

2016~2017 学年第二学期高二年级阶段性测评 化学（理科）试卷

一、选择题

1. 在多电子原子中，决定轨道能量的是

- A. 只有能层
B. 能层和能级
C. 能级和原子轨道空间分布
D. 原子轨道空间分布和电子自旋方向

解析：决定轨道能量的是能层和能级

答案：B

2. 某一种元素激发态原子的电子排布式为 $1s^2 2s^1 2p^1$ ，则该元素在周期表中的位置是

- A. 第二周期 IIA 族
B. 第二周期 IIIA 族
C. 第二周期 IA 族
D. 第二周期 IVA 族

解析：激发态电子跃迁，基态电子排布为 $1s^2 2s^2$ ，为 Be

答案：A

3. 下列化学用语正确的是

- A. HCN 的立体结构模型： B. 基态碳原子的价电子排布图：

2s	2p
$\uparrow\downarrow$	\uparrow \downarrow \square
- C. ^{24}Cr 的外围电子排布式： $3d^5 4s^2$ D. 次氯酸分子的结构式： $\text{H}-\text{O}-\text{Cl}$

解析：

- A. 氢氰酸为直线型分子
B. 不满足洪特规则
C. 先排半满或全满状态， $3d^5 4s^1$

答案：D

4. 已知下列元素原子的最外层电子排布式，其中不能表示该元素一定为主族元素的是

- A. $3s^2 3p^3$ B. $4s^2$ C. $4s^2 4p^1$ D. $3s^2 3p^5$

解析： $4s^2$ 可能代表主族或副族元素

答案：B

5. 下列各组元素的性质正确的是

- A. 最高正价： $\text{F} > \text{S} > \text{Si}$
B. 电负性： $\text{F} > \text{N} > \text{O}$
C. 第一电离能： $\text{Mg} > \text{Al} > \text{Na}$
D. 原子半径： $\text{P} > \text{N} > \text{C}$

解析:

- A. 氟没有正价
- B. 电负性氧大于氮
- D. 半径大小: $P > C > N$

答案: C

6. 下列各组分子中, 都属于含极性键的非极性分子的是

- A. CO_2 和 H_2S
- B. C_2H_2 和 H_2O_2
- C. C_{60} 和 C_2H_4
- D. CH_4 和 CS_2

解析:

- A. CO_2 含有极性键的非极性分子, H_2S 含有极性键的极性分子。
- B. C_2H_2 含有极性键的非极性分子, H_2O_2 含有极性键的极性分子。
- C. C_{60} 只含非极性键的非极性分子, C_2H_4 含有极性键的非极性分子。
- D. CH_4 含有极性键的非极性分子, CS_2 含有极性键的非极性分子。

答案: D

7. 含有极性键且分子中各原子都满足 8 电子稳定结构的化合物是

- A. CH_4
- B. $CH_2=CH_2$
- C. CS_2
- D. N_2

解析:

A、B 均含氢原子所以无法达到 8 电子稳定结构 N_2 只含有非极性键

答案: C

8. 用 VSEPR 模型预测下列分子或离子的立方体结构, 其中正确的是

- A. NO_2^- 与 $BeCl_2$ 均为 V 形
- B. CS_2 与 SO_2 均为直线形
- C. BF_3 与 NH_3 均为三角锥形
- D. SO_3 与 CO_3^{2-} 均为平面三角形

解析:

- A. $BeCl_2$ 为直线形。
- B. SO_2 为 V 形。
- C. BF_3 为平面三角形。
- D. 正确。

答案: D

9. 下列各组粒子中, 不属于等电子体的是

- A. SCN^- 与 NO_2
- B. ClO_4^-
- C. CS_2
- D. N_2

解析:

A. SCN⁻为直线型中心原子 sp 杂化, NO₂ 为 V 形, sp² 杂化空间构型不同
电子式不同, 不属于等电子体。

答案: A

10. 下列各组物质的晶体中, 所含化学键类型完全相同, 熔化时所克服的作用力也完全跟相同的是

A. CO₂ 和 SiO₂

B. NaCl 和 HCl

C. NaH 和 KCl

D. NH₄CNO(氰酸铵)和 CO(NH₂)₂(尿素)

解析:

A. CO₂、SiO₂ 均含共价键, CO₂ 熔化时克服分子间作用力, SiO₂ 克服共价键。

B. NaCl 含有离子键, HCl 含有共价键。

C. NaH、KCl 均只含离子键, 熔化时都需要克服离子键。

D. 氰酸铵含有离子键和共价键, 熔化时克服离子键; 尿素只含共价键, 熔化时克服分子间作用力。

答案: C

11. CH₃⁺、CH₃⁻、-CH₃ 都是重要的有机反应中间体, 下列说法不正确的是

A. 碳原子均采用 sp² 杂化

B. CH₃⁺ 中所有原子均共面

C. CH₃⁻ 的空间构形为三角锥形

D. CH₃⁺ 和 CH₃⁻ 结合可得到 CH₃CH₃

解析:

