
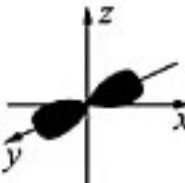
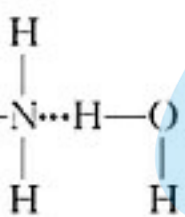


1.C 【解析】形成烟花的过程中金属原子的电子由较高能量的激发态跃迁到较低能量的激发态乃至基态,产生发射光谱,烟花的绚烂多彩与电子跃迁有关,A 正确;干冰升华破坏的是分子间作用力,分子间作用力的强弱与分子的相对分子质量有关,CO<sub>2</sub>相对分子质量较小,因此分子间作用力较弱,B 正确;钻石璀璨夺目是由于钻石色散的作用,钻石会反射出五光十色的彩光,与其共价键无关,C 错误;金属晶体组成微粒为金属离子和自由电子,存在金属键,当金属受到外力作用时,晶体中的各原子层就会发生相对滑动,但是金属键未被破坏,所以金属具有良好的延展性,可以加工成各种形状与金属键有关,D 正确。

2.A 【解析】NH<sub>3</sub>的 VSEPR 模型为  ,A 错误;2p<sub>y</sub> 电子云图为  ,B 正确;CH<sub>3</sub>OH 中,C 形成四个共价键,为 sp<sup>3</sup>杂化,氧原子也形成 sp<sup>3</sup>杂化,形成 sp<sup>3</sup>-sp<sup>3</sup>σ 键,C 正确;2p 能级的三个轨道能量相同,所以成对电子填充在任意 2p 轨道上均可,D 正确。

3.B 【解析】氧的原子半径比硫小,电负性比硫大,水分子中成键电子对更靠近中心原子,相互排斥作用大,键角大,则键角:H<sub>2</sub>O>H<sub>2</sub>S,故 A 不合理;F 的电负性大于 H,C—F 的极性大于 C—H 的极性,羟基电子云更偏向 O,使 CF<sub>3</sub>COOH 中羧基中的羟基的极性更强,更易电离出 H<sup>+</sup>,因此酸性:CF<sub>3</sub>COOH>CH<sub>3</sub>COOH,故 B 合理;2C+SiO<sub>2</sub> $\xrightarrow{\text{高温}}$ Si+2CO↑ 中体现失电子能力:C>Si,不能得出 C 的非金属性比 Si 强的结论,故 C 不合理;钢的含碳量为 0.03%~2%,含碳量越高其硬度越大,与耐腐蚀性无关,故 D 不合理。

4.B 【解析】①甲基中碳原子价层电子对数=σ 键个数+孤电子对数=4+0=4,所以碳原子为 sp<sup>3</sup>杂化,羧基中碳原子价层电子对数=3+0=3,碳原子采取 sp<sup>2</sup>杂化,①正确;②Ge 位于第四周期ⅣA 族,Ge 为 32 号元素,原子核外电子排布式为[Ar]3d<sup>10</sup>4s<sup>2</sup>4p<sup>2</sup>,属于 p 区元素,②错误;H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>结构不对称,属于极性分子,③错误;Na<sub>2</sub>O 中 O<sup>2-</sup>和 Na<sup>+</sup>的个数比为 1:2,Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub>中 O<sub>2</sub><sup>2-</sup>和 Na<sup>+</sup>的个数比为 1:2,④错误;氢键可表示为 X…H—Y,X、Y 必须是 N、O、F 之一,NH<sub>3</sub>·H<sub>2</sub>O 的结构式有两种可能:H<sub>3</sub>N…H—O—H、H<sub>2</sub>N—H…OH<sub>2</sub>,由于 NH<sub>3</sub>·H<sub>2</sub>O 可电离出 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>和 OH<sup>-</sup>,所以 NH<sub>3</sub>·H<sub>2</sub>O 的结构式可写为  ,⑤正确;HF 和 HCl 属于分子晶体,由于 HF 存在分子间氢键,使得 HF 的沸点高于 HCl,⑥错误。共有 4 项错误,故选 B。

