

专题 05 物质结构与元素周期律

【2022 年】

1. (2022·湖南卷) 下列说法错误的是

- A. 氢键，离子键和共价键都属于化学键
- B. 化学家门捷列夫编制了第一张元素周期表
- C. 药剂师和营养师必须具备化学相关专业知识
- D. 石灰石是制造玻璃和水泥的主要原料之一

【答案】A

【解析】A. 离子键和共价键都属于化学键，氢键属于分子间作用力，A 说法错误；

B. 第一张元素周期表是俄国化学家门捷列夫编制的，B 说法正确；

C. 药剂师和营养师的工作分别与药剂和营养物质有关，因此必须具备相关的化学专业知识才能胜任相关工作，C 说法正确；

D. 制造玻璃的主要原料是石灰石、石英和纯碱，制造水泥的主要原料是石灰石和黏土，D 说法正确；

综上所述，本题选 A。

2. (2022·山东卷) $^{13}_8\text{O}$ 、 $^{15}_8\text{O}$ 的半衰期很短，自然界中不能稳定存在。人工合成反应如下：

$^{16}_8\text{O} + ^3_2\text{He} \rightarrow ^{13}_8\text{O} + ^a_b\text{X}$ ； $^{16}_8\text{O} + ^3_2\text{He} \rightarrow ^{15}_8\text{O} + ^m_n\text{Y}$ 。下列说法正确的是

- A. X 的中子数为 2
- B. X、Y 互为同位素
- C. $^{13}_8\text{O}$ 、 $^{15}_8\text{O}$ 可用作示踪原子研究化学反应历程
- D. 自然界不存在 $^{13}_8\text{O}_2$ 、 $^{15}_8\text{O}_2$ 分子是因其化学键不稳定

【答案】B

【解析】根据质量守恒可知，X 微粒为 ^6_2He ，Y 微粒为 ^4_2He ，据此分析解题。

- A. 由分析可知，X 微粒为 ^6_2He ，根据质量数等于质子数加中子数可知，该微粒的中子数为 4，A 错误；

B. 由分析可知，X 微粒为 ${}^6_2\text{He}$ ，Y 微粒为 ${}^4_2\text{He}$ ，二者具有相同的质子数而不同的中子数的原子，故互为同位素，B 正确；

C. 由题干信息可知， ${}^{13}_8\text{O}$ 与 ${}^{15}_8\text{O}$ 的半衰期很短，故不适宜用作示踪原子研究化学反应历程，C 错误；

D. 自然界中不存在 ${}^{13}_8\text{O}_2$ 与 ${}^{15}_8\text{O}_2$ 并不是其化学键不稳定，而是由于 ${}^{13}_8\text{O}$ 与 ${}^{15}_8\text{O}$ 的半衰期很短，很容易发生核变化，转化为气体其他原子， $\text{O}=\text{O}$ 的键能与形成该键的核素无关，D 错误；

故答案为：B。

3. (2022·广东卷) 甲～戊均为短周期元素，在元素周期表中的相对位置如图所示。戊的最高价氧化物对应的水化物为强酸。下列说法不正确的是

甲		乙
丙	丁	戊

- A. 原子半径：丁>戊>乙
- B. 非金属性：戊>丁>丙
- C. 甲的氢化物遇氯化氢一定有白烟产生
- D. 丙的最高价氧化物对应的水化物一定能与强碱反应

【答案】C

【解析】甲～戊是短周期元素，戊中的最高价氧化物对应水化物为强酸，则可能是硫酸或高氯酸，若是高氯酸，则戊为 Cl，甲为 N、乙为 F、丙为 P、丁为 S，若是硫酸，则戊为 S，甲为 C、乙为 O、丙为 Si、丁为 P。