A. CH₃⁺、-CH₃、CH₃⁻ 分别具有 6 个、7 个和 8 个价电子, 中心碳原子的价层电子对数分别为 3、4、4, 碳原子杂化类型分别为 sp²、sp³、sp³. 故 A 错误

B. CH₃⁺ 中碳原子采取 sp² 杂化, 所有原子均共面, 故 B 正确

C. CH₃⁻ 采用 sp³ 杂化, 有一对孤对电子, 故其空间构型为三角锥形, 故 C 正确

D. 两个 -CH₃ 或一个 CH₃⁺ 和 CH₃⁻ 结合可得到 CH₃CH₃, 故 D 正确

答案: B

12.如图是第三周期 11~17 号元素某些性质变化趋势的柱形图, 下列说法正确的是

- A. y 轴表示的可能是第一电离能
- B. y 轴表示的可能是电负性
- C. y 轴表示的可能是原子半径
- D. y 轴表示的可能是形成基态离子转移的电子数



解析:

A. 第三周期 P 的最外层电子为半充满结构, 较为稳定, P 的第一电离能大于 S, 故 A 错误。

B. 同周期元素从左到右, 电负性逐渐增大, 故 B 正确

C. 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, 故 C 错误

D. 形成基态离子转移的电子数, 金属逐渐增多, 非金属逐渐减少, 故 D 错误

答案: B

13.下列四种元素中, 其单质氧化性最强的是

- A. 基态原子最外层电子排布为 $3s^2 3p^3$ 的元素
- B. 位于周期表中第三周期 IIIA 族的元素
- C. 基态原子最外层电子排布为 $2s^2 2p^4$ 的元素
- D. 基态原子含有未成对电子最多的第二周期元素

解析: A.基态原子最外层电子排布为 $3s^2 3p^3$ 的元素是 P 元素;

B.位于周期表中第三周期 IIIA 族的元素为 Al

C.基态原子最外层电子排布为 $2s^2 2p^4$ 的元素是 O 元素

D.原子含未成对电子最多的是第二周期元素为 N 元素

非金属性 $O > N > P$, 氧气的氧化性最强。

答案: C

14.a、b、c、d 是四种短周期元素, a、b、d 同周期, c、d 同主族。a 的原子结构示意图

为 $\left(\begin{array}{c} +7x \\ x \\ 4x \\ 2x \end{array} \right)$ 与 c 形成化合物的电子式为 $b^+ [: \overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{c}} :]^3 - b^+$ 。下列叙述正确的是

- A. 原子半径: $a > b > c > d$
- B. 简单氢化物的沸点: $d > c$
- C. 简单氢化物的热稳定性: $a > d > c$
- D. 最高价含氧酸的酸性: $c > d > a$

解析: 根据 a 的原子结构示意图, 可知 $x=2$, a 的质子数为 14, a 为硅元素。

根据 b 与 c 形成化合物的电子式, b 处于 IA 族, c 为 VA 族, c、d 同主族, c 位于第二周期, d 处于第三周期, a、b、d 同周期, 故 b 为 Na 元素, c 为 N 元素, D 为 P 元素。

A. 同周期自左而右原子半径减小, 同主族自上而下原子半径增大, 则原子半径 $\text{Na} > \text{Si} > \text{P} > \text{N}$, 故 A 错误。

B. 非金属性 $\text{N} > \text{P} > \text{Si}$, 故简单氢化物稳定性 $\text{NH}_3 > \text{PH}_3$, 沸点 $c > d$, 故 B 错误

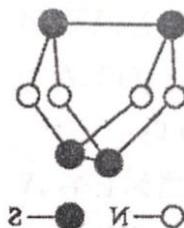
C. 非金属性 $\text{N} > \text{P} > \text{Si}$, 故简单氢化物稳定性 $\text{NH}_3 > \text{PH}_3 > \text{SiH}_4$, $c > d > a$, 故 c 错误

D. 非金属性 $\text{N} > \text{P} > \text{Si}$, 最高价含氧酸的酸性 $c > d > a$, 故 D 正确

答案: D

15. 如图是已经合成的最著名的硫氮化合物的分子结构。下列说法正确的是

- A. 该物质的分子式为 SN
- B. 该物质具有很高的熔点
- C. 该物质与化合物 S_2N_2 互为同素异形体
- D. 该物质的分子中既有极性键又有非极性



解析: A. 分子式 S_4N_4

B. 该物质是分子晶体, 熔点较低

C. 由同种元素组成的不同单质互为同素异形体, S_2N_2 和 S_4N_4 都是化合物, 故 D 错误

D. 该物质的分子中既有极性键又有非极性键, 故 D 正确

答案: D

16. 化合物 A (H_3BNH_3) 是一种潜在的储氢材料, 它可由六元环状物质 $(\text{HB}=\text{NH})_3$ 通过反应 $3\text{CH}_4 + 2$

$(\text{HB}=\text{NH})_3 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{CO}_2 + 6\text{H}_3\text{BNH}_3$ 制得。下列叙述不正确的是

- A. 化合物 A 与乙烷互为互等电子体
- B. 第一电离能: $\text{N} > \text{O} > \text{C} > \text{B}$
- C. 反应前后碳原子的杂化轨道类型不变
- D. CH_4 , H_2O , CO_2 分子的空间构型分别是: 正四面体形, V 形, 直线形

解析: A 原子数相同, 电子总数相同的分子, 互称为等电子体。故 A 正确

B 中同一周期元素中, 元素的第一电离能随着原子序数的增大而呈增大趋势, 但第 IIA 族、第 VA 族元素的第一电离能大于相邻元素, 这几种元素都是第二周期元素, B、C、N、O 的族序数分别是: 第 IIIA 族、第 IVA 族、第 VA 族、第 VIA 族, 所以它们的第一电离能大小顺序是 $N > O > C > B$, 故 B 正确