5.C 【解析】NH<sub>3</sub>·H<sub>2</sub>O 是弱碱,与 Al<sup>3+</sup> 反应只能生成 Al(OH)<sub>3</sub>,A 错误;H<sub>2</sub>S 是弱酸,在离子方程式中不能拆写为离子,B 错误;沸水中加入饱和 FeCl<sub>3</sub> 溶液所得的红褐色液体为 Fe(OH)<sub>3</sub> 胶体,不是沉淀,D 错误。

6.D 【解析】1 mol NH<sub>4</sub>F 晶体中含有共价键数目为 4N<sub>A</sub>,故 A 错误;H<sub>2</sub>O、H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 中 O 均采用 sp<sup>3</sup>杂化,100 g 质量分数为 17%的 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 溶液中 sp<sup>3</sup>杂化的原子数约为  $\frac{100 \text{ g} \times 17\%}{34 \text{ g/mol}} \times 2 \times N_A/\text{mol} + \frac{100 \text{ g} - 100 \text{ g} \times 17\%}{18 \text{ g/mol}} \times 1 \times N_A/\text{mol} \approx$

5.6N<sub>A</sub>,故 B 错误;KClO<sub>3</sub> 和浓盐酸反应生成氯化钾、氯气和水,KClO<sub>3</sub> 中氯元素化合价由 +5 价降低为 0 价,0.1 mol KClO<sub>3</sub> 与足量浓盐酸反应生成氯气转移的电子数为 0.5N<sub>A</sub>,故 C 错误;1 个乙烷或丙烯分子都含 6 个碳氢键,标准状况下,11.2 L 乙烷和丙烯的混合气体的物质的量为 0.5 mol,则混合气体中所含碳氢键数为 3N<sub>A</sub>,故 D 正确。

7.B 【解析】基态 X 原子有两个单电子,则 X 核外电子排布可能是  $1s^1 2s^1 2p^2$ 、 $1s^1 2s^2 2p^1$ 、 $1s^1 2s^2 2p^1 3s^1 3p^1$  或  $1s^1 2s^2 2p^1 3s^1 3p^1$ ,即 X 可能是 C、O、Si 或 S。Z 的简单离子在同周期离子中半径最小,Z 为 Al。基态 W 原子的价电子排布式为  $ns^{n-1} np^{n-1}$ , $n-1=2$ , $n=3$ ,W 的价电子排布式为  $3s^2 3p^1$ ,W 为 S。Y、W 同主族,则 Y 为 O,所以 X 为 C。由核反应可知,R 为 Be。R 位于元素周期表 s 区,A 错误;臭氧分子中存在大  $\pi$  键,臭氧分子中的化学键为极性键,中心氧原子呈正电性,而端位的两个氧原子呈负电性,臭氧分子是极性分子,B 正确;最简单氢化物的沸点为  $X < W < Y$ ,C 错误; $SO_4^{2-}$  和  $S_2O_4^{2-}$  中的 S 均为 +6 价,D 错误。

8.A 【解析】 $2NO_2(g) \rightleftharpoons N_2O_4(g)$ ,压缩平衡状态下装有  $NO_2$  和  $N_2O_4$  混合气体的容器,一开始容器容积减小, $NO_2$  浓度增大,气体颜色变深,因为压强增大,反应的化学平衡正向移动, $NO_2$  浓度减小,气体颜色变浅,A 正确;次氯酸钠溶液具有漂白性,不能用 pH 试纸测定其 pH,B 错误;饱和  $Na_2CO_3$  溶液中通入足量  $CO_2$  气体,生成  $NaHCO_3$ ,消耗了水,且生成的碳酸氢钠的质量大于碳酸钠的质量,即使有晶体析出,也不能证明溶解性  $Na_2CO_3 > NaHCO_3$ ,C 错误;氯水中的次氯酸具有强氧化性,也能使淀粉-KI 溶液变蓝,因此不能说明氯气与水的反应存在限度,D 错误。