- A. 根据层多径大，同电子层结构核多径小原则，则原子半径：丁>戊>乙，故 A 正确；
- B. 根据同周期从左到右非金属性逐渐增强，则非金属性：戊>丁>丙，故 B 正确；
- C. 甲的氢化物可能为氨气，可能为甲烷、乙烷等，若是氨气，则遇氯化氢一定有白烟产生；若是甲烷、乙烷等，则遇氯化氢不反应，没有白烟生成，故 C 错误；
- D. 丙的最高价氧化物对应的水化物可能是硅酸、也可能是磷酸，都一定能与强碱反应，故 D 正确。

综上所述，答案为 C。

4. (2022·全国甲卷) Q、X、Y、Z 是原子序数依次增大的短周期主族元素, 其最外层电子数之和为 19。Q 与 X、Y、Z 位于不同周期, X、Y 相邻, Y 原子最外层电子数是 Q 原子内层电子数的 2 倍。下列说法正确的是

- A. 非金属性: $X > Q$ B. 单质的熔点: $X > Y$
C. 简单氢化物的沸点: $Z > Q$ D. 最高价含氧酸的酸性: $Z > Y$

【答案】D

【解析】Q、X、Y、Z 为原子序数依次增大的短周期主族元素, Q 与 X、Y、Z 不在同一周期, Y 原子最外层电子数为 Q 原子内层电子数的 2 倍, 则 Q 应为第二周期元素, X、Y、Z 位于第三周期, Y 的最外层电子数为 4, 则 Y 为 Si 元素, X、Y 相邻, 且 X 的原子序数小于 Y, 则 X 为 Al 元素, Q、X、Y、Z 的最外层电子数之和为 19, 则 Q、Z 的最外层电子数之和为 $19 - 3 - 4 = 12$, 主族元素的最外层电子数最多为 7, 若 Q 的最外层电子数为 7, 为 F 元素, Z 的最外层电子数为 5, 为 P 元素, 若 Q 的最外层电子数为 6, 为 O 元素, 则 Z 的最外层电子数为 6, 为 S 元素, 若 Q 的最外层电子数为 5, 为 N 元素, Z 的最外层电子数为 7, 为 Cl 元素; 综上所述, Q 为 N 或 O 或 F, X 为 Al, Y 为 Si, Z 为 Cl 或 S 或 P, 据此分析解题。

A. X 为 Al, Q 为 N 或 O 或 F, 同一周期从左往右元素非金属性依次增强, 同一主族从上往下依次减弱, 故非金属性: $Q > X$, A 错误;

B. 由分析可知, X 为 Al 属于金属晶体, Y 为 Si 属于原子晶体或共价晶体, 故单质熔点 $Si > Al$, 即 $Y > X$, B 错误;

C. 含有氢键的物质沸点升高, 由分析可知 Q 为 N 或 O 或 F, 其简单氢化物为 H_2O 或 NH_3 或 HF , Z 为 Cl 或 S 或 P, 其简单氢化物为 HCl 或 H_2S 或 PH_3 , 由于前者物质中存在分子间氢键, 而后者物质中不存在, 故沸点 $Q > Z$, C 错误;

D. 元素的非金属性越强, 其最高价含氧酸的酸性越强, P、S、Cl 的非金属性均强于 Si, 因此最高价含氧酸酸性: $Z > Y$, D 正确;

故答案为: D。

5. (2022·山东卷) AlN 、 GaN 属于第三代半导体材料, 二者成键结构与金刚石相似, 晶体中只存在 N-Al 键、N-Ga 键。下列说法错误的是

- A. GaN 的熔点高于 AlN B. 晶体中所有化学键均为极性键
C. 晶体中所有原子均采取 sp^3 杂化 D. 晶体中所有原子的配位数均相同

【答案】A

【解析】Al 和 Ga 均为第ⅢA 元素，N 属于第ⅤA 元素，AlN、GaN 的成键结构与金刚石相似，则其为共价晶体，且其与金刚石互为等电子体，等电子体之间的结构和性质相似。AlN、GaN 晶体中，N 原子与其相邻的原子形成 3 个普通共价键和 1 个配位键。