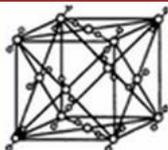
C 中碳元素由 CH_4 变为 CO_2 , 碳原子杂化类型由 sp^3 转化为 sp , 故 C 错误

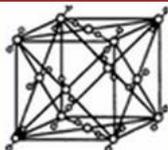
D 中 CH_4 分子中价层电子对 = σ 键电子对 + 中心原子上的孤电子对 = $4 + 1/2 \times (4 - 4 \times 1) = 4$, 且不含孤电子对, 所以其空间构型是正四面体, H_2O 中价层电子对个数 = $2 + 1/2 \times (6 - 2 \times 1) = 4$, 且含有 2 个孤电子对, 所以 H_2O 的 VSEPR 模型为四面体, 分子空间构型为 V 型, CO_2 分子中价层电子对 = σ 键电子对 + 中心原子上的孤电子对 = $2 + 1/2 \times (4 - 2 \times 2) = 2$, 所以二氧化碳是直线型结构, 据此判断

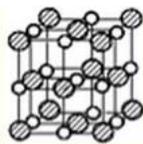
答案: B

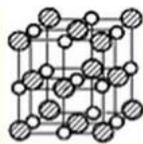
17. 下列关于晶体的叙述不正确的是

- A. 在干冰的晶体中, 每个 CO_2 分子周围都紧邻 6 个 CO_2 分子
- B. 在氯化钠的晶体中, 每个 Na^+ 或 Cl^- 的周围都紧邻 6 个 Cl^- 或 Na^+
- C. 在金刚石网状结构中, 由共价键形成的碳原子环其中最小环上有 6 个碳原子
- D. 在氯化铯晶体中, 每个 Cs^+ 周围都紧邻 8 个 Cl^- , 每个 Cl^- 周围也紧邻 8 个 Cs^+



解析: A 中干冰的晶胞结构如图所示:  , 在立方体的面心上和顶点上都有 CO_2 分子, 以上底面心上的 CO_2 分子为例, 与之距离最近的同层上的四个 CO_2 分子距离为面对角线的 $1/2$, 另外在侧面面心上的四个 CO_2 分子与上底面面心上的 CO_2 分子的距离也面对角线的 $1/2$, 另外, 在上底面上方的晶胞中四个侧面面上的 CO_2 分子也与上底面面上的 CO_2 分子的距离也面对角线的 $1/2$, 所以每个 CO_2 分子周围最近的 CO_2 分子的个数为 12, 故 A 错误



B 中氯化钠晶胞结构如图所示  ; $NaCl$ 晶体中每个 Na^+ 周围同时吸引 6 个 Cl^- 、 $NaCl$ 晶体中每个 Cl^- 周围同时吸引 6 个 Na^+ , 故 B 正确



C 中金刚石的晶胞结构如图所示:  , 所以共价键形成的碳原子环中, 最小的环上有 6 个碳原子, 故 C 正确

D 中氯化铯晶胞结构如图所示, Cs^+ 位于晶胞立方体的体心, 在立方体的八个顶点都有一个 Cl^- , 所以每个 Cs^+ 周围紧邻 8 个 Cl^- , 故 D 正确;

答案: A

18. 下列说法正确的是

- A. 金属晶体的熔点都比分子晶体的熔点高
- B. 分子内的共价键键能越大, 分子就越稳定, 其熔沸点也高
- C. NH_3 分子间存在着较强的氢键, 所以 NH_3 比 CH_4 稳定
- D. 金属晶体中自由电子为整个金属的所有阳离子共用, 所以金属键没有方向性和饱和性

解析:

A 中 Hg 为金属, 但常温下为液体, 熔点较低, 常温下固体分子晶体比 Hg 的熔点高, 故 A 错误

B 中分子内共价键越强, 分子越稳定, 但是分子晶体熔沸点受分子间作用力影响, 部分受分子间氢键影响, 和共价键的强弱无关, 故 B 错误

C 稳定性一般指是热稳定, 即受热分解的难易, 取决于分子中的共价键的键能的大小, CH_4 比 NH_3 更稳定, 故 C 错误

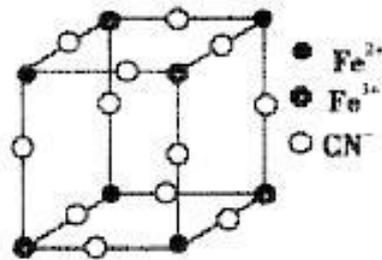
D 中金属键是金属阳离子和自由电子之间的强烈相互作用, 自由电子为整个金属的所有阳离子所共有, 所以金属键没有方向性和饱和性, 故 D 正确

答案: D

19. 有一种蓝色晶体 [可表示为: $M_x\text{Fe}_y(\text{CN})_6$], 经 X 射线研究发现, 其晶体中阴离子的最小结构单元如图所示。它的结构特征是 Fe^{3+} 和 Fe^{2+} 互相占据立方体互不相邻的顶点, 而 CN^- 位于立方体的棱上。下列说法正确的是

()

- A. $x=2, y=1$
- B. 该晶体属于离子晶体, M 呈 +1 价
- C. M 的离子不能在立方体的体心位置
- D. 该晶体中与每个 Fe^{3+} 距离最近且等距离的 CN^- 有 3 个



解析:

A 中根据晶胞的结构可知, 该晶胞内含有 CN^- 是 $12 \times 1/4 = 3$, 亚铁离子和铁离子分别都是 $4 \times 1/8 = 0.5$, 所以该物质的化学式为 $\text{MFe}_2(\text{CN})_6$, 故 $x=1$, $y=2$, 故 A 错误

