 Fe^{3+} ,基态 Fe^{3+} 的价层电子排布式: $3d^5$,C正确;基态Cr原子的价层电子中,3d能级上5个电子、4s能级上1个电子,基态铬原子的价层电子轨道表示

式:

$\begin{array}{|c|c|c|c|c|} \hline \uparrow & \uparrow & \uparrow & \uparrow & \uparrow \\ \hline \end{array}$ $\begin{array}{|c|} \hline \uparrow \\ \hline \end{array}$,D错误。

10. C A项,L能层(M能层)只有1个未成对电子的可能是Li或F(Na或Cl),L能层(M能层)有2个未成对电子的可能是C或O(Si或S),错误;B项,X为Mg,Y可能为Ca、Sc、Ti、V、Mn、Fe、Co、Ni、Zn,错误;C项,X原子为C

$\begin{array}{|c|} \hline \uparrow \\ \hline \end{array}$ $\begin{array}{|c|c|c|} \hline \uparrow & \uparrow & \uparrow \\ \hline \end{array}$,

Y原子为Si

$\begin{array}{|c|} \hline \uparrow \\ \hline \end{array}$ $\begin{array}{|c|c|c|} \hline \uparrow & \uparrow & \uparrow \\ \hline \end{array}$,正确;D项,最外层只有一个电子

的原子如氢原子与碱金属元素原子,化学性质不相似,错误。

11. A 基态氮原子核外电子总数为7,2p轨道的3个电子应各

占据1个轨道,轨道表示式为

$\begin{array}{|c|} \hline \uparrow \\ \hline \end{array}$ $\begin{array}{|c|} \hline \uparrow \\ \hline \end{array}$ $\begin{array}{|c|c|c|} \hline \uparrow & \uparrow & \uparrow \\ \hline \end{array}$,此时最稳

定,若呈现

$\begin{array}{|c|} \hline \uparrow \\ \hline \end{array}$ $\begin{array}{|c|c|c|} \hline \uparrow & \uparrow & \uparrow \\ \hline \end{array}$ 结构,则能量增大,属于不稳定状

态,故A符合;钠原子:最外层电子由① $3s^1$ 轨道跃迁至② $3p^1$ 轨道,能量增大,故B不符合;Cr元素为24号元素,原子核外有24个电子,基态价层电子排布为① $3d^5 4s^1$,此时处于半满结构,能量最低,若价层电子排布为② $3d^4 4s^2$ 时,能量增大,故C不符合;根据洪特规则,碳原子2p轨道2个电子各占据1

个轨道时能量最低,故

$\begin{array}{|c|} \hline \uparrow \\ \hline \end{array}$ $\begin{array}{|c|c|c|} \hline \uparrow & \uparrow & \uparrow \\ \hline \end{array}$ 状态的能量低于

$\begin{array}{|c|} \hline \uparrow \\ \hline \end{array}$ $\begin{array}{|c|c|c|} \hline \uparrow & \uparrow & \uparrow \\ \hline \end{array}$ 状态的能量,故D不符合。

12. 【解析】根据核外电子排布规律判断,②电子排完2s轨道后应排能量较低的2p轨道而不是3p轨道,正确的电子排布式应为 $1s^2 2s^2 2p^6$,违背了能量最低原理。③没有遵循洪特规则,

3p轨道上正确的轨道表示式应为

$\begin{array}{|c|c|c|} \hline \uparrow & \uparrow & \uparrow \\ \hline \end{array}$ 。④忽略了能量

相同的原子轨道上电子排布为半充满状态时,体系的能量较低,原子较稳定,正确的电子排布式应为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$ 。⑦违反泡利原理,正确的轨道表示

式应为

$\begin{array}{|c|} \hline \uparrow \\ \hline \end{array}$ $\begin{array}{|c|} \hline \uparrow \\ \hline \end{array}$ $\begin{array}{|c|c|c|} \hline \uparrow & \uparrow & \uparrow \\ \hline \end{array}$ 。

答案:①⑤⑥ ②④ ③ ⑦

13. 【解析】X元素原子的L能层上s电子数等于p电子数,即其电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^2$,故X为碳元素,其原子核外共有6种不同运动状态的电子,有3种不同能级的电子。元素Y原子的最外层电子排布式为 $2s^2 2p^3$,则Y为氮元素。Z元素原子的M能层上有1个未成对的p电子,可能为Al或Cl,单质在常温、常压下是气体的是 Cl_2 ,故Z为Cl元素;W元素正一价离子与氩原子核外电子层结构相同,则W为钾元素;Q为Cr元素,基态原子电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$;R元素原子失去2个4s电子和1个3d电子后变成+3价离子,其原子的电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$,即R为26号元素Fe;根据题给信息,E元素原子的电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$,该元素为29号元素Cu,其原子的价层电子排布式为 $3d^{10} 4s^1$ 。

答案:(1)6 3 3 $3s^2 3p^5$

(2) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$ Fe $3d^{10} 4s^1$

(3)紫 激发态的电子从能量较高的轨道跃迁到能量较低的轨道时,以一定波长(可见光区域)的光的形式释放能量,发出不同颜色的光

攻克难点:核外电子排布的规范书写与应用

14. 【解析】(1)Ni原子序数为28,基态Ni原子电子排布式为 $[\text{Ar}] 3d^8 4s^2$ 。Ni失去4s能级上2个电子形成 Ni^{2+} ,价电子排布式为 $3d^8$ 。(2)基态 Fe^{2+} 的3d轨道上有6个电子,轨道表示式

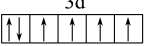
为

$\begin{array}{|c|c|c|c|c|} \hline \uparrow & \uparrow & \uparrow & \uparrow & \uparrow \\ \hline \end{array}$ 。(3)Ca的核外有20个电子,则基态Ca原

子电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 2p^6 4s^2$,价层电子排布式为 $4s^2$ 。

(4)S是16号元素,基态S原子的电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$,价层电子排布式为 $3s^2 3p^4$ 。(5)锑和磷同

族,铈位于第五周期第ⅤA族,其基态原子价电子排布式为 $5s^2 5p^3$ 。(6)Ga是31号元素,其核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^1$ 或 $[\text{Ar}]3d^{10} 4s^2 4p^1$ 。

答案:(1) $3d^8$ (2) (3) $4s^2$

(4) $3s^2 3p^4$ (5) $5s^2 5p^3$ (6) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^1$
(或 $[\text{Ar}]3d^{10} 4s^2 4p^1$)

15.【解析】(1)基态F原子共有9个核外电子,则每个电子都有对应的轨道和自旋状态,所以核外电子的运动状态有9种。

(2)基态Ti原子核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^2 4s^2$,价层电子排布式为 $3d^2 4s^2$;s轨道有一种空间运动状态,p轨道有三种空间运动状态,d轨道有五种空间运动状态,3d轨道只有两个电子,有两种空间运动状态,因此基态Ti原子的核外电子的空间运动状态有12种;核外有22个电子,就有22种运动状态。

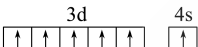
(4)基态Cu原子核外电子排布式为 $[\text{Ar}]3d^{10} 4s^1$,基态Cu原子核外有几个轨道,其核外电子就有几种空间运动状态,则基态Cu原子核外电子的空间运动状态有 $1+1+3+1+3+5+1=15$ 种。

答案:(1)9 (2) $3d^2 4s^2$ 12 22 (3)4 洪特规则 (4)15

16.【解析】(1)Ti位于第四周期,Ti的基态原子未成对电子数是2,与钛同周期的所有元素的基态原子中,未成对电子数与钛相同的元素有Ni、Ge、Se。

(3)基态铬原子价层电子排布式为 $3d^5 4s^1$,核外有6个未成对电子,基态镍原子价层电子排布式为 $3d^8 4s^2$,核外有2个未成对电子,则铬与镍的基态原子核外未成对电子数之比为3:1。

答案:(1)1 $4d^2 5s^2$ 3 (2)4 (3)3:1

(4) (5)B (6)4:5

17. (1)S Cl K Ca (2)①N 

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

四 原子结构与元素周期表

题号	1	2	3	4	5	6
答案	C	C	A	A	D	C
题号	7	8	9	10	11	
答案	A	A	A	C	A	

1. C A项中最外层为 $4s^1$ 的价层电子排布包括 $4s^1$ 、 $3d^5 4s^1$ 、 $3d^{10} 4s^1$;B项中 $3d^{10} 4s^n$ 的电子排布包括 $3d^{10} 4s^1$ 、 $3d^{10} 4s^2$ 等;C项中n为2,即 $2s^2 2p^6$;D项中n可能为2、3、4、5、6等。

2. C A、D项中组成化合物的元素均为主族元素,B项中组成化合物的元素均为副族元素。

3. A 根据Tl价层电子排布式可知Tl元素属于第六周期第ⅢA族,属于p区元素,所以A错误。

4. A 锌的原子序数为30,在周期表中处于第四周期第ⅡB族,在ds区,故A错误;基态Al原子核外电子占据的最高能级为3p能级,电子云轮廓图为哑铃形,故B正确;钪的原子序数为23,在周期表中处于第四周期第ⅤB族,其基态原子的核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^3 4s^2$,则钪的价层电子排布为 $3d^3 4s^2$,故C、D正确。

5. D s区的氢为非金属元素,d区和ds区全部为金属元素,p区包含大多数非金属元素。

6. C +3价离子的核外有23个电子,则原子核外有26个电子,26号元素是铁,位于第四周期Ⅷ族,位于d区。

7. A Se元素原子核外有34个电子,处于元素周期表中第16列,与O元素处于同一主族。Se元素的基态原子的电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^4$,共有8个能级,其价层电子排布式为 $4s^2 4p^4$,处于元素周期表的p区。

8. A d区中,族序数最大、原子序数最小的元素是Fe,它的+3价离子的价层电子排布为 $3d^5$,+2价离子的价层电子排布为 $3d^6$,所以+3价离子比+2价离子稳定,故A正确;第二周期p区内,p能级内电子最多的原子是Ne,半径最小的是F,故B错误;在ds区中,族序数最小、原子序数也最小的元素是Cu,Pb的活动性大于Cu,Cu与铅用导线相连,Pb作负极,不能保护铅不被氧化,故C错误;Hg是ds区元素,金属汞在常温下为液态,故D错误。

9. A 由题给信息推知Y为Si元素,W为C元素,基态X原子的2p轨道上有2个未成对电子,则X为O元素,Z原子的电子总数是其3d能级电子数的5倍,则Z为Mn元素,以此解答。W(C)与Z(Mn)都能和X(O)形成多种二元化合物,如CO、CO₂、MnO₂、Mn₂O₇等,故A正确;非金属性越强,简单氢化物越稳定, $X(\text{H}_2\text{O}) > W(\text{CH}_4) > Y(\text{SiH}_4)$,故B错误;基态X(O)的电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^4$,p轨道上有4个电子,故C错误;Z(Mn)属于元素周期表中d区元素,故D错误。

10. C 元素②和⑤均为p区,位于同一分区,A正确;s区(除元素①外)为碱金属元素,d区和ds区为过渡金属元素,都是金属元素,B正确;元素④为Zn,最外层只有2个电子,与其具有相同最外层电子数的元素可能在s区或ds区,C错误;元素③为Mn,基态原子的价层电子排布式为 $3d^5 4s^2$,价层电子的轨道表示式为,D正确。

11. A Y元素原子的价层电子排布式为 $ns^{(n-1)} np^{(n+1)}$,由 $n-1=2$ 可得 $n=3$,Y元素原子的价层电子排布式为 $3s^2 3p^4$,则Y元素位于第三周期第ⅥA族,Z位于第四周期第ⅤA族,价层电子排布式为 $4s^2 4p^3$,电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^3$ 。X、Y、Z最外层电子均填充在p轨道上,故X、Y、Z均位于p区。

12.【解析】(1)正确理解题意,明确按构造原理分区的含义即可,注意把握关键信息“……最后填入的电子的能级符号”。

(2)ds区元素基态原子的价层电子排布为 $(n-1)d^{10} ns^1$ 或 $(n-1)d^{10} ns^2$,而元素周期表内第6个纵列价层电子排布为 $(n-1)d^5 ns^1$ (钨除外),第7个纵列价层电子排布为 $(n-1)d^5 ns^2$,类比可知第6、7纵列可以放入ds区。

(3)4s轨道半充满,即为 $4s^1$,根据构造原理、洪特规则可知,该元素基态原子的电子排布可能为 $[\text{Ar}]4s^1$ (K)、 $[\text{Ar}]3d^5 4s^1$ (Cr)或 $[\text{Ar}]3d^{10} 4s^1$ (Cu),将三种元素分别标在元素周期表中的相应位置即可。

(4)根据各周期元素种数可知,第七周期0族元素的原子序数为 $2+8+8+18+18+32+32=118$ 。

(5)①钛位于第四周期第ⅣB族,价层电子排布式为 $3d^2 4s^2$,

轨道表示式为 $\begin{array}{|c|c|c|c|} \hline \uparrow & \uparrow & & \\ \hline \end{array}$ $\begin{array}{|c|} \hline \uparrow \\ \hline \end{array}$, Ti 的最高化合价=价层电子数=4。②原子价层电子排布式为 $3d^6 4s^1$ 的元素为铬元素。

答案: (1) 如图所示

(3) 见(1)中图 (4) 118

(5) ① $\begin{array}{|c|c|c|c|} \hline \uparrow & \uparrow & & \\ \hline \end{array}$ $\begin{array}{|c|} \hline \uparrow \\ \hline \end{array}$ 第四周期第ⅣB族 +4 ② 铬

五 元素周期律

题号	1	2	3	4	5	6
答案	C	D	C	C	B	D
题号	7	8	9	10	11	12
答案	D	C	C	B	B	D

- C** 同一周期主族元素的原子半径随着原子序数的增大而减小,由此可推知磷原子的半径在硅原子和硫原子之间,C项正确。
- D** 由核外电子排布式可知,②③④三种离子分别是 S^{2-} 、 O^{2-} 、 Cl^- ,能层结构相同的离子,核电荷数越大,离子半径越小;能层结构不相同的离子,能层越多,离子半径越大,则离子半径大小顺序为②>④>③>①。
- C** 同主族元素,从上到下,同价态离子半径逐渐增大,①②正确;能层结构相同的离子,随核电荷数增大,离子半径逐渐减小,③错误;不同价态的同种元素的离子,核外电子多的半径大,④错误。
- C** 根据 I_3 到 I_4 是突变,说明失去第四个电子很难,则前面三个电子是最外层,第四个电子是次外层,因此该元素的化合价为+3价。
- B** ①Al和Si位于同一周期且原子序数依次增大,由于同周期元素的第一电离能随着原子序数的增大而呈增大趋势,所以第一电离能: $Si > Al$; ②Mg和Ca位于同一主族且原子序数依次增大,由于同主族元素的第一电离能随着原子序数的增大而减小,所以第一电离能: $Mg > Ca$; ③N和O位于同一周期且原子序数依次增大,但N原子核外的2p轨道处于半充满状态,比较稳定,所以第一电离能: $N > O$ 。综上可知,满足题意的元素的原子序数之和为 $14+12+7=33$,故B项正确。
- D** 元素X的第一电离能到第二电离能发生了突变,原子的最外层有1个电子,常见化合价为+1价,则与氯形成化合物时,化学式可能为 XCl ,A、B正确;Y的 $I_3 \rightarrow I_4$ 发生了突变,说明Y的最外层有3个电子,为第ⅢA族元素,C正确;若Y处于第三周期,则为Al,不能与冷水反应,D错误。
- D** 元素的电负性用来描述不同元素的原子对键合电子吸引力的大小,所以利用元素电负性的大小能判断元素原子的得电子能力(电负性越大,元素原子得电子能力越强)、化学键的类别(两元素电负性差值小于1.7时一般形成共价键,大于1.7时一般形成离子键)、元素的活泼性(电负性越小,金属元素越

活泼;电负性越大,非金属元素越活泼)、元素在化合物中化合价的正负(电负性大的元素显负价,电负性小的元素显正价),但不能判断元素稳定化合价的数值。

- C** 同周期元素从左到右,原子序数依次增大,原子半径依次减小,非金属性依次增强,电负性依次增大。电负性大的元素在化合物中显负价,所以X和Y形成化合物时,X显负价,Y显正价,故A正确;同周期元素从左到右,第一电离能呈增大的趋势,但第ⅤA族元素的p轨道为半充满稳定结构,第一电离能大于第ⅥA族元素,第一电离能Y可能大于X,也可能小于X,故B正确;元素非金属性越强,其最高价氧化物对应的水化物的酸性越强,非金属性: $X > Y$,则X最高价氧化物对应的水化物的酸性强于Y最高价氧化物对应的水化物的酸性,故C错误;元素非金属性越强,气态氢化物越稳定,则气态氢化物的稳定性: $H_m Y < H_n X$,故D正确。
- C** 灰黑色晶体Y的导电性介于导体和绝缘体之间,应为Si元素,由转化关系可知,WZ为HCl,YW₄为SiH₄,则可知W为H元素,Q为O元素,X为Mg元素,Y为Si元素,Z为Cl元素。电子层数越多,半径越大,电子层结构相同时,序大径小,则离子半径: $Cl^- > O^{2-} > Mg^{2+}$,A正确;同周期从左至右电负性逐渐增大,根据次氯酸中氯元素呈+1价可知电负性: $O > Cl$,则电负性: $O > Cl > H$,B正确;同周期从左至右元素非金属性逐渐增强,其最高价氧化物对应水化物的酸性越强,则酸性: $H_2 SiO_3 < HClO_4$,C错误;元素的非金属性越强,其简单氢化物的稳定性越强,简单氢化物的稳定性: $O > Cl > Si$,D正确。
- B** A. 同周期主族元素从左向右原子半径减小(稀有气体除外),则原子半径: $Na > Al$,故错误;B. 同周期主族元素从左向右第一电离能增强,但是ⅡA族>ⅢA族,ⅤA族>ⅥA族,则第一电离能: $Al > Na$,故正确;C. 同周期主族元素从左向右电负性增大(稀有气体除外),则电负性: $Al > Na$,故错误;D. Na属于ⅠA族元素,有1个未成对电子,Al属于ⅢA族元素,有1个未成对电子,则基态原子未成对电子数: $Al = Na$,故错误。
- B** 第三周期Mg(或P)的3p能级为全空(或半充满)状态,较为稳定,Mg(或P)的第一电离能大于Al(或S),故A错误;同周期元素从左到右,电负性逐渐增大,B正确;同周期元素从左到右,原子序数逐渐增大,原子半径逐渐减小,C错误;同周期金属元素形成基态离子转移的电子数逐渐增多,非金属元素形成基态离子所需要的电子数逐渐减少,D错误。
- D** Li、Al、H三种元素中,H的电负性最大,所以LiAlH₄中H是-1价,该物质具有还原性,故A正确;O的电负性大于Cl,一般来说,元素的电负性越大,其非金属性越强,所以非金属性: $O > Cl$,故B正确;同周期主族元素从左到右,电负性逐渐增大,则电负性: $Al < Si < P$,即Si的电负性范围为1.5~2.1,故C正确;电负性: $P < Cl$,则P与Cl形成的化合物中P显正价,Cl显负价,故D错误。
- 【解析】**(1)①基态氮原子的电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^3$,其轨道表示式为 $\begin{array}{|c|} \hline \uparrow\downarrow \\ \hline \end{array}$ $\begin{array}{|c|} \hline \uparrow\downarrow \\ \hline \end{array}$ $\begin{array}{|c|c|c|} \hline \uparrow & \uparrow & \uparrow \\ \hline \end{array}$;占据最高能级为2p,其电子云轮廓图为哑铃形;②NH₃分子中,与N原子相连的H显正电性,则N、H电负性大小顺序为 $N > H$; (2)①上述氧化物所涉及的元素中,处于元素周期表中p区的元素是Al、O; ②同一

主族从上到下,第一电离能逐渐减小,则 Mg、Ca 第一电离能的大小为 $Mg > Ca$; O 的价层电子排布为 $2s^2 2p^4$,失去一个电子后,2p 能级达到半充满的结构,相对稳定; N 的价层电子排布为 $2s^2 2p^3$,为半充满的结构,相对稳定,不易失去电子,故第一电离能: $O < N$; (3) ①基态 Fe 原子的核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$ 或 $[Ar] 3d^6 4s^2$,铁在元素周期表中位于第四周期第Ⅷ族; ② Li^+ 与 H^- 具有相同的电子层数,原子序数越小,离子半径越大,则离子半径: $r(Li^+) < r(H^-)$ 。

答案: (1) ① $\begin{array}{|c|c|c|} \hline \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow \\ \hline 1s & 2s & 2p \\ \hline \end{array}$ 哑铃 ② $N > H$

(2) ①Al、O ② $Mg > Ca$ O 的价层电子排布为 $2s^2 2p^4$,失去一个电子后,2p 能级达到半充满的结构,相对稳定; N 的价层电子排布为 $2s^2 2p^3$,为半充满的结构,相对稳定,不易失去电子

(3) ① $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$ (或 $[Ar] 3d^6 4s^2$) 第四周期第Ⅷ族 ② $<$

攻克难点:元素周期律的综合应用

14. (1) $>$ $>$ (2) $>$ $>$ (3) $<$ $<$ (4) $>$ $>$ (5) $>$

15. $I_1(O) > I_1(S)$,氧原子半径小,原子核对最外层电子的吸引力大,不易失去一个电子

16. Cu Cu 的第一电离能失去的是 $4s^1$ 电子,第二电离能失去的是 $3d^{10}$ 的电子, Zn 的第一电离能失去的是 $4s^2$ 电子,第二电离能失去的是 $4s^1$ 的电子,失去 2 个电子后 Zn^{2+} 的 $3d^{10}$ 电子处于全充满状态

17. Mn^{2+} 的 3d 轨道电子排布为半充满状态,比较稳定

18. 【解析】(1) Cu^+ 的价层电子排布式为 $3d^{10}$, Fe^+ 的价层电子排布式为 $3d^6 4s^1$, Cu^+ 失去的是 $3d^{10}$ 上的电子,而 Fe^+ 失去的是 $4s^1$ 上的电子, $3d^{10}$ 为全充满,更稳定,所以 $I_2(Cu)$ 大于 $I_2(Fe)$ 。(3) 同周期元素从左到右,元素的第一电离能一般是逐渐增大的,但 As 原子的价层电子排布式为 $4s^2 4p^3$,其 4p 能级处于半充满的较稳定状态,故 As 元素的第一电离能反常,三种元素的第一电离能由大到小的顺序为 $As > Se > Ga$ 。(4) ①③分别是基态锌原子和铜原子的电子排布式,②④分别是锌原子和铜原子失去一个电子后的电子排布式,由同一元素的第二电离能大于第一电离能,及原子轨道处于全充满状态时失电子更难,知失去 1 个电子所需能量由大到小的顺序是 ④ $>$ ② $>$ ① $>$ ③。

答案: (1) Cu 的价层电子排布式为 $3d^{10} 4s^1$,失去一个电子后价层电子排布式为 $3d^{10}$,全充满,较稳定

(2) $Al < Si < S < P$ 同周期主族元素从左到右,第一电离能呈增大趋势, P 的 3p 轨道半充满,第一电离能大于 S

(3) $As > Se > Ga$ (4) A

19. 【解析】(1) 一般情况下,金属元素的电负性小于非金属元素,且元素的金属性越强,其电负性越小,因此 $K_4[Fe(CN)_6]$ 所含元素电负性由大到小的顺序为 $N > C > Fe > K$ 。(2) 同周期从左往右,元素的电负性逐渐增大, H 的电负性小于 C,故 $H_2NCH_2CH_2NH_2$ 分子中各元素的电负性由小到大的顺序为 $H < C < N$ 。

答案: (1) $N > C > Fe > K$

(2) $H < C < N$

20. $O > Si > Fe > Mg$ +2

21. 【解析】(1) 已知电负性: $H > Si$,则 H 吸引电子的能力比 Si 强, $SiHCl_3$ 中 H 显 -1 价, Si 显 +4 价,因此 $SiHCl_3$ 水解时除生成硅酸和 HCl 外,其 -1 价的 H 还和 H_2O 中 +1 价的 H 反应生成氢气,故其水解的化学方程式为 $SiHCl_3 + 3H_2O = H_2SiO_3 \downarrow + 3HCl + H_2 \uparrow$ 。(2) 该分子中所有元素为 H、B、C、N、F,根据同一周期从左往右电负性依次增大,同一主族从上往下电负性依次减小,电负性由大到小的顺序为 $F > N > C > H > B$ 。

答案: (1) $SiHCl_3 + 3H_2O = H_2SiO_3 \downarrow + 3HCl + H_2 \uparrow$

(2) $F > N > C > H > B$

微专题突破(一) 元素“位—构—性”关系相互推断

答案速查	题号	1	2	3	4	5
	答案	B	C	A	D	D
	题号	6	7	8	9	10
	答案	C	C	D	B	C

1. B 1~18 号元素中的四种元素的简单离子 W^{3+} 、 X^+ 、 Y^{2-} 、 Z^- 都具有相同的电子层结构,则 W 和 X 是金属元素,且在元素周期表中 W 位于 X 的右侧, Y 和 Z 是非金属元素,在元素周期表中位于 W 和 X 的上一周期,其中 Z 位于 Y 的右侧。同周期元素从左到右金属性逐渐减弱,非金属性逐渐增强,即金属性: $X > W$,非金属性: $Z > Y$,所以元素的第一电离能: $X < W$,原子半径: $X > W$,离子的还原性: $Y^{2-} > Z^-$,氢化物的稳定性: $H_2Y < HZ$ 。

2. C X、Y、Z 和 W 是原子序数依次增大的短周期元素, X 有 4 个价键, Y 有 3 个价键, Z 有 2 个价键, X、Y、Z 和 W 是原子序数依次增大的短周期元素, W 的原子半径大于 Z 的原子半径,说明 Z 在 W 的上一周期,且 W 形成 1 个共价键,则 X、Y、Z、W 分别是 C、N、O、Cl。根据同电子层结构核多径小,则半径: $O^{2-} < N^{3-}$,故 A 错误;碳可以形成相对分子质量很大的烃,其沸点很高,故碳形成的氢化物的沸点可能高于氮形成氢化物的沸点,故 B 错误;同周期从左到右,金属性减弱,非金属性变强,元素的电负性变强;同主族由上而下,金属性增强,非金属性逐渐减弱,元素电负性减弱;元素的电负性: $Z > W$,故 C 正确; $HClO$ 的酸性弱于 H_2CO_3 的酸性,故 D 错误。

3. A 宇宙中含量最多的元素是 H,最高价含氧酸具有强氧化性的是 N,基态原子价层电子数是其内层电子数 3 倍的为 O, Z 为 S。电负性: $O > N > S$, A 正确;第一电离能: $N > O > H$, B 错误;原子半径: $S > N > O$, C 错误;简单气态氢化物的稳定性: $H_2O > NH_3 > H_2S$, D 错误。

4. D 根据元素在周期表中的位置可判断出: R 为 Ar、Z 为 Br、Y 为 S、W 为 P、X 为 N。 Br_2 在常温下为液体,而 S 和 P 在常温下为固体,所以五种元素的单质中,不是 Br_2 的沸点最高, A 错误; S^{2-} 的电子层结构与 Ar 相同,而 Br^- 的电子层结构与 Ar 不相同, B 错误; N 的电负性大于 P 的电负性, C 错误;同周期,从左到右,元素的第一电离能呈增大趋势,但第ⅤA族的第一电离能大于第ⅥA族,第ⅡA族的第一电离能大于第ⅢA族,所以第一电离能大小关系为 $Ar > P > S$, D 正确。

5. D 电负性: $O > Cl > Al$, A 错误; $Al(OH)_3$ 显两性,氮元素的氧化物对应的水化物 HNO_3 、 HNO_2 均显酸性, B 错误;含 Al

元素的盐溶液可能呈酸性(如 AlCl_3),也可能呈碱性(如 $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$),C 错误; Al^{3+} 和 O^{2-} 的电子层结构相同,核电荷数越大,离子半径越小,D 正确。

