

模块四 物质结构与性质 元素周期律

第九章 原子结构 元素周期律

第1节 原子结构

刷基础

1. A 考查点 ▶ 元素周期表与核素

【解析】锰原子的质子数为 25, 在核素的表示方法中, 质子数位于元素符号的左下角, 质量数在其左上角, 其中锰的一种核素的质量数为 46, 可以表示为 ${}^{46}_{25}\text{Mn}$, A 错误; 由锰的偏旁为“钅”可知, 锰属于金属元素, B 正确; 根据题图中信息可知, 锰原子的质子数是 25, C 正确; 根据题图中信息可知, 锰元素的相对原子质量约为 54.94, D 正确。

2. D 考查点 ▶ 化学与科学技术

【解析】Xe 属于稀有气体元素, 位于元素周期表第五周期 0 族, 则基态 Xe 原子价层电子排布式为 $5s^2 5p^6$, A 正确; 使用电子烟花不产生大气污染物, 同时耗能少, 体现节约与环保, B 正确; $\text{CH}_3\text{OH} + \text{CO} \xrightarrow{\text{催化剂}} \text{CH}_3\text{COOH}$, 产物只有一种, 该反应中原子利用率为 100%, C 正确; 新型锂氧电池电催化剂中, Fe、Co、Ni、Mn 位于第四周期, Pt、Ir 位于第六周期, D 错误。

3. C 考查点 ▶ 原子结构与化学用语

【解析】1 mol 甲基含有的电子数为 $9N_A$, A 错误; N_2 分子的结构式为 $\text{N} \equiv \text{N}$, B 错误; 基态 N 原子的价层电子排布式为 $2s^2 2p^3$, C 正确; 偏二甲肼作火箭的燃料, N_2O_4 作氧化剂, 两者发生氧化还原反应生成无毒的 N_2 和 CO_2 , 反应的化学方程式为 $\text{C}_2\text{H}_8\text{N}_2 + 2\text{N}_2\text{O}_4 = 2\text{CO}_2 + 3\text{N}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$, D 错误。

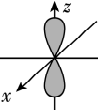
考点拓展

价层电子是指原子核外能与其他原子相互作用形成化学键的电子, 这些电子与元素的化合价有关。对于主族元素而言就是最外层电子, 对于副族元素而言除了最外层电子外还可能包括次外层的 d 能级上的电子。

4. B 考查点 ▶ 原子结构与化学用语

【解析】 ${}^4_2\text{He}$ 原子核内有 2 个质子, 核外有 2 个电子, 其原子结构示意图为 $\left(+2 \right) 2$, A 错误; 基态 ${}^{14}_7\text{N}$ 的电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^3$, 电子占据了 5 个原子轨道, 故核外电子共有 5 种空间运动状态, B 正确; ${}^{17}_8\text{O}$ 和 ${}^{18}_8\text{O}$ 是质子数相同而中子数不同的两种核素, 互为同位素, C 错误; 一个 ${}^1_1\text{H}$ 原子中含有一个质子和一个电子, 不含中子, D 错误。

5. A 考查点 ▶ 化学用语

【解析】 $2p_z$ 的电子云轮廓图: , A 正确; 二氧化碳是直线形结构, 且题图所示为球棍模型, B 错误; 中子数为 8 的碳原子: ${}^{14}_6\text{C}$, C 错误; MgCl_2 的电子式: $[\text{:}\ddot{\text{Cl}}\text{:}]^- \text{Mg}^{2+} [\text{:}\ddot{\text{Cl}}\text{:}]^-$, D 错误。

6. C 考查点 ▶ 原子结构与化学用语

【解析】 ${}^2_1\text{H}$ 原子核内中子数为 1, ${}^4_2\text{He}$ 原子核内中子数为 2, A 正确; 基态铬原子核外电子数是 24, 核外电子排布为

$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$, 价层电子排布式为 $3d^5 4s^1$, 故其简化电子排布式为 $[\text{Ar}] 3d^5 4s^1$, B 正确; K 能层只有 1 个能级, 即 1s 能级, 不存在 1p 能级, 基态 H 原子的 1s 能级上的电子可以跃迁到 L 能层的 s 能级或 p 能级上, C 错误; 当 $y=8$ 时, 图示结构为有 18 个电子的粒子, 可能为氩原子、氯离子、硫离子、钾离子、钙离子等, D 正确。

知识归纳 “打包”电子排布式

①构造原理——电子的填充顺序

绝大多数元素的原子核外电子将遵循以下顺序填充到各能级中: $1s, 2s, 2p, 3s, 3p, 4s, 3d, 4p, 5s, 4d, 5p, 6s, 4f, 5d, 6p, 7s, \dots$

②基态原子的电子排布式: 电子排布时遵循构造原理, 但书写电子排布式时必须按照能层的顺序排列。

③常见基态原子的简化电子排布式

实例	氮	钠	铁	铬
电子排布式	$1s^2 2s^2 2p^3$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$
简化电子排布式	$[\text{He}] 2s^2 2p^3$	$[\text{Ne}] 3s^1$	$[\text{Ar}] 3d^6 4s^2$	$[\text{Ar}] 3d^5 4s^1$
注意	相对稳定的状态: 能量相同的原子轨道在全充满 (p^6, d^{10}, f^{14}) 或半充满 (p^3, d^5, f^7) 状态时, 体系的能量较低, 原子较稳定, 如: 基态 $_{24}\text{Cr}$ ($1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$) 的 3d 能级为半充满状态, 基态 $_{29}\text{Cu}$ ($1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$) 的 3d 能级为全充满状态			

④常见基态离子的电子排布式

实例	Fe^{2+}	Fe^{3+}	O^{2-}
电子排布式	$[\text{Ar}] 3d^6$	$[\text{Ar}] 3d^5$	$1s^2 2s^2 2p^6$

⑤常见基态原子的价层电子排布式 (外围电子排布式)

实例	氮	钠	钙	铁	铜
简化电子排布式	$[\text{He}] 2s^2 2p^3$	$[\text{Ne}] 3s^1$	$[\text{Ar}] 4s^2$	$[\text{Ar}] 3d^6 4s^2$	$[\text{Ar}] 3d^{10} 4s^1$
价层电子排布式	$2s^2 2p^3$	$3s^1$	$4s^2$	$3d^6 4s^2$	$3d^{10} 4s^1$
规律	a. 主族元素的最外层电子就是价层电子, 又称外围电子 b. 过渡元素的价层电子一般包括最外层的 s 电子和次外层的 d 电子, 有的还包括倒数第三层的 f 电子				

7. C 考查点 元素推断与原子结构

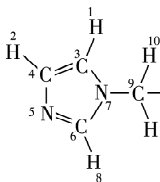
思路分析

Z 是空气中含量最高的元素, 则 Z 为 N 元素。由结构式可知, Y 原子能形成 4 个共价键, 则 Y 的最外层电子数为 4。X 只能形成 1 个共价键, 最外层电子数为 1 或 7。X、Y、Z 是原子序数依次增大的短周期主族元素, 故 X 为 H 元素, Y 为 C 元素。

【解析】同周期主族元素从左往右原子半径依次减小, 一般电子

关键点

层数越多, 原子半径越大, 故原子半径: $\text{H} < \text{N} < \text{C}$, A 错误; Y 为 C, 基态 C 原子的核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^2$, 电子共占据 4 个原子轨道, 则有 4 种空间运动状态, B 错误; 如图所示:



态 N 原子的核外有 7 个电子, 有 7 种运动状态, D 错误。

知识归纳

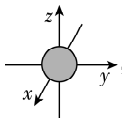
概念辨析

a. 核外电子的运动状态数等于电子数	基态 S 原子的核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$, S 原子核外有 16 个电子, 则有 16 种不同的运动状态
b. 核外电子的空间运动状态数等于轨道数	基态 S 原子的核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$, 其电子占据的轨道数为 $1+1+3+1+3=9$, 则有 9 种不同的空间运动状态
c. 原子轨道的伸展方向看轨道类型	S 原子的 s 轨道为球形, 只有 1 种伸展方向, p 轨道有 3 种伸展方向, 则共有 4 种不同的伸展方向
d. 不同能量的电子看能级数	基态 S 原子的核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$, 有 5 种不同能量的电子

刷提分

1. D 考查点 ▶ 原子结构与化学用语

【解析】镁原子最外层电子为 3s 能级上的电子, s 能级的电子云轮廓图为球形, 则镁原子最外层电子的电子云轮廓图为



A 错误; Li 是 3 号元素, 中子数为 3 的 Li 原子的质量

数为 6, 可表示为 ${}^6\text{Li}$, B 错误; KCl 是离子化合物, 其形成过程为 K 原子失去一个电子, Cl 原子得到一个电子:

$\text{K} \cdot + \cdot \ddot{\text{Cl}}: \longrightarrow \text{K}^+[:\ddot{\text{Cl}}:]^-$, C 错误; 氨分子中氮原子和氢原子间有共

用电子对, 含有 3 个 N—H 键, 其结构式为 $\begin{array}{c} \text{H}-\text{N}-\text{H} \\ | \\ \text{H} \end{array}$, D 正确。

2. A 考查点 ▶ 原子结构与半衰期

【解析】 ${}^{41}\text{Ca}$ 的质量数为 41, 质子数为 20, 所以中子数为 $41-20=21$, A 正确; ${}^{41}\text{Ca}$ 的半衰期长短与得失电子能力没有关系, B 错误; 根据题意可知 ${}^{41}\text{Ca}$ 衰变一半所需的时间要大于 ${}^{14}\text{C}$ 衰变一半所需的时间, C 错误; 从 Ca 原子束流中直接俘获 ${}^{41}\text{Ca}$ 原子的过程没有新物质产生, 不属于化学变化, D 错误。

3. A 考查点 ▶ 原子结构

【解析】根据同一周期元素第一电离能从左往右呈增大趋势, 同

关键点

一主族从上往下依次减小可知, 元素的第一电离能: $\text{He} > \text{H} > \text{Li}$, A 错误; 质谱法可以用来测量粒子的相对分子(或原子)质量, 故可用质谱仪区分 ${}^1\text{H}$ 、 ${}^2\text{H}$ 和 ${}^3\text{H}$, B 正确; 由题干信息可知, ${}^1\text{H}$ 、 ${}^2\text{H}$ 、 ${}^3\text{H}$ 中仅 ${}^3\text{H}$ 具有放射性, ${}^3\text{H}_2\text{O}$ 中含有 ${}^3\text{H}$, 故具有放射性, C 正确; ${}^2\text{H}$ 、 ${}^3\text{H}$ 的质子数相同, 核外电子数相同, 化学性质基本相同, D 正确。

4. C 考查点 ▶ 原子结构与化学用语

【解析】溴的质子数为 35, 若中子数为 35, 则质量数为 70, 溴原子可表示为 ${}^{70}_{35}\text{Br}$, A 错误; 同素异形体是由同种元素组成但性质不同的单质, 而 ${}^{16}\text{O}_2$ 、 ${}^{17}\text{O}_2$ 、 ${}^{18}\text{O}_2$ 的组成元素和分子结构相同, 化学性质相似, 所以不互为同素异形体, B 错误; NaOH 为离子化合物, 由 Na^+ 和 OH^- 构成, 电子式为 $\text{Na}^+[:\ddot{\text{O}}:\text{H}]^-$, C 正确; 依据洪特规则, 基态 Cr 原子的 3d 能级中, 电子应分占不同的轨道, 并且自

旋方向相同,则基态 Cr 原子的价层电子排布图:



5. B 考查点 ▶ 原子结构与同位素、电子云轮廓图

【解析】由电子、阳离子和电中性粒子组成的整体上呈电中性的物质聚集体叫等离子体,A 正确;氦-3 是 He 的一种同位素,原子中只有 2 个电子,B 错误; ^2H 和 ^3H 中质子数相等,中子数不同,互为同位素,C 正确;基态锂原子最高能级为 $2s$,电子云轮廓图为球形,D 正确。

6. A 考查点 ▶ 原子或离子的核外电子排布

【解析】Zn 所在周期为第四周期,其中基态 Cr 原子价层电子排布式为 $3d^5 4s^1$,有 6 个未成对电子,即该周期元素中基态原子未成对电子最多的是 Cr,A 正确;把电子在原子核外的一种空间运动状态称为一个原子轨道,因而空间运动状态数等于轨道数,基态 Fe^{2+} 核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6$,核外电子空间运动状态有 14 种,B 错误;原子中不同能级电子能量从小到大顺序是 $1s, 2s, 2p, 3s, 3p, 4s, 3d, \dots$,基态 Cu 原子核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$,是因为 $3d$ 轨道处于全充满较稳定状态,不符合构造原理,C 错误;基态 Fe^{3+} 核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5$, d 轨道处于半充满状态,基态 Zn^{2+} 核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10}$, d 轨道处于全充满状态,D 错误。

考点拓展

判断未成对电子数的主要依据是洪特规则,电子在简并轨道上排布时,将尽可能分占不同的轨道,且自旋平行。当原子在某能级上所排布的电子数 a 小于或等于该能级所具有的轨道数 n 时,这些电子都是未成对的,未成对电子数为 a ;当原子在某能级上所排布的电子数 a 大于该能级所具有的轨道数 n 时,会优先在 n 个轨道中各排布 1 个电子,剩余的再分别填充轨道中剩余的位置,未被填充的轨道中存在未成对电子,未成对电子数为 $2n-a$ 。

7. A 创新点 ▶ 特殊的考查方式:结合未成对电子数分析物质是否具有顺磁性

【解析】 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ 中基态 Cu^{2+} 的价层电子排布式为 $3d^9$,含未成对电子,属于顺磁性物质,A 正确; TiCl_4 中基态 Ti^{4+} 的价层电子排布式为 $3s^2 3p^6$,整个结构中不含未成对电子,不属于顺磁性物质,B 错误; $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$ 中,基态 Cu^+ 的价层电子排布式为 $3d^{10}$,整个结构中不含未成对电子,不属于顺磁性物质,C 错误; $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 中基态 Fe^{2+} 的价层电子排布式为 $3d^6$,整个结构中不含未成对电子,不属于顺磁性物质,D 错误。

第 2 节 元素周期律与元素周期表

刷基础

1. D 考查点 ▶ 化学家与化学史

【解析】硒为 34 号元素,位于元素周期表的第四周期第 VIA 族,A 正确;纯净的二氧化硅是制备光导纤维的基本原料,B 正确;盖斯提出盖斯定律,为化学热力学发展奠定了基础,C 正确;鲍林提出的杂化轨道理论可以解释分子的空间结构,D 错误。

