

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 原子结构与元素性质

刷基础

1. C 考查点 ▶ 核素、电子云、核外电子空间运动状态、丁达尔效应

【解析】以 $2 \sim 10 \text{ nm}$ 的量子点为分散质形成的分散系为胶体，能发生丁达尔效应，A 正确；中子数为 17 的硫的核素质量数为 $17 + 16 = 33$ ，表示为 ${}^{33}_{16}\text{S}$ ，B 正确；基态 N 原子的电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^3$ ，含有 5 个有电子的原子轨道，核外电子有 5 种空间运动状态，C 错误；所有原子任一能层的 s 电子云轮廓图都是球形，能层越高，球的直径越大，D 正确。

2. A 考查点 ▶ 电子式、电子排布式、化学键

【解析】O 为 8 号元素，位于元素周期表的第二周期第 VIA 族，A 正确；HCl 为共价化合物，其电子式为 $\text{H} \times \ddot{\text{Cl}}:$ ，B 错误；Cu 位于元素周期表的第四周期第 IB 族，基态铜原子的价层电子排布式为 $3d^{10} 4s^1$ ，基态 Cu^{2+} 的核外电子排布式为 $[\text{Ar}] 3d^9$ ，而 $3d^9$ 为基态 Cu^{2+} 的价层电子排布式，C 错误； H_2O 中只含极性键，D 错误。

3. A 考查点 ▶ 元素周期律

【解析】根据电负性大小变化规律可知，电负性： $\text{O} > \text{C}$ ， $\text{C} > \text{Si}$ ，则电负性： $\text{O} > \text{Si}$ ，A 正确；同主族元素离子半径随原子序数增大而增大，则离子半径： $r(\text{Mg}^{2+}) < r(\text{Ca}^{2+})$ ，B 错误； SiO_2 是共价晶体，C 错误；同主族元素金属性自上而下逐渐增强，元素金属性越强，其最高价氧化物对应水化物的碱性越强，金属性： $\text{Ca} > \text{Mg}$ ，则碱性： $\text{Ca}(\text{OH})_2 > \text{Mg}(\text{OH})_2$ ，D 错误。

4. C 考查点 ▶ 原子结构与元素性质

【解析】Ga 为金属元素，As 为非金属元素，Ga 的还原性强于 As，A 错误；元素的非金属性越强，其简单氢化物越稳定，则 NH_3 的稳定性高于 AsH_3 ，B 错误；镓位于金属元素和非金属元素分界线处，是一种半导体的材料，C 正确；As 原子最外层有 5 个电子，需结合 3 个电子达到 8 电子稳定结构，D 错误。

5. B 考查点 ▶ 电子排布式、原子轨道

【解析】氯元素的 2p 和 3p 轨道形状均呈哑铃形，A 错误；氧元素的 1s、2s 能级的轨道数相同，均为 1，B 正确；基态碳原子的核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^2$ ，L 层有成对电子，C 错误；基态氯原子的核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$ ，价层电子排布式为 $3s^2 3p^5$ ，D 错误。

6. (1) d $3d^{10} 4s^1$ 4:3 (2) +5 基态 Mn^{2+} 的价层电子排布为 $3d^5$ ，3d 轨道处于半充满的稳定状态，再失去 1 个电子时需要更多能量，因此 $I_3(\text{Mn})$ 更大

考查点 ▶ 价层电子排布、原子结构

【解析】(1) 基态铁原子的价层电子排布式为 $3d^6 4s^2$, 电子最后填入的能级是 $3d$ 能级, 因此 Fe 在元素周期表中处于 d 区; Cu 为 29 号元素, 位于元素周期表的第四周期第 I B 族, 基态 Cu 原子的价层电子排布式为 $3d^{10} 4s^1$; 基态 Fe 原子的价层电子排布式为 $3d^6 4s^2$, 未成对电子数为 4, V 为 23 号元素, 基态 V 原子的价层电子排布式为 $3d^3 4s^2$, 其未成对电子数为 3, 则基态 Fe、V 原子的核外未成对电子数之比为 4:3。

(2) 基态 V 原子的价层电子排布式为 $3d^3 4s^2$, V 失去电子时, 先失去 $4s$ 轨道电子, 再失去 $3d$ 轨道电子, 当 $3d$ 轨道全空时处于稳定状态, 此时 V 为 +5 价; 基态 V^{2+} 的价层电子排布式为 $3d^3$, 基态 Mn^{2+} 的价层电子排布式为 $3d^5$, 基态 Mn^{2+} 的 $3d$ 轨道处于半充满