9.A 【解析】X、Y、Z 均为短周期元素且原子序数依次增大,由  $[YZ_2]^-$  知 Y 为 +3 价、Z 为 -1 价,Y、Z 元素原子的 p 轨道各有 1 个未成对电子,则 Y 为 Al,Z 为 Cl;X 的第一电离能大于同周期的相邻元素,则其核外电子为全满或半满状态,X 能形成 3 个化学键,则 X 是 N。 $N^{3-}$  和  $Al^{3+}$  的核外电子排布相同,核电荷数越小,原子核对电子的引力越小,离子半径越大,则简单离子半径大小为  $N^{3-} > Al^{3+}$ ,A 项错误;依据该物质环状结构中存在大  $\pi$  键,则 X 采取  $sp^2$  杂化,而  $[AlCl_4]^-$  中的中心原子 Al 有 4 个成键电子对,无孤电子对,则 Y 采取  $sp^3$  杂化,B 项正确; $NH_3$  与 HCl 能反应生成离子化合物  $NH_4Cl$ ,C 项正确;该物质为离子液体,是离子化合物,一定含有离子键,且阳离子中存在共价键,而  $[AlCl_4]^-$  中存在配位键,其中 Al 提供空轨道,Cl 提供孤电子对,D 项正确。

10.D 【解析】Na 在空气中燃烧生成  $Na_2O_2$ , $Na_2O_2$  吸收空气中的水蒸气生成  $NaOH$ , $NaOH$  能和玻璃中的  $SiO_2$  反应,不能用玻璃表面器皿做钠的燃烧反应实验,故 A 错误;稀硫酸和硫化钠反应生成硫化氢气体,硫化氢与硝酸银溶液直接反应生成硫化银沉淀,不发生沉淀转化,不能验证  $K_{sp}(Ag_2SO_4) > K_{sp}(Ag_2S)$ ,故 B 错误;制备  $NaHCO_3$  的原理是向饱和  $NaCl$  溶液中先后通入  $NH_3$  和  $CO_2$ ,通  $CO_2$  的导气管应该伸入液面以下,故 C 错误;最高价含氧酸的酸性越强,元素的非金属性越强,稀硫酸与碳酸钠反应,生成的  $CO_2$  通入硅酸钠溶液中,生成白色沉淀硅酸,即酸性:硫酸 > 碳酸 > 硅酸,故 D 正确。

11.D 【解析】比较实验 1 和实验 2,冠醚可将水相的  $MnO_4^-$  转移至有机相,故冠醚实现了水相与有机相物质的转移,A 正确; $K^+$  与冠醚形成超分子,实现了水相与有机相物质的转移,则表明冠醚可溶于甲苯,B 正确;甲苯难溶于水,则与溶解在水中的高锰酸钾接触面积小,因此实验 1 反应速率小,C 正确;冠醚随环大小不同,对阳离子具有选择性作用,冠醚与  $K^+$  之间并不是依靠配位键结合,D 不正确。

12.C 【解析】金刚石属于共价晶体, $C_{60}$ 、 $C_{70}$ 、 $C_{80}$  属于分子晶体,组成和结构相似分子晶体,相对分子质量越大,熔点越高,A 正确; $C_{60}$  是分子晶体,采取分子密堆积方式,故每个  $C_{60}$  周围与它最近且等距的  $C_{60}$  有 12 个,B 正确;球碳分子、管状碳分子和洋葱状碳分子都能在  $O_2$  中燃烧生成  $CO_2$ ,C 错误;金刚石属于共价晶体, $C_{60}$ 、 $C_{70}$ 、管状碳分子和洋葱状碳分子属于分子晶体,这些碳单质互为同素异形体,D 正确。

13.A 【解析】由题干图示信息可知,左侧电极接电源的正极,作电解池阳极,右侧电极接电源的负极,作电解池阴极。电解质溶液中的阳离子由左向右移动,阴离子由右向左移动,故③为阳离子交换膜, $K^+$  进入浓缩 B 室;④为阴离子交换膜,硝酸根离子进入浓缩 B 室;②为阴离子交换膜, $Cl^-$  进入浓缩 A 室;①为阳离子交换膜, $Na^+$  进