2. D 考查点 ▶ 元素周期律

【解析】 Al^{3+} 与 N^{3-} 具有相同的核外电子排布, Al^{3+} 核电荷数大于 N^{3-} 核电荷数,所以离子半径: $r(\text{Al}^{3+}) < r(\text{N}^{3-})$,A 错误;同周期元

素电负性从左到右依次增大,所以电负性: $\chi(\text{N}) < \chi(\text{O})$,B 错误;同主族元素第一电离能从上到下依次减小,所以第一电离能: $I_1(\text{S}) < I_1(\text{O})$,C 错误; H_2O 和 NH_3 分子间均有氢键,但 H_2O 分子间氢键较多,沸点较高,因此沸点: $\text{H}_2\text{O} > \text{NH}_3$,D 正确。

3. C 考查点 元素周期表

【解析】Mc 为第七周期第 V A 族元素,最后填入的能级为 7p,位于 p 区,A 错误;Mc 为第 115 号元素,位于元素周期表的第七周期第 V A 族,B 错误; ^{288}Mc 的质量数小于 ^{290}Mc ,故比结合能: $^{288}\text{Mc} > ^{290}\text{Mc}$;C 正确,第八周期的元素种类数应为 50,则 115 号元素的正下方应为 165 号元素,D 错误。

4. B 考查点 元素周期律

【解析】元素的非金属性越强,其氢化物越稳定,非金属性: $\text{Cl} > \text{I}$,

关键点

分别加热 HCl 气体和 HI 气体,HI 气体更易分解,稳定性: $\text{HCl} > \text{HI}$,A 合理;元素的非金属性越强,其最高价氧化物对应水化物的酸性越强,HCl 不是氯元素的最高价含氧酸,应将足量 HClO_4 溶液与 Na_2SiO_3 溶液混合,生成 H_2SiO_3 ,说明酸性: $\text{HClO}_4 > \text{H}_2\text{SiO}_3$,则元素的非金属性: $\text{Cl} > \text{Si}$,B 不合理;硅、锗都位于金属元素与非金属元素的交界处,同时具有一定的金属性与非金属性,都可用作半导体材料,C 合理;元素的金属性越强,其单质与水或酸反应越剧烈,将形状、大小相同的 Na 和 K 分别投入冷水,K 与 H_2O 反应更剧烈,金属性: $\text{K} > \text{Na}$,D 合理。

方法技巧

元素金属性和非金属性强弱的判断方法

依据三表	元素周期表:金属性“右弱左强,上弱下强,右上弱左下强”;非金属性“左弱右强,下弱上强,左下弱右上强”
	金属活动性顺序表:按 K、Ca、Na、Mg、Al、Zn、Fe、Sn、Pb、(H)、Cu、Hg、Ag、Pt、Au 的顺序,金属性一般会逐渐减弱
	非金属活动性顺序表:按 F、Cl、Br、I、S 的顺序,非金属性减弱
依据三反应	置换反应:强的置换出弱的,适合金属也适合非金属
	与水或酸反应:反应越强烈,或最高价氧化物对应水化物的碱性越强,则金属性越强
	与氢气反应:反应越容易,生成的气态氢化物的稳定性越强,或最高氧化物对应水化物的酸性越强,则非金属性越强
依据两池	原电池:一般负极材料的金属性强于正极
	电解池:在阳极首先放电的阴离子,其对应元素的非金属性弱;在阴极首先放电的阳离子,其对应元素的金属性弱

5. B 考查点 元素推断与元素周期律

思路分析

Y 的一种核素常用于测定文物年代,则 Y 为 C 元素;基态 Z 原子的最外层电子数是次外层电子数的 $\frac{1}{4}$,则次外层电子数为 8,最外层电子数为 2,Z 为 Mg 元素;X、Y、Z、W 是原子半径依次增大的短周期主族元素,X 元素与其他元素不在同一周期,则 X 为 H 元素,W 为 Na 元素。

【解析】钠与水反应生成氢气和氢氧化钠,A 正确;Z、W 所在周期是第三周期,同周期元素从左到右金属性依次减弱,最高价氧化物对应水化物的碱性减弱,故碱性: $\text{NaOH} > \text{Mg}(\text{OH})_2$,B 错误;C 与 H 可以形成多种烃,沸点可能高于水,C 正确; H_2 、C、Mg、Na 均可以在空气中燃烧,D 正确。

关键点

知识归纳

元素周期表中主族元素结构及性质的递变规律

结构或性质		同周期(左→右)	同主族(上→下)
原子结构	核电荷数	逐渐增大	逐渐增大
	电子层数	相同	逐渐增多
	最外层电子数	逐渐增多(1或1~7)	相同
	原子半径	逐渐减小	逐渐增大
	离子半径	阳离子半径逐渐减小,阴离子半径逐渐减小, $r(\text{阴离子}) > r(\text{阳离子})$	逐渐增大
元素性质	得电子能力	逐渐增强	逐渐减弱
	失电子能力	逐渐减弱	逐渐增强
	金属性	逐渐减弱	逐渐增强
	非金属性	逐渐增强	逐渐减弱
	离子的氧化性、还原性	阳离子氧化性逐渐增强,阴离子还原性逐渐减弱	阳离子氧化性逐渐减弱,阴离子还原性逐渐增强
	主要化合价	最高正价: +1→+7(O、F除外) 最低负价: 主族序数-8	最高正价数=主族序数(O、F除外)
化合物的性质	气态氢化物的还原性	依次减弱	依次增强
	非金属元素气态氢化物的形成难易及稳定性	气态氢化物的形成越来越容易,其稳定性逐渐增强	气态氢化物的形成越来越困难,其稳定性逐渐减弱
	最高价氧化物对应水化物的酸碱性	酸性逐渐增强 碱性逐渐减弱	酸性逐渐减弱 碱性逐渐增强

6.C 考查点 ▶ 元素推断与元素周期律

思路分析

A、B、C、D 为短周期元素,即前三周期元素。

第一周期只有 H 和 He 两种元素,则图示部分应为第二、三周期部分元素。设 A 的原子序数为 x ,则 B 为 $x+1$,C 为 $x+7$,D 为 $x+8$ 。

【解析】若 B 的最高正价为 +6 价,则 B 为 S,那 C、D 就位于第四周期,不属于短周期元素,A 错误;D 元素可能为 Si、P、S,这三种元素位于第三周期,Si 元素位于第ⅣA 族,P 元素位于第ⅤA 族,S 元素位于第ⅥA 族,D 的周期数不可能等于其族序数,B 错误;若 C 为 Al,则 B 为 N, Al_2O_3 能与稀硝酸反应生成硝酸铝和水,C 正确;若 A 为 O,则 B 为 F,C 为 P,D 为 S,离子的电子层数越多,离子半径越大,电子层数相同时,核电荷数越大,离子半径越

易错点

小,则离子半径: $\text{P}^{3-} > \text{S}^{2-} > \text{O}^{2-} > \text{F}^-$,D 错误。

7.B 考查点 ▶ 物质结构与元素推断

思路分析

W、X、Y、Z 均为主族元素,且原子序数依次增大,Y 原子能形成 6 个共价键,对应最外层电子均用于成键,最外层电子数为 6,为第 VIA 族元素。X、Y 的价电子数相等,为同主族元素,则 X、Y 分别为 O、S 元素;Z 的基态原子核外电子的空间运动状态共 10 种,即电子所占据的轨道数目为 10,应包含 1s 的 1 个轨道、2s 的 1 个轨道、2p 的 3 个轨道、3s 的 1 个轨道、3p 的 3 个轨道、4s 的 1 个轨道,且形成的是 +1 价的离子,可知 Z 最外层电子数为 1,为 K 元素;W 只能形成 1 个共价键,且原子序数比 O 小,可知 W 为 H 元素。