关键点

的稳定状态, 使得 Mn 失去第 3 个电子所需能量更高, 所以 $I_3(V) < I_3(Mn)$ 。

刷提分

1. C 考查点 ▶ 元素周期表、元素周期律

【解析】碳、硅、锗均为第 IV A 族元素, A 正确; 同主族元素从上到下第一电离能逐渐减小, 故第一电离能: $C > Si$, B 正确; 红外光谱能测定化学键、官能团等, 不能直接确定石墨烯的晶体结构, C 错误; 硅、锗在元素周期表中位于金属和非金属的分界线处, 均可用作半导体材料, D 正确。

2. C 命题点 ▶ 配合物中心原子化合价、第一电离能、杂化方式、价电子排布式

【解析】P 与 Ni 之间为配位键, P 对 Ni 的化合价没有影响,

易错点

Ni—Cl 键中共用电子对偏向 Cl, 则 Ni 为 +2 价, A 正确; 同周期元素第一电离能从左向右呈增大趋势, 基态原子第一电离能: $Cl > P$, B 正确; 由题图结构简式可知, P 形成 4 个单键, 为 sp^3 杂化, C 错误; Ni 的原子序数为 28, 其基态原子价电子排布式为 $3d^8 4s^2$, D 正确。

3. C 考查点 ▶ 元素周期律

【解析】各项比较结果与原因分析如表:

结论	正确形式	原因分析
A (×)	沸点: $NH_3 > PH_3$	NH_3 分子间形成氢键, 分子间作用力更大
B (×)	$\chi(S) > \chi(P)$	同周期主族元素从左向右电负性逐渐增大
C (✓)	$I_1(O) < I_1(N)$	N 的 $2p$ 轨道为半充满的稳定 关键点 状态, 较难失去 1 个电子
D (×)	酸性: $H_2SO_4 > H_3PO_4$	S 的非金属性强于 P, 其最高价氧化物对应水化物的酸性更强

4. A 考查点 ▶ 微粒半径大小、元素非金属性强弱、电负性和第一

电离能的比较

【解析】

结论	正确形式	原因分析
A(√)	$r(\text{N}^{3-}) > r(\text{O}^{2-}) > r(\text{Mg}^{2+})$	三种离子的电子层结构相同,核电荷数越大,离子半径越小
B(×)	热稳定性: $\text{H}_2\text{O} > \text{NH}_3 > \text{H}_2\text{S}$	元素的电负性越大($\text{O} > \text{N} > \text{S}$),非金属性越强,气态氢化物的热稳定性越强($\text{H}_2\text{O} > \text{NH}_3 > \text{H}_2\text{S}$)
C(×)	$I_1(\text{Na}) < I_1(\text{O}) < I_1(\text{N})$	N(第ⅤA族)的2p轨道为半充满的稳定状态,较难失去1个电子,故其第一电离能大于同周期相邻的O
D(×)	$\chi(\text{Mg}) < \chi(\text{N}) < \chi(\text{O})$	同周期主族元素从左到右电负性递增,同主族元素从上到下电负性递减,则 $\chi(\text{Mg}) < \chi(\text{Be}) < \chi(\text{N}) < \chi(\text{O})$

5. B 考查点 ▶ 电负性、杂化方式、电子的空间运动状态

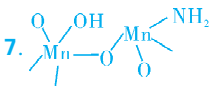
【解析】基态硼原子的电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^1$,核外电子的空间运动状态有3种,A正确;电负性大小: $\text{O} > \text{H} > \text{B}$,B错误;根据图知,形成4个共价键的B原子的价层电子对数是4,形成3个共价键的B原子的价层电子对数是3,所以B原子的杂化类型:前者为 sp^3 、后者为 sp^2 ,C正确;根据结构可知,与杂化方式不同的硼原子相连的羟基中氧原子所处化学环境不同,此外还有与2个硼原子及与3个硼原子相连的氧原子,共有4种不同化学环境的氧原子,D正确。

6. C 突破点 ▶ 催化过程分析、元素周期律

思路分析

由题图可知,该催化剂中Y与 Cu^{2+} 反应生成X与 Cu^+ ,铜元素化合价降低,则 $\text{Y} \rightarrow \text{X}$ 过程中V元素化合价升高,Y处V元素为+4价,X处V元素为+5价;在催化剂作用下发生的反应有 $2\text{NO} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{NO}_2$ 、 $8\text{NH}_3 + 6\text{NO}_2 \longrightarrow 7\text{N}_2 + 12\text{H}_2\text{O}$ 、 $4\text{NH}_3 + 6\text{NO} \longrightarrow 5\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ 。

【解析】由思路分析可知,X处V元素为+5价,A错误;基态铜原子的价层电子排布式为 $3d^{10} 4s^1$,最外层(即第四层)电子数为1,B错误;烟气中若含有 SO_2 , SO_2 可能被氧化为硫酸,硫酸与氨气反应生成 NH_4HSO_4 堵塞催化剂孔道,C正确;涉及的短周期元素的基态原子中,氧原子的未成对电子数为2,氮原子的未成对电子数为3,则未成对电子数最多的不是氧,D错误。