6. C X 的基态原子中 s 能级与 p 能级上的电子数相等,X 是 O 元素;离子化合物 YR 可用于调味和食品保存,Y 是 Na 元素、R 是 Cl 元素;A 与盐酸反应放出的气体能使品红溶液褪色,则气体为 SO_2 ,A 为 Na_2SO_3 ,Z 是 S 元素。O 与 S 形成的三原子分子是 SO_2 , SO_2 为酸性氧化物,故 A 正确;简单离子半径: $\text{Na}^+ < \text{Cl}^- < \text{S}^{2-}$,故 B 正确;Z、R 的简单气态氢化物分别是 H_2S 、 HCl ,非金属性: $\text{Cl} > \text{S}$,故简单气态氢化物稳定性: $\text{HCl} > \text{H}_2\text{S}$,故 C 错误;O、Na、S、Cl 中,Na 是活泼金属,易失电子,Na 的第一电离能最小,故 D 正确。

7. C 元素的非金属性越强,其简单氢化物的稳定性越强,非金属性: $\text{W} > \text{Y}$,所以对应气态氢化物的稳定性: $\text{Y} < \text{W}$,A 错误;离子的电子层数越多,其离子半径越大,W 离子核外有 2 个电子层、Z 离子核外有 3 个电子层,所以离子半径: $\text{W} < \text{Z}$,B 错误; XZW 为 NaClO ,钠离子和次氯酸根离子之间存在离子键,次氯酸根离子中氯原子和氧原子之间存在共价键,所以 NaClO 中含有离子键和共价键,C 正确;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越强,非金属性: $\text{Y} < \text{Z}$,则 Y 的最高价氧化物对应的水化物的酸性比 Z 的弱,D 错误。

8. D X 为 H;Y 的 5 个轨道上都有电子,Y 可能为第二周期的 N、O、F;Z 有 3 个未成对电子,Z 可能为第二周期的 N 或第三周期的 P,故 Y 是 O 或 F,Z 是 P;Q 的单质和 NaOH 发生歧化反应生成两种盐,Q 为第三周期的 Cl,确定 Y 是 O,不是与 C 同族的 F;R 的 L 和 M 层的电子数相同,未排 3d,在第四周期又不是副族,所以是 Ca,综上,X 为 H 元素、Y 是 O 元素、Z 是 P 元素、Q 为 Cl 元素、R 是 Ca 元素。A. Y 和 R 形成的化合物 CaO_2 中含有非极性共价键,故 A 错误;B. X 是 H 元素,Q 是 Cl 元素,基态原子的未成对电子数均为 1,故 B 错误;C. Ca 是金属元素,其电负性小于 Cl、P,同周期主族元素自左而右电负性增大,可知电负性: $\text{Cl} > \text{P}$,则元素电负性: $\text{Cl} > \text{P} > \text{Ca}$,故 C 错误;D. 根据第一电离能变化规律, $\text{Cl} > \text{P}$,故 D 正确。

9. B X 为 N 元素、Y 为 Al 元素、Z 为 Si 元素、W 为 Cl 元素。元素非金属性: $\text{Si} < \text{Cl}$,则最高价氧化物对应的水化物的酸性: $\text{H}_2\text{SiO}_3 < \text{HClO}_4$,A 正确;氮气能与一些金属反应,如 N_2 能与 Mg 反应生成 Mg_3N_2 ,B 错误; NH_3 与 HCl 反应生成固体 NH_4Cl ,会产生白烟,C 正确;工业上电解熔融 Al_2O_3 冶炼金属 Al 单质,D 正确。

10. C X、Y、Z 三种短周期元素,X 与 Y 同周期,Y 原子核外 s 能级上的电子总数与 p 能级上的电子总数相等,则 Y 原子电子排布式可能为 $1s^2 2s^2 2p^4$ 或 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$,为氧或镁元素,X、Y 的质子数之和等于 Z 的质子数,则 Y 为氧元素,X 的第一电离能比同周期相邻两原子小,X 为硼元素,那么 Z 为铝元素。原子半径: $\text{Al} > \text{B} > \text{O}$,A 错误;X 的最高价氧化物对应的水化物为硼酸,是一种弱酸,B 错误;Y 的氢化物为过氧化氢或水,其中氢元素化合价能降低,氧元素化合价能升高,则既具有氧化性又具有还原性,C 正确;Z 的氯化物为氯化铝,属于共价化合物,D 错误。

11. 【解析】A 是元素周期表中原子半径最小的元素,A 是 H 元

素;C 与 A 可形成 10 电子分子,C 元素原子的最外层电子数是内层电子总数的 3 倍,C 为 O 元素;B 元素原子最外层电子的 p 能级上的电子处于半充满状态,B 的价层电子排布式为 $ns^2 np^3$,且 B 的原子序数小于 C,B 为 N 元素; D_3B 中阴、阳离子具有相同的电子层结构,D 为 Na 元素;C、F 位于同一主族,F 为 S 元素;G 是比 F 原子序数大的短周期主族元素,G 为 Cl 元素;E 元素原子的最外层电子数比最内层电子数多 1,即最外层电子数为 3,E 的原子序数介于 D 和 F 之间,E 为 Al 元素。

(1) E 为 Al 元素,基态 Al 原子的核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$ 。(2) F 为 S 元素,S 原子的价层电子轨道表示式为 $\begin{array}{|c|c|c|} \hline \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow & \uparrow \\ \hline 3s & 3p & \end{array}$ 。(3) F、G 分别为 S、Cl 元素,S、Cl 都是

第三周期元素,同周期元素从左到右,元素的非金属性逐渐增强,最高价含氧酸的酸性逐渐增强,故酸性: $\text{HClO}_4 > \text{H}_2\text{SO}_4$ 。

(4) D^+ 为 Na^+ , B^{3-} 为 N^{3-} , Na^+ 与 N^{3-} 具有相同的电子层结构,核电荷数越大,离子半径越小,离子半径: $\text{D}^+ < \text{B}^{3-}$ 。B、C 分别为 N、O 元素,第一电离能: $\text{B}(\text{N}) > \text{C}(\text{O})$ 。C、F 分别为 O、S 元素,同主族元素从上到下电负性逐渐减小,电负性: $\text{C}(\text{O}) > \text{F}(\text{S})$ 。(5) A、C 分别为 H、O 元素,H 与 O 形成的原子个数比为 1:1 的分子为 H_2O_2 ,即 X 的电子式为

$\text{H}:\ddot{\text{O}}:\ddot{\text{O}}:\text{H}$ 。Cu、稀硫酸与 H_2O_2 反应制备 CuSO_4 的离子方程式为 $\text{Cu} + 2\text{H}^+ + \text{H}_2\text{O}_2 = \text{Cu}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

答案:(1) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$ (2) $\begin{array}{|c|c|c|} \hline \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow & \uparrow \\ \hline 3s & 3p & \end{array}$ (3) HClO_4

(4) $<$ $>$ $>$

(5) $\text{H}:\ddot{\text{O}}:\ddot{\text{O}}:\text{H}$ $\text{Cu} + 2\text{H}^+ + \text{H}_2\text{O}_2 = \text{Cu}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$

六 共价键

题号	1	2	3	4	5	6
答案	B	A	A	C	A	B
题号	7	8	9	10	11	
答案	C	C	B	D	B	

1. B 一般电负性相差不大的非金属元素原子之间易形成共价键。
2. A 硫原子有两个未成对电子,根据共价键的饱和性,形成的氢化物为 H_2S ,A 项正确;两原子轨道发生重叠后,电子在两核间出现的概率增大,但两核间电子是绕两核运动的,B 错误;H 原子中 s 轨道为球形,无方向性,C 错误;两个原子轨道发生重叠后,只有共用电子对在两核之间绕两个原子核运动,D 项错误。
3. A 由共价键的饱和性可知:C、Si 均形成 4 个共价键,H 形成 1 个共价键,N 形成 3 个共价键,O、S 均形成 2 个共价键。A 项中 O 原子间是双键,且每个氧原子与 1 个氢原子再形成 1 个单键,即每个氧原子形成 3 个共价键,与其饱和性不相符。
4. C σ 键是“头碰头”式重叠,因此两原子间只能形成 1 个 σ 键,其余为 π 键,B 正确;两个 p 轨道能“头碰头”或“肩并肩”重叠,则两个 p 轨道能形成 σ 键、 π 键,C 错误;H 原子只能形成单键为 σ 键,O 原子可以形成单键或双键,双键中含 σ 键和 π 键,D 正确。
5. A ① NH_3 中存在 $\text{H}-\text{N}$,只有 σ 键,故错误;② N_2 的结构为 $\text{N}\equiv\text{N}$,含有 σ 键和 π 键,N 原子与 N 原子之间为非极性键,故

正确;③H₂O中只存在H—O,即只有σ键,故错误;④HCl的结构式为H—Cl,只存在σ键,故错误;⑤C₂H₄中的氢原子和碳原子之间存在共价单键、碳原子和碳原子之间存在共价双键,含有σ键和π键,碳原子与碳原子之间为非极性键,故正确;⑥C₂H₂中的氢原子和碳原子之间存在共价单键、碳原子和碳原子之间存在共价三键,所以含有σ键和π键,碳原子与碳原子之间为非极性键,故正确。

6. B H₂S中只含有σ键,A错误;H₂S是共价化合物,电子式为H: $\ddot{\text{S}}$:H,B正确;由结构可知,S₈分子中只含有非极性共价键,C错误;H₂分子中含有s—s σ键,D错误。

7. C 该分子中只有共价单键,则分子中只有σ键,没有π键,故A错误;分子中只有极性键,没有非极性键,故B错误;由结构可知,硫原子最外层超过了8电子,故C正确;一个SF₅—CF₃分子中有94个电子,则0.1 mol SF₅—CF₃分子中电子数为9.4 mol,故D错误。

8. C H₂O是共价化合物,电子式为H: $\ddot{\text{O}}$:H,A错误;单键都是σ键,三键中含有1个σ键,1个H₂N—C≡N分子中含4个σ键,2个π键,故σ键与π键的个数之比为2:1,B错误,C正确;1个CO(NH₂)₂分子中只有1个双键,其余为单键,故1个CO(NH₂)₂分子中含有1个π键,D错误。

9. B 基态O原子最外层有6个电子,其中两个是未成对电子,要想达到8电子稳定结构还需要2个电子,所以能形成2个共价键,A正确;共价键有饱和性,O原子最外层有6个电子,要想达到8电子稳定结构还需要2个电子,所以不能形成H₃O分子,B错误;共价单键为σ键,共价双键、共价三键中含有σ键和π键,根据双氧水分子结构式知,该分子中不存在π键,C正确;共价三键中含有1个σ键、2个π键,根据氮气分子结构式知,该分子中存在1个σ键和2个π键,D正确。

10. D N—N键是非极性键,A项不正确;1个X分子中存在12个共用电子对,11个σ键,B、C项均不正确;X分子中只有共价键,故X是共价化合物,D项正确。

11. B 根据题图中该分子的结构可知该物质的分子式为C₃H₂O₃,1个分子中含有4个C—O、1个C=C、2个C—H、1个C=O,其中单键均为σ键,双键中含有1个σ键和1个π键,因此分子中含8个σ键,故A错误,B正确;该分子中的C—H、C—O等为极性键,C=C为非极性键,故C错误;未给出CO₂所处的状态,不能根据其物质的量计算体积,故D错误。

12. 【解析】(1)该分子中有6个C—H、2个C—C、1个C=C、1个C≡C,单键全是σ键,双键中有1个σ键和1个π键,三键中有1个σ键和2个π键,故该分子中共有10个σ键和3个π键。(2)①X、Y、Z元素的符号分别是O、C、Si。②CO₂分子的结构式为O=C=O,故其中含2个σ键、2个π键。

答案:(1)10 3 (2)①O C Si ②2 2

13. 【解析】(1)形成的化学键属于轴对称的:两个s轨道以“头碰头”方式发生重叠形成稳定的σ键,s轨道与p轨道以“头碰头”方式发生重叠形成稳定的σ键,两个p轨道以“头碰头”方式发生重叠形成稳定的σ键;故选①②③。(2)方式①两个s轨道以“头碰头”方式发生重叠形成稳定的σ键,故为氢气,选D;方式②s轨道与p轨道以“头碰头”方式发生重叠形成稳定的σ键,故为氯化氢,选B;方式③两个p轨道以“头碰头”方

式发生重叠形成稳定的σ键,故为氯气,选A;同时含有③、④、⑤三种方式化学键的物质是氮气,两个氮原子通过2p轨道形成σ键,同时p轨道以“肩并肩”的方式形成2个π键,选C。

(3) $\text{CH}_2=\text{CH}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$ 中存在碳氢键、碳碳双键、碳碳单键、碳氧双键、碳氧单键、氢氧键,在一个该分子中有8个σ键,碳碳双键、碳氧双键中各有1个π键,碳碳单键为非极性键。

答案:(1)①②③ (2)D B A C (3)8 2 有

七 键参数——键能、键长与键角

答案速查	题号	1	2	3	4	5
	答案	A	D	B	A	D
	题号	6	7	8	9	10
	答案	D	B	B	D	B

1. A 键长是形成共价键的两个原子之间的核间距,故键长大小受成键原子半径大小影响,卤素原子半径:F<Cl<Br<I,故卤化氢分子键长由小到大的顺序为H—F<H—Cl<H—Br<H—I,故A项正确。

2. D 形成共价键的两个原子的核间距叫键长,A项不正确;键能的大小取决于成键原子的电负性,与键的极性无必然联系,B项不正确;键能越大,分子越稳定,C项不正确,D项正确。

3. B 物质的键长越短、键能越大,则断开化学键吸收的能量越多,所以该物质越稳定,A正确;键角是描述分子空间结构的重要参数,表明了共价键具有方向性,与分子的多种性质有关,B错误;共价键有方向性,沿轨道方向重叠可产生最大重叠,形成的键最稳定,所以分子内不同化学键之间存在一定的夹角,可以判断分子结构和形状,C正确;σ键“头碰头”重叠为轴对称,π键“肩并肩”重叠为镜面对称,D正确。

4. A CO₂是直线形分子,键角为180°,CH₄是正四面体形,键角为109°28',H₂O是V形结构,键角为105°,NH₃为三角锥形结构,键角为107°,则键角:CO₂>CH₄>NH₃>H₂O,A错误;半径:Si>P>S>O,所以键长:Si—H>P—H>S—H>O—H,B正确;同一主族从O到Se,原子半径逐渐增大,键长:O—H<S—H<Se—H,故对应氢化物分子中的键能依次减小,C正确;乙烯碳碳双键中有1个σ键和1个π键,σ键为p轨道头碰头,重叠程度大,π键为p轨道肩并肩,重叠程度小,所以σ键键能大于π键,D正确。

5. D 一般来说,原子半径越小,化学键键长越短,同周期元素从左到右原子半径逐渐减小,键长:O—H<N—H<C—H,A正确;σ键为“头碰头”重叠,重叠程度大,π键为“肩并肩”重叠,重叠程度小,C₂H₄中碳碳键的键能:σ键>π键,B正确;NH₃为三角锥形,键角为107°,CH₄为正四面体形,键角为109°28',故键角:NH₃<CH₄,C正确;稀有气体单质属于单原子分子,不含σ键,D错误。

6. D PCl₃分子若是平面正三角形,键角应为120°。

7. B HI分子中共价键是由不同种非金属元素形成的,属于极性共价键,A错误;反应热等于断键吸收的能量与成键放出的能量的差值,设断开1 mol HI分子中的化学键所需能量为x kJ,可得到-a=b+c-2x,解得x= $\frac{a+b+c}{2}$,所以断开2 mol

HI 分子中的化学键所需能量为 $(c+b+a)$ kJ, B 正确; 该反应是放热反应, 则相同条件下, 1 mol $\text{H}_2(\text{g})$ 和 1 mol $\text{I}_2(\text{g})$ 的总能量大于 2 mol HI (g) 的总能量, C 错误; 该反应是可逆反应, 则向密闭容器中加入 2 mol $\text{H}_2(\text{g})$ 和 2 mol $\text{I}_2(\text{g})$, 充分反应后放出的热量小于 $2a$ kJ, D 错误。

8. B 观察表中数据发现, 键长由短到长的顺序为 $\text{O}_2^+ < \text{O}_2 < \text{O}_2^- < \text{O}_2^{2-}$, 键能大小顺序为 $w > z > y > x$ 。则键长短者, 键能较大。

9. D $2\text{N}_2 \rightleftharpoons \text{N}_4$ 为吸热反应, N_2 的能量低, 则图中 A 为 N_2 , 2 mol N_2 的总能量低于 1 mol N_4 的总能量, A、B 错误; 键能越大越稳定, 故 N_2 更稳定, C 错误; 反应 $2\text{N}_2 \rightleftharpoons \text{N}_4$, 根据反应 $\Delta H = \text{反应物键能} - \text{生成物的键能} = 2 \times 946 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} - 193 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \times 6 = +734 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 2 mol N_2 变成 1 mol N_4 需要吸收能量 734 kJ, D 正确。

10. B 该分子中 5 个 P—Cl 键的键长不都相同, 所以键能不完全相同, A 错误; PCl_5 的二溴代物 PCl_3Br_2 中 Br 的位置有 3 种情况: 2 个 Br 位于中间正三角形平面 ($\angle \text{Br}-\text{P}-\text{Br} = 120^\circ$), 1 个 Br 在中间正三角形平面、1 个 Br 在顶点 ($\angle \text{Br}-\text{P}-\text{Br} = 90^\circ$), 2 个 Br 都在顶点 ($\angle \text{Br}-\text{P}-\text{Br} = 180^\circ$), B 正确; 上下两个顶点 Cl 与中心 P 原子形成的键角为 180° , 中间平面正三角形内 $\angle \text{Cl}-\text{P}-\text{Cl}$ 为 120° , 上(或下)顶点 Cl 与 P、平面正三角形上的 Cl 形成的 $\angle \text{Cl}-\text{P}-\text{Cl}$ 为 90° , 所以键角 ($\angle \text{Cl}-\text{P}-\text{Cl}$) 有 90° 、 120° 、 180° 三种, C 错误; P 形成 5 个共用电子对, 所以 PCl_5 中 P 原子的最外层电子数为 10, 不满足 8 电子稳定结构, D 错误。

11. 【解析】(1)①由题意可知石墨烯就是石墨中的一层, 石墨是碳元素形成的一种单质, 分子中只存在 C—C, 属于非极性键。②根据石墨烯的结构可知石墨烯中的键角为 120° 。③由图可看出每个碳原子能与三个碳原子形成单键, 故能形成 3 个 σ 键。(2)反应中有 4 mol N—H 断裂, 即有 1 mol N_2H_4 参加反应, 生成 1.5 mol N_2 , 则形成的 π 键有 3 mol。(3)①Si—Si 的键长比 Si—C 的键长长, 则 Si—Si 的键能比 Si—C 的键能小。②由题图可知 H—H 的键能为 $436 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 每千克 H_2 燃烧(生成水蒸气)放出的热量约为 $\frac{1\,000 \text{ g}}{2 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times (463 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \times 2 - 436 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} - 498 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \times \frac{1}{2}) = 120\,500 \text{ kJ}$; 每摩尔硅完全燃烧放出的热量约为 $368 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \times 4 \text{ mol} - 498 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \times 1 \text{ mol} - 226 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \times 2 \text{ mol} = 522 \text{ kJ}$ 。

答案: (1)①非极性 ② 120° ③3 (2)3 (3)①>
②120 500 kJ 522 kJ

八 分子结构的测定 多样的分子空间结构

答案速查	题号	1	2	3	4	5	6
	答案	C	D	D	C	D	C
	题号	7	8	9	10	11	
	答案	B	D	C	B	D	

1. C 组成分子的各种基团都有自己特定的红外特征吸收峰, 利用红外光谱对有机化合物分子进行测试并记录, 可以清晰地记录出不同基团的吸收峰, 所以可初步判断该有机物分子拥有的

化学键和官能团种类。

2. D 有机物样品中的质荷比的最大值为该物质的相对分子质量, 从图中可知该有机物的相对分子质量为 16, 即为 CH_4 。

3. D 质谱图中的质荷比最大的值对应的就是未知物的相对分子质量, D 项正确。

4. C 氢气是由两个 H 原子构成的直线形分子, A 正确; 氯化氢是由 H 和 Cl 构成的直线形分子, Cl 原子半径大于 H 原子半径, B 正确; 水分子是由 1 个氧原子通过单键连接 2 个 H 原子构成的 V 形分子, C 错误; 甲烷是由 1 个碳原子与 4 个氢原子构成的正四面体形分子, 碳原子半径大于氢原子半径, D 正确。

5. D H_2O 为 V 形分子, CO_2 为直线形分子, CH_2O (甲醛) 为平面三角形分子, 而 CH_4 为正四面体形分子, 只有 CH_4 分子中的所有原子不可能共处于同一平面上。

6. C 根据共价键的方向性和饱和性, 每个磷原子都以 3 个共价键与其他 3 个磷原子结合, 从而形成正四面体结构, 键角为 60° 。

7. B H_2O 分子键角为 105° , CO_2 分子键角为 180° , CH_2O 键角为 120° , NH_3 分子键角为 107° 。

8. D NH_3 分子为三角锥形分子, N 原子位于三角锥形的顶点, A 项错误; CCl_4 分子为正四面体形分子, B 项错误; H_2O 分子为 V 形结构, C 项错误; CO_2 分子为直线形, C 原子位于 2 个 O 原子连线的中央, D 项正确。

9. C a、b 分子式相同, 具有不同的特性, 说明结构不同, 属于不同物质, 二者互为同分异构体, A、B 错误; a 和 b 的空间结构若是平面四边形, 两个氯原子存在相邻和相间之分, 不是同种物质; 与题意相符, C 正确; a 和 b 的空间结构若是四面体形, 两个氯原子不存在相邻和相间之分, 结构相同是同种物质, 与题意不符, D 错误。

10. B 由题干信息可知, 硫化碳的中心原子是碳, 结构式为 $\text{O}=\text{C}=\text{S}$, 中心碳原子价层电子排布式为 $2s^2 2p^2$, 属于直线形分子, 故 B 项正确。

11. D 红外光谱图中给出的化学键有 C—H、O—H 和 C—O 三种, A、C 项正确; 由质谱图可知, 该有机化合物分子的相对分子质量为 46, B 项正确; 若 A 为 $\text{CH}_3-\text{O}-\text{CH}_3$, 则无 O—H, 与所给红外光谱图不符, D 项错误。

12. 【解析】(1) CO_2 的空间结构是直线形, H_2O 的空间结构是 V 形。(2) 甲醛 (HCHO) 分子呈平面三角形, 氨分子呈三角锥形, 白磷分子呈正四面体形。

(3) CH_4 分子呈正四面体形。

答案: (1) 直线 V (2) 平面三角 三角锥 平面三角 120° 三角锥 107° 正四面体 60°

(3) 四面体 $109^\circ 28'$

13. 【解析】由题意可推出 D、E、X、Y、Z 分别为 C、N、Si、S、Cl。HClO 中氧原子是中心原子, 价层电子的轨道表示式为 $\begin{array}{c} 2s \quad 2p \\ \uparrow\downarrow \quad \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \end{array}$ 。SiCl₄ 是正四面体形结构, 键角为 $109^\circ 28'$; 元素的非金属性越强, 其最简单氧化物的热稳定性越高。

答案: (1) $\text{H}-\text{Cl} \quad \begin{array}{c} 2s \quad 2p \\ \uparrow\downarrow \quad \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \end{array}$

(2) $3s^2 3p^4$ (3) SiCl₄ $109^\circ 28'$ (4) CH_4 NH_3

九 价层电子对互斥模型

答案速查	题号	1	2	3	4	5	6
	答案	D	B	C	D	D	D
	题号	7	8	9	10	11	
	答案	A	C	B	A	C	

1. **D** 红外光谱可以测定分子中化学键及官能团, A 正确; 空间结构与价层电子对相互排斥有关, 所以分子中价层电子对相互排斥决定了分子的空间结构, B 正确; 中心原子上的孤电子对也要占据中心原子周围的空间并互相排斥, 且孤电子对间的排斥力 > 孤电子对和成键电子对间的排斥力, C 正确; 分子的稳定性与键角没有关系, D 错误。

2. **B** O_3 分子中, 中心原子上的价层电子对数为 $2 + \frac{6-2 \times 2}{2} = 3$; H_2S 分子中, 中心原子上的价层电子对数为 $2 + \frac{6-2 \times 1}{2} = 3$; SO_2 分子中, 中心原子上的价层电子对数为 $2 + \frac{6-2 \times 2}{2} = 3$; SO_3 分子中, 中心原子上的价层电子对数为 $3 + \frac{6-2 \times 3}{2} = 3$, B 项符合题意。

3. **C** 价层电子对数是 σ 键电子对数与中心原子上的孤电子对数之和, 中心原子上的孤电子对数是指没有成键的价电子对数, 其与中心原子价层电子总数、与中心原子结合的原子最多能接受的电子数及与中心原子结合的原子数有关, A、B、D 项错误。

4. **D** SeS_3 中的中心 Se 原子价层电子对数是 $3 + \frac{6-3 \times 2}{2} = 3$, 无孤电子对, 因此 SeS_3 的分子空间结构是平面三角形, 故合理选项是 D。

5. **D** H_2S 中 S 原子价层电子对数为 $2 + \frac{1}{2} \times (6-2 \times 1) = 4$, H_2S 的空间结构为 V 形; NH_4^+ 中 N 的价层电子对数为 $4 + \frac{1}{2} \times (5-1-4 \times 1) = 4$, NH_4^+ 的空间结构为正四面体形。

6. **D** ① CO_2 中碳原子价层电子对个数为 $2 + \frac{4-2 \times 2}{2} = 2$ 且不含孤电子对, 价层电子对互斥模型、空间结构都是直线形, 故①正确; ② CO_3^{2-} 中碳原子价层电子对个数为 $3 + \frac{4+2-3 \times 2}{2} = 3$ 且不含孤电子对, 价层电子对互斥模型、空间结构都是平面三角形, 故②错误; ③ SO_3 中硫原子价层电子对个数为 $3 + \frac{6-3 \times 2}{2} = 3$ 且不含孤电子对, 价层电子对互斥模型、空间结构都是平面三角形, 故③错误; ④ SO_4^{2-} 中硫原子价层电子对个数为 $4 + \frac{6+2-4 \times 2}{2} = 4$ 且不含孤电子对, 价层电子对互斥模型、空间结构都是正四面体形, 故④正确。

7. **A** N 原子的 2p 轨道半满, 能量低, 稳定, 失去电子更难, 第一电离能反常, 所以第一电离能: $\text{N} > \text{O}$, A 正确; 基态 N 原子的轨道表示式为 $\begin{array}{|c|c|c|} \hline 1s & 2s & 2p \\ \hline \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow\uparrow \\ \hline \end{array}$, B 错误; 水分子的 VSEPR 模型为正四面体形, C 错误; NH_3 分子的空间结构为三角锥形, D 错误。

8. **C** 由图可知, X 为平面三角形结构, 其碳原子应该有 3 个价层电子对, 其组成为 CH_3^+ , A 项正确、C 项错误; Y 为三角锥形, 其碳原子有 4 个价层电子对, 故其组成为 CH_3^- , 键角小于 120° , B、D 项正确。

9. **B** A 项, 若为 PCl_3 , 则分子为三角锥形, 错误; B 项, BCl_3 满足需求, 其分子为平面正三角形, 正确; C 项, 若分子为 SO_3 , 则为平面正三角形, 错误; D 项, 分子不一定为 NH_3 , 也可能为 NF_3 等, 错误。

10. **A** R 的空间结构为三角锥形, BF_3 中心原子价层电子对数为 $3 + \frac{3-3 \times 1}{2} = 3$, 其空间结构是平面三角形, 因此其空间结构与 BF_3 不相同, 故 A 错误; PH_3 、 NH_3 都为三角锥形, 键角小于 $109^\circ 28'$, 而 N 的电负性大, 吸引电子的能力比 P 强, 因此 NH_3 共用电子对之间的排斥力比 PH_3 共用电子对之间的排斥力大, 其键角大, 所以键角: $\text{PH}_3 < \text{NH}_3 < 109^\circ 28'$, 故 B