【解析】 SO_3 的中心原子 S 原子的价层电子对数为 $3 + \frac{6-2 \times 3}{2} = 3$, 不含孤电子对, SO_3 的空间结构为平面三角形,键角为 120° , SO_3^{2-} 的中心原子 S 原子的价层电子对数为 $3 + \frac{6+2-2 \times 3}{2} = 4$,为 sp^3 杂化,含有 1 个孤电子对, SO_3^{2-} 的空间结构为三角锥形,键角小于 120° ,因此键角: $\text{SO}_3 > \text{SO}_3^{2-}$,A 正确;元素的非金属性越强,其简单氢化物稳定性越强,氧元素非金属性强于硫元素, W_2X 为 H_2O , W_2Y 为 H_2S ,分子的稳定性: $\text{H}_2\text{O} > \text{H}_2\text{S}$,B 错误;一般电子层数越多,半径越大,电子层数相同时,核电荷数越大,半径越小,简单离子半径: $\text{O}^{2-} < \text{K}^+ < \text{S}^{2-}$,C 正确;题述四种元素形成的化合物中一定含有 K^+ ,剩余的非金属元素之间一定会形成共价键,可知题述四种元素形成的化合物一定是含有共价键的离子化合物,如 KHSO_3 ,D 正确。

刷提分

1. A 考查点 ▶ 元素周期律

【解析】同主族元素从下到上,元素非金属性逐渐增强,非金属单质与氢气化合能力逐渐增强,A 正确;同周期元素从左到右,最高价含氧酸中心原子价态逐渐升高,B 错误;同周期元素从右到左,简单离子的半径不一定逐渐增大,如 Cl^- 半径大于 Na^+ ,C 错误;同主族元素从上到下,碱金属的密度呈增大趋势,但钠的密度大于钾,D 错误。

2. D 考查点 ▶ 实验操作、现象与结论

【解析】用坩埚钳夹住一小块用砂纸仔细打磨过的铝箔在酒精灯上加热,发现熔化后的液态铝不能滴落下来,尽管铝表面经过仔细打磨,但在加热时其表面又会被氧化生成氧化膜(氧化铝),这层氧化膜非常致密,且熔点很高,故表面没有熔化的氧化膜阻止了熔融状态的铝滴落,A 错误;测定同温、同浓度的 Na_2CO_3 和 Na_2SO_3 溶液的 pH,前者 pH 大于后者,说明碳酸根离子的水解程度大于亚硫酸根离子,也能说明亚硫酸的酸性强于碳酸,但不能说明 S 的非金属性比 C 强,因为亚硫酸不是硫元素的最高价氧化物对应水化物,B 错误;铜和铁离子反应生成铜离子和亚铁离子,溶液变为蓝色,没有黑色固体产生,C 错误;向 $1\text{ mL } 0.1\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{MgSO}_4$ 溶液中滴入 2 滴 $0.1\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaOH}$ 溶液,反应生成氢氧化镁沉淀且镁离子过量,再滴入 2 滴 $0.1\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{CuSO}_4$ 溶液,白色沉淀逐渐变为蓝色,说明氢氧化镁沉淀转化为氢氧化铜沉淀,则 $K_{\text{sp}}[\text{Mg}(\text{OH})_2] > K_{\text{sp}}[\text{Cu}(\text{OH})_2]$,D 正确。

3. B 考查点 ▶ 元素推断与元素周期律

思路分析

M、R、T、X、Y 为短周期主族元素，原子序数依次增大，其中 M 的基态原子所含 3 个能级中电子数均相等，其核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^2$ ，故 M 为 C 元素；T 的基态原子 2p 能级上的未成对电子数与 M 原子的相同，其核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^4$ ，故 T 为 O 元素；R 的原子序数介于碳、氧之间，则 R 为 N 元素；Y 和 T(O) 位于同一主族，可知 Y 为 S 元素；X 与 T(O) 位于同一周期，X 的原子序数大于氧，故 X 为 F 元素。

【解析】同周期主族元素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： $S > O > F$ ，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，N 原子 2p 轨道为半充满稳定状态，其第一电离能大于同周期相邻元素，则第一电离能： $N > O > C$ ，B 正确；同周期主族元素随原子序数增大电负性逐渐增大，故电负性： $O > N > C$ ，C 错误；Y 是 S 元素，硫酸属于强酸，而亚硫酸属于弱酸，D 错误。

方法技巧

“三看”比较粒子半径大小

(1) “一看”电子层数：当电子层数不同时，一般电子层数越多，半径越大。

例如，原子半径： $r(\text{Li}) < r(\text{Na}) < r(\text{K}) < r(\text{Rb}) < r(\text{Cs})$ ；

离子半径： $r(\text{O}^{2-}) < r(\text{S}^{2-}) < r(\text{Se}^{2-}) < r(\text{Te}^{2-})$ 。

(2) “二看”核电荷数：当电子层数相同时，核电荷数越大，半径越小。

例如，原子半径： $r(\text{Na}) > r(\text{Mg}) > r(\text{Al}) > r(\text{Si}) > r(\text{P}) > r(\text{S}) > r(\text{Cl})$ ；

离子半径： $r(\text{O}^{2-}) > r(\text{F}^-) > r(\text{Na}^+) > r(\text{Mg}^{2+}) > r(\text{Al}^{3+})$ 。

(3) “三看”核外电子数：当电子层数和核电荷数均相同时，核外电子数越多，半径越大。

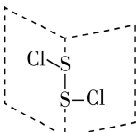
例如，半径： $r(\text{Cl}^-) > r(\text{Cl})$ ；半径： $r(\text{Fe}^{2+}) > r(\text{Fe}^{3+})$ 。

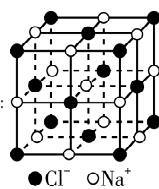
4. C 考查点 元素推断、分子的结构与性质、晶胞结构、水的电离

思路分析

M、N、R 的主要化合价均为 +1，均为第 I A 族的元素，同主族元素从上往下原子半径逐渐增大，因此 M 为 H 元素，N 为 Li 元素，R 为 Na 元素；Z 的主要化合价为 +6、-2，可知 Z 为第 VIA 族元素，结合 Z 是短周期元素可知，Z 为 S 元素；W、T 的主要化合价均为 -1，可知二者均为第 VII A 族元素，结合原子半径可知，W 为 F 元素，T 为 Cl 元素。

【解析】Z、W、T 的简单氢化物分别为 H_2S 、HF、HCl，HF 分子间存在氢键，则 HF 的沸点大于 H_2S 、HCl，A 错误； Z_2T_2 为 S_2Cl_2 ，两个硫原子均为 sp^3 杂化，分子为含有极性共价键的立体结构分子，

类似于 H_2O_2 的立体结构，如图：，B 错误；R 是 Na，T

是 Cl，NaCl 晶体的晶胞如图：，分析右侧面心的

Cl^- 可知， Cl^- 的配位数为 6，分析体心的 Na^+ 可知， Na^+ 周围距离最近的 Na^+ 有 $3 \times 8 \times \frac{1}{2} = 12$ 个，C 正确；RW 为 NaF，氟离子会水解，能促进水的电离，MW 为 HF，HF 电离产生的 H^+ 会抑制水的电离，常