入阴极室；①为阳离子交换膜， $\text{Na}^+$ 进入浓缩A室。则浓缩B室中的产品为 $\text{KNO}_3$ ，由于蒸馏水导电性太差，为使产品纯净，该室进液口宜选择稀的 $\text{KNO}_3$ 溶液以增强导电性，而不选择蒸馏水，A错误；阳极所选电解质溶液宜为一定浓度的 $\text{NaOH}$ 溶液，阳极发生氧化反应，故其电极反应式为 $4\text{OH}^- - 4\text{e}^- = \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ，B正确；阴极电极反应为 $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = 2\text{OH}^- + \text{H}_2 \uparrow$ ，阴极每产生11.2 L  $\text{H}_2$ （标准状况下），即0.5 mol  $\text{H}_2$ ，则电路中转移1 mol电子，故淡水A室有1 mol  $\text{Cl}^-$ 进入浓缩A室中，C正确；该复分解电渗析装置中①、③、⑤选择阳离子交换膜为宜，②、④选择阴离子交换膜为宜，D正确。

14.A 【解析】直接参与化学键变化的元素被替换为更重的同位素时，反应速率会变慢，则此时正反应的活化能会增大，根据图示可知， $\text{MO}^+$ 与 $\text{CD}_3$ 反应的能量变化应为图中曲线c，A正确； $\text{MO}^+$ 与 $\text{CH}_2\text{D}_2$ 反应时，因直接参与化学键变化的元素被替换为更重的同位素时，步骤I的活化能增大，反应速率会变慢，则 $\text{CH}_2\text{DOD}$ 更难获得，故产率： $\text{CH}_2\text{DOD} < \text{CHD}_2\text{OH}$ ，B错误；过渡态2中的 $\left[ \begin{array}{c} \text{HO} \cdots \text{C} \cdots \text{H} \\ | \quad | \\ \text{M} \quad \text{CH}_3 \end{array} \right]^+$ 没有氢键，C错误；若 $\text{MO}^+$ 与 $\text{CHD}_3$ 反应，生成的氘代甲醇可能为 $\text{CHD}_2\text{OD}$ 或 $\text{CD}_3\text{OH}$ ，共2种，故D错误。

15.C 【解析】锌电池中Zn失去电子生成 $\text{Zn}^{2+}$ ，Zn电极为负极材料，A错误；①过程中 $\text{MnO}$ 晶胞中体心的 $\text{Mn}^{2+}$ 失去，产生空位，该过程为 $\text{MnO}$ 活化过程，根据化合物中各元素化合价代数和为0可知Mn的化合价一定发生变化，B错误；②过程中电池的 $\text{MnO}$ 电极上嵌入 $\text{Zn}^{2+}$ ，说明体系中有额外的 $\text{Zn}^{2+}$ 生成，因此表示放电过程，C正确；由图可知 $\text{Zn}_{0.1}\text{Mn}_{0.6}\text{O}_{0.3}$ 中 $n(\text{Zn}^{2+}) : n(\text{O}^{2-}) = 1 : 10$ ，一个晶胞中含有 $\text{O}^{2-}$ 个数为 $8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$ ，则一个晶胞中含有 $\text{Zn}^{2+}$ 个数为0.4，过程③1 mol晶体发生反应转移电子的物质的量为 $1 \times 0.4 \times 2 \text{ mol} = 0.8 \text{ mol}$ ，D错误。

16.D 【解析】当 $c(\text{Cu}^{2+}) = 1 \text{ mol/L}$ ，即 $-\lg c(\text{Cu}^{2+}) = 0$ 时，由常温时 $K_{sp}[\text{Cu}(\text{OH})_2] = 1.0 \times 10^{-19.7}$ 可知， $c(\text{OH}^-) = 1.0 \times 10^{-9.85} \text{ mol/L}$ ，则 $c(\text{H}^+) = \frac{K_w}{c(\text{OH}^-)} = 1.0 \times 10^{-4.15} \text{ mol/L}$ ，即为P点，故线①表示 $-\lg c(\text{Cu}^{2+})$ 与pH的关系，线②表示 $-\lg \frac{c(\text{HX})}{c(\text{X}^-)}$ 与pH的关系，A错误；由题图可知，N点时 $c(\text{H}^+) = 1.0 \times 10^{-2.2} \text{ mol/L}$ ， $\frac{c(\text{HX})}{c(\text{X}^-)} = 1$ ，即 $c(\text{X}^-) = c(\text{HX})$ ，则HX的电离平衡常数 $K_a(\text{HX}) = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{X}^-)}{c(\text{HX})} = c(\text{H}^+) = 1.0 \times 10^{-2.2} \text{ mol/L}$ ，B错误；N点的 $c(\text{H}^+)$ 比M点的大， $c(\text{H}^+)$ 越大，越抑制水的电离，则N点水的电离程度比M点的小，C错误；由溶液中的电荷守恒可知 $2c(\text{Cu}^{2+}) + c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = 2c(\text{SO}_4^{2-}) + c(\text{OH}^-)$ ，D正确。