正确;  可能为 NH_3 , 根据第 V A 族元素原子的特点得

到 R 可以是 PH_3 或 AsH_3 , 故 C 正确; R 分子的中心原子上有三对成键电子和一对孤电子对, 价层电子对数为 4, 故 D 正确。

11. **C** R 中两种阳离子分别是 H_3O^+ 、 NH_4^+ , 二者的中心原子的 VSEPR 模型都是正四面体形, 中心原子的价层电子对数都是 4, 都是共价键, H_3O^+ 、 NH_4^+ 的空间结构分别为三角锥形、正四面体形。

12. 【解析】(1) BBr_3 分子 B 的价层电子对数为 3, 没有孤电子对, 所以空间结构为平面正三角形, $\text{Br}-\text{B}-\text{Br}$ 的键角是 120° 。(2) SO_2 中心硫原子价层电子对数为 3, VSEPR 模型为平面

三角形; 光气分子的结构式为 $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{Cl}-\text{C}-\text{Cl} \end{array}$, 碳原子有 3 个 σ 键, 没有孤电子对, 故 COCl_2 为平面三角形。(3) NO_2^- 分子中 N 的价层电子对数为 3, 有 1 对孤电子对, 所以空间结构是 V 形。(4) KNO_3 中 NO_3^- 的空间结构为平面三角形, CO_3^{2-} 与 NO_3^- 空间结构相同。(5) SnBr_2 分子中, Sn 原子的价层电子对数是 $\frac{4-2 \times 1}{2} + 2 = 3$, 配位原子数为 2, 含有一个孤电子对, SnBr_2 空间结构为 V 形, 键角小于 120° 。

答案: (1) 120° (2) 平面三角形 平面三角形

(3) V 形 (4) 平面三角形 CO_3^{2-} (答案合理即可) (5) <

13. 【解析】VSEPR 模型的判断方法: 在分子中当 $n+m=2$ 为直线形分子; 当 $n+m=3$ 时, 如果没有孤电子对时为平面三角形, 如果有孤电子对时为 V 形; 当 $n+m=4$ 时, 如果没有孤电子对时为四面体形, 如果有一对孤电子对时为三角锥形, 如果有两对孤电子对时为 V 形。所以水分子中 $n+m=4$, 且有两对孤电子对, 所以是 V 形结构, 又由于孤电子对的作用力强于成键的共用电子对, 所以使其角度小于 $109^\circ 28'$ 。

答案: (1)

$n+m$	2	4
VSEPR 理想模型	直线形	正四面体形
价层电子对之间的理想键角	180°	$109^\circ 28'$

(2) CO_2 属于 AX_2E_0 , $n+m=2$, 故为直线形

(3) V形 水分子属于 AX_2E_2 , $n+m=4$, VSEPR 理想模型为正四面体形, 价层电子对之间的夹角均为 $109^\circ 28'$, 根据 III 中的 i, 应有 $\angle H-O-H < 109^\circ 28'$

十 杂化轨道理论简介

答案速查	题号	1	2	3	4	5	6
	答案	D	D	D	A	A	C
	题号	7	8	9	10	11	
	答案	B	A	C	B	B	

- D** 杂化过程中, 原子轨道总数不变, 即杂化轨道的数目与参与杂化的原子轨道数目相等, 杂化后轨道的形状发生变化, A 正确; sp^3 、 sp^2 与 sp 杂化轨道的空间结构分别为四面体形、平面三角形和直线形, 因此其杂化轨道的夹角分别为 $109^\circ 28'$ 、 120° 和 180° , B 正确; 部分四面体形、三角锥形和 V 形分子的结构可以用 sp^3 杂化轨道解释, 如甲烷分子、氨分子、水分子, C 正确; 杂化轨道可以部分参与形成化学键, 如 NH_3 中 N 原子采取 sp^3 杂化, 形成了 4 个 sp^3 杂化轨道, 但是只有 3 个杂化轨道参与形成化学键, D 错误。
- D** A 项, 杂化轨道的空间结构为直线形, 夹角为 180° , 共有 2 个杂化轨道, 为 sp 杂化, 错误; B 项, 未形成杂化轨道, 错误; C 项, 杂化轨道的空间结构为正四面体形, 共有 4 个杂化轨道, 为 sp^3 杂化, 错误; D 项, 杂化轨道的空间结构为平面三角形, 夹角为 120° , 共有 3 个杂化轨道, 为 sp^2 杂化, 正确。
- D** 碳原子中的 2s 轨道与 2p 轨道形成 4 个等性的杂化轨道, 因此碳原子最外层上的 4 个电子分占在 4 个 sp^3 杂化轨道上并且自旋平行。
- A** 乙烯分子中存在 4 个 C—H 和 1 个 C=C, 碳原子上没有孤电子对, 成键电子对数为 3, 则 C 原子采取 sp^2 杂化, 碳氢键是 sp^2 杂化轨道形成的 σ 键, 碳碳双键中有 1 个是 sp^2 杂化轨道形成的 σ 键, 还有 1 个是未参加杂化的 2p 轨道形成的 π 键, A 项正确。
- A** CH_4 分子中的 sp^3 杂化轨道是由碳原子的 1 个 2s 轨道和 3 个 2p 轨道杂化形成, A 错误。杂化轨道用于形成 σ 键或用于容纳未参与成键的孤电子对, B 正确。 SF_2 分子的中心原子 S 的价层电子对数为 $2 + \frac{1}{2} \times (6 - 2 \times 1) = 4$, 所以中心原子的杂化轨道类型为 sp^3 杂化; C_2H_6 分子的中心原子 C 连有 4 个 σ 键, 无孤电子对, 所以中心原子的杂化轨道类型为 sp^3 杂化, C 正确。苯分子中的 6 个碳原子全部以 sp^2 方式杂化, 每个碳原子形成 3 个 sp^2 杂化轨道, 其中 1 个与氢原子形成 σ 键, 另外 2 个与相邻碳原子形成 σ 键, 每个碳原子剩余 1 个未杂化的 2p 轨道, 6 个碳原子中未杂化的 2p 轨道共同形成 1 个大 π 键, D 正确。
- C** NH_4^+ 、 NH_3 、 NH_2^- 含有的电子数均为 10, A 正确; NH_4^+ 、 NH_3 、 NH_2^- 三种微粒中氮原子的杂化方式均为 sp^3 杂化, B 正确; NH_4^+ 为正四面体形, NH_3 为三角锥形, NH_2^- 为 V 形, C 错误; NH_4^+ 、 NH_3 、 NH_2^- 三种微粒的键角大小关系为 $NH_4^+ > NH_3 > NH_2^-$, D 正确。
- B** H_2O_2 分子中 O 原子形成 2 个 σ 键, 含有 2 对孤电子对, 所以 O 原子为 sp^3 杂化, A 错误; CO_2 分子为直线形, C 原子为 sp

杂化, B 正确; BF_3 分子中 B 原子形成 3 个 σ 键, 没有孤电子对, B 原子为 sp^2 杂化, C 错误; CH_3COOH 分子的羧基中 C 原子形成 3 个 σ 键, 没有孤电子对, 采取 sp^2 杂化, 但甲基中 C 原子形成 4 个 σ 键, 没有孤电子对, 采取 sp^3 杂化, D 错误。

- A** 氮的最高价氧化物为 N_2O_5 , 根据 N 元素的化合价为 +5 和原子组成, 可知阴离子为 NO_3^- 、阳离子为 NO_2^+ , NO_2^+ 中 N 原子价层电子对数为 $2 + \frac{1}{2} \times (5 - 1 - 2 \times 2) = 2$, 因此杂化方式为 sp , 阳离子空间结构为直线形, A 项正确。
- C** 某 XY_2 分子属于 V 形分子, 如果 X 原子采用 sp^3 杂化, 则 X 原子含有 2 个孤电子对, 如果 X 原子采用 sp^2 杂化, 则 X 原子含有 1 个孤电子对, 据此分析解答。 XY_2 分子属于 V 形分子, X 原子可能采用 sp^3 杂化, 如 OF_2 , 可能采用 sp^2 杂化, 如 SO_2 , A、B 错误; 如果 X 原子上没有孤电子对, 该分子中 X 价层电子对个数是 2, 则该分子为直线形分子而不是 V 形分子, 所以要使该分子为 V 形分子, 则 X 原子上一定存在孤电子对, C 正确; 如果 X 原子含有 2 个孤电子对, 则 VSEPR 模型为四面体形, D 错误。
- B** HCN 的价层电子对数 $= 2 + \frac{4 - 3 - 1}{2} = 2$, sp 杂化, 直线形分子, NH_3 的价层电子对数 $= 3 + \frac{5 - 1 \times 3}{2} = 4$, sp^3 杂化, 为三角锥形, NO_3^- 的价层电子对数 $= 3 + \frac{5 - 3 \times 2 + 1}{2} = 3$, sp^2 杂化, 为平面三角形, 空间结构各不相同, 中心原子的杂化方式有三种, A 正确; CO_2 的价层电子对数 $= 2 + \frac{4 - 2 \times 2}{2} = 2$, sp 杂化, 为直线形结构, C_2H_4 中的 C 原子形成 3 个 σ 键且无孤电子对, sp^2 杂化, 为平面结构, 碳原子杂化方式不相同, 结构中碳原子都呈双键, B 错误; H_2O 的价层电子对数 $= 2 + \frac{6 - 1 \times 2}{2} = 4$, sp^3 杂化, 有两对孤电子对, 分子为 V 形, CH_4 的价层电子对数 $= 4 + \frac{4 - 1 \times 4}{2} = 4$, sp^3 杂化, 无孤电子对, 分子为正四面体形, H_3O^+ 的价层电子对数 $= 3 + \frac{6 - 1 \times 3 - 1}{2} = 4$, sp^3 杂化, 有一对孤电子对, 为三角锥形, VSEPR 模型相同, 空间结构不同, C 正确; 金刚石、 C_{60} 是碳元素的不同单质, 互为同素异形体, C 原子排列方式不同, 性质也不同, D 正确。
- B** H_2O 中的 H—O 键是 s-s p^3 σ 键, 而非 p-p σ 键, A 错误; 根据价层电子对互斥理论, Cl_2O 中 O 原子周围的孤电子对数为 $\frac{1}{2} \times (6 - 2 \times 1) = 2$, 还含有 2 个成键电子对, 因此其 VSEPR 模型为四面体形, H_2O 中 O 原子周围的孤电子对数为 $\frac{1}{2} \times (6 - 2 \times 1) = 2$, 还含有 2 个成键电子对, 因此其 VSEPR 模型为四面体形, $HClO$ 中 O 原子周围的孤电子对数为 $\frac{1}{2} \times (6 - 2 \times 1) = 2$, 还含有 2 个成键电子对, 因此其 VSEPR 模型为四面体形, 反应中各分子的 VSEPR 模型均为四面体形, B 正确; Cl 的原子半径大于 H, Cl—O 键长应大于 H—O 键长, C 错误; $HClO$ 中 Cl 的最外层电子数为 7, 其 1 个价电子与 O 形成共价键, 剩余 6 个价电子形成 3 个孤电子对, D 错误。

12.【解析】(1)AsCl₃ 中 As 原子价层电子对数为 4,含有 1 个孤电子对,As 的杂化方式为 sp³ 杂化,AsCl₃ 分子的空间结构为三角锥形。(2)CS₂ 的结构式为 S=C=S,C 原子形成 2 个双键,无孤电子对,呈直线形,所以 C 为 sp 杂化。(3)I₃⁺ 中 I 原子为中心原子,则其孤电子对数为 $\frac{1}{2} \times (7-1-2 \times 1) = 2$,且其形成了 2 个 σ 键,中心原子采取 sp³ 杂化,空间结构为 V 形。

答案:(1)三角锥形 sp³ (2)sp (3)V 形 sp³

13.【解析】(1)NH₃ 分子中氢原子最外层电子数不为 8,PCl₅ 中 P 原子最外层电子数大于 8 个,PCl₃ 价层电子对数为 4,所有原子的最外层电子数都是 8 个,空间结构为三角锥形。(2)由题图可知,PCl₅ 分子中无孤电子对,而且分子中均为 σ 键,无 π 键,所以 A、B 正确。PCl₅ 分子中 Cl—P—Cl 键角有 90°,120°,180°。(3)N 原子最外层无 d 轨道,不能发生 sp³d 杂化,故无 NCl₅。(4)根据题目信息 NH₅ 应为 NH₄H,所以氢元素化合价有 +1 价和 -1 价,该化合物中含有铵根离子,其中氮原子为 sp³ 杂化。

答案:(1)PCl₃ 三角锥形 (2)AB (3)N 原子最外层无 d 轨道,不能发生 sp³d 杂化,故无 NCl₅ (4)+1 -1 sp³

攻克难点(1):分子空间结构的判断

14.【解析】(3)NH₃ 分子中 σ 键数为 3,孤电子对数为 1,价层电子对数为 4,N 原子采用 sp³ 杂化,分子空间结构为三角锥形,N₂H₄ 中氮原子与 NH₃ 中氮原子杂化类型相同,均为 sp³ 杂化。

答案:(1)①V 形 ②直线形 ③三角锥形 ④平面三角形
(2)120° sp² 正四面体形 (3)三角锥形 sp³ (4)正四面体形 sp³

15.【解析】(2)SO₃ 的三聚体环状结构中,S 原子形成 4 个 σ 键,则 S 原子采取 sp³ 杂化。

答案:(1)3 V 形 sp² (2)sp³

16.【解析】(1)若 AB_n 型分子的中心原子上有一对孤电子对,当 n=2 时,中心原子价层电子对数为 3,因此中心原子采取 sp² 杂化,分子空间结构为 V 形,当 n=3 时,中心原子价层电子数为 4,因此中心原子采取 sp³ 杂化,分子空间结构为三角锥形;(2)ClO⁻、ClO₂⁻、ClO₃⁻、ClO₄⁻ 含有的价层电子对数均是 4 个,都为 sp³ 杂化,含有的孤电子对数分别是 3、2、1、0,因此离子的空间结构分别为直线形、V 形、三角锥形、正四面体形。

答案:(1)V 形 sp² 三角锥 sp³
(2)直线 V 三角锥 正四面体

17.【解析】(1)①HCN 中的 C 原子采取 sp 杂化,键角为 180°;②SiF₄ 中 Si 原子杂化轨道数为 4,采取 sp³ 杂化,键角为 109°28';③H₂O 中 O 原子杂化轨道数为 4,采取 sp³ 杂化,含有 2 个孤电子对,分子为 V 形结构,键角为 105°;④CO₃²⁻ 中 C 原子的杂化轨道数为 3,C 原子采取 sp² 杂化,分子为平面三角形结构,键角为 120°。所以各粒子按键角由大到小的顺序排列为①④②③。(2)由题图结构可知,每个硫原子形成 2 个共价键,且含有 2 个孤电子对,S 原子的杂化轨道数为 4,故硫原子采取 sp³ 杂化。

答案:(1)①④②③ (2)sp³

18.【解析】(1)CH₃NH₃⁺ 中 N 原子形成 4 个 σ 键,N 原子上没有

孤电子对,N 的价层电子对数为 4;NH₃ 分子中 N 原子上的孤电子对数为 $\frac{1}{2} \times (5-3 \times 1) = 1$,σ 键电子对数为 3,N 的价层电子对数为 4;由于孤电子对对较大的斥力,即孤电子对对 H—N 的排斥力更大,故 CH₃NH₃⁺ 中 H—N—H 的键角比 NH₃ 中 H—N—H 的键角大。(2)电负性一定程度上相当于得电子能力,得电子能力越强,电负性越大,所以电负性大小顺序为 F>O>Cl;根据 VSEPR 模型有 $2 + \frac{6-2 \times 1}{2} = 4$,去掉

2 个孤电子对,OF₂ 分子的空间结构是 V 形。(3)已知 (CH₃)₃Ga 分子的空间结构为平面三角形,则其中心原子镓原子的杂化方式是 sp² 杂化。

答案:(1)大 CH₃NH₃⁺ 中 N 形成 4 个 σ 键,而 NH₃ 分子中 N 有 1 个孤电子对,孤电子对对 H—N 的排斥力更大,H—N—H 的键角变小

(2)F>O>Cl V 形 (3)sp² 杂化

攻克难点(2):键角大小的比较

19. SiO₂ 中中心 Si 原子采取 sp³ 杂化,键角为 109°28';CO₂ 中中心 C 原子采取 sp 杂化,键角为 180°

20. ①< H₂O 中中心 O 原子采取 sp³ 杂化,键角约为 105°;CS₂ 中中心 C 原子采取 sp 杂化,键角为 180° ②> ③>

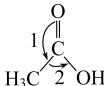
21. SiH₄>PH₃>H₂S SiH₄ 分子中无孤电子对,PH₃ 分子中含有 1 个孤电子对,H₂S 分子中含有 2 个孤电子对,孤电子对对成键电子对的排斥作用依次增大,故键角逐渐减小

22. > 氧原子上有 2 对未成键的孤电子对,且为 C=O 双键,对 C—H 形成较大的斥力

23. > 中心原子的电负性 A 强于 B,中心原子的电负性越大,成键电子对离中心原子越近,斥力越大,键角也越大

24. ①> 中心原子的电负性 N 强于 P,中心原子的电负性越大,成键电子对离中心原子越近,斥力越大,键角也越大 ②< F 的电负性比 H 大,NF₃ 中成键电子对离中心原子较远,斥力较小,因而键角也较小

25.【解析】(1)BF₃ 为 sp² 杂化,键角为 120°,CCl₄ 为 sp³ 杂化,键角为 109°28',故 BF₃ 中键角大于 CCl₄ 中键角;(2)H₂O 中 O 原子有 2 对孤电子对,H₃O⁺ 中 O 原子有 1 对孤电子对,因为孤电子对间的排斥力>孤电子对与成键电子对间的排斥力>成键电子对间的排斥力,导致 H₃O⁺ 中 H—O—H 键角比

H₂O 中 H—O—H 键角大;(3)乙酸分子()中键角

1>键角 2,原因在于 C=O 键与 C—C 键的斥力大于 C—C 键和 C—O 键的斥力。

答案:(1)大于 (2)H₂O 中 O 原子上有 2 对孤电子对,H₃O⁺ 中 O 原子上只有 1 对孤电子对,排斥力较小 (3)大于

C=O 键与 C—C 键的斥力大于 C—C 键和 C—O 键的斥力
(4)小于 PH₃ 与 PO₄³⁻ 中中心 P 原子都采取 sp³ 杂化,PO₄³⁻ 中无孤电子对,PH₃ 分子中含有 1 个孤电子对,孤电子对对成键电子对的排斥作用较大,因而键角较小

(5)小 SeO₄²⁻ 中中心 Se 原子采取 sp³ 杂化,键角为 109°28',SeO₃ 中中心 Se 原子采取 sp² 杂化,键角为 120°

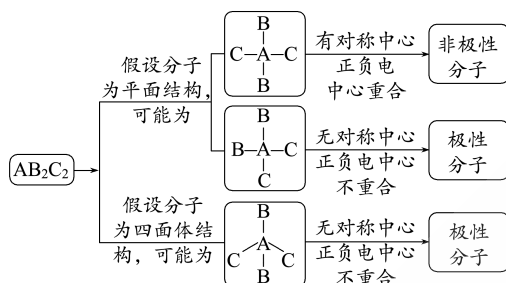
十一 共价键的极性

答案速查	题号	1	2	3	4	5
	答案	C	B	C	B	B
	题号	6	7	8	9	10
	答案	B	A	C	A	D

1. C 电负性是元素的原子吸引电子能力的一种相对标度,元素的电负性愈大,吸引电子的倾向愈大。若两种原子的电负性不同,吸引电子的能力不同,形成的化学键为极性键,所以利用电负性数值可以预测化学键的极性,故选 C。

2. B CCl_4 是由极性键构成的非极性分子, N_2 是由非极性键构成的非极性分子, A 错误; BF_3 和 CO_2 都是由极性键构成的非极性分子, B 正确; PCl_3 和 H_2O 、 SO_2 和 NH_3 都是极性键构成的极性分子, C、D 错误。

3. C



4. B S_2Cl_2 分子中 S 原子之间形成 1 对共用电子对, Cl 原子与 S 原子之间形成 1 对共用电子对, 结合分子结构可知 S_2Cl_2 的结构式为 Cl-S-S-Cl , 电子式为: $\text{Cl}:\ddot{\text{S}}:\ddot{\text{S}}:\ddot{\text{Cl}}:$, 故 A 错误; S_2Cl_2 中 Cl-S 属于极性键, S-S 属于非极性键, 结构不对称, 为极性分子, 故 B 正确、C 错误; 同周期元素从左到右原子半径逐渐减小, 所以氯原子半径小于硫原子半径, 键长越短, 键能越大, 所以分子中 S-Cl 键能大于 S-S 键能, 故 D 错误。

5. B 带静电的玻璃棒靠近纯液体流后, B 液体流发生偏离, 说明 B 液体的分子有极性, 故 A 是非极性分子, B 是极性分子。

6. B 烷基越长推电子效应越大, 使羧基中羟基极性变小, 羧酸酸性越弱, 故酸性: 乙二酸 > 己二酸, A 正确; -Cl 为吸电子基团, C-Cl 个数越多, 使得羧基中的羟基极性越大, 酸性越强, 一元酸的酸性: 一氯乙酸 < 二氯乙酸, B 错误; -F 和 -Cl 均为吸电子基团, 甲基为推电子基团, F-C 的极性大于 Cl-C 的极性, 使得 FCH_2COOH 中的羟基的极性 > ClCH_2COOH 中的羟基的极性 > CH_3COOH 中的羟基的极性, 从而使得酸性: $\text{FCH}_2\text{COOH} > \text{ClCH}_2\text{COOH} > \text{CH}_3\text{COOH}$, C 正确; 氮气中的 $\text{N}=\text{N}$ 键能较大, 导致氮气化学性质稳定, 一般不易与其他物质反应, 而白磷中的 P-P 的键能较小, 使白磷性质活泼, 易发生自燃等化学变化, D 正确。

7. A 推电子效应: $-\text{C}_{21}\text{H}_{31} > -\text{CH}_3$, 故酸性: $\text{C}_{21}\text{H}_{31}\text{COOH} < \text{CH}_3\text{COOH}$, A 项正确; C、H、O 三种元素中, O 元素的电负性最大, B 项错误; DHA 中, 碳原子存在 sp^2 和 sp^3 两种杂化方式, C 项错误; DHA 中存在 $-\text{CH}_3$ 结构, 故所有原子不可能共面, D 项错误。

8. C 由于乙基等烷基是推电子基团, 则乙基使羟基中氢氧键极性减弱, 使得 O-H 更难断裂, 所以乙醇和钠反应不如钠和水反应剧烈, A 正确; 烷基越长推电子效应越大, 使羧基中羟基极

性变小, 羧酸酸性越弱, 所以酸性大小: 甲酸 > 乙酸 > 丙酸, B、D 正确; 氟原子电负性较大, 使 $-\text{CF}_3$ 基团中碳的正电性增强, 具有吸电子作用, C 错误。

9. A HOF 中心原子为 O, 与 H、F 通过共用电子对形成共价键, 电子式为 $\text{H}:\ddot{\text{O}}:\ddot{\text{F}}:$, A 正确; H_2O_2 空间结构为半开书页形, 正负电中心不重合, 属于极性分子, B 错误; 反应①中 F-F 非极性键断裂, 但没有非极性键的形成, C 错误; F 的电负性大于 O, HOF 中 F 表现为 -1 价, O 为 0 价, H 为 +1 价, 生成物 HF 中 F 还是一价, F 的化合价没有变化, 反应②中氧化剂为 HOF, 还原剂为 H_2O , H_2O_2 既是氧化产物也是还原产物, HF 既不是氧化产物也不是还原产物, D 错误。

10. D N 和 O 两种原子属于不同非金属元素的原子, 它们之间形成的共价键是极性键, A 项错误; 因为该分子中 N-N-N 键角都是 108.1° , 所以该分子中四个氮原子不可能共平面, B 项错误; 由该分子的空间结构可知, 分子空间结构不对称, 是极性分子, C 项错误; 该物质分子中氮原子之间的共价键都是单键, 故均为 σ 键, D 项正确。

11. 【解析】(1) HCOOH 显酸性, H_2O 呈中性, 说明 HCOOH 分子中存在吸电子基团, 能使 -OH 上的 H 原子活性增强而使该物质的酸性大于水, HCOOH 中含有一 CHO, 属于吸电子基团。

(2) CH_3COOH 的酸性弱于 HCOOH , 说明 CH_3COOH 分子中存在推电子基团, 能减弱 -OH 上 H 原子的活性而使该物质的酸性减弱, CH_3COOH 中含有一 CH_3 , - CH_3 属于推电子基团。

(3) $-\text{C}_6\text{H}_5$ 属于吸电子基团, $-\text{CH}_3$ 属于推电子基团, 故 $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ 的酸性比 CH_3COOH 的酸性强。

答案: (1) 吸 -CHO (2) 推 - CH_3 (3) 强

(4) CF_3COOH

12. 【解析】由题信息可知: $\mu=0$, 表示分子正、负电中心重合, 是非极性分子; $\mu \neq 0$, 表示分子正、负电中心不重合, 是极性分子。

(1) 中只能选 CS_2 , 它是一个对称的直线形分子。(2) 中, 从对称性角度看, 对位 > 间位 > 邻位, 故 μ 由大到小的顺序为邻 > 间 > 对。(3) 中 AB_3 型分子的结构只有两种可能, 故前者为三角锥形(极性分子), 后者为高度对称的平面三角形(非极性分子)。(4) GeCl_4 化合物的空间结构和 CCl_4 相似。

答案: (1) CS_2 (2) 邻硝基氯苯 > 间硝基氯苯 > 对硝基氯苯

(3) 三角锥形 平面三角形

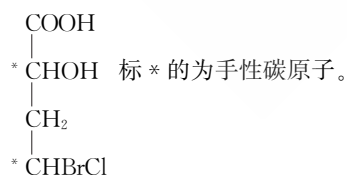
(4) 正四面体 sp^3 非极性分子

十二 分子间的作用力 分子的手性

答案速查	题号	1	2	3	4	5	6
	答案	B	A	C	C	C	C
	题号	7	8	9	10	11	
	答案	B	D	C	D	C	

1. B 不是任何物质中都存在范德华力, 如氯化钠为离子化合物, 其中没有范德华力, 只存在离子键, A 错误; 只有由分子构成的物质, 物质的物理性质才由范德华力或氢键决定, C 错误; 范德华力的强弱与相对分子质量有关, 氢键还与原子电负性的大小和半径大小有关, D 错误。