A. 因为 AlN、GaN 为结构相似的共价晶体，由于 Al 原子的半径小于 Ga，N—Al 的键长小于 N—Ga 的，则 N—Al 的键能较大，键能越大则其对应的共价晶体的熔点越高，故 GaN 的熔点低于 AlN，A 说错误；

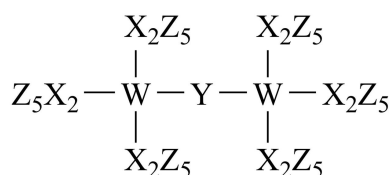
B. 不同种元素的原子之间形成的共价键为极性键，故两种晶体中所有化学键均为极性键，B 说法正确；

C. 金刚石中每个 C 原子形成 4 个共价键（即 C 原子的价层电子对数为 4），C 原子无孤电子对，故 C 原子均采用 sp^3 杂化；由于 AlN、GaN 与金刚石互为等电子体，则其晶体中所有原子均采用 sp^3 杂化，C 说法正确；

D. 金刚石中每个 C 原子与其周围 4 个 C 原子形成共价键，即 C 原子的配位数是 4，由于 AlN、GaN 与金刚石互为等电子体，则其晶体中所有原子的配位数也均为 4，D 说法正确。

综上所述，本题选 A。

6. （2022·湖南卷）科学家合成了一种新的共价化合物(结构如图所示)，X、Y、Z、W 为原子序数依次增大的短周期元素，W 的原子序数等于 X 与 Y 的原子序数之和。下列说法错误的是



A. 原子半径：X>Y>Z

B. 非金属性：Y>X>W

C. Z 的单质具有较强的还原性

D. 原子序数为 82 的元素与 W 位于同一主族

【答案】C

【解析】由共价化合物的结构可知，X、W 形成 4 个共价键，Y 形成 2 个共价键，Z 形成 1 个共价键，X、Y、Z、W 是原子序数依次增大的短周期元素，W 的原子序数等于 X 与 Y 的原子序数之和，则 X 为 C 元素、Y 为 O 元素、Z 为 F 元素、W 为 Si 元素。

A. 同周期元素，从左到右原子半径依次减小，则 C、O、F 的原子半径大小顺序为 $C>O>F$ ，故 A 正确；

B. 同周期元素，从左到右元素的非金属性依次增强，同主族元素，从上到下元素的非金属性依次减弱，则 C、O、Si 的非金属性强弱顺序为 $O > C > Si$ ，故 B 正确；

C. 位于元素周期表右上角的氟元素的非金属性最强，单质具有很强的氧化性，故 C 错误；

D. 原子序数为 82 的元素为铅元素，与硅元素都位于元素周期表 IVA 族，故 D 正确；

故选 C。

7. (2022·浙江卷) X、Y、Z、M、Q 五种短周期主族元素，原子序数依次增大。X 的核外电子数等于其周期数， YX_3 分子呈三角锥形，Z 的核外电子数等于 X、Y 核外电子数之和。M 与 X 同主族，Q 是同周期中非金属性最强的元素。下列说法正确的是

A. X 与 Z 形成的 10 电子微粒有 2 种

B. Z 与 Q 形成的一种化合物可用于饮用水的消毒

C. M_2Z 与 MQ 的晶体类型不同

D. 由 X、Y、Z 三种元素组成的化合物的水溶液均显酸性

【答案】B

【解析】X 的核外电子数等于其周期数，X 为 H， YX_3 分子呈三角锥形，Y 为 N，Z 的核外电子数等于 X、Y 核外电子数之和，则 Z 为 O，M 与 X 同主族，则 M 为 Na，Q 是同周期中非金属性最强的元素，则 Q 为 Cl，综合分析，X 为 H，Y 为 N，Z 为 O，M 为 Na，Q 为 Cl，以此解题。