17.(14分)

(1)  $\begin{array}{|c|c|c|} \hline 3s & & 3p \\ \hline \uparrow\downarrow & \uparrow & \uparrow \\ \hline \end{array}$  (2分) 5(1分)

(2) ab(2分)

(3)  $\frac{16\sqrt{3} \times 10^{20}}{3a^2 N}$  (2分)

(4) 4(1分)  $\left(\frac{1}{3}, \frac{2}{3}, \frac{1}{2}\right)$  (2分) 6:1(2分)  $\frac{158}{3N_A}$  (2分)

【解析】(1)基态磷原子电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$ ，所以价电子轨道表示式为 $\begin{array}{|c|c|c|} \hline 3s & & 3p \\ \hline \uparrow\downarrow & \uparrow & \uparrow \\ \hline \end{array}$ ；同周期元素从左到右，第一电离能呈逐渐增大的趋势，但第VA族元素电离能大于第VIA族，所以基态原子的第一电离能比P

小的元素有 Na、Mg、Al、Si 和 S。

(2) 根据图 1 中键长的不同可判断, 黑磷区 P—P 键的键能不完全相同, 故 a 正确; 黑磷与石墨相似, 也具有层状结构, 石墨属于混合型晶体, 黑磷也是混合型晶体, 故 b 正确; 复合材料单层中, 磷原子与碳原子之间作用力属于共价键, 故 c 错误。

(3) 由“均摊法”可知, 每个平面正六边形中含  $\frac{1}{3} \times 6 = 2$  个碳原子, 图 1 中 C—C 键键长为  $a$  pm, 平面正六边形面

$$\text{积为 } \frac{3\sqrt{3}}{2} (a \times 10^{-10} \text{ cm})^2, \text{ 则石墨烯的密度为 } \rho = \frac{2 \times \frac{12}{N_A} \text{ g}}{\frac{3\sqrt{3}}{2} (a \times 10^{-10} \text{ cm})^2} = \frac{16\sqrt{3} \times 10^{20}}{3a^2 N_A} \text{ g/cm}^2。$$

(4) 石墨晶体的层与层之间的碳原子间不形成共价键, 靠范德华力维系。1 个六方石墨晶胞中, 顶点有 8 个碳原子, 棱心有 4 个碳原子, 面心有 2 个碳原子, 体心有 1 个碳原子, 则晶胞中含碳原子的个数为  $8 \times \frac{1}{8} + 4 \times \frac{1}{4} + 2 \times \frac{1}{2} + 1 = 4$ , D 处碳原子的分数坐标为  $(0, 0, 0)$ , 将  $x$  轴、 $y$  轴平移至中间层, 通过建立有关 E 点与  $x$ 、 $y$  轴的长

方形, 可确定 E 点在  $x$  轴的  $\frac{1}{3}$  处, 在  $y$  轴的  $\frac{2}{3}$  处, 在  $z$  轴的中点, 即占  $z$  轴的  $\frac{1}{2}$ , 所以 E 处碳原子的分数坐标为

$(\frac{1}{3}, \frac{2}{3}, \frac{1}{2})$ 。从图 b 中可以看出, 每个  $\text{Li}^+$  都位于 1 个平面正六边形的中心, 即平均每 6 个碳原子对应 1 个