5. A 考查点 ▶ 元素推断与物质的结构

6. A 考查点 ▶ 元素推断及物质的结构与性质

7.C 考查点 ▶ 物质结构与元素推断

【解析】一般电子层数越多半径越大,电子层数相同时,质子数越多半径越小,原子半径: $S>N>O>H$,A 正确;阴离子 $S_2O_8^{2-}$ 中含有过氧键,具有较强的氧化性,B 正确;氮原子 2p 能级半充满,第一电离能大于同周期相邻元素,同主族元素从上到下第一电离能依次减小,所以第一电离能: $N>O>S$,C 错误; H 、 N 、 S 三种元素能组成离子化合物 $(NH_4)_2S$,D 正确。

知识归纳

元素第一电离能的变化规律

- ①同周期:第一种元素的第一电离能最小,最后一种元素的第一电离能最大,同周期元素从左向右,元素的第一电离能并不是逐渐增大的,当元素的核外电子排布是全空、半充满或全充满状态时,第一电离能就会很大。第ⅡA族元素的 I_1 大于第ⅢA族元素;第VA族元素的 I_1 大于第VIA族元素。如第一电离能: $\text{Be} > \text{B}$ 、 $\text{N} > \text{O}$,这与原子的价层电子排布有着密切关系:基态N的价层电子排布式是 $2s^2 2p^3$,2p能级为半充满结构,比较稳定,难失电子,而基态O的价层电子排布式为 $2s^2 2p^4$,没有N稳定,因此O失去第一个电子比N容易,O第一电离能比N小。
- ②同主族元素:从上至下第一电离能逐渐减小。
- ③过渡元素:第一电离能变化不太具有规律,同一周期从左至右,第一电离能整体上呈增大趋势。
- ④同种原子:逐级电离能越来越大即 $I_1 < I_2 < I_3 \cdots$,并且会发生突变。如果 $I_{n+1} \gg I_n$,对主族元素而言,最外层有 n 个电子。

8.D 考查点 物质结构与元素推断

思路分析

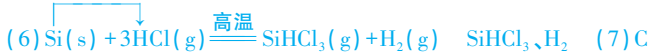
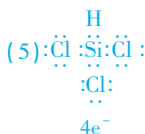
根据 ZYW_3 的结构及元素成键规律可知,Y形成2个共价键,则Y最外层电子数为6,位于第ⅥA族,Z形成5个共价键,则Z最外层电子数为5,位于第ⅤA族,W形成1个共价键,由题意知,Y、Z、W的最外层电子数之和为18,则W最外层电子数为7,W位于第ⅦA族,X、Y、Z、W是原子序数依次增大的短周期主族元素,因此Y只能是O元素,则Z是P元素,W是Cl元素;X的原子序数最小,四种元素形成的化合物能发生反应: $\text{ZYW}_3 + \text{X}_2\text{Y} \longrightarrow \text{X}_3\text{ZY}_4 + \text{XW}$,根据 X_2Y 及 X_3ZY_4 可推知X为H元素。

【解析】电子层数越多,离子半径越大,电子层数相同的离子,核电荷数越大,离子半径越小,则离子半径: $\text{P}^{3-} > \text{Cl}^- > \text{H}^+$,A错误;简单氢化物的稳定性与元素非金属性有关,非金属性越强,对应

关键点

的简单氢化物越稳定,同周期元素从左往右,非金属性逐渐增强,非金属性: $\text{P} < \text{Cl}$,则稳定性: $\text{HCl} > \text{PH}_3$,B错误;图中所示结构中,形成2个共价键的O原子满足8电子稳定结构,形成5个共价键的P原子最外层有10个电子,C错误;H、O、Cl三种元素形成的HClO具有漂白性,D正确。

9. (1) B (2) D (3) $28a\% + 29b\% + 30(1-a\%-b\%)$ (4) Mg_2Si



考查点 元素非金属性强弱的比较方法、物质提纯方法的选择、元素周期表提供的元素信息、电子式的书写、化学方程式的书写等

【解析】(1) Si是14号元素,位于元素周期表的第三周期第ⅣA族,故选B。

(2) Si是14号元素,科学家发现某种放射性人造硅同位素结构异常稳定,该核素所含中子数是质子数的2倍,为 $14 \times 2 = 28$,则质量数为 $28 + 14 = 42$,表示为 ^{42}Si ,故选D。

(3) 元素的近似相对原子质量是其各种同位素相对原子质量的加权平均值,即某种元素的所有同位素的质量数乘以对应同位素在自然界中的丰度的加和,则硅元素的近似相对原子质量可以用含 a 、 b 的代数式表示为 $28a\% + 29b\% + 30(1-a\%-b\%)$ 。

(4) 步骤一除了生成Si和MgO外, SiO_2 和Mg反应还可能生成一种由硅和镁形成的化合物 Mg_2Si 。

(5) SiHCl_3 是共价化合物, 电子式为: $\begin{array}{c} \text{H} \\ \vdots \\ :\ddot{\text{Cl}} : \ddot{\text{Si}} : \ddot{\text{Cl}} : \\ \vdots \\ :\ddot{\text{Cl}} : \end{array}$ 。

(6) $\text{Si}(\text{s}) + 3\text{HCl}(\text{g}) \xrightarrow{\text{高温}} \text{SiHCl}_3(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$ 中 Si 元素由 0 价上升到 +4 价, H 元素由 +1 价下降到 0 价和 -1 价, 标出该反应的电子

转移方向与数目: $\text{Si}(\text{s}) + 3\text{HCl}(\text{g}) \xrightarrow{4\text{e}^-} \text{SiHCl}_3(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$, 该反应的还原产物是 SiHCl_3 、 H_2 。

(7) 由题意可知, SiHCl_3 (沸点为 31.8°C)、 SiCl_4 (沸点为 57.6°C) 等的沸点不同, 根据沸点的不同实现物质分离的方法为蒸馏, 故选 C。

(8) 步骤三用 H_2 在 $1100 \sim 1200^\circ\text{C}$ 下还原 SiHCl_3 得到冶金级高纯硅和氯化氢, 其化学方程式为 $\text{H}_2 + \text{SiHCl}_3 \xrightarrow{1100 \sim 1200^\circ\text{C}} \text{Si} + 3\text{HCl}$ 。

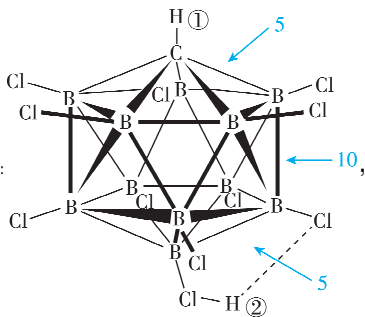
(9) 非金属性越强, 元素简单氢化物越稳定, 硅烷与甲烷相比, 硅烷更容易分解, 说明碳的非金属性强于硅, A 正确; 石灰石和石英高温制玻璃: $\text{CaCO}_3 + \text{SiO}_2 \xrightarrow{\text{高温}} \text{CaSiO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow$, 该反应与元素的非金属性无关, B 错误; 焦炭与二氧化硅高温反应制取粗硅:

$2\text{C} + \text{SiO}_2 \xrightarrow{\text{高温}} \text{Si} + 2\text{CO} \uparrow$, 该反应中 C 元素化合价上升, C 作还原剂, 不能说明碳的非金属性强于硅, C 错误; 非金属性越强, 元素最高价氧化物对应水化物的酸性越强, CO_2 通入 Na_2SiO_3 溶液中产生硅酸沉淀: $\text{CO}_2 + \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{SiO}_3 \downarrow$, 碳酸的酸性强于硅酸, 说明碳的非金属性强于硅, D 正确。

10. C 创新点 情境创新: 碳硼烷酸的结构分析

【解析】无机物 M 中所有 Cl 原子取代成 Br 原子得到相同结构的无机物 N, 则相对分子质量: $N > M$, 因此无机物 N 的沸点高于无机物 M, A 错误; 碳硼烷酸的组成元素中, H 元素位于 s 区, C、B、Cl 元素位于 p 区, B 错误; 根据结构图可知, 每层的 B 原子形成五边形,

则该结构共有 20 个面, 如图:



C 正确; ②号氢需要克服 $\text{Cl}-\text{H}$ 和 $\text{Cl} \cdots \text{H}$ 之间的作用力, ①号氢需要克服 $\text{C}-\text{H}$ 共价键, 更为困难, 因此②号氢具有强酸性, D 错误。

全章真题训练

刷真题

1. C 命题点 化学用语, 涉及核外电子排布式、同位素、原子结构示意图等

【解析】 ${}^1_0\text{n}$ 表示一个中子, A 错误; ${}^6_3\text{Li}$ 的基态原子核外电子排布式为 $1\text{s}^2 2\text{s}^1$, B 错误; 质子数相同而中子数不同的同一元素的不同原子互称为同位素, ${}^3_1\text{H}$ 与 ${}^2_1\text{H}$ 质子数相同、中子数不同, 二者互为同位素, C 正确; ${}^4_2\text{He}$ 原子核外只有 2 个电子, 原子结构示意图为 $\left(+2 \right) 2$, D 错误。

2. C 命题点 元素周期律, 涉及第一电离能、化学键的极性、最高价氧化物对应水化物的碱性、离子键百分数

【解析】同一周期从左到右元素的第一电离能呈增大趋势,

第ⅡA族与第ⅤA族元素的第一电离能大于同周期相邻元素,同

易错点

一主族从上到下元素的第一电离能逐渐减小,故第一电离能: $N > O > S$, A 正确;已知同周期主族元素从左到右电负性依次增大,故电负性: $Si < P < Cl$,电负性差值越大,键的极性越大,故化合物中键的极性: $SiCl_4 > PCl_3$, B 正确;同一主族元素从上到下金属性依次增强,其最高价氧化物对应水化物的碱性依次增强,故碱性: $LiOH < KOH$, C 错误;因电负性: $Mg < Al < O$,故 Mg 与 O 的电负性差值大于 Al 与 O 的电负性差值,电负性差值越大,离子键百分

关键点

数越大,故化合物中离子键百分数: $MgO > Al_2O_3$, D 正确。

3. **D 命题点** 元素推断与元素周期律,涉及第一电离能、键角、最高价含氧酸的酸性比较等

信息梳理

信息	分析	结论
基态 Y 的 2p 轨道半充满	基态 Y 的价电子排布式为 $2s^2 2p^3$	Y 为 N
X、Y、Z 均为短周期元素, X、Y 价电子数相等	X 与 Y 同主族	X 为 P
X、Z 电子层数相同, Z 的最外层只有 1 个未成对电子 (题图物质中 Z 形成 1 个共价键)	Z 为第三周期元素, 基态 Z 的价电子排布式为 $3s^2 3p^5$	Z 为 Cl

【解析】同周期元素的第一电离能从左到右呈增大趋势,则第一电离能: $Cl > P$, A 错误;X(P)、Y(N)同主族,其简单氢化物 PH_3 与 NH_3 的中心原子杂化类型及孤电子对数均相同,但是 N 的电负性大于 P,使得 NH_3 中成键电子对更偏向中心原子, NH_3 中成键电子对之间的斥力更大,所以键角: $PH_3 < NH_3$, B 错误;元素的非金属性越强,其最高价含氧酸的酸性越强,非金属性: $N > P$,所以酸性: $HNO_3 > H_3PO_4$, C 错误;N、P、Cl 都能在化合物中呈现多

关键点

种价态,能与氧形成多种氧化物, N 的氧化物有 NO 、 NO_2 等, P 的氧化物有 P_2O_3 、 P_2O_5 等, Cl 的氧化物有 Cl_2O 、 ClO_2 等, D 正确。

4. **D 命题点** 元素推断与元素周期律,涉及电负性、杂化类型、未成对电子数、第一电离能

信息梳理

已知 W、X、Y、Z 是原子序数依次增大的短周期元素, X 与 Z 同主族。在题给化合物结构中, X、Z 原子均形成 2 个共价键,则 X、Z 均为第ⅥA族元素,所以 X 为 O, Z 为 S; Y 原子形成 5 个共价键,则 Y 为第ⅤA族元素,原子序数: $O < Y < S$,可知 Y 为 P; W 原子形成 1 个共价键,原子序数: $W < O$,可知 W 为 H。

【解析】同主族元素从上到下,电负性逐渐减弱,同周期元素从左到右,电负性逐渐增强,因此元素电负性: $O > S > P$, A 正确;该物质中, P 原子形成 3 个单键和 1 个双键,成键电子对数为 4,孤电子对数为 0, P 原子杂化方式为 sp^3 , S 原子形成 2 个单键,成键电子对数为 2,孤电子对数为 2,杂化方式也为 sp^3 , B 正确;根据电子排布的一般规律,基态 H、O、P 原子的未成对电子数依次为 1、2、3,则基态原子未成对电子数: $H < O < P$, C 正确;同主族元素从上到下第一电离能减小,同周期元素从左到右第一电离能呈增大趋势,但第ⅤA族元素的 np 轨道处于半充满的稳定状态,其

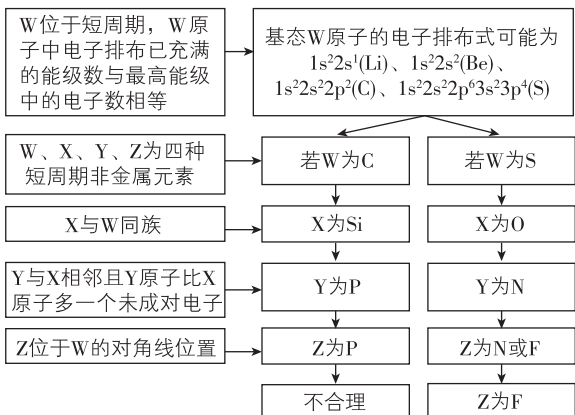
易错点

第一电离能大于同周期第ⅥA族元素的第一电离能,即基态原

子的第一电离能: $O > S$ 、 $P > S$, D 错误。

5. A 命题点 ▶ 元素推断与元素周期律, 涉及第二电离能、原子半径、沸点、电负性的比较等

信息梳理

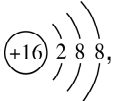


【解析】 基态 X (O) 原子失去一个电子后电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^3$, 基态 Y (N) 原子失去一个电子后电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^2$, 基态 O 原子失去一个电子后为半充满的稳定结构, 则第二电离能: $O > N$, 即 $X > Y$, A 错误; 同主族元素从上到下, 原子半径逐渐增大, 则原子半径: $O < S$, 同周期主族元素从左到右, 原子半径逐渐减小, 则原子半径: $F < O$, 故原子半径: $F < S$, 即 $Z < W$, B 正确; Y 的单质为 N_2 , Z 的单质为 F_2 , 二者均为分子晶体, 一般来