2. A HBr 与 HCl 结构相似, HBr 的相对分子质量比 HCl 大, HBr 分子间的范德华力比 HCl 大, 所以其沸点比 HCl 高; C_2H_5Br 的沸点比 C_2H_5OH 低是由于 C_2H_5OH 分子间形成氢键而增大了分子间作用力; HF 比 HCl 稳定是由于 H—F 的键能比 H—Cl 的键能大; H_2O 分子中—OH 的氢原子比 C_2H_5OH 中—OH 的氢原子更活泼是由于— C_2H_5 是推电子基团, 使 O—H 极性减弱。
3. C 蜘蛛不能掉下的根本原因是蜘蛛脚上的大量细毛与天花板之间存在范德华力。
4. C 水中仍含有氢键, 即熔化含 1 mol 氢键的冰需要吸收的热量小于 18.8 kJ, 故 A 错误; 干冰分子间不能形成氢键, 但相对分子质量比水大, 水分子间存在氢键, 冰形成的氢键比水多, 氢键具有方向性、饱和性, 使分子间空隙增大, 所以 $\rho(\text{干冰}) > \rho(\text{水}) > \rho(\text{冰})$, 故 B 错误; 水分子间含有氢键, 氢键具有方向性、饱和性, 雪花的六角形形状与氢键的方向性有关, 故 C 正确; 甲烷分子与水分子之间不能形成氢键, 故 D 错误。
5. C H_2O 是极性分子, 根据“相似相溶”规律知, 气体在水中溶解度最大, 说明该气体分子极性最强; 能和水形成分子间氢键的物质易溶于水。A 为非极性分子, 在水中的溶解度最小; B、C、D 都是极性分子, 极性键强弱: $H-F > H-N > \text{臭氧中氧氧键}$, 且 HF、 NH_3 都能和水形成分子间氢键, HF 和水形成的分子间氢键大于 NH_3 和水分子形成的氢键, 所以这几种气体在水中溶解度最大的是 HF。
6. C 因 O_3 分子为 V 形结构, 是极性分子, O_2 为非极性分子, 根据“相似相溶”规律可知 O_3 在水中的溶解度比 O_2 大, C 项正确。
7. B 氯化氢和水分子均是极性分子, 根据“相似相溶”规律: 极性分子构成的溶质易溶于极性分子构成的溶剂可以判断, A 不选; 氯气和氢氧化钠之间发生反应生成可溶性的盐溶液, 不符合“相似相溶”规律, B 选; 碘和四氯化碳都是非极性分子, 根据“相似相溶”规律知, 碘易溶于四氯化碳, C 不选; 碘是非极性分子, 水是极性分子, 非极性分子难溶于极性分子构成的溶剂, D 不选。
8. D CBr_2F_2 碳原子所连接的 4 个基团只有 2 种, 没有手性碳原子, 不属于手性分子, A 错误; CH_3CH_2OH 中的碳原子连有相同的氢原子, 没有手性碳原子, 不属于手性分子, B 错误; $CH_3CH_2CH_3$ 中碳原子所连接的 4 个基团有相同的, 没有手性碳原子, 不属于手性分子, C 错误; $CH_3CH(OH)COOH$ 中 2 号碳原子连有 4 个不同的取代基, 该碳原子具有手性, 属于手性分子, D 正确。
9. C A、B、D 三项中的化合物均只含有 1 个手性碳原子, C 项中



10. D NH_3 和水分子间可形成氢键, NH_3 在水中的溶解度大于 CH_4 在水中的溶解度, 故 A 错误; O_3 为极性分子, O_2 为非极性分子, H_2O 为极性分子, 故 O_3 在水中的溶解性大于 O_2 , 故 B 错误; 氟的电负性大于碘的电负性, 所以 I 与 H 形成共价键

的极性小于 F 与 H 形成共价键的极性, 故 C 错误; SO_2 是极性分子, CO_2 是非极性分子, 水是极性分子, 根据“相似相溶”规律可知 SO_2 在水中的溶解度大于 CO_2 在水中的溶解度, D 正确。

11. C 根据“相似相溶”规律, Br_2 是非极性分子, 易溶于非极性溶剂 CCl_4 中, 而在极性溶剂水中的溶解度较小, ①正确; 卤素单质组成、结构相似, 从 F_2 到 I_2 相对分子质量越大, 范德华力越大, 熔、沸点越高, ②错误; NH_3 与 H_2O 都是极性分子, 且分子间可以形成氢键, 所以 NH_3 在 H_2O 中溶解度很大, ③正确; HF 和 HCl 的沸点与分子内的共价键无关, 与氢键有关, ④错误。

12. 【解析】(1) $(SCN)_2$ 的结构式为 $N \equiv C-S-S-C \equiv N$, 单键为 σ 键, 三键中含有 1 个 σ 键、2 个 π 键, 故 1 mol $(SCN)_2$ 中含有 π 键的数目约为 2.408×10^{24} ; 异硫氰酸分子间可形成氢键, 而硫氰酸分子间不能形成氢键, 故异硫氰酸的沸点较高。(2) H_2O_2 与 H_2O 分子之间可以形成氢键, 从而使 H_2O_2 溶解度增大。(3) 乙二胺 ($H_2N-CH_2-CH_2-NH_2$) 中 N 原子形成 3 个 σ 键, 含 1 对孤电子对, 价层电子对数为 4, 采取 sp^3 杂化; 乙二胺 ($H_2N-CH_2-CH_2-NH_2$) 分子之间可以形成氢键, 三甲胺 [$N(CH_3)_3$] 分子之间不能形成氢键, 故乙二胺的沸点较高。

答案: (1) 2.408×10^{24} 异硫氰酸分子间可形成氢键, 而硫氰酸分子间不能形成氢键

(2) H_2O_2 与 H_2O 分子之间可以形成氢键

(3) sp^3 乙二胺分子之间可以形成氢键, 三甲胺分子之间不能形成氢键

13. 【解析】(1) 氮元素电负性大, 能与羟基中的氢原子形成氢键, 所以 8-羟基喹啉分子间可形成 $O-H \cdots N$ 氢键。(2) 由于 8-羟基喹啉能形成分子内氢键, 7-羟基喹啉、6-羟基喹啉可以形成分子间氢键, 所以 8-羟基喹啉的熔点明显低于 7-羟基喹啉、6-羟基喹啉的熔点。(3) ① 8-羟基喹啉与苯相似, 除 σ 键外, 还有大 π 键。② 分子中含有羟基, 根据示意图可判断 8-羟基喹啉分子间除 $O-H \cdots N$ 氢键外, 还存在 $O-H \cdots O$ 等氢键, $O-H$ 中的 H 与另一个分子的羟基中的 O 形成氢键, 所以分子间出现反常氢键。

答案: (1) 氮元素电负性大, 能与羟基中的氢原子形成氢键

(2) 8-羟基喹啉能形成分子内氢键, 7-羟基喹啉、6-羟基喹啉可以形成分子间氢键

(3) ① 大 π 键 ② $O-H \cdots O$ O 和 N 的电负性都比较大, $O-H$ 中的 H 与另一个分子的羟基中的 O 形成氢键, 所以分子间出现反常氢键

微专题突破(二) 分子结构对物质性质的影响

答案速查	题号	1	2
	答案	A	B

1. A 水分子在高温下很稳定是由于 O—H 键键能较大, A 正确; 根据对角线规则, Be、Al 化学性质相似, 故 Be 和 Al 都能溶于 NaOH 溶液, 解释符合实验事实, B 错误; Br_2 和苯都是非极性分子, 而水是极性分子, 根据“相似相溶”规律, Br_2 在苯中的溶解度比在水中, 解释符合实验事实, C 错误; 乙烯中含有碳碳双键, 碳碳双键中的 π 键键能比 σ 键的小, 易断裂, 故乙烯易

发生加成反应,解释符合实验事实,D错误。

2. B CO_2 是由共价键形成的直线形分子, SO_2 是 V 形分子,结构不相似,A 错误; $\text{H}-\text{F}$ 的键能比 $\text{H}-\text{Cl}$ 的键能大,所以 HF 比 HCl 稳定,HF 的稳定性与 HF 分子间存在氢键无关,氢键影响的是物质的物理性质,B 正确;干冰易升华,是因为 CO_2 分子间存在微弱的范德华力,这与分子中 $\text{C}=\text{O}$ 键的键能大小无关,C 错误; CaO_2 和 CaH_2 都是离子化合物, CaO_2 是由钙离子和过氧根离子构成的,过氧根离子里存在着两个氧原子间的共价键,而 CaH_2 是由钙离子和 H^- 构成的,只有离子键,没有共价键,化学键类型不完全相同, H_2O 和 H_2S 的中心原子都是 sp^3 杂化,都有两个孤电子对,空间结构都是 V 形,D 错误。

3. 【解析】(1) NH_3 和 H_2O 都是极性分子,相似相溶,a 有关; NH_3 极易溶于水,主要原因是 NH_3 分子与 H_2O 分子间形成氢键,b 有关; NH_3 和 H_2O 能发生化学反应,加速 NH_3 的溶解,c 有关; NH_3 易液化与其水溶性无关,d 无关。(2) CCl_4 、 CS_2 是非极性溶剂,根据“相似相溶”规律可知, CrO_2Cl_2 是非极性分子。(3)由 $\text{Ni}(\text{CO})_4$ 易挥发且其空间结构为正四面体形可知, $\text{Ni}(\text{CO})_4$ 为非极性分子,根据“相似相溶”规律可知, $\text{Ni}(\text{CO})_4$ 易溶于 CCl_4 和苯。

答案:(1)d (2)非极性 (3)bc

(4)它们都是极性分子且都能与 H_2O 分子形成分子间氢键

4. (1)尿素与水分子之间可以形成氢键

(2)A 分子间存在氢键

(3)低于 邻羟基苯胺容易形成分子内氢键,沸点降低,对羟基苯胺容易形成分子间氢键,沸点升高,因此邻羟基苯胺的沸点低于对羟基苯胺的沸点

微专题突破(三) 化学用语规范表达

答案速查	题号	1	2	3	4	5	6	7
	答案	A	B	A	C	C	A	D

1. A Na_2O_2 为离子化合物,电子式为 $\text{Na}^+[\text{:}\ddot{\text{O}}\text{:}\ddot{\text{O}}\text{:}]^{2-}\text{Na}^+$, A 正确; ^{209}Bi 和 ^{210}Bi 的质子数相同,而中子数不同,属于同一种元素的不同原子,互为同位素,B 错误; CH_4 的价层电子对数为 $4+\frac{4-4\times 1}{2}=4$,其空间结构为正四面体,C 错误;Fe 为 26 号元素,基态 Fe 原子的价层电子排布式为 $3\text{d}^64\text{s}^2$,失去电子形成阳离子时,从最外层开始失,因此基态 Fe^{2+} 的价电子排布式: 3d^6 ,D 错误。

2. B $-\text{NH}_2$ 中 N 原子与两个 H 原子形成共用电子对,另含一

对未成键电子对和一个单电子,电子式为 $\cdot\ddot{\text{N}}\text{:H}$,A 正确; HClO 的结构式为 $\text{H}-\text{O}-\text{Cl}$,B 错误; H_2S 中心 S 原子价层电子对数为 4,其中两对与 H 原子形成共价键,2 对孤电子对,VSEPR 模型正确,C 正确;氮化镁由镁离子和氮离子按照 3:2 比例构成,其电子式表示为

$\text{Mg}^{2+}[\text{:}\ddot{\text{N}}\text{:}]^{3-}\text{Mg}^{2+}[\text{:}\ddot{\text{N}}\text{:}]^{3-}\text{Mg}^{2+}$,D 正确。

3. A $^{18}\text{O}^{2-}$ 结构示意图为 $(+8)2\bar{8}$,A 正确;基态 Cr 原子价电子

的轨道表示式为 $\begin{array}{|c|c|c|c|c|c|} \hline 3\text{d} & & & & & \\ \hline \uparrow & \uparrow & \uparrow & \uparrow & \uparrow & \uparrow \\ \hline \end{array} \begin{array}{|c|} \hline 4\text{s} \\ \hline \uparrow \\ \hline \end{array}$,B 错误; SO_3 的空间结构为平面三角形结构,C 错误; Na_2O_2 属于离子化合物,电子式为 $\text{Na}^+[\text{:}\ddot{\text{O}}\text{:}\ddot{\text{O}}\text{:}]^{2-}\text{Na}^+$,D 错误。

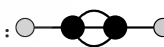
4. C 空间填充模型要体现分子的空间构型、原子的相对大小,乙烷分子中的碳原子为四面体结构,故图示模型正确,A 正确;HCN 是共价分子,碳氮原子间为三键,碳氢之间为单键,HCN 的结构式: $\text{H}-\text{C}\equiv\text{N}$,B 正确;乙醇的结构简式: $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$,分子式为 $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$,C 不正确;氢键具有方向性和饱和性,HF 分子间的氢键: $\text{F}-\text{H}\cdots\text{F}$,D 正确。

5. C 已知 P 的原子序数为 15,且质量数等于质子数加中子数,故中子数为 17 的 P 原子表示为 $^{32}_{15}\text{P}$,A 错误;已知 H_2O 为 V 形分子,故水的空间结构为 ,B 错误;已知 NH_4Cl 为

离子化合物,则 NH_4Cl 的电子式为 $[\text{H}:\ddot{\text{N}}:\text{H}]^+[\text{:}\ddot{\text{Cl}}:]^-$,C

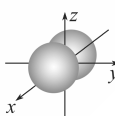
正确;已知 S 为 16 号元素,根据洪特规则可知,基态 S 原子的价层电子轨道表示式为 $\begin{array}{|c|c|c|c|} \hline 3\text{s} & 3\text{p} & & \\ \hline \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow & \uparrow & \uparrow \\ \hline \end{array}$,D 错误。

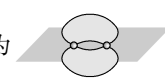
6. A 聚丙烯的结构简式: $[\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CH}_3)]_n$,A 错误;乙炔是碳

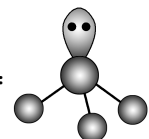
碳三键,碳氢单键,其分子结构模型: ,B 正确;

氮分子是氮氮三键,氮原子还有一对孤电子对,其电子式: $\text{:}\ddot{\text{N}}\text{:}\ddot{\text{N}}\text{:}$,C 正确;Cu 在周期表的位置是第四周期第 I B 族,基态 ^{29}Cu 的简化电子排布式: $[\text{Ar}]3\text{d}^{10}4\text{s}^1$,D 正确。

7. D p 轨道的电子云轮廓图为哑铃形, p_x 轨道的电子云轮廓图

为 ,A 正确;p-p π 键为肩并肩形成的镜面对称,电

子云轮廓图为 ,B 正确; NH_3 分子中氮原子的价层电子对数为 $3+\frac{5-3\times 1}{2}=4$ 且含有 1 个孤电子对,分子的

VSEPR 模型: ,C 正确; CO_2 分子为直线形分子,

且 $r(\text{C})>r(\text{O})$,空间结构模型为 ,D 错误。

十三 物质的聚集状态与晶体的常识

答案速查	题号	1	2	3	4	5	6
	答案	C	D	C	D	B	B
	题号	7	8	9	10	11	13
	答案	B	C	A	A	C	B

1. C 橡胶没有一定规则的外形,没有固定的熔点,不是晶体,故 A 错误;玛瑙不是晶体,故 B 错误;水晶是二氧化硅,具有整齐规则的几何外形,有固定的熔点,属于晶体,故 C 正确;玻璃没

有固定的熔点,不是晶体,故 D 错误。

2. **D** 在外界刺激下,其相态或分子结构会产生变化,说明分子有各向异性,当撤去外界刺激后,液晶弹性体可以恢复到原来的形状,说明该液晶同时具有弹性,故 A 正确;在外界刺激下,其相态或分子结构会产生变化,则这种液晶弹性体机器人可以采用热、光、电、磁等进行驱动,故 B 正确;撤去外界刺激后,液晶弹性体可以恢复到原来的形状,则该液晶弹性体具有形状记忆功能,故 C 正确;液晶是介于液态和晶态之间的物质状态,固体 SiO_2 不一定是晶体,故 D 错误。
3. **C** 玻璃态水无固定形状,不存在晶体结构,因密度与普通液态水相同,故水由液态变为玻璃态时体积不变。
4. **D** 晶体的外形和内部质点排列高度有序,物理性质表现出各向异性,云母片属于晶体,具有各向异性,不同方向导热性能不同,而石蜡属于非晶体,不具有各向异性,故 D 正确。
5. **B** 图 A 中 X、Y 数目完全等同,化学式为 XY,故 A 正确;图 B 中 X、Y 的个数比为 $1:(8 \times \frac{1}{8})=1:1$,化学式错误,故 B 错误;图 C 中 X 的数目: $4 \times \frac{1}{8} + 1 = \frac{3}{2}$, Y 的数目: $4 \times \frac{1}{8} = \frac{1}{2}$,化学式为 X_3Y ,故 C 正确;图 D 中 X 的数目: $8 \times \frac{1}{8} = 1$, Y 的数目: $6 \times \frac{1}{2} = 3$, Z 位于体心,数目为 1,化学式为 XY_3Z ,故 D 正确。
6. **B** 该晶体中含 A 原子个数为 $6 \times \frac{1}{12} = \frac{1}{2}$, B 原子个数为 $6 \times \frac{1}{4} + 3 \times \frac{1}{6} = 2$, C 原子个数为 1,则 A、B、C 的个数比为 $\frac{1}{2}:2:1=1:4:2$ 。
7. **B** La 在晶胞的顶点, $N(\text{La})=8 \times \frac{1}{8}=1$; Ni 在面上和体心, $N(\text{Ni})=8 \times \frac{1}{2} + 1 = 5$; 氢气在棱上和面心, $N(\text{H}_2)=8 \times \frac{1}{4} + 2 \times \frac{1}{2} = 3$, 则镧、镍、氢的原子个数比为 $1:5:6$ 。
8. **C** 根据玻璃的结构示意图可知,构成玻璃的粒子排列相对无序,所以玻璃是非晶体,因此没有固定的熔点, A、B 对;玻璃属于非晶体,但光导纤维属于晶体, C 错;区分晶体与非晶体最科学的方法是对固体进行 X 射线衍射实验, D 对。
9. **A** 由题意知该物质是气态团簇分子,题目中的图示应是该物质的一个完整的分子,由 14 个 Ti 原子和 13 个 C 原子构成, A 项正确。
10. **A** 由晶胞结构可知,晶胞顶角上相邻的钛原子相距最近,则钛原子周围与它最接近且距离相等的钛原子有 6 个, $a=6$; 晶胞中钛原子个数为 $8 \times \frac{1}{8} = 1$, 氧原子个数为 $12 \times \frac{1}{4} = 3$, 钙原子个数为 1, 则氧、钛、钙的原子个数比为 $3:1:1$, 故选 A。
11. **C** 根据均摊法, 1 个 $\delta\text{-Fe}$ 晶胞中含有铁原子个数为 $\frac{1}{8} \times 8 + 1 = 2$, A 正确; $\gamma\text{-Fe}$ 位于顶角的 Fe 原子被晶胞的三个平面共有, 每个平面上有 4 个铁原子与顶角处铁原子距离最短, 则共有 $3 \times 4 = 12$ 个, B 正确; 根据均摊法, 1 个 $\gamma\text{-Fe}$ 晶胞含有铁原子个数为 $\frac{1}{8} \times 8 + \frac{1}{2} \times 6 = 4$, C 错误; 依据得到晶体的条件

可知,在急速冷却时(立即降温到 $912\text{ }^\circ\text{C}$)得到 $\alpha\text{-Fe}$,缓慢冷却时(缓慢冷却到 $1\,394\text{ }^\circ\text{C}$)得到 $\gamma\text{-Fe}$,两种晶体类型不同, D 正确。

12. **【解析】**(1) X^{n+} 位于晶胞的棱上,其数目为 $12 \times \frac{1}{4} = 3$, N^{3-} 位于晶胞的顶角,其数目为 $8 \times \frac{1}{8} = 1$, 故二者个数比为 $3:1$ 。
- (2) 由晶体的化学式 X_3N 知 X 所带电荷数为 1。(3) 因为 K、L、M 三个能层充满,故 X^{n+} 为 2、8、18 结构,所以 X 的原子序数是 29。(4) N^{3-} 位于晶胞顶角,故其被 6 个最近且等距离的 X^{n+} 从上、下、左、右、前、后包围。

答案: (1) $3:1$ (2) 1 (3) 29 (4) 6

13. **B** W 位于立方体的顶角,以顶角 W 为例,在此晶胞内,离该顶角最近且等距的 O 原子位于该顶角所在 3 条棱的棱心,由于该顶角被 8 个晶胞共有,而棱上的原子被 4 个晶胞共有,所以与 W 最近且等距的 O 有 $3 \times 8 \times \frac{1}{4} = 6$ 个,故 A 正确; O 元素化合价为 -2 价,负化合价总数为 -6 , 设 W 元素的平均化合价为 y , 据正负化合价代数和为 0 可得: $-6 + y + x = 0$, $y = 6 - x$, x 增大, y 减小, 即 W 元素的平均化合价降低, 故 B 错误; $0.44 \leq x \leq 0.95$ 时, 立方晶胞中 W 个数为 $8 \times \frac{1}{8} = 1$, O 个数为 $12 \times \frac{1}{4} = 3$, 若 $x = 0.5$, 晶胞质量为 $m = \frac{184 + 16 \times 3 + 23 \times 0.5}{N_A}$ g, 晶胞体积为 $V = (a \times 10^{-10})^3 \text{ cm}^3$, 则密度 $\rho = \frac{m}{V} = \frac{184 + 16 \times 3 + 23 \times 0.5}{(a \times 10^{-10})^3 \cdot N_A} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} = \frac{243.5 \times 10^{30}}{a^3 \cdot N_A} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, 所以密度为 $\frac{243.5 \times 10^{30}}{a^3 \cdot N_A} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 时, $x = 0.5$, 故 C 正确; Na_xWO_3 晶体因 x 变化形成空位而导致颜色各异, 即空位数不同, 吸收的可见光波长不同, 故 D 正确。

微专题突破(四) 晶胞结构拓展—— 坐标参数、俯视图、微粒间距

题号	1	2	3	4	5	6	7	8
答案速查	A	B	C	A	C	C	D	C

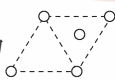
1. **A** 由晶胞图知, M 位于体心和顶角, 含有 $1 + \frac{1}{8} \times 8 = 2$ 个, N 位于晶胞内, 含有 4 个, M 和 N 的个数比 $= 2:4 = 1:2$, 则 M 是 O^{2-} , N 是 Cu^+ , 故 A 正确; 由晶胞图知, O^{2-} 位于晶胞的顶角和体心, 1 个晶胞中共有 $\text{O}^{2-}: 1 + \frac{1}{8} \times 8 = 2$ 个, 故 B 错误; 由晶胞图知, O^{2-} 位于晶胞的顶角和体心, 晶胞中 2 个 O^{2-} 最近距离为体对角线的 $\frac{1}{2}$, 为 $\frac{\sqrt{3}}{2}a \text{ nm}$, 故 C 错误; 由晶胞图知, N 位于晶胞的体对角线上, 以 M 为起点, N 位于体对角线的 $\frac{1}{4}$ 处, 由 M 的坐标可知 N 坐标的 $x=y=z=\frac{1}{4}$, 故 N 点坐标为 $(\frac{1}{4}, \frac{1}{4}, \frac{1}{4})$, 故 D 错误。
2. **B** 晶体结构可用 X 射线衍射法测定, 故 A 正确; 在该晶胞中

含有的白球数目是 $8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$; 含有的黑球数目是 $4 \times 1 = 4$, 因此该晶胞中含有 4 个 ZnS , 97 g ZnS 晶体中含有 ZnS 的物质的量是 1 mol, 因此含有的晶胞数目为 $\frac{1}{4} N_A$, 故 B 错误; 根据图示 2 号和 3 号的相对位置, 可知两个原子之间的最短距离为晶胞体对角线的 $\frac{1}{4}$, 晶胞参数是 a nm, 则该晶胞体对角线长度为 $\sqrt{3}a$ nm, 故 2 号和 3 号原子之间的最短距离为 $\frac{\sqrt{3}a}{4}$ nm, 故 C 正确; 根据晶胞中 1 号原子的坐标为 $(0, 0, 0)$ 以及 3 号原子在晶胞的位置, 可知 3 号原子的坐标为 $(1, 1, 1)$, 故 D 正确。

3. C Ti 是 22 号元素, 位于元素周期表第四周期第 IVB 族, 故 A 错误; 钛原子的原子半径大于氧原子, 所以 m、p 代表钛原子, 故 B 错误; 由晶胞结构图可知, i 原子与 q 原子处于中心对称位置, 所以 i 的原子坐标为 $(0.81a, 0.19a, 0.5c)$, 故 C 正确; 由晶胞结构图可知, 该晶胞中有 2 个 Ti 原子, 4 个 O 原子, 相当于

有 2 个 TiO_2 , 所以晶体密度为 $\frac{\frac{2}{N_A} \times 80}{a^2 c \times 10^{-30}} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} = \frac{160}{a^2 c N_A \times 10^{-30}} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, 故 D 错误。

4. A 由晶胞结构可知 Be 位于 O 原子构成的四面体的体心, Be 原子的配位数是 4, A 错误; 由 BeO 的晶胞结构可知, 每个 Be 处于晶胞体对角线的 $\frac{1}{4}$ 处, 结合原子 a、b 的坐标可知原子 c 的坐标为 $(\frac{1}{4}, \frac{1}{4}, \frac{1}{4})$, B 正确; 若 O 与 Be 的最短距离为 n pm, 则图中 a、c 之间的距离为 n pm, 又因为 a、c 之间的距离为晶胞体对角线长的 $\frac{1}{4}$, 则晶胞棱长为 $\frac{4\sqrt{3}}{3}n$ pm, 晶胞内 Be 的个数为 4, O 的个数为 $8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$, 则晶体密度为 $\frac{4 \times (9 + 16)}{N_A (\frac{4\sqrt{3}}{3}n)^3 \times 10^{-30}} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, D 正确。

5. C 甲类型的晶胞中有 4 个 Zn^{2+} , 乙晶胞有 $2 \times \frac{1}{6} + 2 \times \frac{1}{3} + 1 = 2$ 个 Zn^{2+} , 甲、乙两种晶体类型的晶胞内 Zn^{2+} 数目之比为 2:1, 故 A 正确; 甲晶胞中 O^{2-} 形成 8 个四面体空隙, Zn^{2+} 占据 4 个空隙, 则空隙填充率为 50%, 故 B 正确; 乙的晶胞沿 z 轴的二维投影图为 , 故 C 错误; O^{2-} 的配位数即为晶

胞中距离 O^{2-} 最近的 Zn^{2+} 个数, 观察甲、乙两晶胞, 可知两种晶胞中 O^{2-} 的配位数均为 4, 故 D 正确。

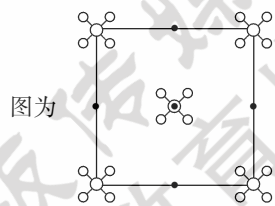
6. C 从 NaCl 晶体结构模型中分割出一个小立方体, 如图所示, a 表示其棱长, d 表示两个 Na^+ 中心间的距离。每个小立方体含 Na^+ : $\frac{1}{8} \times 4 = \frac{1}{2}$, 含 Cl^- : $\frac{1}{8} \times 4 = \frac{1}{2}$, 即每个小立方体含 $\text{Na}^+ - \text{Cl}^-$ 离子对 $\frac{1}{2}$ 个。

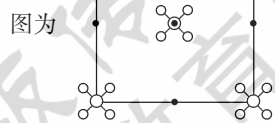
则有 $a^3 \cdot 2.2 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} = \frac{\frac{1}{2} \times 58.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}}$,

得 $a \approx 2.81 \times 10^{-8} \text{ cm}$, 又因为 $d = \sqrt{2}a$, 故食盐晶体中两个距离最近的 Na^+ 中心间的距离为 $d = \sqrt{2} \times 2.81 \times 10^{-8} \text{ cm} \approx 4.0 \times 10^{-8} \text{ cm}$ 。

7. D 晶胞中 O 位于体内, Ce 位于顶点和面心, 根据晶胞结构可知 O 位于 Ce 构成的正四面体空隙中, 故 A 正确; 以面心的 Ce 为例, 上、下层各有 4 个氧原子, 故在晶胞中的配位数为 8, 故 B 正确; Ce 与 Ce 最近的距离为面对角线的一半, 为 $\frac{\sqrt{2}}{2}a$ pm, 故 C 正确; 1 个晶胞体积为 $a^3 \times 10^{-36} \text{ m}^3$, 含有 4 个 Ce 和 8 个 O, 则该晶体的摩尔体积为 $\frac{(a \times 10^{-12} \text{ m})^3}{\frac{4}{N_A} \text{ mol}} = \frac{a^3 \times 10^{-36} N_A}{4} \text{ m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$, 故 D 错误。

8. C T 点位于底面的面心, 其原子坐标为 $(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, 0)$, A 项错误; PS_4^{3-} 位于体心和顶点, 以体心为例, 每个 PS_4^{3-} 周围与它最近且距离相等的 PS_4^{3-} 有 8 个, B 项错误; Na^+ 位于棱和面心, 沿 z 轴方向投影, 纵向棱上的 Na^+ 会被 PS_4^{3-} 遮挡, 因此投影



图为 , C 项正确; 晶胞中 Na^+ 位于棱和面

心, 其个数为 $12 \times \frac{1}{4} + 6 \times \frac{1}{2} = 6$, PS_4^{3-} 位于体心和顶点, 其个数为 $8 \times \frac{1}{8} + 1 = 2$, 1 个晶胞中含有 2 个 “ Na_3PS_4 ”, 因此晶胞