B. M 呈 +1 价, 因为有离子, 故该晶体属于离子晶体, B 正确

C. 由于晶胞中含有一个 M^+ , 只能位于体心, 故 C 错误

D. 晶体中与每个 Fe^{3+} 距离最近且等距离的 CN^- 为 6 个, D 错误

答案: B

20. 根据下列几种物质的熔点和沸点数据, 判断下列有关说法中, 错误的是 ()

	NaCl	MgCl_2	AlCl_3	SiCl_4	单质 B
熔点/ $^\circ\text{C}$	810	710	190	68	2 300
沸点/ $^\circ\text{C}$	1 465	1 418	182.7	57	2 500

注: AlCl_3 熔点在 $2.02 \times 10^5 \text{Pa}$ 条件下测定。

- A. 固态 SiCl_4 是分子晶体
- B. 固态单质 B 是原子晶体
- C. MgCl_2 所含离子键的强度比 NaCl 大
- D. 常压下 AlCl_3 在加热时能升华

解析:

A. 根据上述性质特点及表中数据进行分析, SiCl_4 熔沸点很低, 应为分子晶体, A 正确。

B. 单质硼的熔、沸点很高, 又不可能形成离子, 应为原子晶体, B 正确。

C. NaCl 的熔、沸点均比 MgCl_2 的高, 故 NaCl 晶体所含的离子键的强度应比 MgCl_2 大, 故 C 不正确

D. AlCl_3 的沸点低于熔点, 加热时必然有升华现象, D 正确。

答案: C

21. 下列各项叙述中正确的是

- A. 同一原子的能层越高, s 电子云半径越大
- B. 在同一个电子层上运动的电子, 其自旋方向肯定不同
- C. 杂化轨道可用于形成 σ 键、 π 键或用于容纳未参与成键的孤电子对
- D. 镁原子的核外电子排布由 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$ 变为 $1s^2 2s^2 2p^6 3p^2$ 时, 释放能量

解析：B项，在同一电子层上运动的电子，如果不在同一轨道，则自旋方向可能相同；

C项，杂化轨道不能用于形成 π 键；

D项，由基态到激发态，吸收能量；

所以 A 正确。

答案：A

22.关于化学式为 $[\text{TiCl}(\text{H}_2\text{O})_5]\text{Cl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 的配合物的下列说法中正确的是

A. 配位体是 Cl^- 和 H_2O ，配位数是 9

B. 中心离子是 Ti^{3+} ，形成配位键时提供孤电子对

C. 配离子是 $[\text{TiCl}(\text{H}_2\text{O})_5]^{2+}$ ，内界和外界中的 Cl^- 的数目比是 1:2

D. 向含 1 mol 该配合物的水溶液中加入足量 AgNO_3 溶液，最多生成 AgCl 沉淀 3 mol

解析：配体是 1 个 Cl^- 和 5 个 H_2O ，配位数是 6，A 错误；中心离子是 Ti^{3+} ，但是形成配位键时提供的是空轨道，B 错误；内界配体 Cl^- 为 1，外界 Cl^- 为 2，但是内界的 Cl^- 不与 Ag^+ 反应，因此得到 2mol 沉淀，D 错误。

因此 C 正确

答案：C

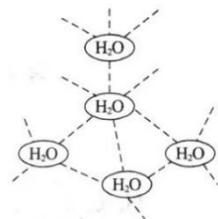
23.水分子间可通过“氢键”彼此结合而形成 $(\text{H}_2\text{O})_n$ ，在冰中 n 值为 5，即每个水分子都被其他 4 个水分子包围形成变形四面体，由无限个这样的四面体通过氢键相互连接成一个庞大的分子晶体，即冰——如图所示的 $(\text{H}_2\text{O})_5$ 单元结构。下列有关叙述正确的是 ()

A. 1mol 冰中有 4mol 氢键

B. 1mol 冰中有 4×5 mol 氢键

C. 平均每个水分子只有 2 个氢键

D. 平均每个水分子只有 $5/4$ 个氢键



解析：氢键产生于两个水分子之间，只有一半属于一个水分子，而每个水分子被 4 个水分子包围，所以只有 2 个氢键属于一个水分子。

答案：C

24.X、Y、Z、W 是短周期元素，X 元素原子的最外层未达到 8 电子稳定结构，工业上通过分离液态空气获得其单质；Y 元素原子最外电子层上 s、p 电子数相等；Z 元素 +2 价阳离子的核外电子排布与氖原子相同；W 元素原子的 M 层有 1 个未成对的 p 电子。下列有关这些元素性质的说法一定正确的是 ()。

- A: X 元素的氢化物的水溶液显碱性
 B: Z 元素的离子半径大于 W 元素的离子半径
 C: Z 元素的单质在一定条件下能与 X 元素的单质反应
 D: Y 元素最高价氧化物的晶体具有很高的熔点和沸点

解析: 由题意可知, X 为 N 或 O; Y 为 C; Z 为 Mg; 由 W 元素原子的 M 层有 1 个未成对的 p 电子可知, W 为 Al 或 Cl。则:

C 项, 氮气、氧气均能与镁反应, 故 C 项正确;

A 项, N 的氢化物的水溶液显碱性, 但 O 的氢化物的水溶液显中性或弱酸性, 故 A 项错误;