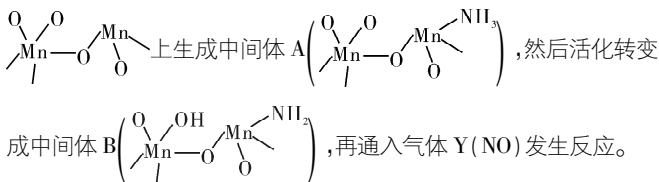


创新点 ▶ 结合元素电负性推测反应机理甲的中间体

【解析】电负性: $\text{O} > \text{N} > \text{H}$,结合 的结构可知,

先通入的气体X为 NH_3 、后通入的气体Y为 NO ,则 MnO_2 催化

NH_3 还原 NO 的一种可能反应机理为气体 $\text{X}(\text{NH}_3)$ 吸附在



第 2 节 元素周期律与元素周期表

刷基础

1. D 考查点 ▶ 元素周期表结构

【解析】除氢元素外的第 I A 族元素称为碱金属元素, A 错误; 短

易错点

周期元素指前三周期元素, 包括 15 种主族元素和 3 种 0 族元素,

B 错误; 原子最外层有 2 个电子的元素不一定位于同一族, 如氦

关键点

和镁不在同一族, C 错误; 电子层数相同的原子的元素一定排在同一周期, D 正确。

2. D 考查点 ▶ 由原子结构进行元素推断、元素周期律

思路分析

短周期主族元素 W、X、Y、Q 的原子序数依次增大, W、X 原子的最外层电子数之和为 6, 结合反应可知 $A = 9 + 4 - 1 = 12$, 则 W、X 位于第二周期, 二者最外层电子数之和为 $Z - 2 + Z + 2 - 2 = 6$, 解得 $Z = 4$, 则 W 为 Be 元素, X 为 C 元素; 基态 Y、Q 原子中 s 电子与 p 电子数目相同, 则基态 Y 原子的电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^4$, Y 为 O 元素, 基态 Q 原子的电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$, Q 为 Mg 元素。

【解析】Mg 的最高价氧化物对应的水化物为 $\text{Mg}(\text{OH})_2$, 难溶于水且不能完全电离, A 错误; C 与 O 还可形成 CO_2 , B 错误; 同一周期主族元素从左向右原子半径逐渐减小, 同主族从上到下原子半径逐渐增大, 则原子半径: $\text{Mg} > \text{Be} > \text{O}$, 即 $\text{Q} > \text{W} > \text{Y}$, C 错误; 单质 Q 为 Mg 单质, X 的最高价氧化物为 CO_2 , 镁与 CO_2 在点燃条件下可以发生反应生成 MgO 和 C, D 正确。

3. C 考查点 ▶ 元素推断、原子半径和第一电离能的大小判断、晶体类型、酸性比较

信息梳理

X、Y、Z、M、N 属于短周期主族元素, 原子序数依次增大。

元素	信息及分析	结论
X	元素 X 的基态原子中所含 3 个能级的电子数均相等 ($1s^2 2s^2 2p^2$)	X 为 C
Z	元素 Z 的基态原子中 2p 能级上未成对电子数与 X 相同 (X 的未成对电子数为 2, 则 Z 的 2p 能级有 4 个电子)	Z 为 O
Y	原子序数: $\text{Z}(\text{O}) > \text{Y} > \text{X}(\text{C})$	Y 为 N
M	M 与 X 同主族, 且为短周期元素	M 为 Si
N	短周期元素 N 的基态原子只含有 1 个未成对电子, 且原子序数大于 M(Si)	N 为 Cl

【解析】同一周期主族元素从左向右原子半径逐渐减小, 则原子半径: $\text{M}(\text{Si}) > \text{N}(\text{Cl})$, A 错误; $\text{XZ}_2(\text{CO}_2)$ 是分子晶体, $\text{MZ}_2(\text{SiO}_2)$

是共价晶体,两者晶体类型不相同,B 错误;同周期元素从左往右第一电离能呈增大趋势,因此第一电离能: $I_1(\text{C}) < I_1(\text{N})$,C 正确;元素非金属性越强,其最高价氧化物对应水化物的酸性越强,非金属性: $\text{Cl} > \text{Si}$,酸性: $\text{HClO}_4 > \text{H}_2\text{SiO}_3$,D 错误。