密度 $\rho \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} = \frac{2 \times \frac{M}{N_A} \text{ g}}{a^3}$, 因此晶胞参数 $a = \sqrt[3]{\frac{2M \times 10^{-30}}{\rho N_A}}$ pm, D 项错误。

9. 【解析】 Cs^+ 位于顶角, 个数为 $8 \times \frac{1}{8} = 1$, I^- 位于面心, 个数为 $6 \times \frac{1}{2} = 3$, Pb^{2+} 有 1 个, 位于体心, 则该晶胞的化学式为 CsPbI_3 ; 晶体中 Pb^{2+} 与 Cs^+ 最短距离为体对角线长的一半, 即为 $\frac{\sqrt{3}a}{2}$ pm; 晶胞质量为 $\frac{721}{N_A} \text{ g}$, 晶胞体积为 $(a \times 10^{-10})^3 \text{ cm}^3$, 则晶体密度为 $\frac{721}{(a \times 10^{-10})^3 \cdot N_A} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 。

答案: CsPbI_3 $\frac{\sqrt{3}a}{2}$ $\frac{721}{(a \times 10^{-10})^3 \cdot N_A}$

10. 【解析】B 代表 Pb^{2+} , 化学式中 Pb^{2+} 和 I^- 的数量比为 1:3, 则晶胞中有 3 个 I^- , 因此 C 表示 I^- ; C 位于右侧面心处, 原子分数坐标为 $(1, \frac{1}{2}, \frac{1}{2})$; 该晶胞的体积为 $a^3 \times 10^{-30} \text{ cm}^3$, 则其密度为 $\frac{M \times 10^{30}}{a^3 \times N_A} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 。

答案: C $(1, \frac{1}{2}, \frac{1}{2})$ $\frac{M \times 10^{30}}{a^3 \times N_A}$

十四 分子晶体

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
答案	C	A	A	D	C	B	C	C	C	B

- C** CO_2 是由极性键构成非极性分子,故 A 错误; O_2 是由非极性共价键构成的非极性分子,故 B 错误; HCl 是由极性键构成的极性分子,故 C 正确; He 不含共价键,故 D 错误。
- A** 干冰晶体中 CO_2 分子间作用力只有范德华力,分子采取密堆积,1 个分子周围有 12 个紧邻的分子;冰晶体中水分子间除了范德华力还存在氢键,由于氢键具有饱和性和方向性,每个水分子周围有 4 个紧邻的水分子,采取非密堆积的方式,空间利用率小,因而密度小。干冰熔化只需克服范德华力,冰融化还需要克服氢键,由于氢键比范德华力强度大,所以干冰比冰的熔点低得多,而且常压下易升华。
- A** 冰、干冰都属于分子晶体,A 项错误;在冰晶体中,每个水分子周围只有 4 个紧邻的水分子,由于水分子之间的主要作用力为氢键,而氢键具有饱和性和方向性,所以氢键的存在使四面体中心的水分子与四面体顶角方向的 4 个紧邻水分子相互作用,这一排列使冰晶体中水分子的空间利用率不高,留有相当大的空隙,使得冰的密度比液态水的小,故“水立方”变为“冰立方”,密度减小,B 项正确;氟利昂排放到大气中会破坏 O_3 层,干冰不会破坏 O_3 层,故用于干冰制冷比用氟利昂制冷环保,C 项正确;由于冰的晶胞可知,1 个晶胞中含 CO_2 的个数为 $8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$,则 1 个干冰晶胞的质量约为 $\frac{4 \times 44}{6.02 \times 10^{23}} \text{ g} = \frac{176}{6.02 \times 10^{23}} \text{ g}$,D 项正确。
- D** P_4 分子是正四面体结构,分子正负电中心重合,为非极性分子,故 A 正确;8 个顶点和 6 个面心均含有 P_4 ,根据均摊法可知 1 个晶胞中含有 P_4 的个数 $= 8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$,故 B 正确;该晶体是分子晶体,只存在范德华力,故 C 正确,D 错误。
- C** 碘单质是分子晶体,碘分子间以范德华力结合,影响分子晶体熔、沸点的是范德华力,范德华力较弱,故单质碘的熔、沸点较低,C 符合题意。
- B** 由 A、B 元素都在第三周期,并且所有原子最外层都达到 8 电子的稳定结构,可知 A 为 Al ,B 为 Cl ,A 项正确;因是二聚分子,故其固态时形成分子晶体,B 项错误,C 项正确;该化合物中不含离子键,只含极性共价键,D 项正确。
- C** 由图可知, SF_6 中氟原子满足 8 电子结构,而硫原子为 12 电子结构,故 A 错误; SF_6 中硫元素的化合价为 +6 价,不能被氧化,则 SF_6 不能燃烧生成 SO_2 ,故 B 错误; SF_6 分子结构对称,分子中含有极性键,为非极性分子,故 C 正确; SF_6 属于分子,为分子晶体,故 D 错误。
- C** 甲烷分子中碳原子的价层电子对数为 4,VSEPR 模型为正四面体形,水分子中氧原子的价层电子对数为 4,VSEPR 模型是四面体形,故 A 错误;甲烷分子不能与水分子形成分子间氢键,故 B 错误;可燃冰是由分子形成的分子晶体,故 C 正确;甲烷分子中碳原子和水分子中氧原子的价层电子对数都为 4,但甲烷分子中碳原子的孤电子对数为 0,水分子中氧原子的孤

电子对数为 2,孤电子对对成键电子对的斥力大于成键电子对对成键电子对的斥力,所以水分子的键角小于甲烷分子的键角,故 D 错误。

- C** 甲烷在常温下呈气态,说明甲烷沸点低,熔沸点低是分子晶体的特点,推出甲烷晶体属于分子晶体,故 A 正确;以顶点甲烷为基准,与其紧邻的甲烷分子位于面心,依据晶胞无隙并置的特点,推出 1 个甲烷分子紧邻的甲烷分子有 12 个,故 B 正确;甲烷属于分子晶体,甲烷分子间作用力是范德华力,因此熔化时需克服范德华力,故 C 错误;由晶胞结构可知,晶胞中位于顶点和面心的甲烷分子的个数为 $8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$,故 D 正确。

- B** 苯环是平面结构,与苯环相连的原子也在一个平面上,故 $\text{C}_{14}\text{Cl}_{10}$ 的空间结构为平面形,故 A 正确;环形 C_{14} 与石墨是同种元素组成的不同单质,互为同素异形体,故 B 错误; $\text{C}_{14}\text{Cl}_{10}$ 与环形 C_{14} 均只存在分子间作用力,是分子晶体,故 C 正确;该合成过程中 $\text{C}-\text{Cl}$ 键发生断裂,故该合成过程中会有极性共价键的断裂,故 D 正确。

- 【解析】**(1)干冰晶体是二氧化碳分子通过分子间作用力结合而成的,属于分子晶体,干冰是分子晶体, CO_2 分子位于立方体的顶点和面心上,以顶点上的 CO_2 分子为例,与它距离最近的 CO_2 分子分布在与该顶点相连的 12 个面的面心上;根据 CO_2 晶胞结构可计算出含有的 CO_2 分子数为 $8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$,晶胞棱长为 $a \text{ pm}$,紧邻的 2 个 CO_2 分子的距离为面对角线的一半,为 $\frac{\sqrt{2}}{2}a \text{ pm}$ 。

(2)由于 O 的电负性较强,水形成冰晶体是通过氢键,水分子间还有范德华力,氢键具有方向性,每个水分子可与周围 4 个水分子以氢键结合,这些水分子位于四面体的顶点,采取非密堆积的方式,空间利用率较低,故冰的密度比水的密度小。

答案:(1)12 $\frac{\sqrt{2}}{2}a$

(2)氢键 范德华力 方向 4 四面体 较低 小

- 【解析】**(1) N_{60} 晶体的构成微粒为分子,所以属于分子晶体; N_{60} 和 N_2 都是分子晶体, N_{60} 相对分子质量大于 N_2 ,所以 N_{60} 的熔、沸点比 N_2 高。

(2)每个 N 原子均以氮氮单键结合 3 个氮原子,每个氮氮键被 2 个氮原子共用,每个氮原子有 1.5 个氮氮键,1 个 N_{60} 分子的结构中含有 90 个 $\text{N}-\text{N}$ 键,则 1 mol N_{60} 的总键能为 $167 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \times 90 \text{ mol} = 15\,030 \text{ kJ}$,生成 30 mol $\text{N} \equiv \text{N}$ 键的键能为 $942 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \times 30 \text{ mol} = 28\,260 \text{ kJ}$,则反应放出能量为 $28\,260 \text{ kJ} - 15\,030 \text{ kJ} = 13\,230 \text{ kJ}$,1 mol N_{60} 分解成 N_2 时放出热量 13 230 kJ, N_{60} 能量高,所以稳定性 $\text{N}_{60} < \text{N}_2$ 。

(3) N_{60} 分解为 N_2 时释放大量的能量,可用作高能炸药和火箭推进剂等。

答案:(1)分子 高 N_{60} 和 N_2 都是分子晶体, N_{60} 相对分子质量大于 N_2

(2)放出 13 230 <

(3)作高能炸药(合理即可)

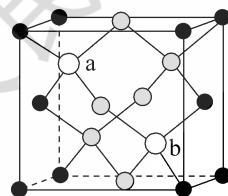
十五 共价晶体

答案速查	题号	1	2	3	4	5	6
	答案	D	B	D	B	C	C
	题号	7	8	9	10	11	
	答案	C	C	B	D	C	

- D** 依据氮化硼是一种超硬、耐磨、耐高温的新型材料,可知氮化硼晶体为共价晶体,四种物质中只有金刚石为共价晶体,故 D 正确。
- B** SiC 晶体中硅、碳元素的质量比为 $28:12=7:3$,故 A 错误;SiC 晶体结构与金刚石相似,属于共价晶体,熔点较高,故 B 正确;SiC 晶体结构与金刚石相似,属于共价晶体,硬度较大,故 C 错误;SiC 晶体结构与金刚石相似,属于共价晶体,故 D 错误。
- D** ^{11}B 和 ^{10}B 互为同位素,形成的化合物在化学性质上无差异,但其物理性质不同,A 错误;该晶胞具有共价键三维骨架结构,BN 为共价晶体,其中无可自由移动的电子,不具有导电性,B 错误;由题图可知,N 原子位于晶胞的内部,该晶胞含 4 个 N 原子,B 原子位于晶胞的顶点和面心上,故 B 原子的数量为 $8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$ (个),C 错误;由晶胞示意图可知,1 个 N 原子与 4 个 B 原子成键,这 4 个 B 原子又分别与 4 个 N 原子成键,除去该 N 原子本身,每个 B 原子周围有 3 个 N 原子与该 N 原子等距离且最近,则 N 原子周围等距且最近的 N 原子数为 12,D 正确。
- B** 由题给信息, β -氮化碳硬度超过金刚石晶体,成为超硬新材料,符合共价晶体的典型物理性质,属于共价晶体,故 A 正确;晶体结构模型中虚线部分是晶体的最小结构单元,正方形的顶点的原子占 $\frac{1}{4}$,边上的原子占 $\frac{1}{2}$,可得晶体的化学式为 C_3N_4 ,氮元素的电负性大于碳元素,所以在氮化碳中氮元素显 -3 价,碳元素显 +4 价,故 B 错误;由晶胞结构分析可知,氮原子形成 3 个 σ 键,自身有一个孤电子对,价层电子对数为 4,为 sp^3 杂化,故 C 正确;构成该晶体的微粒间只以单键结合,每个碳原子连接 4 个氮原子,每个氮原子连接 3 个碳原子,则晶体中碳原子和氮原子的最外层都满足 8 电子结构,故 D 正确。
- C** 属于分子晶体的有 SO_3 、 CO_2 、 SO_2 、白磷、晶体氖、晶体氮、硫黄和单质碘,属于共价晶体的有 SiO_2 、晶体硅和金刚石,但晶体氖是由稀有气体分子构成,晶体中不存在化学键。
- C** 三种物质都是共价晶体,因为 C 的原子半径小于 Si 的,所以键长: $\text{C}-\text{C}$ 键 $<$ $\text{C}-\text{Si}$ 键 $<$ $\text{Si}-\text{Si}$ 键,键能: $\text{C}-\text{C}$ 键 $>$ $\text{C}-\text{Si}$ 键 $>$ $\text{Si}-\text{Si}$ 键,键能越大,共价晶体的熔点越高,A 项正确; NH_3 和 PH_3 都是分子晶体,但 NH_3 分子间存在氢键,故 NH_3 的沸点较高,B 项正确;二氧化硅是共价晶体,硬度较大,白磷和冰都是分子晶体,硬度较小,C 项错误; HI 、 HBr 、 HCl 为分子晶体,它们的组成和结构相似,分子间不存在氢键,故相对分子质量越大,分子间作用力越大,沸点越高,D 项正确。
- C** 微溶于水,硬度小,熔点 -56.6°C ,具有分子晶体的性质,属于分子晶体,故 A 错误;共价晶体不是电的良导体,熔化时也不导电,故 B、D 错误;熔点 3530°C ,不导电,不溶于水和有机溶剂,硬度大,为共价晶体的性质,故 C 正确。

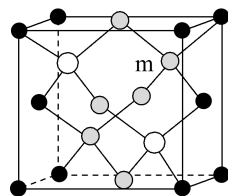
- C** 干冰和二氧化硅晶体尽管同属第 IV A 族元素的最高价氧化物,但干冰为分子晶体,二氧化硅为共价晶体。干冰的熔、沸点取决于其分子间作用力的大小,而不是共价键键能的强弱,而二氧化硅的熔、沸点则由 Si—O 键键能的强弱所决定。
- B** SiCl_4 是分子晶体,在熔化过程中克服的是分子间作用力,化学键不断裂。 Si_3N_4 是共价晶体,其晶体为立体网状结构。根据 C、Si 的原子半径推知 C—N 键的键能比 Si—N 键的键能大,故 C_3N_4 的熔点比 Si_3N_4 的高。
- D** 同素异形体是由同种元素形成的不同种单质的互称,二氧化碳是共价化合物,所以二氧化碳的共价晶体和分子晶体不互为同素异形体,故 A 错误;二氧化碳的共价晶体的结构和分子晶体的结构不同,所以在一定条件下,二氧化碳的共价晶体转化为二氧化碳的分子晶体时,有共价键的破坏和形成,属于化学变化,故 B 错误;二氧化碳的分子晶体和共价晶体的构成微粒相同,但空间结构不同,所以物理性质不同,故 C 错误;由二氧化碳的共价晶体的结构类似二氧化硅可知,共价晶体中,每个碳原子结合 4 个氧原子,每个氧原子跟 2 个碳原子相结合,故 D 正确。

- C** 由图可知,按均摊法,N 原子数目为 $8 \times \frac{1}{8} + 2 \times \frac{1}{2} = 2$,B 原子数目为 2,C 原子数目为 $4 \times \frac{1}{2} + 2 = 4$,则 N、B、C 原子数目之比为 $1:1:2$,化学式为 BC_2N 。该晶体具有类金刚石结构,金刚石是由碳原子通过共价键形成的共价晶体,具有硬度大、熔沸点高等性质,则该化合物为共价晶体,硬度大,A 正确;如图所示,将晶胞平移,以 b 点的 B 为坐标原点:



,则与 B 原子距离最近且相等的 1

个 B 原子 a 位于面心,其余 2 个面心为 C 原子,根据晶胞结构可知,若面心上全部都是 B,与 B 原子距离最近且相等的 B 原子数为 $3 \times 8 \times \frac{1}{2} = 12$,但面心上的 B 只占了 $\frac{1}{3}$,因此与 B 原子距离最近且相等的 B 原子数为 4,B 正确;如图所示:



以 m 点的 C 原子为研究对象,其形

成 2 条 C—C 键,两条 C—N 键,则二者数目比为 $1:1$,C 不正确;晶胞的密度 = 晶体的密度 = $\frac{2 \times (11 + 12 \times 2 + 14)}{N_A} \frac{\text{g}}{(a \times 10^{-10} \text{ cm})^3} = \frac{98}{N_A \times (a \times 10^{-10})^3} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$,D 正确。

- 【解析】**(1)金刚砂(SiC)的硬度为 9.5,硬度大,属于共价晶体;每个碳原子周围最近的碳原子数目为 $3 \times 8 \times \frac{1}{2} = 12$;该晶胞中 C 原子个数为 $8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$,Si 原子个数为 4,晶

胞棱长为 $a \times 10^{-10}$ cm, 体积 $V = (a \times 10^{-10} \text{ cm})^3$, $\rho = \frac{m}{V} = \frac{4 \times 40}{(a \times 10^{-10})^3 \times 6.02 \times 10^{23}} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$.

(2) 在晶体 Si 的晶胞中含有 Si 原子的数目是 $8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} + 4 = 8$, 则 $V = \frac{N_A}{\rho} \text{ cm}^3 = \frac{224}{\rho N_A} \text{ cm}^3$, 晶胞的棱长 $a = \sqrt[3]{V} = \sqrt[3]{\frac{224}{\rho N_A}} \text{ cm}$, 在晶胞中两个最近的 Si 原子之间的距离为晶胞体对角线长的 $\frac{1}{4}$, 即 $\frac{\sqrt{3}}{4} \times \sqrt[3]{\frac{224}{\rho N_A}} \text{ cm}$.

答案: (1) 共价晶体 12 $\frac{4 \times 40}{(a \times 10^{-10})^3 \times 6.02 \times 10^{23}} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$

(2) 4 正四面体 $\frac{\sqrt{3}}{4} \times \sqrt[3]{\frac{224}{\rho N_A}}$

13. 【解析】(1) 晶体硼的熔、沸点和硬度都介于晶体硅和金刚石之间, 而晶体硅和金刚石均为共价晶体, 故晶体硼也为共价晶体。(2) 三角形的顶点为 5 个三角形所共有, 此顶点完全属于 1 个三角形的只有 $\frac{1}{5}$, 每个三角形有 3 个这样的顶点, 且晶体的基本单元中有 20 个这样的三角形, 故有 $3 \times \frac{1}{5} \times 20 = 12$, 又因为三角形为正三角形, 所以键角为 60° , 每个边为 2 个三角形共用, 所以边数即 B—B 键的键数为 $20 \times 3 \times \frac{1}{2} = 30$.

答案: (1) 共价 晶体硼的熔、沸点和硬度都介于晶体硅和金刚石之间, 晶体硅和金刚石均为共价晶体, 晶体硼也为共价晶体

(2) 12 60° 30

十六 金属晶体 离子晶体

答案速查	题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	答案	B	B	D	C	A	C	B	D	D	B

1. B 由分子间作用力结合而成, 熔点低, 为分子晶体, 故 A 错误; 固态或熔融后易导电, 熔点不是很高, 应为金属晶体, 故 B 正确; 以共价键结合成三维骨架结构, 熔点高, 为共价晶体, 故 C 错误; 固态时不导电, 但溶于水或熔融后能导电, 为离子晶体, 故 D 错误。
2. B 组成金属晶体的微粒为金属离子和自由电子, 在外加电场的作用下自由电子可发生定向移动, 故金属能导电, B 正确。
3. D 根据晶胞结构可知, 晶体中原子的配位数分别为①6, ②8, ③12, ④12, 故 A 正确; ②中原子排列更紧密, 空间利用率大于①, 故 B 正确; 晶胞中含有的原子数分别为③为 2, ④为 $8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$, 故 C 正确; 金属晶体是一种“巨分子”, 存在金属阳离子和自由电子之间的相互作用, 不存在分子间作用力, 故 D 错误。
4. C 离子晶体在熔融状态下可以电离出自由移动的阴阳离子, 通电条件下阴阳离子能定向移动, 所以能导电, 故 A 正确; 离子键强度比较大, 使得离子晶体具有较高的熔、沸点, 较大的硬

度, 故 B 正确; 例如 CaCl_2 属于离子晶体, Cl^- 、 Ca^{2+} 个数比为 2 : 1, 故 C 错误; 氯化钠溶于水时理解成可自由移动的 Na^+ 和 Cl^- , 氯化钠晶体中的离子键被破坏, 故 D 正确。

5. A 离子晶体在液态(即熔融态)时能导电, 所以 B 项描述的不是离子晶体的性质; CS_2 是非极性溶剂, 根据“相似相溶”规律知, C 项描述的应是非极性分子晶体的性质; 由于离子晶体质硬易碎, 且固态不导电, 所以 D 项描述的不是离子晶体的性质。

6. C 氯化钠由钠离子和氯离子构成, 存在离子键, 属于离子晶体, 故 A 正确; 根据均摊法可知 Na^+ 的个数 $= \frac{1}{4} \times 12 + 1 = 4$, Cl^- 的个数 $= \frac{1}{2} \times 6 + 8 \times \frac{1}{8} = 4$, 故 B 正确; 根据氯化钠晶胞的模型进行分析可知, 每个 Na^+ 周围有 6 个紧邻的 Cl^- 和 12 个紧邻的 Na^+ , 故 C 错误; Na^+ 和 Cl^- 通过静电作用结合, 具有较强的离子键, 具有较高的熔点, 故 D 正确。

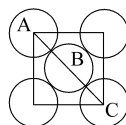
7. B 因 NaCl 属于立方晶体, 每个钠离子周围有 6 个最近且等距的氯离子, 选项中只有 B 将白球表示钠离子, 黑球表示氯离子, 钠离子周围有 6 个最近且等距的氯离子, 即 B 属于 NaCl 的晶体结构。

8. D 依据均摊法, 晶胞中共有 4 个铁原子, 8 个镁原子, 故化学式为 Mg_2Fe , 1 个晶胞中含有 4 个“ Mg_2Fe ”, 其质量为 $\frac{4}{N_A} \times 104 \text{ g} = \frac{416}{N_A} \text{ g}$, D 错误。

9. D 晶胞中 N、M 的个数分别为 $8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$, $12 \times \frac{1}{4} + 1 = 4$, A 错误; 因为晶胞中含有 4 个 M 和 4 个 N, 则晶胞的体积为 $\frac{4M}{dN_A} \text{ cm}^3$, 进而计算出晶胞的棱长为 $\sqrt[3]{\frac{4M}{dN_A}} \text{ cm}$, 因为两个距离最近的同种离子的核间距为晶胞面对角线长度的一半, 所以晶体中两个距离最近的同种离子的核间距为 $\frac{\sqrt{2}}{2} \times \sqrt[3]{\frac{4M}{dN_A}} \text{ cm}$, B 错误; 由晶胞的结构可知与体心 M 距离最近且相等的 M 的个数为 12, C 错误; 由晶胞结构可知该晶胞可能为 NaCl 晶体的晶胞, D 正确。

10. B CaC_2 晶体的晶胞结构与 NaCl 晶体的相似, 可以判断 CaC_2 也为离子晶体, 离子晶体熔点较高, 硬度也较大, 故 A 正确; 根据晶胞, 沿一个方向拉长, 所以和 Ca^{2+} 距离相同且最近的 C_2^{2-} 有 4 个均位于面心, 不是正八面体, 故 B 错误; 根据晶胞图, 与每个 Ca^{2+} 距离相等且最近的 Ca^{2+} 应为 4 个, 故 C 正确; 1 个晶胞中含有 Ca^{2+} 的数目为 $12 \times \frac{1}{4} + 1 = 4$ 个, 含有 C_2^{2-} 的数目为 $8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$ 个, 故 D 正确。

11. 【解析】利用均摊法解题, 8 个顶点上的金原子有 $\frac{1}{8}$ 属于该晶胞, 6 个面上的金原子有 $\frac{1}{2}$ 属于该晶胞, 故每个晶胞中金原子个数 $= 8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$; 假设金原子间相切, 则有



, 正方形的对角线为 $2d$, 正方形边长为 $\sqrt{2}d$, 所

以 $V_{\text{晶}} = (\sqrt{2}d)^3 = 2\sqrt{2}d^3$; 1 个晶胞质量为 $m_{\text{晶}} = \frac{4M}{N_A}$, 所以 $\rho =$

$$\frac{m_{\text{晶}}}{V_{\text{晶}}} = \frac{\sqrt{2}M}{d^3 N_A}.$$

答案: (1) 4 (2) 金属原子间相切

$$(3) 2\sqrt{2}d^3 \quad (4) \frac{\sqrt{2}M}{d^3 N_A}$$

12. 【解析】(1) ①根据 CuCl 的晶胞结构可知, D 与周围 4 个氯原子形成正四面体结构, 且 D 与顶点 C 的连线处于晶胞的体对角线上, 则 C、D 两原子核间距为体对角线的 $\frac{1}{4}$, 已知晶胞中

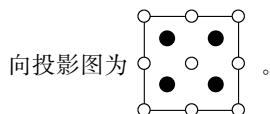
C、D 两原子核间距为 298 pm, 则晶胞棱长为 $\frac{4 \times 298}{\sqrt{3}}$ pm, 晶胞

中 Cl 的个数为 $8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$, Cu 的个数为 4, 则该晶体

$$\text{密度 } \rho = \frac{\frac{4}{N_A} \times (64 + 35.5)}{\left(\frac{4 \times 298}{\sqrt{3}} \times 10^{-10}\right)^3} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} = \frac{4 \times (64 + 35.5)}{N_A \left(\frac{4 \times 298}{\sqrt{3}}\right)^3 \times 10^{-30}}$$

$\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$.