B 项, 虽然 Al^{3+} 的半径比 Mg^{2+} 小, 但是由于 Cl 得到电子, 形成 3 层电子分布, 故 Cl^{-} 的半径大于 Mg^{2+} 的半径, 故 B 项错误;

D 项, Y 元素可能为 C 或 Si, SiO_2 形成的晶体熔沸点高, 但 CO_2 形成的晶体熔沸点低, 故 D 项错误。

综上所述, 本题正确答案为 C。

答案: C

二、必做题 (本题包括 3 小题, 共 32 分)

25. (12 分) 土壤中常含有 As、P、Cu、Zn 等元素。回答下列问题:

(1) 基态 As 原子的电子排布式为_____。与 As 位于同一周期, 且未成对电子数也与其相同的元素还有_____种。

(2) 在元素周期表中, 与 P 相邻的 4 种元素中电负性最强的是_____ (填元素符号), Si、P、S 三种元素的第一电离能由大到小的顺序为_____。 PO_4^{3-} 的 VSEPR 模型为_____。

(3) 白磷易溶于 CS_2 , 难溶于水, 原因是_____。

(4) 铜锌两种元素的第一电离能 (I_1)、第二电离能 (I_2) 如下表所示:

电离能/ $kJ \cdot mol^{-1}$	I_1	I_2
铜	746	1958
锌	906	1733

铜的第一电离能小于锌的第一电离能, 而铜的第二电离能却大于锌的第二电离能, 其主要原因是_____。

解析：

(1) 基态 As 原子核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^3$ ，和砷位于同一周期，且未成对电子数相同的元素，它们的外围电子排布式为： $3d^3 4s^2$ 、 $3d^7 4s^2$ ，分别为钒、钴 2 种；

(2) 在元素周期表中，同周期中从左向右，元素的非金属性增强，电负性增强，同主族元素从上向下，元素的非金属性减弱，电负性减弱，在元素周期表中，与 P 紧邻的 4 种元素中电负性最大的是 N；同一周期元素，元素的第一电离能随着原子序数增大而增大，但第 IIA 族、第 VA 族元素第一电离能大于其相邻元素，Si、P、S 元素处于同一周期且原子序数逐渐增大，P 处于第 VA 族，所以第一电离能 $P > S > Si$ ；计算得出价电子对数为 4 对，则 VSEPR 模型为正四面体；

(3) 依据相似相溶的原理进行解答， P_4 和 CS_2 是非极性分子， H_2O 是极性分子，根据相似相溶的原理， P_4 易溶于 CS_2 ，难溶于水；

(4) 轨道中电子处于全满、全空、半满时较稳定，基态 Zn 是全满的稳定结构，失去第一个电子较难；气态 Cu 失去一个电子变为 $[Ar]3d^{10}$ 的 Cu^+ ，能量较低，所以 Cu 的第二电离能相对较大。

答案：

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

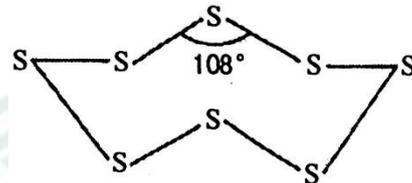
(2) N， $P > S > Si$ ，正四面体

(3) P_4 和 CS_2 是非极性分子， H_2O 是极性分子，根据相似相溶的原理， P_4 易溶于 CS_2 ，难溶于水；

(4) 基态 Zn 是全满的稳定结构，失去第一个电子较难；Cu 失去一个电子变为 $[Ar]3d^{10}$ 的稳定结构，失去第二个电子较难。

26. (8 分) 氧族元素包括氧、硫、硒、碲、钋等。回答下列问题：

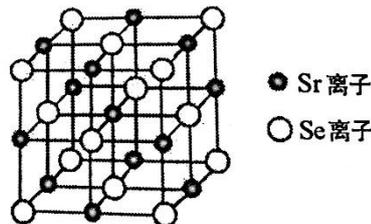
(1) 硫的同素异形体很多，最常见的是斜方晶硫和单斜晶硫，经过测定，这两种硫单质都是由 S_8 构成。 S_8 分子的环状结构如图所示，S-S-S 的键角为 108° ，8 个 S 原子形成两层，每层 4 个硫原子。 S_8 分子中 S 原子通过_____杂化与其他硫原子成键，斜方晶硫和单斜晶硫中 S_8 分子之间靠_____结合在一起。



(2) 写出基态 S 原子的价电子排布图：_____。请用元素电负性的理论判断， H_2O 中的 H-O-H 的键角_____（填“>”、“<”或“=”） H_2S 中 H-S-H 的键角。

(3) H_2SeO_3 的 K_1 和 K_2 分别为 2.7×10^{-3} 和 2.5×10^{-8} ， H_2SeO_3 的第一步几乎完全电离， K_2 为 1.2×10^{-2} 请根据结构与性质的关系解释 H_2SeO_4 和 H_2SeO_3 酸性强的原因：_____

(4) 硒是人体生命活动不可缺少的微量元素, 适量的硒能够增强人体免疫力, 延缓衰老, 清除人体内的有害物质。如图是硒 (Se) 化锶 (Sr) 的晶胞模型, 据此可知, 硒化锶晶胞中含有的 Se^{2-} 为 _____ 个, Sr^{2+} 的配位数为 _____。



解析: (1) S_8 分子中, 每个 S 原子周围是 8 个电子, 即 4 对电子, 对照 S_8 分子的构型可推知 S 原子的杂化方式是 sp^3 , S_8 分子之间的作用力, 即范德华力。