$\text{Li}^+$ , 所以此时 C 与  $\text{Li}^+$  的个数比是 6 : 1。一个晶胞的质量为  $\frac{7+72}{N_A} \times \frac{2}{3} = \frac{158}{3N_A}$ 。

18. (14 分)

(1)  $\text{NaAlO}_2$  (或  $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ ) (2 分)

(2)  $\text{NiO} + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \xrightarrow{\text{高温}} \text{NiSO}_4 + 2\text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O} \uparrow$  (2 分)

(3)  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  (2 分)

(4) ① 80% (2 分)

② 在萃取液中加入稀硫酸, 振荡、静置、分液 (2 分)

(5)  $2\text{Ni}^{2+} + \text{ClO}^- + 4\text{OH}^- \longrightarrow 2\text{NiO}(\text{OH}) \downarrow + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$  (2 分)

(6) BC (2 分)

**【解析】**(1) “碱浸”时发生反应的离子方程式为  $\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{OH}^- \longrightarrow 2\text{AlO}_2^- + \text{H}_2\text{O}$ , “滤液 A”中主要溶质为  $\text{NaAlO}_2$  (或  $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ )。

(2) “焙烧”后金属元素以硫酸盐的形式存在, 则  $\text{NiO}$  与  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  反应的化学方程式为

$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{NiO} \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{NH}_3 \uparrow + \text{NiSO}_4 + \text{H}_2\text{O} \uparrow$ 。

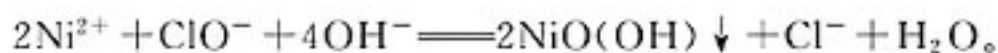
(3) 烧渣中含有  $\text{NiSO}_4$ 、 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 、 $\text{FeSO}_4$ ,  $95^\circ\text{C}$  热水“溶解”,  $\text{Fe}^{3+}$  水解为  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ , 则过滤所得“滤渣”的化学式为  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 。

(4) ① 一定条件下, 萃取平衡时  $\frac{n(\text{NiR}_2)}{n(\text{Ni}^{2+})} = 4$ , 被萃取的  $\text{Ni}^{2+}$  即形成  $\text{NiR}_2$  的  $\text{Ni}^{2+}$  的物质的量是残留在溶液中

$\text{Ni}^{2+}$  的 4 倍, 则  $\text{Ni}^{2+}$  的萃取率为  $\frac{4}{4+1} \times 100\% = 80\%$ 。

②在萃取液中加入稀硫酸,振荡、静置、分液,得到  $\text{NiSO}_4$  溶液。

(5)“反萃取”得到的  $\text{NiSO}_4$  溶液在碱性条件下可被  $\text{NaClO}$  氧化生成  $\text{NiO}(\text{OH})$ ,该反应的离子方程式为



(6)B项中氢键不是化学键,错误;C项中各顶点不相同,所以不是晶胞,错误。

19.(14分)

(1)球形冷凝管(2分) AD(2分)

(2)除去硫化钠中的不溶性杂质,防止硫化钠晶体冷却析出,从而提高产率(2分)

(3)①  $2\text{Na}_2\text{S} + \text{Na}_2\text{CO}_3 + 4\text{SO}_2 \longrightarrow 3\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{CO}_2$  (2分)

碳酸钠用量过少,中间产物亚硫酸钠量少,使析出的硫不能全部生成硫代硫酸钠(2分)

②继续通  $\text{SO}_2$  会使溶液的 pH 降低,  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  在酸性条件下会与  $\text{H}^+$  发生反应(2分)

③a、c(1分) b、d、e(1分)

**【解析】**工业硫化钠含有重金属硫化物、煤粉等杂质而呈红褐色或棕黑色,硫化钠易溶于水、微溶于乙醇、能溶于热的乙醇,而重金属硫化物、煤粉都难溶于水,所以加入 95% 的乙醇溶液、水、加热回流,可使硫化钠充分溶解,趁热过滤,得到硫化钠的乙醇溶液。溶液经过蒸发浓缩、结晶等操作后过滤,从而获得硫化钠晶体。将硫化钠晶体、 $\text{Na}_2\text{CO}_3$  晶体放入蒸馏水中溶解,得到混合溶液。向混合溶液中通入  $\text{SO}_2$  气体,调节  $\text{pH} \approx 7$ ,得到  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  溶液。将所得溶液进行蒸发浓缩、降温结晶等操作,从而获得  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  晶体。