A. 由分析可知 X 为 H，Z 为 O，则其形成的 10 电子微粒有 H_2O 、 OH^- 、 H_3O^+ ，A 错误；

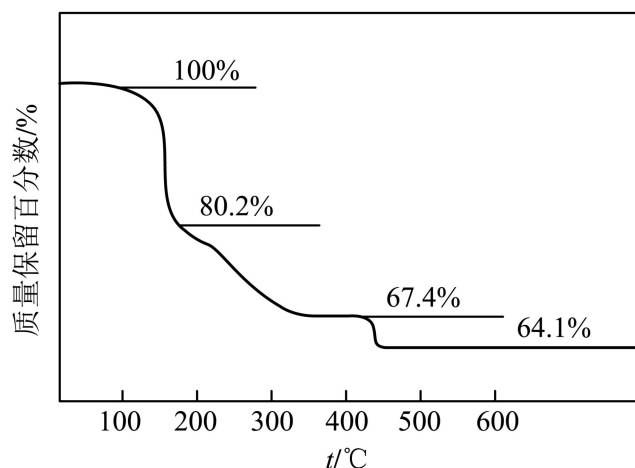
B. 由分析可知 Z 为 O，Q 为 Cl，可形成 ClO_2 ，有氧化性，可用于自来水消毒，B 正确；

C. 由分析可知 Z 为 O，M 为 Na，Q 为 Cl，则 M_2Z 为 Na_2O ，为离子晶体，MQ 为 NaCl，为离子晶体，晶体类型相同，C 错误；

D. 由分析可知 X 为 H，Y 为 N，Z 为 O，这三种元素可以形成 $NH_3 \cdot H_2O$ ，其溶液显碱性，D 错误；

故选 B。

8. (2022·全国乙卷) 化合物($YW_4X_5Z_8 \cdot 4W_2Z$)可用于电讯器材、高级玻璃的制造。W、X、Y、Z 为短周期元素，原子序数依次增加，且加和为 21。 YZ_2 分子的总电子数为奇数常温下为气体。该化合物的热重曲线如图所示，在 $200^\circ C$ 以下热分解时无刺激性气体逸出。下列叙述正确的是



- A. W、X、Y、Z 的单质常温下均为气体
- B. 最高价氧化物的水化物酸性：Y<X
- C. 100~200℃ 阶段热分解失去 4 个 W_2Z
- D. 500℃ 热分解后生成固体化合物 X_2Z_3

【答案】D

【解析】化合物($YW_4X_5Z_8 \cdot 4W_2Z$)可用于电讯器材、高级玻璃的制造。W、X、Y、Z 为短周期元素，原子序数依次增加，且加和为 21。该化合物的热重曲线如图所示，在 200℃ 以下热分解时无刺激性气体逸出，则说明失去的是水，即 W 为 H，Z 为 O， YZ_2 分子的总电子数为奇数，常温下为气体，则 Y 为 N，原子序数依次增加，且加和为 21，则 X 为 B。