(2) 基态 S 的电子排布式为 $3s^2 3p^4$, 电子排布图 $\begin{array}{|c|c|c|} \hline 3s & & 3p \\ \hline \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow & \uparrow \\ \hline \end{array}$, 氧的电负性大于硫的电负性, H_2O 中 O—H 键中的共用电子对比 H_2S 中 S—H 键中的共用电子对更靠近中心原子 (O 原子、S 原子), 根据价电子对互斥理论, 氧上的两对孤电子对对两个 H—O 键的排斥作用小于硫上的两对孤电子对对两个 S—H 键的排斥作用, 故 H_2O 的键角大于 H_2S 。

(3) H_2SeO_3 和 H_2SeO_4 可表示为 $(\text{HO})\text{SeO}_2$ 和 $(\text{HO})_2\text{SeO}_2$, 可知 H_2SeO_4 中非羟基氧的数目比 H_2SeO_3 的多, 酸性强。

答案: $3s$ $3p$ 杂化, 分子间作用力或范德华力

(2) $\begin{array}{|c|c|c|} \hline \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow & \uparrow \\ \hline \end{array}$, >

(3) H_2SeO_3 和 H_2SeO_4 可表示为 $(\text{HO})\text{SeO}_2$ 和 $(\text{HO})_2\text{SeO}_2$, 可知 H_2SeO_4 中非羟基氧的数目比 H_2SeO_3 的多, 酸性强。

(4) 4, 6

27. (12 分) 卤族元素是典型的非金属元素。回答下列问题:

(1) 卤族元素位于元素周期表的 _____ 区 (填 “s”、“p” 或 “d”)。基态氯原子中, 电子占据的最高能级的符号为 _____; 基态氟原子核外电子的运动状态共有 _____ 种。

(2) F_2 通入稀 NaOH 溶液中可生成 OF_2 , OF_2 分子的空间结构为 _____, 其键角小于 $109^\circ 28'$, 其原因是 _____。

(3) C_2F_4 分子中碳原子的杂化轨道类型为 _____, $1\text{mol C}_2\text{F}_4$ 中含有的 \square 键数目是 _____。

(4) CaF_2 难溶于水, 但可溶于含 Al^{3+} 的溶液中, 原因是 _____ (用离子方程式表示, 已知 AlF_6^{3-} 在溶液中可稳定存在)

(5) F_2 与其他卤素单质反应可以形成卤素互化物, 例如 ClF_3 、 BrF_3 等。已知反应 $\text{Cl}_2(\text{g}) + 3\text{F}_2(\text{g}) = 2\text{ClF}_3(\text{g})$ $\Delta H = -313\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, F—F 键的键能为 $159\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, Cl—Cl 键的键能为 $242\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, 则 ClF_3 中 F—Cl 键的平均键能为 _____ $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。

解析:

(1) 卤素在第七主族在 p 区, 最高能级符号为 3p, 一共有 17 个电子, 17 种状态

(2) OF₂ 分子中 O 原子的价层电子对数 = (6+2)/2 = 4, 则 O 原子的杂化类型为 sp³ 杂化, 含有 2 个孤电子对, 所以分子的空间构型为 V 形; O 和 F 的电负性比 H 和 O 的电负性相差的少, 键角大;

(3) C₂F₄ 中 C₂H₄ 结构相似, 杂化方式为 sp²;

(4) CaF₂ 难溶于水, 但可溶于含 Al³⁺ 的溶液中, 因为在溶液中 F⁻ 与 Al³⁺ 能形成很难电离的配离子 AlF₆³⁻, 使 CaF₂ 的溶解平衡正移, 其反应的离子方程式为:
3CaF₂ + Al³⁺ = 3Ca²⁺ + AlF₆³⁻。

(5) ΔH = 反应物的总键能 - 生成物的总键能, 设 Cl-F 键的平均键能为 Q kJ/mol, 则 242 + 159 × 3 - 2 × 3 × Q = -313, 得 Q = 172;

答案:

(1) p, 3p, 17

(2) V 型, O 和 F 的电负性相差较小

(3) sp², 5N_A

(4) 3CaF₂ + Al³⁺ = 3Ca²⁺ + AlF₆³⁻

(5) 172

三、选做题 (以下两组题任选一组题作答, 共 20 分)

A 组

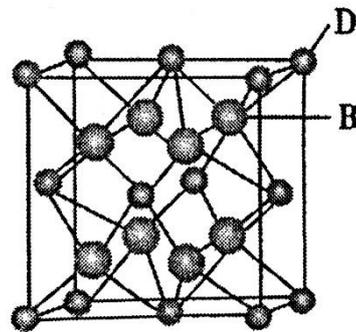
28. 已知 A、B、C、D 和 E 都是元素周期表中前 36 号元素, 且原子序数依次增大。A 原子的核外电子总数与其周期数相同, B 和 C 属于同主族非金属元素, D 和 E 属于同一周期, E 在周期表中 1~18 列中的第 7 列, D 的原子序数比 E 小 5。请回答:

(1) E 元素的 +2 价离子基态的电子排布式为_____。

(2) B 与 A 形成的化合物比 C 与 A 形成的化合物的热稳定性高, 其原因是_____。(请运用键参数解释)

(3) 从图中可以看出, D 与 B 形成的离子化合物的化学式为_____; 若该晶体的密度为 a g · cm⁻³, 则此晶包的体积是_____cm³(只要求列出算式)。