4. D 命题点 ▶ 元素推断与物质结构综合

思路分析

X 原子半径最小,则 X 为 H 元素;短周期元素中 M 的电负性最小,则 M 为 Na 元素;Y、Z 为第二周期元素,基态 Z 原子的 s 能级与 p 能级电子数相等,则基态 Z 原子的电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^4$,因此 Z 为 O 元素;Z 与 Y 和 Q 相邻,则 Y 和 Q 分别为 N 元素和 S 元素。

【解析】因为 H_2O 能形成分子间氢键, H_2S 不能形成分子间氢键,所以前者的沸点高于后者,A 正确;S 与 O 是同族元素,化学性质相似,Na 与 O 能形成 Na_2O 和 Na_2O_2 ,则 Na 与 S 也可形成 Na_2S 和 Na_2S_2 ,B 正确;电负性: $\text{O} > \text{S}$,则 O 与 Na 的电负性之差 $>$ S 与 Na 的电负性之差,所以化学键中离子键成分的百分数: $\text{Na}_2\text{O} > \text{Na}_2\text{S}$,C 正确; NO_3^- 中 N 原子的成键电子对数为 3,孤电子对数为 $\frac{1}{2} \times (5+1-2 \times 3) = 0$,空间结构为平面三角形, SO_3^{2-} 中 S 原子的成键电子对数为 3,孤电子对数为 $\frac{1}{2} \times (6+2-2 \times 3) = 1$,空间结构为三角锥形,D 错误。

5. C 考查点 ▶ 微粒半径的比较、第一电离能的变化规律、配位键、氢键对物质性质的影响

【解析】在常温下, H_2O 呈液态,而 CH_4 、 NH_3 呈气态, NH_3 分子间能形成氢键,则沸点高低: $\text{CH}_4 < \text{NH}_3 < \text{H}_2\text{O}$,A 正确;同周期主族元素从左到右,原子半径依次减小,半径大小: $r(\text{O}) < r(\text{N}) < r(\text{C})$,B 正确;同周期元素从左到右,第一电离能呈增大趋势,但 N 原子的 2p 轨道呈半充满稳定状态,较难失去电子,第一电离能大于同周期相邻元素,则电离能大小: $I_1(\text{C}) < I_1(\text{O}) < I_1(\text{N})$,C 不正确;二丁二酮肟合镍配合物中, Ni^{2+} 为中心离子,提供空轨道,N 原子为配位原子,提供孤电子对,D 正确。

6. A 考查点 ▶ 根据离子结构推断元素、配位键、极性分子和非极性分子、氢键对物质性质的影响

思路分析

W、X、Y、Z、Q 是核电荷数依次增大的短周期元素,W 形成 1 个单键且核电荷数最小,W 为 H;X 形成 4 个键,核电荷数大于 H,且小于其他三种元素,X 为 C;Y 形成 2 个单键,核电荷数大于 C,Y 为 O;W、Y 的核电荷数之和等于 Z 的核电荷数,Z 为 F;Y 原子的价层电子数为 Q 原子价层电子数的 2 倍,Q 为 Al。

【解析】W 与 X 形成的化合物不一定为极性分子,如 CH_4 是非极性分子,A 错误;水分子间可以形成氢键,所以 H_2O 的沸点比 CH_4 的高,B 正确;Q 为 Al, Al_2O_3 为两性氧化物,C 正确;题述阴离子中一个 L 与 Al 之间形成配位键,D 正确。

刷提分

1. A 考查点 ▶ 微粒半径的大小比较、第一电离能的变化规律、氢键对物质性质的影响

【解析】同周期主族元素从左到右,原子半径依次减小,C、O 为同周期元素,且 C 在 O 的左边,所以原子半径: $r(\text{C}) > r(\text{O})$,A 正确;电离能: $I_1(\text{C}) < I_1(\text{H})$,B 不正确; CH_4 、 H_2O 都为分子晶体,二者的相对分子质量相近,但由于 H_2O 分子间能形成氢键,使得 H_2O 分子间的作用力增大,所以沸点: $\text{CH}_4 < \text{H}_2\text{O}$,或从常温下 H_2O 和 CH_4 的状态判断,常温下, H_2O 为液态, CH_4 为气态,C 不正确;C、N 为同周期相邻元素,非金属性: $\text{C} < \text{N}$,非金属性越强,其最高价氧化物对应水化物的酸性越强,则酸性: $\text{H}_2\text{CO}_3 < \text{HNO}_3$,D 不正确。