A. X(B) 的单质常温下为固体，故 A 错误；

B. 根据非金属性越强，其最高价氧化物的水化物酸性越强，则最高价氧化物的水化物酸性： $X(H_3BO_3) < Y(HNO_3)$ ，故 B 错误；

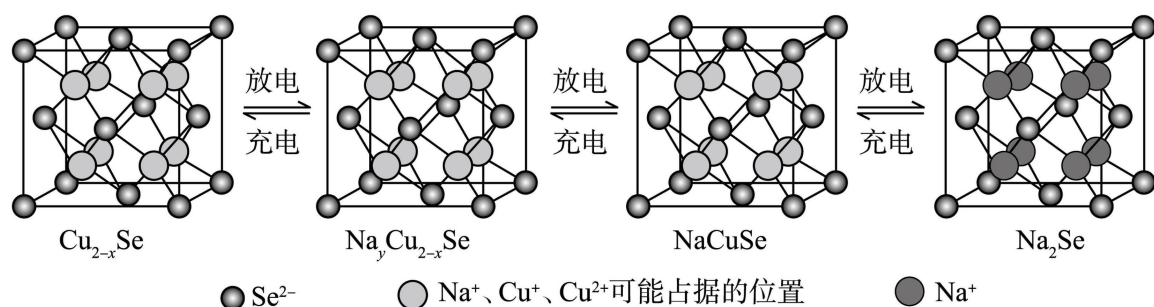
C. 根据前面已知 200℃ 以下热分解时无刺激性气体逸出，则说明失去的是水，若 100~200℃ 阶段热分解失去 4 个 H_2O ，则质量分数 $\frac{14+4+11 \times 5+16 \times 8}{14+4+11 \times 5+16 \times 8+18 \times 4} \times 100\% \approx 73.6\%$ ，则说明不是失去 4 个 H_2O ，故 C 错误；

D. 化合物($NH_4B_5O_8 \cdot 4H_2O$)在 500℃ 热分解后若生成固体化合物 $X_2Z_3(B_2O_3)$ ，根据硼元素守恒，则得到关系式 $2NH_4B_5O_8 \cdot 4H_2O \sim 5B_2O_3$ ，则固体化合物 B_2O_3 质量分数为

$$\frac{(11 \times 2 + 16 \times 3) \times 5}{(14 + 4 + 11 \times 5 + 16 \times 8 + 18 \times 4) \times 2} \times 100\% \approx 64.1\%，说明假设正确，故 D 正确。$$

综上所述，答案为 D。

9. (2022·山东卷) Cu_{2-x}Se 是一种钠离子电池正极材料, 充放电过程中正极材料立方晶胞(示意图)的组成变化如图所示, 晶胞内未标出因放电产生的 0 价 Cu 原子。下列说法正确的是



- A. 每个 Cu_{2-x}Se 晶胞中 Cu^{2+} 个数为 x
- B. 每个 Na_2Se 晶胞完全转化为 Cu_{2-x}Se 晶胞, 转移电子数为 8
- C. 每个 NaCuSe 晶胞中 0 价 Cu 原子个数为 $1-x$
- D. 当 $\text{Na}_y\text{Cu}_{2-x}\text{Se}$ 转化为 NaCuSe 时, 每转移 $(1-y)\text{mol}$ 电子, 产生 $(1-x)\text{mol}$ Cu 原子

【答案】BD

【解析】A. 由晶胞结构可知, 位于顶点和面心的硒离子个数为 $8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$, 位于体内的铜离子和亚铜离子的个数之和为 8, 设晶胞中的铜离子和亚铜离子的个数分别为 a 和 b , 则 $a+b=8-4x$, 由化合价代数和为 0 可得 $2a+b=4 \times 2$, 解得 $a=4x$, 故 A 错误;

B. 由题意可知, Na_2Se 转化为 Cu_{2-x}Se 的电极反应式为 $\text{Na}_2\text{Se} - 2\text{e}^- + (2-x)\text{Cu} = \text{Cu}_{2-x}\text{Se} + 2\text{Na}^+$, 由晶胞结构可知, 位于顶点和面心的硒离子个数为 $8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$, 则每个晶胞中含有 4 个 Na_2Se , 转移电子数为 8, 故 B 正确;

C. 由题意可知, Cu_{2-x}Se 转化为 NaCuSe 的电极反应式为 $\text{Cu}_{2-x}\text{Se} + \text{e}^- + \text{Na}^+ = \text{NaCuSe} + (1-x)\text{Cu}$, 由晶胞结构可知, 位于顶点和面心的硒离子个数为 $8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$, 则每个晶胞中含有 4 个 NaCuSe , 晶胞中 0 价铜原子个数为 $(4-4x)$, 故 C 错误;