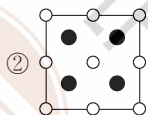
②晶胞中 Cl 位于顶点和面心, Cu 位于晶胞内部, 则沿 z 轴方



(2) ①根据 CeO_2 晶胞结构可知, 以面心上的 Ce^{4+} 为例, 距离最近的 O^{2-} 位于晶胞内部, 且有 4 个, 1 个面心的原子被 2 个晶胞所共用, 则 Ce^{4+} 距离最近的 O^{2-} 个数为 8, 即配位数为 8。

②假设 CeO_{2-x} 中 Ce^{4+} 和 Ce^{3+} 的个数分别为 m 和 n , 则 $m+n=1$, 由化合价代数和为 0 可知 $4m+3n=2(2-x)$, 解得 $m=1-2x$; 根据晶胞结构, 位于顶点和面心的 Ce^{4+} 或 Ce^{3+} 个数为 $8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$, 因此每个 CeO_{2-x} 晶胞中 Ce^{4+} 个数为 $4(1-2x) = 4-8x$ 。

答案: (1) ① $\frac{4 \times (64 + 35.5)}{N_A \left(\frac{4 \times 298}{\sqrt{3}}\right)^3 \times 10^{-30}}$



(2) ① 8 ② $4-8x$

十七 过渡晶体与混合型晶体 明矾晶体的制备

答案速查	题号	1	2	3	4	5	6	7	8
	答案	C	D	B	B	B	C	D	C

1. C 液晶像液体一样具有流动性, 也具有晶体的各向异性, 故 A 正确; 氧化镁晶体中离子键、共价键的成分各占 50%, 所以氧化镁晶体是一种过渡晶体, 故 B 正确; 等离子体主要是由电子和阳离子及电中性粒子组成, 故 C 错误; 石墨属于混合型晶体, 故 D 正确。

2. D 由题意, 氧化铝中离子键成分低于 50%, 通常可当作共价晶体来处理, 故 A 正确; 氧化铝属于共价晶体, 氧化钠属于离子晶体, 共价晶体的熔点一般高于离子晶体, 则氧化铝的熔点高于氧化钠, 故 B 正确; 氧化物中两元素电负性差值越大, 离子

键成分的百分数越大, 故 C 正确; 钾的金属性强于钠, 则氧化钾中的化学键中离子键成分的百分数大于 62%, 故 D 错误。

3. B 石墨晶体中同一层内的碳原子间形成的是共价键, 层间是分子间作用力, A 正确; 石墨晶体熔、沸点很高, 但硬度不大, B 错误; 每一层内碳原子排列成正六边形, 每个 C 原子连接 3 个六元环, 则每个六边形平均含完整碳原子数为 $6 \times \frac{1}{3} = 2$, C、D 正确。

4. B 石墨烯中每个碳原子形成 3 个共价键, 每两个碳原子形成一个共价键, 1 mol 石墨烯晶体含有共价键数目 $1.5N_A$, 故 A 正确; 石墨烯属于混合型晶体, 富勒烯属于分子晶体, 金刚石属于共价晶体, 是不同种晶体, 故 B 错误; 由金刚石晶胞结构可知, 与晶胞面心处碳原子距离最近且等距离的碳原子数为 4, 故 C 正确; 石墨烯、富勒烯与金刚石是碳元素的不同单质, 互为同素异形体, 故 D 正确。

5. B 由阳离子为正四面体结构, 可知阳离子为 $[\text{PCl}_4]^+$, 故 A 正确; 固态 PCl_5 是离子化合物, 存在阳离子 $[\text{PCl}_4]^+$ 和阴离子 $[\text{PCl}_6]^-$, 但离子不能自由移动, 不能导电, 故 B 错误; PCl_5 部分氟化可得 PCl_2F_3 , 由 PCl_5 及阴阳离子结构可知, 阴离子为 $[\text{PF}_6]^-$, 阳离子为 $[\text{PCl}_4]^+$, 化学式可表述为 $[\text{PCl}_4]^+[\text{PF}_6]^-$, 故 C 正确; Br^- 的离子半径过大, P 原子周围没有足够的空间容纳 6 个 Br^- , 无法形成 $[\text{PBr}_6]^-$, 因此固态 PBr_5 中不存在正八面体阴离子, 故 D 正确。

6. C 金刚石属于共价晶体, 石墨属于混合型晶体, 球碳分子、管状碳分子都是分子晶体, 所以金刚石和石墨的熔点肯定比球碳分子、管状碳分子的熔点高, 故 A、D 正确; 球碳分子、管状碳分子都是碳的单质, 能在氧气中燃烧生成二氧化碳, 所以都能与氧气反应, 故 B 正确; 球碳分子、管状碳分子和石墨都是由同种元素组成的不同单质, 互为同素异形体, 故 C 错误。

7. D C_{60} 的结构是由正五边形和正六边形组成的凸 32 面体, 设正六边形有 x 个, 正五边形有 y 个, 每个顶点被 3 条棱边共用, 碳原子数为 $(6x+5y) \times \frac{1}{3} = 60$, 且 $x+y=32$, 解得 $x=20, y=12$, 因此 C_{60} 中含有 12 个正五边形和 20 个正六边形, 故 A 错误; 石墨的层内碳原子之间存在 σ 键, 石墨每个碳原子经过 sp^2 杂化后, 还剩余一个未被杂化的 p 轨道, 肩并肩重叠, 形成大 π 键, 故 B 错误; 石墨中层间碳原子之间是通过范德华力维系, 不存在化学键, 故 C 错误; 如图所示的金刚石晶胞中碳原子有 8 个在顶角, 6 个在面心, 4 个在体内, 因此含有 $8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} + 4 = 8$ (个) 碳原子, 故 D 正确。

8. C 黑磷晶体中层与层之间的作用力是范德华力, 故 A 错误; 黑磷晶体中磷原子杂化方式为 sp^3 杂化, 故 B 错误; 黑磷晶体类似石墨, 故是混合型晶体, 故 D 错误。

9. 【解析】(1) ①石墨晶体中既有共价键, 又有范德华力, 还有金属键的特性, 是一种混合型晶体。②金刚石中只存在 C—C 间的 σ 共价键, 而石墨层内的 C—C 间既存在 σ 共价键, 又存在 π 键。(2) ①立方相氮化硼只含有 σ 键, a 项错误; 六方相氮化硼质地软, 是由于其层间作用力为范德华力, 作用力小, b 项正确; B、N 均为非金属元素, 两者形成的化学键为共价键, c 项正确; 立方相氮化硼属于共价晶体, d 项错误。②观察六方相氮

化硼的晶体结构可知,层内每个硼原子与相邻3个氮原子构成平面三角形;硼最外层电子全部成键,没有自由移动的电子存在,故不能导电。③立方相氮化硼晶体中,每个硼原子形成4个共价单键,所以为 sp^3 杂化;地下约300 km的环境应为高温、高压。

答案:(1)①混合型 ② σ σ π

(2)①bc ②平面三角形 硼最外层电子全部成键,没有自由移动的电子存在,故不能导电 ③ sp^3 杂化 高温、高压

微专题突破(五) 常见晶体类型的比较 晶体熔沸点大小比较

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
答案速查	D	C	C	A	A	A	B	A	C	A

1. D 二氧化硅为共价晶体,干冰为分子晶体,晶体类型不同,故A错误;冰为分子晶体,金属铜为金属晶体,晶体类型不同,故B错误;晶体硅为共价晶体,氧化钙为离子晶体,晶体类型不同,故C错误;氯化钠和氯化铯均为离子晶体,晶体类型相同,故D正确。

2. C 由表格中的数据可知, $AlCl_3$ 的沸点低于熔点,加热时能升华,故①正确; $SiCl_4$ 的熔、沸点较低,在晶态时属于分子晶体,故②正确; $NaCl$ 的熔、沸点较高,属于离子晶体,粒子之间以离子键结合,故③错误; $AlCl_3$ 的熔、沸点都较低,属于分子晶体,故④错误。

3. C A项,食盐熔化破坏离子键,蔗糖熔化破坏分子间作用力;B项,金刚石熔化破坏共价键,硫熔化破坏分子间作用力;C项,两者升华均破坏分子间作用力;D项, SiO_2 熔化破坏共价键, Na_2O 熔化破坏离子键。

4. A 碳化铝熔点很高且熔融态不导电,为共价晶体,A符合题意;溴化铝熔点很低且熔融态不导电,为分子晶体,B不符合题意;五氟化钨熔点很低且易溶于乙醇、氯仿、丙酮中,为分子晶体,C不符合题意;溴化钾熔融时或溶于水时都能导电,为离子晶体,D不符合题意。

5. A 这几种氧化物,属于酸性氧化物的是 SiO_2 、 SO_3 、 Al_2O_3 属于两性氧化物, NO_2 不属于酸性氧化物也不属于碱性氧化物; SiO_2 为共价晶体,熔点很高, SO_3 属于分子晶体,熔点较低,所以这几种氧化物中属于酸性氧化物且熔点最高的是 SiO_2 。

6. A 根据三氯化铁的熔点为 $282^\circ C$ 、沸点为 $315^\circ C$,易溶于水,也易溶于乙醚等有机溶剂。符合分子晶体的特征,故三氯化铁为分子晶体。

7. B 这几种物质都是分子晶体, H_2O 中含有氢键导致其熔沸点最高,相对分子质量 $H_2S < H_2Se < H_2Te$,所以熔沸点: $H_2O > H_2Te > H_2Se > H_2S$,故A错误;这几种物质都是分子晶体, CH_4 、 CCl_4 、 CBr_4 、 Cl_4 的相对分子质量依次增大,分子间作用力依次增大,则其沸点依次升高,故B正确;金刚石是共价晶体,白磷和氧气都是分子晶体,所以金刚石沸点最高,白磷相对分子质量大于氧气,所以白磷熔沸点高于氧气,则这几种物质沸点依次降低,故C错误;这几种物质都是共价晶体,键长 $Si-Si > Si-C > C-C$,则这几种物质熔沸点由低到高顺序是晶体

硅、碳化硅、金刚石,故D错误。

8. A 金属晶体的熔、沸点与金属元素的活泼性之间没有必然联系,B项错误;分子晶体的熔、沸点取决于分子间作用力的大小,与分子内共价键的强弱之间没有必然联系,C项错误;有些分子晶体溶于水后,也可电离出自由移动的离子,D项错误。

9. C $AlCl_3$ 属于分子晶体,不是离子晶体,故A错误;共价晶体,原子半径越小,键长越短($Si-Si > C-Si > C-C$),键能越大,共价晶体的硬度越大,故硬度:金刚石 $>$ 金刚砂 $>$ 晶体硅,故B错误;分子晶体,乙醇存在分子间氢键,沸点高;丙烷的相对分子质量大于乙烷,范德华力强,沸点高,故C正确;合金的熔点低于各成分金属,故钠的熔点高于钠钾合金,故D错误。

10. A 由题图知,D的沸点最高,D晶体可能是共价晶体,G、H在常温下呈气态,一定是分子晶体,故A正确;由题图知,G在常温下呈气态,一定是分子晶体,故B错误;由题图知,E、F的沸点较低,可能为金属晶体或者分子晶体,故C错误;由题图知,B的沸点较低,可能为金属晶体或者分子晶体,故D错误。

11. 【解析】由题表可知,A应为离子晶体,B应为共价晶体,C应为分子晶体;又已知A、B、C分别由C、H、Na、Cl四种元素中的一种或几种形成,再结合其水溶液与 Ag^+ 的反应,可得A为 $NaCl$,B为C(金刚石),C为 HCl ;粒子间的作用力分别为离子键、共价键和分子间作用力。

答案:(1) $NaCl$ C HCl

(2)离子晶体 共价晶体 分子晶体

(3)离子键 共价键 分子间作用力

12. 【解析】(1) MnO 、 MnS 的熔点都较高,都属于离子晶体。 MnO 的熔点较高的原因是 O^{2-} 半径小于 S^{2-} 半径, MnO 的离子键强;

(2)①非金属性越强,电负性越大,故Si、Sn、Cl三种元素电负性由小到大的顺序为 $Sn < Si < Cl$;

② $SiCl_4$ 中心原子Si的成键电子对为4对,根据价层电子对互斥理论可知,其空间结构为正四面体形,属于分子晶体;

③两者都属于分子晶体,则 $SiCl_4$ 的熔点低于 $SnCl_4$ 的原因为 $SiCl_4$ 的相对分子质量小于 $SnCl_4$,分子间作用力弱于 $SnCl_4$,故熔点低于 $SnCl_4$;

(3) $Fe(CO)_5$ 的熔点为253 K,沸点为376 K,熔沸点较低,则其固体属于分子晶体;

(4)氧的氢化物是水,常温为液体,熔点较低,为分子晶体;钠的氢化物为氢氧化钠,由 Na^+ 和 H^- 构成,为离子晶体;

(5)上述方程式中的 NH_3 、 F_2 、 NF_3 属于分子晶体; NH_4F 属于离子晶体;Cu属于金属晶体。

答案:(1)离子 O^{2-} 半径小于 S^{2-} 半径, MnO 的离子键强

(2)① $Sn < Si < Cl$ ②正四面体形 分子 ③二者均为分子晶体,组成与结构相似, $SiCl_4$ 的相对分子质量小于 $SnCl_4$,分子间作用力弱于 $SnCl_4$,故熔点低于 $SnCl_4$

(3)分子

(4)分子晶体 离子晶体

(5)abd

十八 配合物与超分子

答案速查	题号	1	2	3	4	5
	答案	A	B	C	B	A
	题号	6	7	8	9	10
	答案	C	B	C	D	B

- A** 由题图可知, N 原子与 Ni 原子之间为配位键; 共价键中 C—C 键为非极性键, C—H 键、N—O 键、C=N 键、O—H 键为极性键。
- B** ①氢离子提供空轨道, N_2H_4 中氮原子提供孤电子对, 所以能形成配位键, $N_2H_4^+$ 含有配位键, 故正确; ②甲烷中碳原子满足 8 电子稳定结构, 氢原子满足 2 电子稳定结构, 无空轨道, 无孤电子对, CH_4 不含有配位键, 故错误; ③ OH^- 电子式为 $[: \ddot{O} : H]^-$, 无空轨道, OH^- 不含有配位键, 故错误; ④氨气分子中氮原子含有孤电子对, 氢离子提供空轨道, 可以形成配位键, NH_4^+ 含有配位键, 故正确; ⑤ $Fe(CO)_3$ 中 Fe 原子提供空轨道, CO 提供孤电子对, 可以形成配位键, 故正确; ⑥ SCN^- 的电子式 $[: \ddot{S} : C : : N :]^-$, 铁离子提供空轨道, 硫原子提供孤电子对, $Fe(SCN)_3$ 含有配位键, 故正确; ⑦ H_3O^+ 中 O 原子提供孤电子对, H^+ 提供空轨道, 二者形成配位键, H_3O^+ 含有配位键, 故正确; ⑧ Ag^+ 有空轨道, NH_3 中的氮原子上的孤电子对, 可以形成配位键, $[Ag(NH_3)_2]OH$ 含有配位键, 故正确。
- C** 硫酸铝钾不是配合物。
- B** 配位数是指与中心原子(离子)以配位键结合的粒子的数目, $K_2[Co(SCN)_4]$ 的配位数为 4, $[Fe(CN)_5(CO)]^{3-}$ 的配位数是 6, $[Zn(CN)_4]^{2-}$ 的配位数为 4, $Na[Al(OH)_4]$ 的配位数是 4。
- A** 配离子 $[Fe(CN)_6]^{3-}$ 较稳定, 所在溶液中不含有 Fe^{3+} , 导致 $[Fe(CN)_6]^{3-}$ 的氧化性较弱, Fe^{3+} 的氧化性较强, 则 $[Fe(CN)_6]^{3-}$ 和 Fe^{3+} 的性质不一样, 故 A 正确; $[Fe(CN)_6]^{3-}$ 的中心离子 Fe^{3+} 含有空轨道, CN^- 含有孤电子对, 根据配位键形成条件可知, Fe^{3+} 与 CN^- 之间形成的化学键是配位键, 则形成配位键时 CN^- 给出孤电子对, Fe^{3+} 提供空轨道, 故 B、C 错误; $K_3[Fe(CN)_6]$ 溶液中不存在 Fe^{3+} , 则 $K_3[Fe(CN)_6]$ 溶液中滴入 KSCN 溶液时, 溶液不会变为红色, 故 D 错误。
- C** C 和 O 分别失去一个电子后的价层电子排布式为 $2s^2 2p^1$ 和 $2s^2 2p^3$, O 的 2p 能级是半充满结构, 比较稳定, 所以 O 的第二电离能大于 C 的第二电离能, A 项正确; 杯酚分子中含有苯环结构, 具有大 π 键, B 项正确; C_{60} 中只含有 C 元素, 无法形成氢键, C 项错误; 金刚石是共价晶体, C_{60} 为分子晶体, D 项正确。
- B** 冠醚与碱金属离子形成的配合物中还含有阴离子, 该物质是离子晶体, 不是分子晶体, 故 A 错误; 冠醚有不同大小的空穴适配不同大小的碱金属离子, 可用于识别不同的碱金属离子, 故 B 正确; 中心碱金属离子的配位数是随着空穴大小不同而改变的, 故 C 错误; 冠醚与碱金属离子之间的配位键属于共价键, 不是离子键, 故 D 错误。
- C** 该配合物中 Fe 显 +2 价, Fe^{2+} 最外层电子排布为 $3s^2 3p^6 3d^6$, 即最外层电子数为 14, 则配体提供的电子总数为

12, 每个 NO 和 H_2O 均可提供 2 个电子, 故 $n=5$, 该配合物的化学式为 $[Fe(NO)(H_2O)_5]SO_4$, 故 A 错误; 氢元素位于元素周期表 s 区, 故 B 错误; 该配合物在水中完全电离生成硫酸根离子, 且 SO_4^{2-} 能与 Ba^{2+} 反应生成沉淀, 则 1 mol 该配合物与足量 $Ba(OH)_2$ 溶液反应可生成 1 mol 沉淀, 故 C 正确; 该配合物中的阴离子是 SO_4^{2-} , S 原子孤电子对数 $= \frac{6+2-2 \times 4}{2} = 0$,

价层电子对数为 $0+4=4$, 空间结构为正四面体形, 故 D 错误。

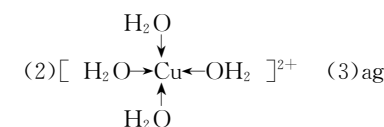
- D** 配合物 1 中, H_2O 中氧原子提供孤电子对, Co^{2+} 提供空轨道形成配位键, 配合物 1 右侧 N、O 分别提供一对孤电子对, 与 Co^{2+} 形成配位键, 则配合物 1 中含有 2 种配体, A 正确; 由配合物 2 的结构可知, N 形成 2 个 σ 键、1 个配位键, 故采取 sp^2 杂化, B 正确; 转变过程中, 配合物 1 中断裂 2 个 H_2O 与 Co^{2+} 形成的配位键, 配合物 2 中, SO_4^{2-} 中的 O 与 Co^{2+} 形成 2 个配位键, 涉及配位键的断裂和形成, C 正确; 配合物 1、2 中 Co 都为 +2 价, Co 的化合价没有发生变化, D 错误。

- B** 主体分子内羟基与磺酸基相邻较近, 磺酸基中含有羟基的结构, 可以形成分子内氢键, A 正确; 主体与客体间通过非共价键形成超分子, B 错误; 已知单键的键能小于双键, 则 S—O 的键能比 S=O 键能小, C 正确; N 原子价电子数为 5, $(CH_3)_4N^+$ 中 N 有 4 条 σ 键, 失去 1 个电子形成阳离子, 无孤电子对, 采用 sp^3 杂化, $(CH_3)_3N$ 中 N 有 3 条 σ 键, 1 对孤电子对, 价层电子对数为 4, 采用 sp^3 杂化, D 正确。

- 【解析】**(1) Cu^{2+} 提供空轨道, H_2O 分子中的 O 原子提供孤电子对形成配离子 $[Cu(H_2O)_4]^{2+}$, 生成此配离子的离子方程式为 $Cu^{2+} + 4H_2O \rightleftharpoons [Cu(H_2O)_4]^{2+}$, $[Cu(H_2O)_4]^{2+}$ 中存在的全部化学键类型有(极性)共价键、配位键。

(3) 电负性: $O > N$, a 不正确; S 原子与 4 个 O 原子形成共价键, 所以 S 原子采取 sp^3 杂化, b 正确; $[Cu(NH_3)_4]SO_4$ 中 SO_4^{2-} 与 $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ 以离子键结合, NH_3 、 SO_4^{2-} 中含有共价键, $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ 中含有配位键, c 正确; NH_3 分子内 N 原子有 1 个孤电子对, H_2O 分子中 O 原子有 2 个孤电子对, H_2O 分子中孤电子对对共用电子对排斥作用大, 所以 H_2O 分子中 H—O—H 键角小于 NH_3 分子中 H—N—H 键角, d 正确; SO_4^{2-} 中 S 原子采取 sp^3 杂化, 故 SO_4^{2-} 的空间结构为正四面体形, e 正确; $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ 中 N 原子提供孤电子对, f 正确; NH_3 中 N 为 sp^3 杂化, g 不正确。

答案: (1) $Cu^{2+} + 4H_2O \rightleftharpoons [Cu(H_2O)_4]^{2+}$ (极性)共价键、配位键 12 N_A



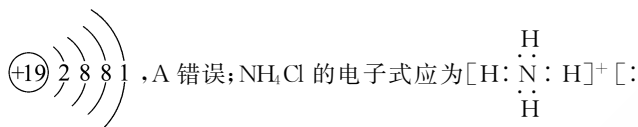
单元素养测评·模块素养测评

单元素养测评(一)(第一章)

题号	1	2	3	4	5	6	7
答案	B	D	D	A	A	D	C
题号	8	9	10	11	12	13	14
答案	D	C	B	C	A	D	B

1. **B** 焰火是电子发生跃迁后释放光子的过程,A有关,不符合题意;蓝色的钴玻璃是玻璃中添加金属元素后产生的,与电子跃迁无关,B无关,符合题意;LED灯通电后电子发生跃迁,C有关,不符合题意;可见光是电子跃迁产生,D与之有关,不符合题意。

2. **D** 最外层电子数不能超过8个,钾的原子结构示意图应为



$\text{Cl}:\text{Cl}^-$,B错误;N的轨道表示式违背了泡利原理,正确的N

的轨道表示式应为



排布式: $[\text{Ar}]3d^{10}4s^24p^6$,D正确。

3. **D** 基态 Cu^{2+} 的价层电子排布式为 $3d^9$,未成对电子数为1,A错误;硼原子核外电子由 $1s^22s^22p^1 \rightarrow 1s^22s^12p^2$,电子由基态跃迁到激发态,原子需吸收能量,B错误;N原子2p轨道有3个电子,为半充满稳定状态,不易失去电子,第一电离能 $\text{N} > \text{O}$,C错误;非金属性: $\text{Se} > \text{As} > \text{Ge}$,电负性: $\text{Se} > \text{As} > \text{Ge}$,D正确。

4. **A** 能级能量由低到高顺序为 $1s, 2s, 2p$,根据泡利原理,每个轨道最多只能容纳2个电子,且自旋相反,根据洪特规则,简并轨道(能级相同的轨道)中电子优先单独占据1个轨道,且自旋平行,能量最低,A项符合题意。

5. **A** 同周期自左而右,第一电离能呈增大趋势,但P元素原子3p能级为半满稳定状态,第一电离能高于同周期相邻元素;同主族自上而下第一电离能减弱,因此第一电离能: $\text{F} > \text{N} > \text{P} > \text{S}$,A正确;同一周期从左到右原子半径逐渐减小,同一主族从上到下原子半径逐渐增大,原子半径: $\text{P} > \text{S} > \text{N} > \text{F}$,B错误;同一周期从左到右电负性逐渐增大,同一主族从上到下电负性逐渐减小,电负性: $\text{F} > \text{N} > \text{S} > \text{P}$,C错误;F无正化合价,D错误。

6. **D** 钢铁输水管作正极,受到保护,A错误;基态Mg原子的核外电子排布为 $1s^22s^22p^63s^2$,空间运动状态即原子轨道为 $1+1+3+1=6$,B错误;基态碳原子2p能级有3个轨道,有2个电子单独分占轨道,自旋状态相同,C错误;同一能级上的电子所具有的能量相同,基态 Fe^{3+} 中,3d能级上的5个电子的能量完全相同,D正确。

7. **C** Na^+ 核外有3个电子层,而 F^- 核外有2个电子层,故 Na^+ 的半径比 F^- 的大,A项正确; Na^+ 的半径比Na的大, Na^+ 中的原子核对最外层电子的吸引力小,易失去电子,故 Na^+ 的还原性比Na的强,B项正确; H^- 的1s上有2个电子,为全充满稳定结构,不易失去电子,而 Na^+ 最外层也有2个电子,但H原子半径比Na原子半径小,故 Na^+ 的第一电离能比 H^- 的小,C

项错误;该事实说明可以形成 Na^- ,Na表现出非金属性,D项正确。

8. **D** X为Na元素、Y为Be元素、Z为Si元素、W为N元素、P为S元素、Q为Cl元素。Y是Be元素,位于ⅡA族,属于s区元素,A错误;同周期主族元素随原子序数增大第一电离能呈增大趋势,但ⅡA族、ⅤA族第一电离能大于同周期相邻元素,则第一电离能: $\text{Cl} > \text{S} > \text{Si} > \text{Na}$,B错误;选项中没有指明是最高价氧化物对应的水化物,不能比较酸性强弱,C错误;同周期主族元素自左而右电负性增大,则电负性: $\text{Cl} > \text{S} > \text{Si}$,D正确。

9. **C** X、Y处于同一周期且形成的化合物会产生酸雨,X、Y分别为N、O;Z的基态原子的最高能级的电子数是Y的基态原子的最低能级电子数的一半,Z最外层为1个电子,故Z为Na;W的周期数与族序数相同,W为Al。Z为Na,核外电子排布式为 $1s^22s^22p^63s^1$,A正确;同周期元素从左到右第一电离能呈增大趋势,同主族元素从上到下第一电离能逐渐减小,N的2p能级为半充满稳定状态,第一电离能: $\text{N} > \text{O}$,故第一电离能: $\text{Na} < \text{Al} < \text{O} < \text{N}$,B正确;工业上制取Na采用电解熔融氯化钠的方法,制备金属铝采用电解熔融氧化铝的方法,C错误;同周期元素从左到右原子半径逐渐减小,同主族元素从上到下原子半径逐渐增大,故原子半径: $\text{Na} > \text{Al} > \text{N} > \text{O}$,D正确。

10. **B** $4s$ 电子数为奇数的基态原子,最外层电子排布式为 $4s^1$,则原子轨道中至少含有1个“未成对电子”,A正确;4p电子数为偶数的基态原子,价电子排布式可能为 $4s^24p^2, 4s^24p^4$ 或 $4s^24p^6$,其中 $4s^24p^2, 4s^24p^4$ 都含有2个“未成对电子”, $4s^24p^6$ 不含“未成对电子”,B错误;3d电子数为偶数的基态原子,其原子轨道中可能含有“未成对电子”,如 $3d^{10}4s^1$ 含有1个“未成对电子”,C正确;3d轨道全部排满应为 $3d^{10}$,若3d电子数为奇数的基态原子,其原子轨道中3d轨道一定含有“未成对电子”,D正确。

11. **C** 依据题图可知元素X、Y、Z、W分别为Mg、Al、N、O。Mg的第一电离能大于Al,A正确;N的电负性小于O,B正确;铝原子核外有13个电子,每个电子的运动状态都不同,则有13种不同运动状态的电子,C错误;镁能分别与氮气、氧气发生氧化还原反应,D正确。

12. **A** 第一电离能: $\text{N} > \text{O} > \text{C}$,又因为O的第一电离能大于H,且C的第一电离能小于H,故第一电离能: $\text{N} > \text{O} > \text{H} > \text{C}$,A正确;基态碳原子的简化电子排布式为 $[\text{He}]2s^22p^2$,B错误;对乙酰氨基酚结构中H是2电子稳定结构,不满足8电子稳定结构,C错误;某同学将基态氧原子的轨道表示式表示为



错误。

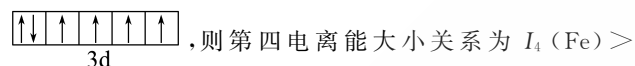
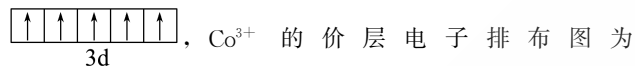
13. **D** 根据表中信息可知:A为C元素,B为S元素,C为Cl元素,D为O元素,E为F元素。非金属性: $\text{F} > \text{O} > \text{Cl}$,元素的非金属性越强,对应的简单氢化物越稳定,选项A错误;A为C元素,价层电子排布式为 $2s^22p^2$,p轨道有2个电子,自旋状态相同,选项B错误;元素B、C之间可形成化合物 S_2Cl_2 等,选项C错误;与元素B同周期且第一电离能最小的元素的单质为Na,为活泼金属,能与 H_2O 发生置换反应生成氢气,选项D正确。

14. B 根据结构式, X 形成一个共价键, 且位于 s 区, 因此 X 为 H, Y 形成四个共价键, Z 形成两个共价键, W 形成一个共价键, E 形成一个共价键, E 与其他四种元素不在同一周期, 且它们属于短周期元素, 原子序数依次增大, 推出 Y 为 C, Z 为 O, W 为 F, E 为 Cl, 据此分析; 根据上述分析, X 为 H, Y 为 C, Z 为 O, W 为 F, E 为 Cl。Y 为 C, Z 为 O, W 为 F, 同一周期从左向右第一电离能是增大的趋势, 但 $IIA > IIIA$, $VIA > VIIA$, 第一电离能大小顺序是 $F > O > C$, A 错误; $O^{2-} > F^-$, B 正确; 根据 $HClO$ 中 Cl 显 +1 价, O 显 -2 价, 推出 O 的电负性强于 Cl, 同周期从左向右电负性逐渐增大, 同主族从上到下电负性逐渐减小, 因此电负性: $F > O > Cl$, C 错误; C 的简单氢化物为 CH_4 , Cl 的简单氢化物为 HCl , Cl 的非金属性强于 C, 因此 HCl 稳定性强于 CH_4 , D 错误。