2. B 考查点 ▶ 元素推断、元素周期律、分子的空间结构

【解析】由 ${}^{14}_7\text{N} + {}^4_2\text{He} \longrightarrow {}^a_b\text{X} + {}^1_1\text{H}$ 和 ${}^9_4\text{Y} + {}^4_2\text{He} \longrightarrow {}^d_e\text{Z} + {}^1_0\text{n}$,结合质子守恒、质量守恒可知 X 为 O 元素,Y 为 Be 元素,Z 为 C 元素。同周期元素第一电离能从左向右呈递增趋势,但是铍元素的第一电离能大于硼元素,所以铍元素的第一电离能高于同周期相邻元素,A 正确;同周期主族元素电负性从左向右递增,且氢元素的电负性大于铍元素,所以元素电负性: $\text{X} > \text{H} > \text{Y}$,B 错误;X 和 Z 的简单氢化物分别为 H_2O 和 CH_4 ,其中心原子的价层电子对数均是 4,C 正确; ZX_2 即为 CO_2 ,其中心原子杂化方式为 sp,空间结构为直线形,D 正确。

3. B 考查点 ▶ 根据原子结构进行元素推断、元素周期律

思路分析

W、X、Y、Z 为短周期主族元素,且原子序数依次增大。Y 原子最外层电子数与其 K 层电子数相等,则其最外层电子数为 2, ZX_2 是形成酸雨的物质之一,则其可能为 SO_2 或 NO_2 ,从而得出 X 为氧元素,结合原子序数可知 Y 为镁元素、Z 为硫元素,结合 4 种元素原子最外层电子数之和为 19,可推知 W 为氮元素。故 W、X、Y、Z 分别为 N、O、Mg、S。

【解析】W、X、Y、Z 分别为 N、O、Mg、S,一般而言,电子层数越多,原子半径越大,电子层数相同时,核电荷数越小,原子半径越大,则原子半径: $\text{Mg} > \text{S} > \text{N} > \text{O}$,A 正确;元素的非金属性越强,简单氢化物越稳定,O 与 S 是同主族元素,O 在 S 的上方,非金属性: $\text{O} > \text{S}$,则简单氢化物的稳定性: $\text{H}_2\text{S} < \text{H}_2\text{O}$,B 错误;Mg 与 N 可形成离子化合物 Mg_3N_2 ,C 正确;Y 的最高价氧化物对应的水化物 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 是中强碱,D 正确。

4. B 考查点 ▶ 根据原子结构进行元素推断

思路分析

已知 X、Y、Z、W、R 五种元素,X 是元素周期表中原子序数最小的元素,则 X 为 H;Y 元素原子最外层电子数是其内层电子总数的 2 倍,即核外电子排布为 $1s^2 2s^2 2p^2$,Y 为 C;Z 元素原子最外层电子比其次外层电子多 4 个,即核外电子排布为 $1s^2 2s^2 2p^4$,Z 为 O;W 元素原子 K 层与 M 层电子数之和等于其 L 层电子数加 1,即核外电子排布为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$,W 为 Cl;R 元素原子最外层有 1 个电子,其阳离子与 Z 的简单阴离子的核外电子总数相同,R 为 Na。

【解析】Y 为 C,W 为 Cl, CCl_4 常温下为无色油状液体,A 正确;R 为 Na,R 的氧化物即 Na_2O 、 Na_2O_2 ,其中 Na_2O_2 具有强氧化性,投入滴有石蕊的水中,石蕊先变蓝后褪色, Na_2O 投入滴有石蕊

的水中,石蕊最终变蓝,B 错误;Y 为 C,Y 的一种单质石墨可导电,C 正确;X 为 H,Z 为 O,可形成 H_2O 、 H_2O_2 ,D 正确。

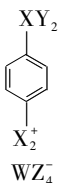
5. B 考查点 ▶ 根据原子结构及阳离子结构进行元素推断、微粒半径的比较、电子排布式

思路分析

X、Y、Z、W 为原子序数依次增大的前四周期元素,X 原子为主族元素中半径最小的原子,则 X 为 H;Z 是地壳中含量最多的元素,Z 为 O;W 的原子序数为 29,W 为 Cu;由阳离子结构可以看出,Y 连接三个 H,即 Y 为 N。

【解析】一般而言,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,原子半径: $\text{N} > \text{O} > \text{H}$,A 错误;由题图可知,该阳离子中心离子 Cu^{2+} 与 4 个 NH_3 、2 个 H_2O 配位,则配位数为 6,B 正确; N_2H_4 的沸点为 113.5°C ,高于 H_2O ,C 错误;W 为 Cu,基态 Cu 原子的核外电子排布式为 $[\text{Ar}]3\text{d}^{10}4\text{s}^1$,D 错误。