(4) B 与 A 形成的化合物比 C 与 A 形成的化合物的沸点高, 其原因是_____。



解析:

(1) 由题意可知, A 为 H, B 为 F, C 为 Cl (通过 (3) 中晶胞结构判断), D 为 Ca, E 为 Mn; 锰的原子核外电子排布为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^2$, 所以 +2 价锰离子的电子排布为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5$

(2) 由于 HF 分子中氟的原子半径比 HCl 分子中氯原子的半径小, H-F 键能比 H-Cl 大, 断裂键需要的能量大, 故相对比较稳定。

(3) 由均摊法可知, 一个晶胞中, 钙离子的个数为 $8 \times 1/8 + 6 \times 1/6 = 4$, 氟离子个数为 8, 个数比例为 1:2, 故分子式为 CaF_2 ; 晶胞质量为 $4 \times \frac{78\text{g/mol}}{6.02 \times 10^{23}/\text{mol}}$, 晶体密度为 $a\text{g/cm}^3$, 则晶胞的体积 $V = \frac{4 \times \frac{78}{6.02 \times 10^{23}}}{a} \text{cm}^3 = \frac{4 \times 78}{a \times 6.02 \times 10^{23}} \text{cm}^3$ 。

(4) HF 分子间存在氢键, 而 HCl 分子间没有氢键

答案:

(1) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5$

(2) HF 分子中氟的原子半径比 HCl 分子中氯原子的半径小, 键长短, 键能大

(3) CaF_2 ; $\frac{4 \times 78}{a \times 6.02 \times 10^{23}} \text{cm}^3$

(4) HF 分子间存在氢键, 而 HCl 分子间没有氢键

29. 我国科学家借助自主研发的新型钨钴合金催化剂攻克了单壁碳纳米管结构的可控制备难题。

(1) 单壁碳纳米管可看作石墨烯 (石墨烯是一种有单层碳原子组成的平面结构新型碳材料, 具有良好的导电、导热性) 沿一定方向卷曲而成的空心圆柱体, 其中碳原子的杂化方式为

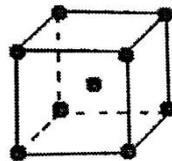
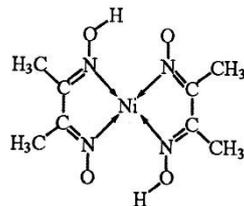
(2) 碳在形成化合物时, 其键形以共价键为主, 原因是 _____

(3) 晶体羰基钴 $[\text{Co}_2(\text{CO})_8]$ 的熔点为 52°C , 可溶于多数有机溶剂。配体 CO 中 σ 键与 π 键数之比为 _____, 写出一种与 CO 互为等电子体的离子的化学式 _____

(4) 元素铁、钴、镍并称铁系元素, 性质具有相似性。某含镍化合物结构如图所示, 该晶体内的各种微粒间作用力不可能涉及 _____ (填字母)

A 离子键 B 共价键 C 金属键 D 配位键 E 氢键

(5) 钨为熔点最高的金属, 硬度极大, 其单质为体心立方晶体 (提示: 只有体对角线上的原子才是彼此接触的), 已知钨单质的 $\rho\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$, 则每个钨原子的半径 $r=\text{cm}$ (只需列出计算式)



解析:

(1) 石墨是平面结构, 一个碳和三个碳相连, 其中有一个碳碳双键, 故为杂化轨道为 sp^2

(2) 碳原子的最外层电子为 4, 半径较小, 不容易得电子也不容易失电子

(3) CO 中碳氧间形成的是三键, 一个 σ 键, 两个 π 键, 故两者比例为 1:2;

(4) 由结构式可知, 晶体内部存在共价键, 配位键 ($N \rightarrow Ni$), 分子内氢键 ($-OH$ 与 $N-O$ 间), 不存在金属键 (金属键存在于金属晶体内部), 离子键 (离子键为阴阳离子间作用力)。

(5) $4r = \sqrt{3}a$ (a 为晶胞边长), $r = \frac{\sqrt{3}}{4}a$, 晶胞质量为 $\frac{184 \times 2}{N_A} g$, 晶胞体积为 $\frac{184 \times 2}{\rho N_A} cm^3$,
晶胞边长 $a = \sqrt[3]{\frac{184 \times 2}{\rho N_A}} cm$, $r = \frac{\sqrt{3}}{4} \times \sqrt[3]{\frac{184 \times 2}{\rho N_A}} cm$

答案:

(1) sp^2

(2) 碳原子的最外层电子为 4, 半径较小, 难以通过得电子或者失电子达到稳定结构。

(3) 1:2; CN^- (答案合理即可)

(4) AC (5) $\frac{\sqrt{3}}{4} \times \sqrt[3]{\frac{184 \times 2}{\rho N_A}}$

B 组

28. (1) 一定条件下, CH_4 和 CO_2 都能与 H_2O 形成笼状结构 (如下图所示) 的水合物晶体, 其相关参数见下表。 CH_4 与 H_2O 形成的水合物俗称 “可燃冰”。

分子 \ 参数	分子直径/nm	分子与 H_2O 的结合能 $E/kJ \cdot mol^{-1}$
CH_4	0.436	16.40
CO_2	0.512	29.91