关键点

说, 相对分子质量越大, 沸点越高, 则单质沸点: $N_2 < F_2$, 即 $Y < Z$, C 正确; 同主族元素从上到下, 元素的电负性逐渐变小, 则电负性: $S < O$, 即 $W < X$, D 正确。

6. C 命题点 ▶ 化学用语

【解析】 S^{2-} 的核外电子数为 18, 即 S^{2-} 的结构示意图为 

A 错误; H_2O_2 为共价化合物, 只含共价键, B 错误; SO_4^{2-} 中 O 元素为 -2 价, S 元素为 +6 价, C 正确; H_2O 的空间构型为 V 形, D 错误。

7. C 命题点 ▶ 化学用语

【解析】 水分子中氧原子呈负电性, 氢原子呈正电性, 氯化钠在水溶液中电离, 钠离子带正电荷吸引氧原子, 氯离子带负电荷吸引氢原子; Na^+ 的半径比 Cl^- 小, 图中 Na^+ 的半径比 Cl^- 的大, C 错误。

8. A 命题点 ▶ 原子结构、第一电离能和电负性的变化规律等

【解析】 同周期主族元素, 从左到右电负性逐渐增大, A 正确; 基态 Mn 原子的价层电子排布式为 $3d^5 4s^2$, 是第 VII B 族元素, 属于 d 区元素, 基态 Cu 原子的价层电子排布式为 $3d^{10} 4s^1$, 是第 I B 族元素, 属于 ds 区元素, B 错误; 同周期主族元素从左到右, 第一电离能呈增大趋势, 由于 Al 的价电子排布式为 $3s^2 3p^1$, 而 Mg 的价电子排布式为 $3s^2$, s 能级处于全充满的稳定状态, 因此 Al 的第一电离能要比 Mg 的稍低一些, C 错误; 根据洪特规则, 电子应优先以自旋平行的方式单独分占同一能级的不同轨道, 基态 Mg 原子的价电子排布式为 $3s^2$, 无单电子, 基态 Mn 原子的价电子排布式为 $3d^5 4s^2$, 有 5 个单电子, D 错误。

9. C 命题点 ▶ 元素推断与元素周期律

信息梳理

侯氏制碱法主反应的化学方程式为 $NH_3 + CO_2 + NaCl + H_2O = NH_4Cl + NaHCO_3 \downarrow$, 则可推出 W、X、Y、Z、Q、R 分别为 H 元素、C 元素、N 元素、O 元素、Na 元素、Cl 元素。

【解析】一般原子的电子层数越多半径越大,电子层数相同时,核电荷数越大,半径越小,则原子半径: $H < N < C$,A 错误;同周期从左到右元素第一电离能呈增大趋势,第ⅤA 族元素第一电离能反常,大于第ⅥA 族元素,则第一电离能: $N > O > C$,B 错误; O_2 、 Cl_2 为分子晶体,相对分子质量越大,沸点越高,二者在常温下均为气体,Na 在常温下为固体,则沸点: $O_2 < Cl_2 < Na$,C 正确;元素非金属性越强,电负性越大,非金属性: $Na < H < Cl$,则电负性: $Na < H < Cl$,D 错误。

10. D 命题点 元素推断,涉及沸点比较、键角大小比较、配合物等

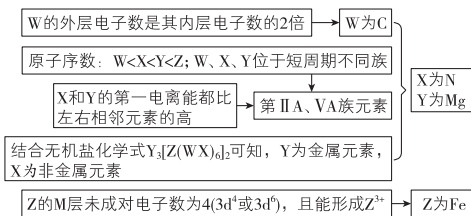
信息梳理

基态 X 原子的核外电子有 5 种空间运动状态,存在化学式为 XW_3 的物质	基态 X 原子核外电子排布为 $1s^2 2s^2 2p^3$, XW_3 为 NH_3	W 为 H 元素、X 为 N 元素
Q 是 ds 区元素,焰色试验呈绿色		Q 为 Cu 元素
原子序数: $X < Y < Z$,基态 Y、Z 原子有两个未成对电子,存在化学式为 QZY_4 的物质	QZY_4 为 $CuSO_4$	Y 为 O 元素、Z 为 S 元素

【解析】S 单质常温下为固体, O_2 、 H_2 常温下均为气体,则 S 单质沸点最高,氧气、氢气均为分子晶体,分子间均只存在范德华力,相对分子质量: $O_2 > H_2$,则沸点: $O_2 > H_2$,故单质沸点: $S > O_2 > H_2$,A 正确;X、Y 的简单氢化物分别为 NH_3 、 H_2O ,中心原子 N 和 O 原子均采取 sp^3 杂化, NH_3 中 N 原子上有 1 个孤电子对, H_2O 中 O 原子上有 2 个孤电子对,孤电子对对成键电子对有较强的排斥作用,使键角变小,即中心原子杂化方式相同时,中心原子上孤电子对数越多,键角越小,则简单氢化物键角: $NH_3 > H_2O$,B 正确;向蓝色 $CuSO_4$ 溶液中逐渐通入 NH_3 ,先生成 $Cu(OH)_2$ 蓝色沉淀,继续通入 NH_3 ,蓝色沉淀 $Cu(OH)_2$ 溶解于过量 NH_3 中,形成 $[Cu(NH_3)_4]SO_4$ 溶液,C 正确; $[Cu(NH_3)_4]SO_4$ 是配合物, $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ 是配离子, Cu^{2+} 是中心离子,配体 NH_3 中 N 原子为配位原子,D 错误。

11. A 命题点 元素推断与元素周期律,涉及熔点比较、杂化类型等

信息梳理



【解析】Mg、Fe 为金属晶体,熔点较高, N_2 为分子晶体,熔点较低,C 的单质可能为金刚石(共价晶体),熔点高于铁单质,A 错误。

易错点

N(X) 的简单氢化物 NH_3 的中心 N 原子的价层电子对数为 $3 + 1 = 4$,杂化类型为 sp^3 ,B 正确;NaCl 为强酸强碱盐,其溶液显中性, NH_4Cl 为强酸弱碱盐,其溶液因 NH_4^+ 水解显酸性,可溶解 $Mg(OH)_2$,C 正确;化合物中各元素化合价代数和为 0,则 $Mg_3[Fe(CN)_6]_2$ 中 Fe 为 +3 价, Fe^{3+} 有空轨道, CN^- 有孤电子对,二者可形成配位键,D 正确。

考点拓展

CN^- 中,C 和 N 都有孤电子对,而 C 的电负性小,对电子的吸引能力弱,更容易提供孤电子对,则实际提供孤电子对形成配位键的原子为 C。

12. A 命题点 元素推断与元素周期律,涉及第一电离能、最简单氢化物沸点、键长、电离方程式等

信息梳理

信息	分析	结论
题给阴离子带 1 个单位负电荷	阴离子结构中只有 1 个 X 原子,其余元素原子各自成键个数均相同	X 原子带 1 个单位负电荷
X、Y、Z、Q 为原子序数依次增大的同周期元素,Z 的单质为空气的主要成分之一,Z 原子在阴离子结构中均成 2 个共价键	Z 为第 VI A 族元素	Z 为 O 元素,为第二周期元素,则 X、Y、Q 也为第二周期元素
Y 原子在阴离子结构中均成 4 个共价键	Y 为第二周期第 IV A 族元素	Y 为 C 元素
Q 原子在阴离子结构中均成 1 个共价键,原子序数: $Q > O$	Q 为第二周期第 VII A 族元素	Q 为 F 元素
X 原子在阴离子结构中成 4 个共价键,带 1 个单位负电荷,原子序数: $X < C$	X 为第二周期第 III A 族元素	X 为 B 元素