6. B 考查点 ▶ 元素推断、杂化类型、第一电离能、简单氢化物的沸点



【解析】已知 XY_2 中 W、X、Y、Z 均为短周期元素且同周期,阳离子中所有原子共平面。由 —XY_2 是平面结构判断 X 为 N,Y 为 O, —NO_2 是平面结构, $\text{—}\overset{+}{\text{N}}\equiv\text{N}$ 为直线形,四种元素均在第二周期, WZ_4^- 中 W 与 4 个 Z 形成 4 个 σ 键,整体带一个单位负电荷,则 W 为 B,Z 为 F,据此分析解题。 WZ_4^- 为 BF_4^- ,B 原子的价层电子对数为 $\frac{1}{2} \times (3+1-4 \times 1) + 4 = 4$,故 W 为 sp^3 杂化,A 错误;N、O、F 为同周期元素,核电荷数依次增大,通常第一电离能依次增大,但 N 的 2p 轨道是半充满的,比较稳定,电离能较高,故第一电离能: $\text{F} > \text{N} > \text{O}$,B 正确;常温下 H_2O 为液态,HF 和 NH_3 为气态,且 F 的电负性比 N 的大,HF 的氢键比 NH_3 的强,所以最简单氢化物的沸点由大到小为 $\text{H}_2\text{O} > \text{HF} > \text{NH}_3$,C 错误;W 的最高价含氧酸为 H_3BO_3 , H_3BO_3 属于一元弱酸,1 mol H_3BO_3 不能与 3 mol NaOH 反应,D 错误。

7. C 考查点 ▶ 元素推断、电负性、化学键、氢化物的稳定性、杂化方式

思路分析

常温下,W、X、Y、Z 四种短周期元素的最高价氧化物对应的水化物溶液(浓度均为 $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$)的 pH 分别为 2、12、小于 2、2,原子序数依次增大,X 的原子半径最大,W 的原子半径最小,可知 W 为 N 元素、X 为 Na 元素、Z 为 Cl 元素,Y 的最高价氧化物对应水化物为多元强酸,且其原子半径小于 X、大于 Z,则 Y 为 S 元素。

【解析】周期表中同周期主族元素从左到右,元素的非金属性逐渐增强,电负性变大,电负性: $\text{Z}(\text{Cl}) > \text{Y}(\text{S}) > \text{X}(\text{Na})$,A 正确; NaN_3 中含有离子键(Na^+ 和 N_3^- 形成)和共价键(N—N),B 正确;第三周期第 VIIA 族简单氢化物的热稳定性高于第 VIA 族简单氢化物,故简单氢化物的热稳定性: $\text{Cl} > \text{S}$,C 错误; S_2Cl_2 的结构如

知识点

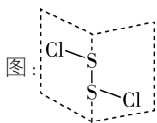


图: S_2Cl_2 分子为极性分子, SCl_2 分子的空间结构为

V 形, 为极性分子, 二者中的 Y 原子都是 sp^3 杂化, D 正确。

8. C 考查点 ▶ 元素推断、元素周期律、元素周期表、物质的结构与性质

【解析】X 的第一电离能在第二周期主族元素中位居第二, X 为 N; Y 的核外电子只有一种运动状态, Y 为 H; Z 的一种单质是极性分子, 即 Z 为 O, O_3 为极性分子。非金属性: $Z(O) > X(N)$, 因此简单氢化物的稳定性: $Z > X$, A 正确; 一般来说, 同周期元素从左往右电负性逐渐增大, 同主族元素从上到下电负性逐渐减小, 即电负性: $Z(O) > X(N) > Y(H)$, B 正确; Co 位于元素周期表 d 区, C 错误; 该配合物阳离子中存在过氧键, 因此不稳定, 且具有一定的氧化性, D 正确。

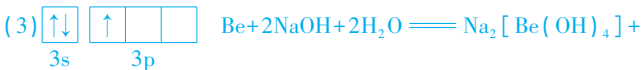
9. D 突破点 ▶ 元素推断与热重分析、元素周期律

【解析】X、Y、Z、W 为短周期元素且原子序数依次增加, Z 元素是地壳中含量最高的金属元素, 则 Z 为 Al 元素; Y 的原子序数是 W 的一半, 则 Y 为 O 元素, W 为 S 元素; 根据物质化学式 $Z_2(WY_4)_3 \cdot 18X_2Y$ 判断物质结构中含结晶水, 则 X 为 H 元素; $Z_2(WY_4)_3 \cdot 18X_2Y$ 对应物质为 $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$, 摩尔质量为 $666 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。非金属性: $O > S$, 对应简单氢化物的稳定性: $Y > W$, A 正确; 因为 S^{2-} 核外有 3 个电子层, 而 Al^{3+} 核外只有 2 个电子层, 故 Z、W 的简单离子半径的大小顺序为 $S^{2-} > Al^{3+}$, B 正确; 由图可知 200°C 热分解失重 40.54%, $\frac{666 \times 40.54\%}{18} \approx 15$, 即 1 mol 该化合物将失去 15 mol H_2O , C 正确;

Y 为 O, 根据同一周期从左往右元素的第一电离能呈增大趋势, 第 II A、V A 族元素反常, 故 Y 所在周期中, 第一电离能大于 Y 的元素有 N、F、Ne, 共 3 种, D 错误。