D. 由题意可知, $\text{Na}_y\text{Cu}_{2-x}\text{Se}$ 转化为 NaCuSe 的电极反应式为 $\text{Na}_y\text{Cu}_{2-x}\text{Se} + (1-y)\text{e}^- + \text{Na}^+ = \text{NaCuSe} + (1-x)\text{Cu}$, 所以每转移 $(1-y)$ 电子, 产生 $(1-x)\text{mol}$ 铜, 故 D 正确;

故选 BD。

【2021 年】

1. (2021·全国乙) 我国嫦娥五号探测器带回1.731kg的月球土壤, 经分析发现其构成与地球土壤类似土壤中含有的短周期元素 W、X、Y、Z, 原子序数依次增大, 最外层电子数之和为15。X、Y、Z 为同周期相邻元素, 且均不与 W 同族, 下列结论正确的是

- A. 原子半径大小顺序为 $W > X > Y > Z$
- B. 化合物 XW 中的化学键为离子键
- C. Y 单质的导电性能弱于 Z 单质的
- D. Z 的氧化物的水化物的酸性强于碳酸

【答案】B

【分析】

由短周期元素 W、X、Y、Z, 原子序数依次增大, 最外层电子数之和为 15, X、Y、Z 为同周期相邻元素, 可知 W 所在主族可能为第 IIIA 族或第 VIA 族元素, 又因 X、Y、Z 为同周期相邻元素, 且均不与 W 同族, 故 W 一定不是第 IIIA 族元素, 即 W 一定是第 VIA 族元素, 进一步结合已知可推知 W、X、Y、Z 依次为 O、Mg、Al、Si, 据此答题。

【详解】

- A. O 原子有两层, Mg、Al、Si 均有三层且原子序数依次增大, 故原子半径大小顺序为 $Mg > Al > Si > O$, 即 $X > Y > Z > W$, A 错误;
- B. 化合物 XW 即 MgO 为离子化合物, 其中的化学键为离子键, B 正确;
- C. Y 单质为铝单质, 铝属于导体, 导电性很强, Z 单质为硅, 为半导体, 半导体导电性介于导体和绝缘体之间, 故 Y 单质的导电性能强于 Z 单质的, C 错误;
- D. Z 的氧化物的水化物为硅酸, 硅酸酸性弱于碳酸, D 错误;

故选 B。

2. (2021·山东) X、Y 为第三周期元素、Y 最高正价与最低负价的代数和为 6, 二者形成的一种化合物能以 $[XY_4]^+[XY_6]^-$ 的形式存在。下列说法错误的是

- A. 原子半径: $X > Y$
- B. 简单氢化物的还原性: $X > Y$
- C. 同周期元素形成的单质中 Y 氧化性最强
- D. 同周期中第一电离能小于 X 的元素有 4 种

【答案】D

【分析】

Y 位于第三周期，且最高正价与最低负价的代数和为 6，则 Y 是 Cl 元素，由 X、Y 形成的阴离子和阳离子知，X 与 Y 容易形成共价键，根据化合物的形式知 X 是 P 元素。

【详解】

- A. P 与 Cl 在同一周期，则 P 半径大，即 $X > Y$ ，A 项不符合题意；
- B. 两者对应的简单氢化物分别是 PH_3 和 HCl ，半径是 $\text{P}^{3-} > \text{Cl}^-$ ，所以 PH_3 的失电子能力强，还原性强，即 $X > Y$ ，B 项不符合题意；
- C. 同周期元素从左往右，金属性减弱，非金属性增强，各元素对应的金属单质还原性减弱，非金属单质的氧化性增强，所以 Cl_2 的氧化性最强，C 项不符合题意；
- D. 同一周期，从左到右，第一电离能呈现增大的趋势，第 VA 族元素的第一电离能大于相邻元素的第一电离能；所以第三周期第一电离能从小到大依次为 Na、Al、Mg、Si、S、P、Cl，所以有 5 种，D 项符合题意；