(1) “可燃冰” 中分子间存在的两种作用力是_____。

(2) CH_4 和 CO_2 所含的三种元素电负性从小到大的顺序为_____。写出一种与 CH_4 互为等电子体的离子的电子式:_____。

(3) 为开采深海海底的 “可燃冰”, 有科学家提出用 CO_2 置换 CH_4 的设想。已知上图中笼状结构的空腔直径为 0.586nm, 根据上述图表, 从物质结构及性质的角度分析, 该设想的依据是_____。

(4) 科学家成功地制成了一种新型的碳氧化合物, 该化合物晶体中每个碳原子均以四个共价单键与氧原子结合为空间网状的无限伸展结构。下列对该晶体叙述正确的是_____(填字母)。

A. 该晶体能溶于水

B. 该晶体的硬度能超过金刚石

- C. 该晶体的空间最小环由 12 个原子构成
D. 该晶体中 C 原子数与 C—O 化学键数之比为 1:4

解析:

(1) 分子晶体中作用力是范德华力, 水分子之间存在氢键;
(2) CH_4 为 10 电子, 因此和它互为等电子体的有 OH^- (或 NH_4^+ , H_3O^+ 等);
(3) 设想用 CO_2 置换 CH_4 , 根据表中数据可知 CO_2 的分子直径小于笼状结构空腔直径, 且 CO_2 与 H_2O 的结合能大于 CH_4 与水的结合能, 因此可能可以实现用 CO_2 置换 CH_4 。

(4) 由题意可知, 和晶体二氧化硅的结构相似, 该物质为原子晶体, 因此不溶于水, A 错误; C—O 键长比 C—C 的大, 半径大, 硬度比金刚石的小, B 错误; 该晶体的最小环由 6 个碳原子和 6 个氧原子构成, C 正确; 该晶体中每个碳原子含有 4 个 C—O 共价键, 所以 C 原子与 C—O 化学键数目之比为 1:4。

答案:

- (1) 氢键、范德华力;
(2) H, C, O; OH^- (或 NH_4^+ , H_3O^+ 等);
(3) CO_2 的分子直径小于笼状结构空腔直径, 且与 H_2O 的结合能大于 CH_4 ;
(4) C、D。

29. (10 分) 已知 X、Y、Z、Q、R 是周期表前四周期元素, 且原子序数依次增大。基态 X 原子的 L 层上 s 电子数等于 p 电子数, Z 是地壳中含量最多的元素, R 原子的 N 层上只有一个电子, K、L、M 层均排满电子。Q 离子与 Z 离子具有相图的电子层结构, Q 元素的逐级电离能数据如下:

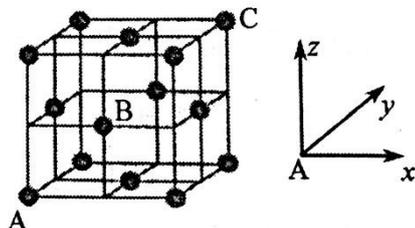
	I_1	I_2	I_3	I_4	I_5
电 离 能	57	181	274	1157
$\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$	8	7	5	5	.

请根据信息回答有关问题:

- (1) X 的一种氢化物的相对分子质量为 26, 其分子中的 σ 键与 π 键数之比为_____。
- (2) 化合物 R_2Z 的熔点比 R_2S (S 代表硫元素) 高的原因是_____。
- (3) 向含少量 RSO_4 的水溶液中逐滴滴入氨水至过量的现象是_____, 写出生成阳离子的结构式:_____。
- (4) 晶胞有两个基本要素:
① 原子坐标参数, 表示晶胞内部各原子的相对位置。下图为 Q 单晶的晶胞, 其中原子坐标参数 A 为 (0,0,0); B 为 ($\frac{1}{2}$, 0, $\frac{1}{2}$)。则 C 原子的坐标参数为_____。

② 晶胞参数可描述晶胞的大小和形状。已知 Q 单晶的晶胞参数为 $a \text{ pm}$ ，其密度为 $g \cdot \text{cm}^{-3}$

(列出算式即可)。



解析：由题意可知，X 为 C，Y 为 N，Z 为 O，Q 为 Al，R 为 Cu

(1) C 的一种相对分子质量为 26 的氢化物的分子式为 C_2H_2 ，为乙炔，故 σ 键与 π 键的个数比为 3:2；(2) Cu_2O 与 Cu_2S 相比，阳离子相同、阴离子所带电荷相同，但氧离子半径比硫离子小，所以 Cu_2O 晶格能大，熔点高

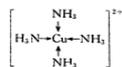
(3) 向硫酸铜中滴加氨水，刚开始有碱式硫酸铜蓝色沉淀生成，随着氨水的继续加入，沉淀溶解，生成络离子 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 。① 由 ABC 的坐标位置可判断出 C(1, 1, 1) ② 晶胞质量为 $\frac{4 \times 27 \text{ g/mol}}{N_A}$ ，体积为 $(a \times 10^{-10})^3 \text{ cm}^3$ ，故 $\rho = \frac{4 \times 27}{a^3 N_A} \times 10^{30} \text{ g/cm}^3$

答案：

(1) 3:2

(2) Cu_2O 与 Cu_2S 相比，阳离子相同、阴离子所带电荷相同，但氧离子半径比硫离子小，所以 Cu_2O 晶格能大，熔点高

(3) 刚开始有蓝色沉淀生成，后蓝色沉淀逐渐消失；



① (1, 1, 1) ② $\frac{4 \times 27}{a^3 \times N_A} \times 10^{30}$

更多的真题下载地址: <http://ty.xdf.cn>

咨询电话: 0351-3782999