10. (1) 铜 ds

(2) 哑铃形 3



$\text{H}_2 \uparrow$



(5) $>$ Cu^+ 核外价层电子排布式为 $3d^{10}$, 为全充满结构, 比 Zn^+ 的 $3d^{10}4s^1$ 稳定, Cu^+ 更难失去电子, 故 Cu 的第二电离能大于 Zn 的第二电离能

考查点 ▶ 元素推断、元素周期表、元素周期律、电子轨道

信息梳理

a、b、c、d、e、f、g 七种元素,是原子序数依次增大的前四周期的元素。

a—C 形成一种硬度最大的固体单质(金刚石);

b—N 第二周期元素中,N 的基态原子未成对电子数最多;

c—O 基态原子的电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^4$;

d—Al 基态原子的 $I_3 \ll I_4$,最外层有 3 个电子,即电子排布式为 $[\text{Ne}] 3s^2 3p^1$;

e—P 基态原子核外 3p 轨道半充满,即电子排布式为 $[\text{Ne}] 3s^2 3p^3$;

f—Cu 位于元素周期表中第 11 纵列;

g—Zn 基态原子最外层电子数为 2,且原子序数大于 Cu。

【解析】(1) 由信息梳理可知,f 为 Cu,则 f 的元素名称为铜,铜位于元素周期表的 ds 区。

(2) 由信息梳理可知,e 为 P,基态 P 原子中能量最高的电子所占的轨道为 3p 轨道,其形状是哑铃形,其电子云在空间有 3 个相互垂直的伸展方向。

(3) 由信息梳理可知,d 为 Al,是 13 号元素,故基态 d 原子的价层电子的轨道表示式为 $\begin{array}{|c|c|c|} \hline \uparrow\downarrow & \uparrow & \\ \hline \end{array}$ $\begin{array}{|c|c|c|} \hline \uparrow & & \\ \hline \end{array}$,某 X 元素在元素周期表中的位置处于 d 元素的左上角对角线处,它们具有部分相似的性质,则 X 为 Be,根据 Al 与 NaOH 溶液的反应可知 Be 单质与氢氧化钠溶液反应的化学方程式为 $\text{Be} + 2\text{NaOH} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2 \uparrow + \text{Na}_2[\text{Be}(\text{OH})_4]$ 。

(4) 由信息梳理可知,a 为 C,a 的最高价氧化物为 CO_2 ,其电子式为 $\text{O}::\text{C}::\text{O}$ 。

(5) 由信息梳理可知,f 为 Cu,g 为 Zn,则 Cu^+ 核外价层电子排布式为 $3d^{10}$,为全充满结构,比 Zn^+ 的 $3d^{10} 4s^1$ 稳定, Cu^+ 更难失去电子,故 Cu 的第二电离能大于 Zn 的第二电离能。

11. B 创新点 ▶ 以晶体结构为载体考查元素周期律

【解析】 $\chi(\text{O}) > \chi(\text{Cl})$,同一主族从上到下元素的电负性逐渐减小,则电负性大小: $\chi(\text{O}) > \chi(\text{Br})$,故 A 错误;同一主族从上到下元素的第一电离能逐渐减小,则第一电离能大小: $I_1(\text{I}) < I_1(\text{Br})$,故 B 正确;同一周期从左到右元素的金属性逐渐减弱,同一主族从上到下元素的金属性逐渐增强,则金属性强弱: $\text{Cs} > \text{Mo}$,故 C 错误;一般而言,电子层数越多,原子半径越大,则半径大小: $r(\text{Mo}) > r(\text{O})$,故 D 错误。

全章真题训练

刷真题

1. A 命题点 ▶ 元素周期表

【解析】O 位于元素周期表第二周期,A 正确;P 位于元素周期表第三周期,B 错误;Ca 位于元素周期表第四周期,C 错误;Fe 位于元素周期表第四周期,D 错误。

2. B 命题点 ▶ 元素周期律

【解析】 Al^{3+} 的电子层数为 2, K^+ 的电子层数为 3,电子层数越多,离子半径越大,故半径: $r(\text{Al}^{3+}) < r(\text{K}^+)$,A 错误;同主族元素从

上到下电负性逐渐减小,故电负性: $\chi(\text{O}) > \chi(\text{S})$,B 正确; H_2O 分子间存在氢键,故沸点: $\text{H}_2\text{S} < \text{H}_2\text{O}$,C 错误; $\text{Al}(\text{OH})_3$ 为两性氢氧化物,KOH 为强碱,故碱性: $\text{Al}(\text{OH})_3 < \text{KOH}$,D 错误。

3. 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 $1s^2 2s^1$,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。