【解析】同周期元素第一电离能从左到右呈增大趋势,第一电离能: $O > C > B$, A 错误; Y、Z 的最简单氢化物分别为 CH_4 、 H_2O , 由于 H_2O 分子间存在氢键, 所以沸点: $CH_4 < H_2O$, B 正确; 共价键的键长与形成共价键的原子半径相关, 原子半径越小,

关键点

键长越短, 同周期主族元素, 从左往右原子半径依次减小, 原子半径: $C > O > F$, 所以键长: $C-C > C-O > C-F$, C 正确; Y 的最高价氧化物对应水化物为 H_2CO_3 , H_2CO_3 为二元弱酸, 在水中分步电离, 第一步电离方程式为 $H_2CO_3 \rightleftharpoons HCO_3^- + H^+$, D 正确。

13. A 命题点 根据陌生物质结构进行元素推断

思路分析

根据题给结构中各元素原子成键特点分析: Q 得到 1 个电子后形成 4 个共价键, 且 Q 原子价电子数为 Y 原子价电子数的一半, 则 Q 原子价电子数为 3, Y 原子价电子数为 6, 且核电荷数: $Y < Q$, Y 形成 2 个共价键, 则 Y 为 O, Q 为 Al; X 形成 4 个共价键, W 形成 1 个共价键, 且核电荷数: $W < X < Y$, 则 W 为 H, X 为 C; 又 W、Y 原子序数之和等于 Z, 则 Z 为 F。

【解析】W 与 X 形成的化合物为烃类, 正电中心和负电中心可能重合(如甲烷), 也可能不重合(如丙烷), 则其不一定属于极性分子, A 错误; 同周期元素从左到右, 第一电离能呈增大趋势(第 II A、V A 族元素反常), 则第一电离能: $F > O > C$, B 正确; Al_2O_3 既能与强酸反应, 也能与强碱反应, 属于两性氧化物, C 正确; 阴离子的中心 Al 原子核外只有 3 个价电子, 若不形成配位键, 最多只能与 3 个 L 中的 O 原子形成 3 个共价键, 则 Al 与 L 中氧原子形成 1 个配位键, D 正确。

14. A 命题点 元素的推断及性质, 涉及分子的极性、第一电离能、氧化性及键能的比较

信息梳理

W、X、Y、Z 为原子序数依次增加的同一短周期元素, Z_2 是氧化性最强的单质, 则 Z 为氟(F); 因 X、Y、Z 相

关键点

邻, 则 X 为氮(N), Y 为氧(O); W 的核外电子数与 X 的价层电子数相等, 则 W 为硼(B); 4 种元素形成的离子化合物为 $(NO)^+(BF_4)^-$ 。

【解析】 $WZ_3(BF_3)$ 的中心原子的价层电子对数为 $3 + \frac{1}{2} \times (3 - 3 \times 1) = 3$, 没有孤电子对, 空间结构为平面三角形, 为非极性分子, $XZ_3(NF_3)$ 的中心原子的价层电子对数为 $3 + \frac{1}{2} \times (5 - 3 \times 1) = 4$, 其中有 1 个孤电子对, 则空间结构为三角锥形, 为极性分子, 分子的极性: $WZ_3 < XZ_3$, A 正确; 同周期元素从左到右, 第一电离能呈增大趋势, 其中 N 元素为第 VA 族元素, 其原子的 2p 轨道

关键点

为半充满的稳定结构, 其第一电离能比同周期相邻元素的大, 则第一电离能: $Y(O) < X(N) < Z(F)$, B 错误; N_2O_3 和 B_2O_3 中 N、B 均为 +3 价, O 为 -2 价, 但 N 的电负性大于 B, 则 N_2O_3 比 B_2O_3 更易吸引外来的电子而体现出更强的氧化性, 且 N_2O_3 不稳定, 可转化为 NO_2 和 NO , 则氧化性: $N_2O_3 > B_2O_3$, C 错误; N_2 、 O_2 、 F_2 中 N_2 最稳定, 不易断键参与反应, 即 $N_2(X_2)$ 的键能最大, D 错误。

15. A 命题点 元素推断、元素周期律、基态原子的未成对电子数等

思路分析

W、X、Y、Z、Q 均为短周期元素, 由 Z 原子的电子数是 Q 的一半, 且图中 Z 和 Q 均形成 2 个共用

关键点

电子对达到相对稳定电子构型, 可推出 Z 为 O 元素、Q 为 S 元素, 再根据 X 形成 4 个共用电子对、Y 形成 3 个共用电子对、W 形成 1 个共用电子对可判断 X 是 C 元素、Y 是 N 元素、W 是 H 元素。

【解析】同主族元素从上至下元素非金属性递减, 简单氢化物的稳定性递减, 根据分析可知 Z 为 O 元素、Q 为 S 元素, O 和 S 元素位于同主族, 则简单氢化物的稳定性: $H_2O > H_2S$, A 正确; X、Y 分别是 C 元素、N 元素, 同周期主族元素自左向右, 第一电离能

关键点

呈增大趋势, 且 N 原子最外层电子排布达到半充满稳定状态而使其第一电离能大于同周期相邻元素, 则 $I_1(N) > I_1(C)$, B 错误; X、Q 分别是 C 元素、S 元素, 基态 C 原子的价层电子排布为 $2s^2 2p^2$, 有 2 个未成对电子, 基态 S 原子的价层电子排布为 $2s^2 2p^4$, 也有 2 个未成对电子, C 错误; Z、W 分别是 O 元素、H 元素, H 原子是所有原子中半径最小的, D 错误。

16. C 命题点 元素推断、元素周期律、物质性质等

信息梳理

基态 X 原子 s 轨道上的电子数和 p 轨道上的电

关键点

子数相等, X 可能为 O、Mg; 基态 X、Y、Z 原子的未成对电子数之比为 2:1:3, 前 20 号元素基态原子的未成对电子数最多为 3, 则基态 X、Y、Z 原子的未成对电子数分别为 2、1、3, X 为 O; 又知 X、Y、Z 和 W 为原子序数依次增大的前 20 号元素, 则 Y 为 F、Na 或 Al, Z 为 P; W 为金属元素, 结合题给物质化学式可知 Y 为非金属元素, 故 Y 为 F, 该物质中 W 的化合价为 +2 价, 则 W 为 Ca。

【解析】同周期主族元素从左到右电负性逐渐增大, 同主族元素从上到下电负性逐渐减小, 则电负性: $Y(F) > X(O) > Z(P) > W(Ca)$, A 错误; 一般地, 电子层数越多, 原子半径越大, 电子层数相同时, 核电荷数越大, 原子半径越小, 故原子半径: $Y(F) < X(O) < Z(P) < W(Ca)$, B 错误; F_2 与 H_2O 反应可生成 O_2 , Ca 与 H_2O 反应可生成 H_2 , C 正确; P 的最高价氧化物对应的水化物为 H_3PO_4 , 不具有强氧化性, D 错误。