(1)步骤 I 回流时,用到的主要玻璃仪器有圆底烧瓶和球形冷凝管;回流时,温度控制在  $80^\circ\text{C}$ ,所以适用的加热方式是水浴加热、电热套温和加热,而油浴加热温度高于  $100^\circ\text{C}$ ,酒精灯直接加热难以控制温度。

(2)步骤 II 中,加入 95% 的乙醇溶液、水,将硫化钠溶解,杂质不溶,硫化钠在酒精中的溶解度随温度降低而减小,所以趁热过滤的目的是除去硫化钠中的不溶性杂质,防止硫化钠晶体冷却析出,从而提高产率。

(3)①三颈烧瓶中,  $\text{Na}_2\text{S}$ 、 $\text{Na}_2\text{CO}_3$  晶体放入蒸馏水中溶解,得到混合溶液,通入  $\text{SO}_2$  气体,生成  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ,同时生成  $\text{CO}_2$ ,发生总反应的化学方程式为  $2\text{Na}_2\text{S} + \text{Na}_2\text{CO}_3 + 4\text{SO}_2 \longrightarrow 3\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{CO}_2$ ;反应中  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  固体的用量不宜过少,否则会生成  $\text{NaHSO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  的量减少,产品的生成量减少。

②  $\text{H}_2\text{SO}_3$  的酸性比  $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$  强,所以步骤 V 中当三颈烧瓶中溶液  $\text{pH} \approx 7$  时应停止通入  $\text{SO}_2$ ,若继续通  $\text{SO}_2$  会使溶液的 pH 降低,  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  在酸性条件下会与  $\text{H}^+$  发生反应。

③要使 f 中的二氧化硫进入装置 B 发生反应,需从左端通入,因此需要关闭旋塞 a、c,打开旋塞 b、d、e,轻轻挤压 f,使  $\text{SO}_2$  缓缓地压入 B 中溶液再次反应,未反应的  $\text{SO}_2$  又被收集在气囊 g 中,再将 g 中的气体挤压入 f 中,如此反复,直至完全反应。

20.(14分)

(1)6(1分) 第四周期第Ⅷ族(1分)

(2) <(1分)  $\text{CH}_3^+$  中碳原子杂化方式为  $\text{sp}^2$ ,  $\text{CH}_3^+$  为平面三角形结构,键角为  $120^\circ$ ;  $\text{CH}_3^-$  中碳原子杂化方式为  $\text{sp}^3$ ,  $\text{CH}_3^-$  为三角锥形结构,键角小于  $120^\circ$  (2分)

(3)①5(1分)

②1:1(1分)

③金属键(1分)

(4) 2 : 1 : 1 (2分)      4(2分)       $\frac{75\sqrt{3}}{8d^3 N_A} \times 10^{21}$  (2分)

【解析】由阳离子结构可知, X可形成双键且可形成4个共价键, X为C; Y可形成3个共价键, Y为N; Z可形成2个共价键, Z为O; N原子最外层电子数是电子层数的2倍, N为He; M为H; W是电负性最小的短周期主族元素, W为Na; 基态R原子含有4个未成对电子, R为Fe。

(1) 基态Na有6种不同空间运动状态的电子; R为Fe, 在周期表中的位置为第四周期第Ⅷ族。

(2)  $\text{CH}_3^+$  含有3个 $\sigma$ 键, 没有孤电子对, 碳原子杂化方式为 $sp^2$ , 所以 $\text{CH}_3^+$ 为平面三角形结构, 键角为 $120^\circ$ ;  $\text{CH}_3^-$ 含有3个 $\sigma$ 键, 1个孤电子对, 碳原子杂化方式为 $sp^3$ , 所以 $\text{CH}_3^-$ 为三角锥形结构, 键角小于 $120^\circ$ , 故键角 $\text{CM}_3^- < \text{CM}_3^+$ 。