15. 【解析】由元素在周期表中的位置, 可确定 a、b、c、d、e、f、g 分别为 N、Fe、H、Mg、Co、C、Si。

(1) a 为 N 元素, 基态原子的电子排布图是②, 另一个电子排布图在 2p 轨道上没有做到“尽可能占据不同的轨道”, 所以错误的原因是它不符合洪特规则。

(2) b、e 两种元素分别为 Fe 和 Co, Fe^{3+} 的价层电子排布图为



$I_4(Co)$, 原因是铁失去的是较稳定的 $3d^5$ 的一个电子, 钴失去的是 $3d^6$ 上的一个电子。

(3) 已知元素 H、C 的最简单的化合物 CH_4 中, 共用电子对偏向 C, 表明非金属性 C 比 H 强, 元素 H、Si 的最简单的化合物 SiH_4 中, 共用电子对偏向 H, 表明非金属性 H 比 Si 强, 则元素 H、C、Si 的非金属性 $C > H > Si$, 则电负性由大到小的顺序为 $C > H > Si$ 。

(4) 某元素的原子价层电子排布式为 $ns^{n-1}np^{n+1}$, 则 $n=3$, 该基态原子核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$, 电子共占据 9 个轨道, 则空间运动状态有 9 种。

答案: (1) C (2) $I_4(Fe) > I_4(Co)$ Fe^{3+} 的价层电子 $3d^5$, 半充满, 能量低, 难失电子 (或 Co^{3+} 失 $3d^6$ 上的电子, 能量高, I_4 小)

(3) $C > H > Si$ (4) 9

16. 【解析】(1) CO_2 的电子式为 $\ddot{O}::C::\ddot{O}$, 基态氧原子的价层电子排布式为 $2s^2 2p^4$ 。

(2) O 和 F 是同周期元素, 原子序数越大非金属性越强, 对应气态氢化物的稳定性越强, 所以 $H_2O < HF$ 。

(3) ①基态 Na 原子中, 核外电子排布为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$, 占据的最高能层是第 3 能层, 符号是 M。

②Li、Na 为同主族元素, 从上到下随着核电荷数的递增, 金属性递增, 对应最高价氧化物的水化物的碱性越强, 所以碱性: $LiOH < NaOH$ 。

③LiH 与水发生反应的化学方程式为 $LiH + H_2O = LiOH + H_2 \uparrow$ 。(4) Li 和 Mg 在周期表位于对角线位置, 性质相似, 常温下, $MgCO_3$ 微溶于水, 推断常温下, Li_2CO_3 也微溶于水, A 正确; O 无最高正价, B 错误; O^{2-} 、 Mg^{2+} 电子层数相同, 核电荷数越大半径越小, 所以离子半径: $O^{2-} > Mg^{2+}$, C 错误; 基

态氧原子的电子排布图为 $\begin{array}{|c|c|c|} \hline \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow\uparrow \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{|c|c|} \hline 1s & 2s \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{|c|c|c|} \hline \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow & \uparrow \\ \hline \end{array} \quad 2p$, 其中成对电子数是未成对电子数的 3 倍, D 正确; 故选 AD。

答案: (1) $\ddot{O}::C::\ddot{O}$ $2s^2 2p^4$ (2) <

(3) ① M ② < ③ $LiH + H_2O = LiOH + H_2 \uparrow$ (4) AD

17. 【解析】(1) Fe 为 26 号元素, 位于第四周期第 VIII 族; 基态 Fe 原子的核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$, 则其基态原子核外电子有 15 种空间运动状态。(2) ① $[Ne] \begin{array}{|c|} \hline \uparrow \\ \hline \end{array} \quad 3p$ 属于激发态 Mg^+ , 其失去一个电子所需能量低于基态 Mg^+ ;

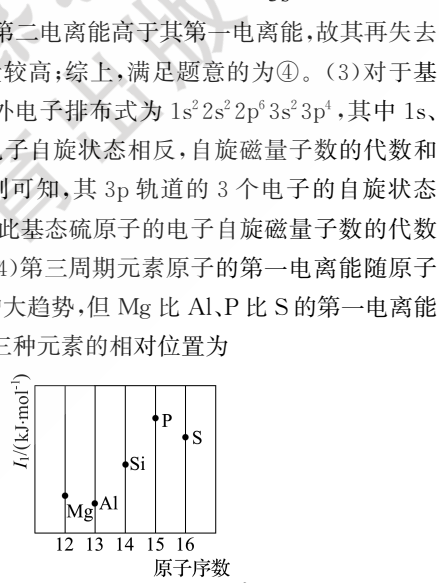
② $[Ne] \begin{array}{|c|} \hline \uparrow\downarrow \\ \hline \end{array} \quad 3s$ 属于基态 Mg 原子, 其失去一个电子变为基态 Mg^+ ;

③ $[Ne] \begin{array}{|c|} \hline \uparrow \\ \hline \end{array} \quad 3s$ 属于激发态 Mg 原子, 其失去一个电

子所需能量低于基态 Mg 原子; ④ $[Ne] \begin{array}{|c|} \hline \uparrow \\ \hline \end{array} \quad 3s$ 属于基态的 Mg^+ , 由于 Mg 的第二电离能高于其第一电离能, 故其再失去一个电子所需能量较高; 综上, 满足题意的为 ④。

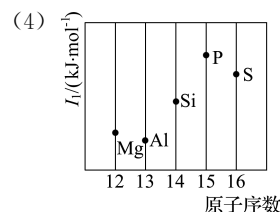
(3) 对于基态的硫原子, 其核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$, 其中 1s、2s、2p、3s 轨道的电子自旋状态相反, 自旋磁量子数的代数和为 0, 根据洪特规则可知, 其 3p 轨道的 3 个电子的自旋状态相同, 1 个不同, 因此基态硫原子的电子自旋磁量子数的代数和为 +1 或 -1。

(4) 第三周期元素原子的第一电离能随原子序数的增加而呈增大趋势, 但 Mg 比 Al、P 比 S 的第一电离能要高, 则 Al、Si、P 三种元素的相对位置为



(5) Fe^{3+} 的基态价层电子排布式为 $3d^5$, Co^{3+} 的基态价层电子排布式为 $3d^6$, Fe^{3+} 具有半充满结构, 而 Co^{3+} 不具有半充满结构, 因此 Fe^{3+} 氧化性比 Co^{3+} 弱。

答案: (1) 第四周期第 VIII 族 15 (2) ④ (3) +1 (或 -1)



(5) 弱 Fe^{3+} 的基态价层电子排布式为 $3d^5$, Co^{3+} 的基态价层电子排布式为 $3d^6$, Fe^{3+} 具有半充满结构, 而 Co^{3+} 不具有半充满结构, 因此 Fe^{3+} 氧化性比 Co^{3+} 弱

18. 【解析】(1) 元素的非金属性越强, 其简单离子的还原性越弱, 非金属性: $F > O > P$, 则简单离子的还原性: $P^{3-} > O^{2-} > F^-$, 故 A 正确; 在元素周期表第二周期中元素原子的第一电离能介于硼和氮之间的元素有 Be、C、O 三种元素, 故 B 错误; 基态铝原子占据的最高能级为 p 能级, p 能级的电子云轮廓图为哑铃形, 故 D 错误。(2) 基态 V 原子核外电子排布式为

$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^3 4s^2$, 该原子中具有 $1s, 2s, 2p, 3s, 3p, 3d, 4s$ 共 7 种不同能量的电子, s 能级的电子有 1 种空间运动状态, p 能级上的电子有 3 种不同空间运动状态, d 能级上的电子有 5 种不同空间运动状态, 所以具有 $1+1+3+1+3+3+1=13$ 种不同空间运动状态的电子, 每一个电子具有一种运动状态, 所以具有 23 种不同运动状态的电子。(3) 基态 Cu 原子核外有 29 个电子, 根据构造原理书写其简化的基态核外电子排布式为 $[Ar]3d^{10}4s^1$, 基态 Se 原子的价层电子为 $4s, 4p$ 能级上的

电子, 其价层电子轨道表示式为 $\begin{array}{|c|c|c|c|c|} \hline 4s & & 4p & & \\ \hline \uparrow\downarrow & & \uparrow\downarrow & \uparrow & \uparrow \\ \hline \end{array}$, 基态 Mn^{2+}

的价层电子为 $3d$ 能级上的 5 个电子, 其价层电子排布为 $3d^5$ 。

(4) Li 原子的第一电离能为 Li(g) 原子失去 1 个电子形成 $Li^+(g)$ 所需要的能量, 故 Li 原子的第一电离能为 $\frac{1\ 040\ kJ \cdot mol^{-1}}{2} = 520\ kJ \cdot mol^{-1}$; $O=O$ 键能是指断裂 1 mol $O=O$ 生成 O(g) 原子所需能量, 故 $O=O$ 的键能为 $2 \times 249\ kJ \cdot mol^{-1} = 498\ kJ \cdot mol^{-1}$ 。

答案: (1) BD (2) 7 13 23 (3) $[Ar] 3d^{10} 4s^1$

$\begin{array}{|c|c|c|c|c|} \hline 4s & & 4p & & \\ \hline \uparrow\downarrow & & \uparrow\downarrow & \uparrow & \uparrow \\ \hline \end{array} \quad 3d^5 \quad (4) 520 \quad 498$

单元素素养测评(二)(第二章)

题号	1	2	3	4	5	6	7
答案	A	D	B	B	C	B	A
题号	8	9	10	11	12	13	14
答案	B	B	A	C	B	A	C

- A** O_3 分子的共价键是极性键, O_3 空间结构与水分子的相似, 分子有极性, A 错误; 熔融状态下能导电的化合物是离子化合物, 共价化合物在熔融状态下不能电离出自由移动的离子, 不能导电, B 正确; 原子半径: $F < Cl < Br$, 键能: $Si-F > Si-Cl > Si-Br$, 稳定性: $SiF_4 > SiCl_4 > SiBr_4$, C 正确; $NaCl$ 为强酸强碱盐, 溶液中不存在离子水解, CH_3COONH_4 为弱酸弱碱盐, CH_3COO^- 和 NH_4^+ 相互促进水解, 导致溶液中水的电离程度增大, D 正确。
- D** 水分子是由 H 原子和 O 原子构成的, H 原子和 O 原子之间存在极性共价键, “释放出氢原子”必须破坏水分子内的氢氧极性共价键。
- B** HCl 分子中 $H-Cl$ 键为极性键, A 错误; CO_2 的中心 C 原子为 sp 杂化, VSEPR 模型和空间结构都为直线形, B 正确; $CaCl_2$ 为离子化合物, 电子式为 $[: \ddot{Cl} :]^- Ca^{2+} [: \ddot{Cl} :]^-$, C 错误; H_2O 分子之间的氢键强于范德华力, D 错误。
- B** SO_3^{2-} 的价层电子对数为 4, 且含有 1 对孤电子对, 所以其价层电子对互斥模型为四面体形, 而空间结构为三角锥形, A 项错误; ClO_4^- 的价层电子对数为 4, 不含孤电子对, 所以其价层电子对互斥模型与其空间结构一致, B 项正确; NO_2^- 的价层电子对数为 3, 其中含有 1 对孤电子对, 其价层电子对互斥模型与其空间结构不一致, C 项错误; ClO_3^- 的价层电子对数为 4, 也含有 1 对孤电子对, 其价层电子对互斥模型与其空间结构不一致, D 项错误。
- C** 同素异形体是同种元素形成的结构不同的单质, N_3^- 、 N_5^+

均为离子, A 错误; 1 mol P_4 中含 $P-P$ 6 mol, B 错误; F 的电负性大于 Cl, 甲基为推电子基团, 羧基中羟基极性: $FCH_2COOH > ClCH_2COOH > CH_3COOH$, 极性越大羧基越易电离, 酸性越强, 故 C 正确; C_2H_2 为直线形结构, 键角为 180° , N_2H_2 中 N 原子与三个原子相连, N 原子呈三角锥形, 键角约为 107° , H_2S_2 、 H_2O_2 均为折线结构, 中心原子与两个原子相连, 呈 V 形结构, 键角接近水分子的键角 105° , 但 S 原子半径大于 O, H_2S_2 小于 H_2O_2 键角, 故 D 错误。

6. B SO_3^{2-} 价层电子对数: $3 + \frac{6+2-2 \times 3}{2} = 4$, SO_4^{2-} 价层电子

对数: $4 + \frac{6+2-4 \times 2}{2} = 4$, SO_3^{2-} 具有一对孤电子对, SO_4^{2-} 无孤

电子对, 故键角: $SO_4^{2-} > SO_3^{2-}$, A 错误; 常温下, 利用相似相溶原理, 硫黄为非极性分子, 易溶于二硫化碳, B 正确; P_4 空间结构为正四面体形, 键角为 60° , C 错误; $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ 转化为 $CuSO_4$ 的过程, 属于化学变化, D 错误。

7. A VSEPR 模型是价层电子对的空间结构模型, 而分子的空间结构指的是成键电子对的空间结构, 不包括孤电子对, 当中心原子无孤电子对时, 两者空间结构相同, 当中心原子有孤电子对时, 两者空间结构不同, 故 A 错误; 元素的性质随着原子序数的递增而呈现周期性的变化, 这一规律叫元素周期律, 故 B 正确; 在一个原子轨道里, 最多只能容纳两个电子, 它们的自旋相反, 这个原理被称为泡利原理, 故 C 正确; 1 个 s 轨道和 3 个 p 轨道发生 sp^3 杂化, 形成 4 个能量相同、方向不同的 sp^3 杂化轨道, 故 D 正确。

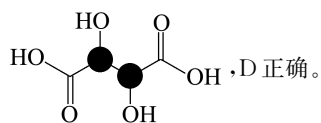
8. B 1 mol 噻吩中含 3 mol $C-C$ σ 键, 2 mol $C-S$ σ 键, 4 mol $C-H$ σ 键, 共 9 mol σ 键, 故 A 错误; 噻吩中 S 原子与所有 C 原子间可形成大 π 键, 故碳原子与硫原子均采取 sp^2 杂化, 故 B 正确; 该分子有 2 种氢原子, 故一氯代物有 2 种, 故 C 错误; 共价键的键长与原子半径的大小有关, S 原子与 C 原子的半径不一样, 故所有共价键的键长不都相同, 故 D 错误。

9. B 冰中每个水分子均形成氢键, 使体积膨胀, 密度减小, 所以冰能浮在水面上, 是氢键导致的, A 正确; 氢键属于分子间作用力, 不属于化学键, B 错误; HF 分子间存在氢键, 所以沸点: $HCl < HF$, C 正确; 乙醇可以和水形成分子间氢键, 故乙醇能与水以任意比例互溶, D 正确。

10. A SO_3 中心原子 S 周围的价层电子对数为 $3 + \frac{1}{2} \times (6 - 3 \times 2) = 3$, 空间结构为平面三角形, 正、负电中心重合, 是非极性分子, A 正确; $S_2O_3^{2-}$ 是 SO_3^{2-} 中的一个 O 原子被 S 原子取代, SO_4^{2-} 中心原子的价层电子对数为 $4 + \frac{1}{2} \times (6 + 2 - 4 \times 2) = 4$, SO_4^{2-} 的空间结构为正四面体形, 因 S 原子半径和 O 原子半径不等, 故 $S_2O_3^{2-}$ 的空间结构为四面体形, B 错误; SO_2 中心原子 S 为 sp^2 杂化, $S_2O_3^{2-}$ 中中心 S 原子的杂化方式为 sp^3 , 故两者的中心 S 原子的杂化类型不相同, C 错误; H_2S 中心 S 原子为 sp^3 杂化且周围有 2 对孤电子对, 而 SO_2 中心 S 原子为 sp^2 杂化且周围有 1 对孤电子对, 而孤电子对与孤电子对的排斥作用 $>$ 孤电子对与成键电子对的排斥作用 $>$ 成键电子对与成键电子对的排斥作用, 故 H_2S 的键角小于 SO_2 的键角, D 错误。

11. C 能形成分子间氢键的物质熔、沸点高于形成分子内氢键

的物质, A 正确; NH_3 分子的空间结构是三角锥形, B 正确; 碳元素的电负性大于硅元素, 因此 Si、Cl 间的电负性差别较大, Si—Cl 的极性强, C 错误; 该分子存在 2 个手性碳原子:



12. B 碳酸根离子的中心原子 C 原子含有的价层电子对数是 $3 + \frac{4+2-3 \times 2}{2} = 3$, 采用 sp^2 杂化, 空间结构为平面三角形, A

错误; 甲醛(HCHO)中心原子 C 原子采用 sp^2 杂化且 C 原子的价层电子均参与成键, 分子的空间结构为平面三角形, B 正确; 铵根离子中心原子 N 原子采用 sp^3 杂化且 4 个 N—H 完全一样, 所以离子的空间结构为正四面体形, C 错误; H_2O 分子中心原子 O 原子采用 sp^3 杂化但 O 原子有 2 对孤电子对, 所以分子的空间结构为 V 形, D 错误。

13. A 基态氧原子的价层电子排布式为 $2s^2 2p^4$, A 错误; 同周期自左至右第一电离能呈增大趋势, 但 N 原子 2p 能级轨道半满, 更稳定, 第一电离能高于 O, 则 C、N、O 三种元素的第一电离能: $\text{N} > \text{O} > \text{C}$, B 正确; 1 个乙二胺四乙酸分子中含有的 σ 键数目为 35 个, 0.5 mol 乙二胺四乙酸中含有的 σ 键的物质的量为 $0.5 \text{ mol} \times 35 = 17.5 \text{ mol}$, 数目为 $17.5 N_A$, C 正确; 分子含羧基和取代的氨基($-\text{N}-$), 则乙二胺四乙酸能形成分子内氢键, D 正确。

14. C 非金属性越强, 电负性越大, 故电负性 $\text{C} < \text{N} < \text{O}$, A 错误; 同周期元素从左到右, 原子半径递减, 故原子半径 $\text{C} > \text{N} > \text{O}$, B 错误; I 的价电子数为 7, I_3^- 中心原子 I 与另外两个 I 通过共用电子对形成共价键, 则另外两个 I 存在 3 对孤电子对, 中心原子 I 的孤电子对数是 $\frac{7+1-2 \times 1}{2} = 3$, C 正确; 六元环内存在大 π 键, 大 π 键具有吸电子效应, $\text{N}-\text{H}$ 离大 π 键比较近, $\text{N}-\text{H}$ 极性更大, D 错误。

15. (1) ad (2) SO_2 SO_2 为极性分子, CO_2 为非极性分子, H_2O 为极性溶剂, 极性分子易溶于极性溶剂 > (3) $\text{N} \equiv \text{C}-\text{C} \equiv \text{N}$ 4 : 3 (4) 冰中氢键数目比 $(\text{HF})_n$ 中多

16. 【解析】(1) S 为第 VIA 族元素, Se 与 S 同主族, 则其价电子排布式为 $4s^2 4p^4$ 。

(2) H_2O 分子间存在氢键, 增加水分子之间的作用力, 沸点升高, H_2Se 分子间无氢键, 沸点低。

(3) 物质 I 中含有 C—H 和 Se—Se, 苯环中含有大 π 键, 所以 I 物质中含有 π 键和 σ 键, A 错误; 物质 I 中的 Se—Se 是同种原子间形成的共价键, 为非极性共价键, B 正确; 物质 II 属于烃类, 烃类均不溶于水, C 错误; 物质 II 中含有苯环、碳碳双键和碳碳三键, 苯环和碳碳双键中 C 原子采用 sp^2 杂化, 碳碳三键中 C 原子采用 sp 杂化, D 正确。

(4) C、O、S、Se 最外层电子数为 4、6、6、6, 物质 IV 中 C 形成 4 个键, 无孤电子对, S 形成 6 个键, 无孤电子对, O 和 Se 均形成 2 个键, 均有 2 个孤电子对。(5) 同一种元素形成的含氧酸中, 非羟基氧原子个数越多, 酸性越强, H_2SeO_4 比 H_2SeO_3 非羟基氧原子个数多, 酸性强; SeO_4^{2-} 的成键电子对数为 4 +

$$\frac{6+2-4 \times 2}{2} = 4, \text{无孤电子对, 则其空间结构为正四面体形。}$$

答案: (1) $4s^2 4p^4$

(2) H_2O 分子间存在氢键, H_2Se 分子间无氢键 (3) BD

(4) O、Se (5) > 正四面体形

17. 【解析】(1) A 为基态 N 原子电子排布图; B 为 N 的 1 个 1s 电子激发到 $2p_x$ 轨道, 且 1 个 $2p_z$ 电子进入 $2p_y$ 轨道中; C 为 N 原子的 1 个 2s 电子激发到 2p 轨道中; D 为 1 个 1s 电子和 1 个 2s 电子分别激发到 2 个 2p 轨道中; 能量由低到高的顺序为 $\text{A} < \text{C} < \text{B} < \text{D}$ 。

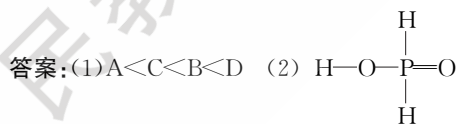
(2) KH_2PO_2 是次磷酸的正盐, 则 H_3PO_2 为一元酸, 只含 1 个



(3) PCl_3 中心 P 原子的价层电子对数为 4, 含一对孤电子对, 分子空间结构为三角锥形; 由 PCl_5 结构可知 PCl_5 的正负电中心重合, 属于非极性分子。

(4) N_2 中氮氮三键键能较大, 分子较稳定, 而磷磷三键键能较小, P_4 中有 6 个磷磷单键键能较大, 较稳定, 因此氮以 N_2 、而白磷以 P_4 形式存在。

(5) $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ 中含 $-\text{NH}_2$ 、 $-\text{COOH}$, 形成氢键较多, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$ 存在分子间氢键, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ 只有范德华力, 氢键强于范德华力, 所以熔点: $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{COOH} > \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2 > \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ 。

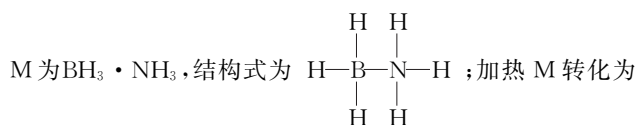


(3) 三角锥形 非极性

(4) N_2 中氮氮三键键能较大, 分子较稳定, 而磷磷三键键能较小, P_4 中有 6 个磷磷单键键能较大, 较稳定

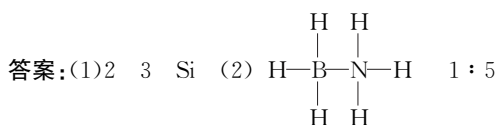
(5) $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{COOH} > \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2 > \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$
 $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ 中含 $-\text{NH}_2$ 、 $-\text{COOH}$ 均能形成氢键, 形成氢键较多, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$ 存在分子间氢键, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ 只有范德华力, 氢键强于范德华力

18. 【解析】(1) B 为 5 号元素, 基态¹¹B 原子的电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^1$, 同一轨道中 2 个电子自旋相反, 故核外存在 2 对自旋相反的电子; 核外电子空间运动状态由能层、能级原子轨道决定, 1s 轨道、2s 轨道、2p 有 1 个轨道, 有 3 种不同空间运动状态的电子; 在周期表中, B 与 Si 位于对角线位置, 根据对角线规则硼元素许多性质与 Si 元素相似。(2) M 是 NH_3 与硼元素的某种氢化物相互作用的产物, M 与乙烷结构相似, 则



H_2 和 N, N 与乙烯结构相似, 则 N 为 $\text{BH}_2 = \text{NH}_2$, N 分子中含有 1 个 π 键、5 个 σ 键, π 键和 σ 键数目之比为 1 : 5。

(3) O、S 采取的杂化方式和所含孤电子对数相同, 但氧原子电负性更大, 成键电子对更偏向 O, 故相互间排斥作用更强, 键角更大, 使得 $\angle \text{H}-\text{O}-\text{O}$ 略大于 $\angle \text{H}-\text{S}-\text{S}$ 。(4) 根据图示, 图中存在的氢键的表示式为 $\text{N}-\text{H} \cdots \text{O}$ 和 $\text{N}-\text{H} \cdots \text{N}$ 。



(3)O、S采取的杂化方式和所含孤电子对数相同,但氧原子电负性大,成键电子对更偏向O,故相互间排斥作用更强,键角更大

(4) $\text{N}-\text{H}\cdots\text{O}$ $\text{N}-\text{H}\cdots\text{N}$

单元素养测评(三)(第三章)

答案速查	题号	1	2	3	4	5	6	7
	答案	D	C	D	D	C	B	D
	题号	8	9	10	11	12	13	14
	答案	D	C	A	C	A	D	C

- D** 有电场的条件下,液晶分子会沿着电场方向有序排列,是液晶显示数字、图像的原理,故A正确;非晶体内部的原子或者分子是不规则排布的,非晶体的内部原子或分子的排列杂乱无章,故B正确;液晶最重要的用途是制造液晶显示器,故C正确;玻璃是非晶体,由玻璃制成规则的玻璃球,不能体现晶体的自范性,故D错误。
- C** 由题表中所给熔、沸点数据可知, SiCl_4 的熔、沸点较低,应为分子晶体,A正确;单质B的熔、沸点最高,可能为共价晶体,B正确; MgCl_2 属于易溶的离子晶体,水溶液能导电,C错误; NaCl 的沸点是 $1\,465\,^\circ\text{C}$,则 $1\,500\,^\circ\text{C}$ 时, NaCl 呈气态,D正确。
- D** 常温下Hg为液态,而 I_2 为固态,A项错误; SiO_2 为共价晶体,其熔点最高,CO是分子晶体,其熔点最低,B项错误;Na、K、Rb的价层电子数相同,其离子半径依次增大,金属键依次减弱,熔点逐渐降低,C项错误;Na、Mg、Al的价层电子数依次增多,离子半径逐渐减小,金属键依次增强,熔点逐渐升高,D项正确。
- D** N原子电负性比较大,能强烈吸引 π 键电子使其不能自由移动,故A正确;六方相氮化硼为混合型晶体,立方相氮化硼为共价晶体,熔点前者大于后者,故B正确;由立方相氮化硼结构与金刚石相似可知,立方相氮化硼中每个B原子周围有4个N原子,即存在4个B—N键,但B原子最外层电子数为3,所以有1个B—N键为配位键,故C正确;六方相氮化硼结构与石墨相似,每个N原子与周围的3个B原子形成 σ 键,则1 mol $(\text{BN})_x$ (六方相氮化硼)中含 $3x$ mol σ 键,故D错误。
- C** 金属晶体能导电,离子晶体固态时不导电,如氯化钠固体中离子不能自由移动而不导电,故A错误;金属晶体的“电子气”属于整个晶体所有,故B错误;金属晶体和离子晶体均可采取“紧密堆积”方式,达到原子数最大结合,故C正确;离子晶体没有延展性,易断裂,故D错误。
- B** SO_3 与 H_2O 反应剧烈形成酸雾,不易吸收,常用浓硫酸吸收 SO_3 ,故A错误;根据 S^{2-} 与 Cu^+ 的个数比为 $1:2$ 可以确定,黑球代表 S^{2-} ,故B正确;每个 S^{2-} 周围紧邻且等距离的 S^{2-} 个数为12,故C错误; Cu^+ 与 S^{2-} 最近距离为 $\frac{\sqrt{3}}{4}a$ nm,故D错误。
- D** 如图所示的四种物质中只有冰是分子晶体,熔点最低的是冰,故A正确;每个Cu晶胞中平均含有铜原子个数为 $8\times\frac{1}{8}+6\times\frac{1}{2}$

$=4$,故B正确;在NaH晶体中,距离 Na^+ 最近且等距的 Na^+ 位于面心处,其个数为12个,故C正确;根据晶胞结构可知,晶体中与每个 Ba^{2+} 紧邻且等距离的 O^{2-} 有12个,故D错误。