4. D 命题点 ▶ 元素周期表、元素周期律

【解析】同主族元素,从上至下,随着原子核外电子层数增多,原子半径递增,第一电离能递减,故原子半径: $r(\text{C}) < r(\text{Si}) < r(\text{Ge})$,第一电离能: $I_1(\text{C}) > I_1(\text{Si}) > I_1(\text{Ge})$,A、B 错误;常见的碳单质有石墨、金刚石、 C_{60} 等,金刚石中碳原子之间通过强烈的共价键形成空间网状结构,金刚石属于共价晶体,而 C_{60} 是 C_{60} 分子通过分子间作用力结合而成的分子晶体,石墨的晶体结构是层状的,每一层原子之间通过共价键形成平面六元并环的层状结构,层与层之间靠范德华力维系,故石墨既不是共价晶体,也不是分子

易错点

晶体,而是混合型晶体,晶体硅、碳化硅的晶体结构与金刚石相似,属于共价晶体,C 错误;Si 在元素周期表中位于金属元素和非金属元素的交界处,所以可在 Si 元素附近寻找新半导体材料,如 Ge,D 正确。

5. A 命题点 ▶ 元素周期律

【解析】两个离子的电子层结构相同,原子序数: $\text{Al} > \text{Na}$,所以离子半径: $\text{Al}^{3+} < \text{Na}^+$,A 正确;同周期主族元素,从左至右非金属性逐渐增强,故非金属性: $\text{O} < \text{F}$,电负性: $\text{O} < \text{F}$,B 错误;第一电离能: $\text{Na} < \text{S}$ (同周期)、 $\text{S} < \text{O}$ (同主族),则第一电离能: $\text{O} > \text{Na}$,C 错误;金属性: $\text{Na} > \text{Al}$ (同周期),故碱性: $\text{NaOH} > \text{Al}(\text{OH})_3$,D 错误。

6. B 命题点 ▶ 元素周期律和元素推断

信息梳理

X 是空气中含量最多的元素,则 X 是氮元素,Z 的基态原子 3p 轨道上有 5 个电子,则 Z 是氯元素,Y 的周期序数和族序数相等,且原子序数比氮大、比氯小,则 Y 是铝元素,W 和 Z 同主族,且是前四周期元素,则 W 是溴元素。

【解析】由信息梳理可知,X 为氮元素、Y 为铝元素、Z 为氯元素、W 为溴元素,同周期主族元素从左到右原子半径逐渐减小,故原子半径: $\text{Al} > \text{Cl}$,A 项错误;氮原子 2p 轨道处于半充满的稳定状态,N 的第一电离能大于同周期相邻元素,B 项正确; $\text{Al}(\text{OH})_3$ 是两性氢氧化物,而 HClO_4 是强酸,C 项错误;氯的非金属性比溴的强,故简单气态氢化物的热稳定性: $\text{HCl} > \text{HBr}$,D 项错误。

7. D 命题点 ▶ 元素推断与元素周期律,涉及电负性、核外电子排布等

信息梳理

第一步,文字分析:

X、Y 的价层电子数相等→X、Y 为同主族元素;

Z 的价层电子所在能层有 16 个轨道→Z 的价层电子位于 N 层→Z 处于第四周期。

第二步,结构分析:

W 形成 1 个共价键,X 形成 2 个共价键,Y 形成 6 个共价键,

关键点

X、Y 同主族→X 为 O、Y 为 S;

结合题中信息 W、X、Y、Z 原子序数递增→W 为 H;

Z 为第四周期主族元素,且能形成带 1 个正电荷的阳离子→Z 为 K。

【解析】W、Y 两元素形成的 H_2S 中,H 元素显+1 价、S 元素显-2 价,所以电负性: $H < S$,A 错误; H_2SO_3 为弱酸, H_2SO_4 为强酸,酸性: $H_2SO_3 < H_2SO_4$,B 错误;基态 H 原子的价层电子排布式为 $1s^1$,基态 O 原子的价层电子排布式为 $2s^2 2p^4$,未成对电子数分别是 1 和 2,所以基态原子的未成对电子数: $H < O$,C 错误;K 的氧化物溶于水得到 KOH 溶液,呈碱性,S 的氧化物溶于水得到 H_2SO_3 或 H_2SO_4 溶液,两溶液均呈酸性,所以氧化物溶于水所得溶液 pH: $K > S$,D 正确。

易错警示

通过原子形成共价键的数目确定其最外层电子数时还要注意配位键的存在,如形成 4 个共价键的第二周期元素除 C 外,还可能是 B 或 N。

8. C 命题点 元素推断、元素周期律、物质的性质

思路分析

基态 X 原子 s 轨道上的电子数和 p 轨道上的

关键点

电子数相等,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】一般来说,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。