(3) 配合物 $\text{R}(\text{XZ})_n$ 为 $\text{Fe}(\text{CO})_n$ , 中心原子是铁原子, 其价电子数是8, 每个配体提供的电子数是2,  $8+2n=18$ ,  $n=5$ 。CO中C与O之间形成三键, 分子中 $\sigma$ 键与 $\pi$ 键的数目比为1:2; 配合物中中心原子Fe与CO之间形成 $\sigma$ 键, 该配合物中 $\sigma$ 键与 $\pi$ 键的数目之比为1:1。  $\text{Fe}(\text{CO})_n$ 在一定条件下发生反应:  $\text{Fe}(\text{CO})_n \rightleftharpoons \text{Fe} + n\text{CO}$ , 产物中Fe为金属晶体, Fe中含有金属键, 则形成的化学键是金属键。

(4) 钠离子按简单立方排布, 形成立方体空隙, 由“均摊法”可知, 1个立方空隙单独占有 $\text{Na}^+$ 数为 $8 \times \frac{1}{8} = 1$ , 电子对( $2e^-$ )和氦原子交替分布填充在立方体的中心, 则1个立方体空隙相当于填充0.5个电子对、0.5个氦原子, 若用 $\text{Na}_x \text{He}_y (2e^-)_z$ 表示该晶体的组成, 则 $x : y : z = 1 : 0.5 : 0.5 = 2 : 1 : 1$ ; 晶胞中的电子对、氦原子处于小立方体中心, 不均摊, 可知晶胞中有4对电子、4个氦原子, 与晶胞体心 $\text{Na}^+$ 最近的氦原子数目为4, 故晶体中 $\text{W}^-$ 配位的N原子数为4; 由题意可知, 晶胞中钠离子位于顶点、面心、体心、棱心, 电子对、氦原子处于小立方体的中心, 则处于体心的钠离子与位于小立方体中心的氦原子的距离最近, 则钠离子的配位数为4; 由晶胞结构可知,

晶胞中钠离子的个数为 $8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} + 12 \times \frac{1}{4} + 1 = 8$ , 位于体内的电子对、氦原子个数为4, 晶胞中Na、He

间距为体对角线的 $\frac{1}{4}$ , 则晶胞的参数为 $\frac{4d}{\sqrt{3}}$  nm, 设晶体的密度为 $a \text{ g/cm}^3$ , 则有

$$\frac{8 \times 23 + 4 \times 4}{N_A} = \left( \frac{4d}{\sqrt{3}} \times 10^{-7} \right)^3 a, \text{解得 } a = \frac{75\sqrt{3}}{8d^3 N_A} \times 10^{21}.$$

## 关于我们

北京高考在线创办于 2014 年，隶属于北京太星网络科技有限公司，是北京地区极具影响力的中学升学服务平台。主营业务涵盖：北京新高考、高中生涯规划、志愿填报、强基计划、综合评价招生和学科竞赛等。

北京高考在线旗下拥有网站门户、微信公众平台等全媒体矩阵生态平台。平台活跃用户 50W+，网站年度流量数千万量级。用户群体立足于北京，辐射全国 31 省市。

北京高考在线平台一直秉承“精益求精、专业严谨”的建设理念，不断探索“K12 教育+互联网+大数据”的运营模式，尝试基于大数据理论为广大中学和家长提供新鲜的高考资讯、专业的高考政策解读、科学的升学规划等，为广大高校、中学和教科研单位提供“衔接和桥梁纽带”作用。

平台自创办以来，为众多重点大学发现和推荐优秀生源，和北京近百所中学达成合作关系，累计举办线上线下升学公益讲座数千场，帮助数十万考生顺利通过考入理想大学，在家长、考生、中学和社会各界具有广泛的口碑影响力

未来，北京高考在线平台将立足于北京新高考改革，基于对北京高考政策研究及北京高校资源优势，更好的服务全国高中家长和学生。

推荐大家关注北京高考在线网站官方微信公众号：**京考一点通**，我们会持续为大家整理分享最新的高中升学资讯、政策解读、热门试题答案、招生通知等内容！