- D** 根据图1可知, O^{2-} 位于顶点和面心,个数为 $8\times\frac{1}{8}+6\times\frac{1}{2}=4$,8个 Li^+ 位于体内, O^{2-} 与 Li^+ 的个数比 $=4:8=1:2$,则氧化物的化学式为 Li_2O ,故A正确;石墨是非金属单质,石墨晶体中存在共价键、金属键和范德华力,属于混合型晶体,故B正确;根据图3可知,C原子位于顶点、棱上、面上和体内,个数为 $8\times\frac{1}{8}+4\times\frac{1}{4}+2\times\frac{1}{2}+1=4$,故C正确;金刚石晶体中最小的碳环由6个碳原子构成,故D错误。
- B** Fe为26号元素,其原子核外共有26个电子,则 Fe^{2+} 的核外电子排布式为 $[\text{Ar}]3d^6$,其最高能层电子排布为 $3s^23p^63d^6$,A项错误;配合物 $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 中配体为 CN^- ,由于电负性: $\text{N}>\text{C}$,所以碳原子提供孤电子对,即配位原子是碳原子,B项正确; $(\text{CN})_2$ 分子的结构式为 $\text{N}\equiv\text{C}-\text{C}\equiv\text{N}$,单键为 σ 键,三键含有1个 σ 键和2个 π 键,因此 $(\text{CN})_2$ 分子中 σ 键和 π 键数目比为 $3:4$,C项错误;由 $(\text{CN})_2$ 分子的结构 $\text{N}\equiv\text{C}-\text{C}\equiv\text{N}$ 可知,其分子高度对称,电荷分布均匀,为非极性分子,D项错误。
- A** 晶体中含有 Ba^{2+} 和 O_2^{2-} ,则该晶体属于离子晶体,A正确;该氧化物的1个晶胞中含有4个 Ba^{2+} 和4个 O_2^{2-} ,则晶体的化学式应为 BaO_2 ,B不正确;该晶体的晶胞结构与 NaCl 的晶胞结构相似,所以与每个 Ba^{2+} 距离相等且最近的 Ba^{2+} 共有12个,C、D不正确。
- C** 晶胞II中,白球(Si)的个数为 $8\times\frac{1}{8}+1=2$,灰球(V)的个数为 $12\times\frac{1}{2}=6$,因此 $x:y=6:2=3:1$,A正确;以晶胞内部的Si为例,周围等距紧邻的V共12个,B正确;V是第VB族元素,每个V价层电子数为5;Si是第IVA族元素,每个Si价层电子数为4,该晶胞含6个V、2个Si,价层电子总数 $=6\times5+2\times4=38\neq19$,C错误;金属钒晶胞I中紧邻V间距为 0.30 nm, V_xSi_y 中紧邻V间距为 0.24 nm,由题干可知,紧邻钒原子间的距离变短可增强超导性能距离更短,因此 V_xSi_y 的超导性质优于金属钒,D正确。
- A** CO分子内含有一个碳氧三键,则 σ 键和 π 键个数之比为 $1:2$,A项正确; $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ 中含有N—H极性共价键和Ni—N配位键,B项错误;基态 Ni^{2+} 的电子排布式为 $[\text{Ar}]3d^8$,C项错误; CN^- 为直线形,C原子的杂化方式是 sp ,D项错误。
- D** 测溶液a的 $\text{pH}\approx 1.3$,溶液显酸性,说明铁离子是弱碱阳离子,证明 Fe^{3+} 发生了水解,故A正确;向b中加入 AgNO_3 后,发生反应 $\text{Ag}^++\text{Cl}^-=\text{AgCl}\downarrow$, $\text{Fe}^{3+}+4\text{Cl}^-\rightleftharpoons[\text{FeCl}_4]^-$ (黄色)平衡逆向进行,溶液黄色变浅,产生白色沉淀,故B正确;向b中滴入KSCN溶液变红色,说明 Fe^{3+} 与 SCN^- 形成了配合物 $\text{Fe}(\text{SCN})_3$,使 $\text{Fe}^{3+}+4\text{Cl}^-\rightleftharpoons[\text{FeCl}_4]^-$ (黄色)平衡逆向进行,即 $\text{Fe}(\text{SCN})_3$ 的配位键稳定性大于 $[\text{FeCl}_4]^-$,故C正确;将溶液a稀释,促进铁离子的水解,颜色变浅,主要是因为 Fe^{3+} 水解导致的,故D错误。

14. C 由题干 MOFs 超分子的结构示意图可知,每个金属离子周围均形成 4 个配位键,故 A 正确;由题干 MOFs 超分子的结构示意图可知,该分子的有机配体是 HCOO^- ,则该超分子化学式为 $\text{Zn}_3\text{MO}(\text{HCOO})_6$,根据化学式化合价代数和为 0 可知,金属阳离子 M 的化合价为 +2,故 B 正确;氢键只存在于与电负性大的 N、O、F 结合的 H 与另一个电负性大的 N、O、F 之间,结合题干结构示意图可知,该 MOFs 超分子间不存在氢键,故 C 错误;配合物中配体提供孤电子对,该分子的有机配体是 HCOO^- ,故 D 正确。

15. 【解析】(1)熔点较高,水溶液或熔融态时均能导电,为离子晶体,对应物质为 NaCl 。(2)能导电,熔点为 630.74°C ,沸点为 1750°C ,为金属晶体,对应物质为铯。(3)由分子间作用力结合而成,为分子晶体,化学性质稳定,对应物质为氖。(4)由共价键结合成空间网状结构的晶体,熔、沸点高,硬度大,为共价晶体,对应物质为硼。(5)层状结构的晶体,熔点高、能导电,具有滑腻感,是石墨,石墨属于混合型晶体。

答案:(1)氯化钠 离子晶体 (2)铯 金属晶体

(3)氖 分子晶体 (4)硼 共价晶体 (5)石墨 混合型晶体

16. 【解析】(1)氧为 8 号元素,核外有 8 个电子,氧原子的核外电

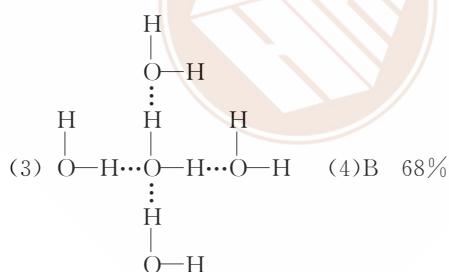
子排布图为 $\begin{array}{|c|c|c|} \hline 1s & 2s & 2p \\ \hline \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow\uparrow \\ \hline \end{array}$ 。

(2)水中氧的杂化类型为 sp^3 , H_3O^+ 中氧的杂化类型为 sp^3 ,则氧原子的杂化类型没有改变,故 A 错误;水分子为 V 形, H_3O^+ 为三角锥形,则微粒的形状发生了改变,故 B 正确;因结构不同,则性质不同,微粒的化学性质发生了改变,故 C 正确;水分子为 V 形, H_3O^+ 为三角锥形,微粒中的键角发生了改变,故 D 正确。

(3)冰晶胞中存在氢键,氢键具有方向性,每个水分子与相邻的 4 个水分子形成氢键。

(4)冰属于分子晶体,由晶胞图可知,B 为碘的晶胞图,构成微粒为碘分子,则与冰的晶体类型相同的是 B,D 晶体为钾晶体的晶胞图,为体心立方堆积,晶体的空间利用率为 68%。

答案:(1) $\begin{array}{|c|c|c|} \hline 1s & 2s & 2p \\ \hline \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow\uparrow \\ \hline \end{array}$ (2)A



17. 【解析】(1)氯酸钾是离子晶体,熔化时破坏离子键,二氧化硅是共价晶体,熔化时破坏共价键,碘是分子晶体,升华时粒子间克服分子间作用力;熔点:共价晶体 > 离子晶体 > 分子晶体,所以熔点高低的顺序为 $\text{SiO}_2 > \text{KClO}_3 > \text{I}_2$ (或二氧化硅 > 氯酸钾 > 碘);

(2)根据晶体的物理性质分析,A 固态时能导电,能溶于盐酸,属于金属晶体;B 能溶于 CS_2 ,不溶于水,属于分子晶体;C 固态时不导电,液态时能导电,可溶于水,属于离子晶体;D 固态、液态时均不导电,熔点为 3500°C ,属于共价晶体;

(3)由晶胞结构模型可知 A、B、C、D 分别为氯化铯、氯化钠、二氧化硅、金刚石。

答案:(1)离子键 共价键 分子间 $\text{SiO}_2 > \text{KClO}_3 > \text{I}_2$ (或二氧化硅 > 氯酸钾 > 碘)

(2)金属晶体 分子晶体 离子晶体 共价晶体

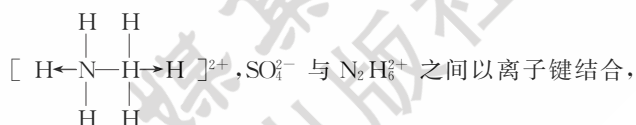
(3)氯化铯 氯化钠 二氧化硅 金刚石

18. 【解析】(1) BCl_3 分子中的 B 原子的 1 个 2s 轨道和 2 个 2p 轨道进行 sp^2 杂化形成 3 个 sp^2 杂化轨道,B 原子还有 1 个空轨道(未杂化的 2p 轨道),所以 B 原子与 X 形成配位键时,X 应提供孤电子对。

(2) $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 中, NH_4^+ 存在配位键、共价键,表示为



$\text{N}_2\text{H}_6\text{SO}_4$ 中 $\text{N}_2\text{H}_6^{2+}$ 存在配位键、共价键,表示为



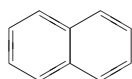
故 $\text{N}_2\text{H}_6\text{SO}_4$ 中存在离子键、配位键、共价键。(3)反应后溶液中不存在任何沉淀, Cu^{2+} 反应生成 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$,所以反应后 Cu^{2+} 的浓度降低,故 A 错误;氢氧化铜和氨水反应生成 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$,沉淀溶解后,生成深蓝色的配离子 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$,故 B 正确; $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 的空间结构为平面正方形,故 C 错误;在 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 配离子中, Cu^{2+} 提供空轨道, NH_3 提供孤电子对,故 D 错误。(4) Cu^{2+} 中存在空轨道, NH_3 中 N 原子上有孤电子对, N 与 Cu^{2+} 之间以配位键结合, $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 与 Cl^- 间以离子键结合。

答案:(1)X (2)abc (3)B (4)离子键 配位键

模块素养测评(第一~三章)

题号	1	2	3	4	5	6	7
答案	D	C	B	D	D	D	B
题号	8	9	10	11	12	13	14
答案	B	C	B	C	D	D	A

1. D 晶胞是能完整反映晶体内部原子或离子在三维空间分布之化学结构特征的平行六面体的最小单元,通常根据晶胞的结构来分析判断晶体的组成,故 A 正确;X 射线衍射实验是区分晶体和非晶体最可靠的科学方法,所以判断某固体是否为晶体的直接方法是 X 射线衍射实验,故 B 正确;破损的晶体在溶液中可以得到修复,故缺角的氯化钠晶体在饱和 NaCl 溶液中慢慢变为完美的立方体,故 C 正确;晶体的形成必须生长的速率适当,若蒸发结晶时速率过快,可能得到非晶体(玻璃态), CuSO_4 溶液蒸发结晶得到的固体粉末不一定属于晶体,故 D 错误。

2. C 石墨的层与层之间是分子间作用力,而碳原子间是共价键,石墨之中也会有自由电子在层与层间移动,石墨属于混合型晶体,故 A 不符合题意;玻璃是非晶体,故 B 不符合题意; CH_3COONa 是由醋酸根离子和钠离子构成的离子晶体,碳化硅是由碳原子和硅原子构成的共价晶体,  是有机

物,属于分子晶体,镁是由金属阳离子和自由电子构成的金属晶体,故 C 符合题意;NaH 是钠离子和氢离子构成的离子晶体,不属于金属晶体,故 D 不符合题意。

3. B H_2O 分子间存在氢键,熔沸点升高,沸点: $\text{H}_2\text{O} > \text{H}_2\text{S}$,能用氢键解释,故 A 错误;分子的稳定性与键能有关,与氢键无关,故 B 正确;冰中含有氢键,氢键有方向性和饱和性,导致水结冰后体积变大,则质量不变时冰的密度比液态水的密度小,故密度: $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) > \text{H}_2\text{O}(\text{s})$,能用氢键解释,故 C 错误; CH_3OH 与水分子间存在氢键,溶解性增大,溶解性(水中): $\text{CH}_3\text{OH} > \text{CH}_4$,能用氢键解释,故 D 错误。

4. D 给金属晶体加电压时,晶体中的自由电子定向移动形成电流,自由电子的移动能传递热能,因此金属晶体的导电性、导热性均与自由电子有关,故①正确;F、Cl、Br、I 的非金属性依次减弱,则其离子的还原性逐渐增强,且元素的非金属性越强,其简单氢化物的热稳定性越强,则 HF、HCl、HBr、HI 的还原性逐渐增强,热稳定性依次减弱,故②错误;分子晶体熔、沸点的高低取决于分子间作用力的强弱,与共价键强弱无关,故③错误;共价键的键能决定物质的热稳定性,分子间作用力决定物质的熔沸点;S、Se、Te 的非金属性依次减弱,故 H_2S 、 H_2Se 、 H_2Te 的热稳定性依次减弱,但是 H_2S 、 H_2Se 、 H_2Te 的相对分子质量依次增大,其熔沸点依次升高,故④正确;三种晶体为共价晶体,共价键的键长越短,共价键越强,硬度越大,键长: $\text{C}-\text{C} < \text{C}-\text{Si} < \text{Si}-\text{Si}$,则硬度: 金刚石 > 碳化硅 > 晶体硅,故⑤正确。

5. D $(\text{H}_2\text{O})_{21}$ 中水分子之间的作用力主要是氢键,故 A 错误;同系物是指结构相似,组成上相差一个或若干个 CH_2 基团的化合物,故 B 错误;加热 $(\text{H}_2\text{O})_{23}$ 变为 $(\text{H}_2\text{O})_{19}$ 破坏的是氢键,没有破坏极性键,故 C 错误; $(\text{H}_2\text{O})_{21}$ 是由多个水分子形成的分子晶体,故 D 正确。

6. D 结构分析可知,铍形成了铍铍键,它是非极性键,铍碳键,它是极性键,双铍烯中铍既形成极性键,又能形成非极性键,故 A 正确;同周期从左至右第一电离能呈增大趋势,故基态原子的第一电离能: $\text{C} > \text{Be}$,故 B 正确;非金属性: $\text{C} > \text{H} > \text{Be}$,元素的电负性: $\text{C} > \text{H} > \text{Be}$,故 C 正确;基态 Be 原子核外电子排布式为 $1s^2 2s^2$,电子云轮廓图为球形,故 D 错误。

7. B POCl_3 和 PCl_4^+ 的价电子对数均为 4,所以均采取 sp^3 杂化, A 正确; NO_2^+ 、 NO_3^- 的中心 N 原子无孤电子对且杂化方式分别为 sp 、 sp^2 ,键角不同主要是由杂化方式不同引起的, B 错误;硅的四种卤化物均为分子晶体,相对分子质量越大,范德华力越大,沸点越高, C 正确;分子间氢键使分子的熔点升高,分子内氢键使分子的熔点降低, D 正确。

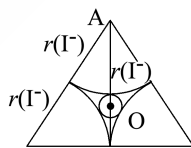
8. B 由图可知晶体中存在 NH_4^+ 和 Cl^- ;可知 NH_4Cl 晶体属于离子晶体,故 A 正确; NH_4^+ 的空间结构为正四面体, $\text{H}-\text{N}-\text{H}$ 键角为 $109^\circ 28'$,故 B 错误; NH_4Cl 晶体中 NH_4^+ 和 Cl^- 间存在离子键, NH_4^+ 内部存在 $\text{N}-\text{H}$ 共价键,故 C 正确;由图可知,离顶点的 Cl^- 最近的 NH_4^+ 位于晶胞体心,一个顶点归 8 个晶胞所有,因此每个 Cl^- 周围与它最近且等距离的 NH_4^+ 的数目为 8,故 D 正确。

9. C 根据该配合物的结构可知,1 mol 该配合物中含 σ 键共 39 mol, A 错误; SCN^- 中碳原子杂化方式为 sp 杂化、苯环和 $\text{C}=\text{N}$ 键中碳原子杂化方式为 sp^2 杂化、其余碳原子杂化方式

为 sp^3 杂化, B 错误;中心离子 Cu^{2+} 的配位数为 4, C 正确; SCN^- 与 Cu^{2+} 形成配位键,无法与 Fe^{3+} 反应,溶液不变红色, D 错误。

10. B Fe 失去 4s 轨道上的 2 个电子变成 Fe^{2+} , Fe^{2+} 的基态核外电子排布式为 $[\text{Ar}]3\text{d}^6$,故 A 错误;由图可知, Fe^{3+} 和 Fe^{2+} 互相占据立方体互不相邻的顶点, Fe^{2+} 与 Fe^{3+} 均位于顶点, Fe^{2+} 的个数为 $4 \times \frac{1}{8} = \frac{1}{2}$, Fe^{3+} 的个数为 $4 \times \frac{1}{8} = \frac{1}{2}$, CN^- 位于棱心,其个数为 $12 \times \frac{1}{4} = 3$,该晶体中 Fe^{2+} 与 CN^- 的个数比为 $\frac{1}{2} : 3 = 1 : 6$,故 B 正确;该晶体中存在 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 、 CN^- ,则该晶体属于离子晶体;根据化学式 $\text{MFe}_x(\text{CN})_6$ 可知, $x=2$,即含有 1 个 Fe^{2+} 和 1 个 Fe^{3+} ,根据化合物中正负化合价的代数和为 0,设 M 的化合价为 n ,则 $n \times 1 + 2 + 3 + (-1) \times 6 = 0$,可知 $n=1$,M 呈 +1 价,故 C 错误;由题图看出与每个 Fe^{3+} 距离最近且等距离的 CN^- 为 6 个,故 D 错误。

11. C $[\text{HgI}_4]^{2-}$ 配离子中心原子 Hg 周围形成 4 个配位键,其价层电子对数为 4,配离子的空间结构为正四面体形,故 A 正确;氯化亚汞分子(Hg_2Cl_2)为直线形分子,两个 Hg 之间还形成 1 对共用电子对,其结构式为 $\text{Cl}-\text{Hg}-\text{Hg}-\text{Cl}$,故 B 正确;低温下 Ag_2HgI_4 以 β 型结构存在, I^- 以面心立方结构堆积, I^- 位于面心和顶点,均摊法可知,其个数为 $8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$,则 Ag^+ 为 2 个, Hg^{2+} 为 1 个,即 Hg^{2+} 位于下面一个晶胞的右前下方的 $\frac{1}{8}$ 晶胞的体心上,或者上面一个晶胞的左后下方的 $\frac{1}{8}$ 晶胞的体心上,故 Hg^{2+} 的分数坐标分别为 $(\frac{3}{4}, \frac{3}{4}, \frac{1}{8})$ 、 $(\frac{1}{4}, \frac{1}{4}, \frac{5}{8})$,故 C 错误; $\alpha\text{-Ag}_2\text{HgI}_4$ 晶体可以导电,由于 Ag^+ 电荷数少与阴离子间作用力弱,导致导电粒子几乎全是 Ag^+ , Ag^+ 在四面体空隙间迁移需穿越四面体侧面,侧面的空隙半径(空隙内切圆半径),如图所示:



$\alpha\text{-Ag}_2\text{HgI}_4$ 导电的可能的原因是晶体结

构中有供阳离子迁移的空隙,故 D 正确。

12. D NaCl 晶体中 Na^+ 的配位数为 6;干冰中 CO_2 分子的配位数为 12,可知 NaCl 中 Na^+ 的配位数小于干冰中 CO_2 分子的配位数,故 A 错误;由 CsCl 晶胞示意图可知,若 Cs^+ 作顶点,则 Cl^- 应在晶胞体心处,故 B 错误;由 FeS_2 的晶胞结构可以计算出 S_2^{2-} 的半径为 $\frac{\sqrt{2}}{4}a$ pm,无法计算 S 原子的半径,故 C 错误;石墨晶体层内是共价键,层间有范德华力,有共价晶体、分子晶体、金属晶体的特征,因而石墨为混合型晶体,故 D 正确。

13. D U、V、W、X、Y、Z 为原子序数依次增大的前 20 号主族元素, U 是原子半径最小的元素,则 U 为 H, V 的 p 轨道电子数是 s 轨道电子数的一半,电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^2$,则 V 为 C, X 的最外层电子数与其 K 层电子数相等, X 为第 II A 族元素,可能的电子排布式为 $1s^2 2s^2$ (Be) 或 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$ (Mg), X 的

原子序数大于 V, 则 X 为 Mg, Y 的氧化物具有两性, 则 Y 为 Al, X 和 Z 同主族, 则 Z 为 Ca, Z 的原子序数等于 W 和 X 的原子序数之和, 则 W 的原子序数 = $20 - 12 = 8$, 即 W 为 8 号元素 O。V 为 C, V 的简单氢化物为 CH_4 , W 为 O, W 的简单氢化物为 H_2O , H_2O 中存在分子间氢键, 沸点远高于 CH_4 , 则沸点: $\text{H}_2\text{O} > \text{CH}_4$, 即 $V < W$, A 错误; 金属性: $\text{Ca} > \text{Mg}$, 金属性越强, 最高价氧化物的水化物碱性越强, 则碱性: $\text{Ca}(\text{OH})_2 > \text{Mg}(\text{OH})_2$, 即 $X < Z$, B 错误; Mg 的价电子排布为 $3s^2$, 是全充满的稳定结构, Al 的价电子排布为 $3s^2 3p^1$, p 轨道只有 1 个电子, 易失去, 故第一电离能: $\text{Mg} > \text{Al}$, 即 $X > Y$, C 错误; U 为 H, W 为 O, 可形成 H_2O (水) 和 H_2O_2 (过氧化氢), 二者在常温下均为液态, D 正确。

14. A 根据配离子结构示意图可知, 1 mol 该配离子中含有 π 键的个数是 $6 \times 6.02 \times 10^{23}$, 故 A 正确; 该配离子中碳原子的杂化类型有 sp^2 、 sp^3 杂化, 故 B 错误; 该配离子含有的非金属元素有 C、O、H, 电负性最大的是氧, 故 C 错误; 该配离子中含有的化学键有共价键、配位键, 故 D 错误。

15. 【解析】(1) COCl_2 的结构式为 $\begin{array}{c} \text{Cl} \\ | \\ \text{C}=\text{O} \\ | \\ \text{Cl} \end{array}$, 碳原子形成 1 个 π

键和 3 个 σ 键, 故碳原子采取 sp^2 杂化, COCl_2 分子的空间结构为平面三角形;

(2) 该有机物正负电中心不重合, 属于极性分子; 苯环上的碳原子为 sp^2 杂化, 其他碳原子均形成 4 个共价单键, 为 sp^3 杂化, 氮原子形成 3 个共价单键, 孤电子对数为 1, 故为 sp^3 杂化, 羟基氧原子形成 2 个共价单键, 孤电子对数为 2, 故为 sp^3 杂化, C、N、O 位于同一周期, 其电负性逐渐增大, 所以有机物分子中采取 sp^3 杂化的原子对应元素的电负性由大到小的顺序为 $\text{O} > \text{N} > \text{C}$;

(3) 乙二胺分子中每个氮原子形成 3 个共价单键, 孤电子对数为 1, 故为 sp^3 杂化。

答案: (1) 平面三角 (2) 极性 $\text{O} > \text{N} > \text{C}$ (3) sp^3 杂化

16. 【解析】(1) 基态氟原子的电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^5$, 最高能级为 p 能级, 最高能级的电子云有 3 种空间伸展方向, 基态氧原子的核外电子排布式是 $1s^2 2s^2 2p^4$, 氟、氧、氮三种元素的第一电离能由大到小的顺序为 $\text{F} > \text{N} > \text{O}$ 。

(2) 结构简式中的 N、O、F 电负性较大, 但 N、O、F 上无氢原子, 不能形成分子内或者分子间氢键。

(3) 硒是第 VIA 族元素, 和 S 同主族, 能形成两种常见的氧化物, 分子式为 SeO_2 、 SeO_3 。

(4) 常压下, 氨气在 300°C 时约有 10% 分解, 水蒸气在 2000°C 时约有 5% 分解, H_2O 稳定性大于 NH_3 , 说明水分子中 H—O 键的键能大于 N—H 键, 原子半径: $\text{N} > \text{O}$, 键长越短, 键能越大, O 原子形成的 H—O 键的键能大于 N 原子形成的 N—H 键, 则氢化物 H_2O 更难分解。

答案: (1) 3 $1s^2 2s^2 2p^4$ $\text{F} > \text{N} > \text{O}$

(2) 不能 N、O、F 上无氢原子 (3) SeO_2 、 SeO_3

(4) 原子半径: $\text{N} > \text{O}$, 键长越短, 键能越大, O 原子形成的 H—O 键的键能大于 N 原子形成的 N—H 键, 则氢化物 H_2O 更难分解

17. 【解析】(1) N_2O_5 为离子晶体, 根据其阴阳离子中所含原子个

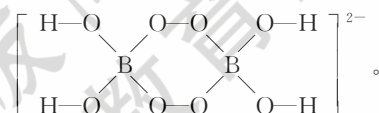
数均不超过 4 个可推断出其阴阳离子分别为 NO_3^- 和 NO_2^+ (硝酰正离子), 其中阳离子呈直线形, 阴离子为平面三角形且氮原子为 sp^2 杂化。

(2) 由于 N 的电负性大于 H 的电负性, 使得 N_2H_5^+ 中相邻 N—H 键的电子云向 —NH₂ 方向偏移, N—H 键的极性变大, 更易电离出氢离子, 酸性更强, 因此 N_2H_5^+ 酸性强于 NH_4^+ 。

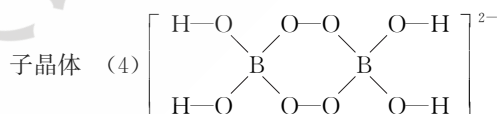


该钾石墨的晶胞, 利用均摊法, 可以算出该钾石墨的化学式为 KC_8 , 该晶体中, 钾失去电子给石墨层, 形成了离子化合物, 因此晶体类型为离子晶体。

(4) 由于 B 只有一种化学环境, 说明两个 B 原子在结构上是等价的。又根据各原子数量推断出 X 的阴离子是对称结构, 同时 B 和 O 原子最外层都达到 8 电子稳定结构, B 连有两个 —OH, 此时 O 多余, 推测 B 与 B 之间通过过氧键连接, 共同达到稳定的 8 电子排布, 因此推测 X 的结构为



答案: (1) 直线形 sp^2 (2) $>$ N 的电负性大于 H 的电负性, 使得相邻 N—H 键的电子云向 —NH₂ 方向偏移, N—H 键的极性变大, 更易电离出氢离子, 酸性更强 (3) KC_8 离



18. 【解析】(1) 由金属铜的原子堆积模型可知, 晶胞中每个 Cu 原子周围最近距离的 Cu 原子数目为 12;

(2) 根据信息可知 Cu^{2+} 能与 OH^- 形成配位键,

$\text{Na}_2[\text{Cu}(\text{OH})_4]$ 中除了配位键外, Na^+ 与 $[\text{Cu}(\text{OH})_4]^{2-}$ 之间存在离子键, OH^- 之间存在极性共价键, 故 $\text{Na}_2[\text{Cu}(\text{OH})_4]$ 还存在的化学键类型有离子键、极性共价键, 故答案为 AC;

(3) ①将 CuO 投入 NH_3 、 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 生成 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$, CuO 被浸取的离子方程式为 $\text{CuO} + 2\text{NH}_3 + 2\text{NH}_4^+ \rightleftharpoons [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + \text{H}_2\text{O}$;

② $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 结构中, 若用两个 H_2O 分子代替两个 NH_3 分子, 如果 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 是正四面体结构, 两个 H_2O 分子代替两个 NH_3 分子, 得到的化合物只有一种结构; 由题可知 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2(\text{H}_2\text{O})_2]^{2+}$ 可以得到两种不同结构的化合物, 由此推测 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 的空间结构为平面正方形;

(4) ①同周期元素从左到右电负性依次增大, 故电负性为 $\text{O} > \text{N} > \text{H}$;

②乙二胺分子间可以形成氢键, 三甲胺 $[\text{N}(\text{CH}_3)_3]$ 不能形成氢键, 只有分子间作用力, 所以乙二胺沸点高。

答案: (1) 12 (2) AC (3) ① $\text{CuO} + 2\text{NH}_3 + 2\text{NH}_4^+ \rightleftharpoons [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + \text{H}_2\text{O}$ ② 平面正方形

(4) ① $\text{O} > \text{N} > \text{H}$ ② 乙二胺可以形成分子间氢键