故选 D。

3. （2021·浙江）已知短周期元素 X、Y、Z、M、Q 和 R 在周期表中的相对位置如下所示，其中 Y 的最高化合价为+3。下列说法不正确的是

		Z	M		
X	Y			Q	R

- A. 还原性： $\text{ZQ}_2 < \text{ZR}_4$
- B. X 能从 ZO_2 中置换出 Z
- C. Y 能与 Fe_2O_3 反应得到 Fe
- D. M 最高价氧化物的水化物能与其最低价氢化物反应

【答案】A

【分析】

根据短周期元素 X、Y、Z、M、Q 和 R 在周期表中的相对位置，以及 Y 的最高化合价为+3，可推知，X 为：Mg，Y 为：Al，Z 为：C，M 为：N，Q 为：S，R 为：Cl，据此分析答题。

【详解】

A. ZQ_2 为： CS_2 ， ZR_4 为： CCl_4 ， CS_2 中硫的还原性强于 CCl_4 中的氯元素，A 错误；

B. Mg 和 CO_2 发生下述反应： $2\text{Mg} + \text{CO}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{MgO} + \text{C}$ ，B 正确；

C. Al 和 Fe_2O_3 发生铝热反应如下: $2\text{Al} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{Fe}$, C 正确;

D. M 为: N, N 的最高价氧化物的水化物为: HNO_3 , 最低价氢化物为: NH_3 , 二者发生如下反应: $\text{HNO}_3 + \text{NH}_3 = \text{NH}_4\text{NO}_3$, D 正确;

答案为: A。

4. (2021·全国甲) W、X、Y、Z 为原子序数依次增大的短周期主族元素, Z 的最外层电子数是 W 和 X 的最外层电子数之和, 也是 Y 的最外层电子数的 2 倍。W 和 X 的单质常温下均为气体。下列叙述正确的是

A. 原子半径: $Z > Y > X > W$

B. W 与 X 只能形成一种化合物

C. Y 的氧化物为碱性氧化物, 不与强碱反应

D. W、X 和 Z 可形成既含有离子键又含有共价键的化合物

【答案】D

【分析】

W、X、Y、Z 为原子序数依次增大的短周期主族元素, Z 的最外层电子数是 W 和 X 的最外层电子数之和, 也是 Y 的最外层电子数的 2 倍, 则分析知, Z 的最外层电子数为偶数, W 和 X 的单质常温下均为气体, 则推知 W 和 X 为非金属元素, 所以可判断 W 为 H 元素, X 为 N 元素, Z 的最外层电子数为 $1+5=6$, Y 的最外层电子数为 $\frac{6}{2}=3$, 则 Y 为 Al 元素, Z 为 S 元素, 据此结合元素及其化合物的结构与性质分析解答。

【详解】

根据上述分析可知, W 为 H 元素, X 为 N 元素, Y 为 Al 元素, Z 为 S 元素, 则

A. 电子层数越多的元素原子半径越大, 同周期元素原子半径依次减弱, 则原子半径: $\text{Y(Al)} > \text{Z(S)} > \text{X(N)} > \text{W(H)}$, A 错误;

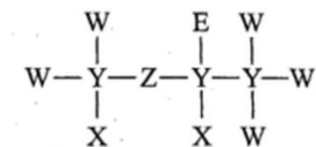
B. W 为 H 元素, X 为 N 元素, 两者可形成 NH_3 和 N_2H_4 , B 错误;

C. Y 为 Al 元素, 其氧化物为两性氧化物, 可与强酸、强碱反应, C 错误;

D. W、X 和 Z 可形成 $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ 、 NH_4HS , 两者既含有离子键又含有共价键, D 正确。

故选 D。

5. (2021·广东) 一种麻醉剂的分子结构式如图所示。其中, X 的原子核只有 1 个质子; 元素 Y、Z、W 原子序数依次增大, 且均位于 X 的下一周期; 元素 E 的原子比 W 原子多 8 个电子。下列说法不正确的是



- A. XEZ_4 是一种强酸
- B. 非金属性: $\text{W} > \text{Z} > \text{Y}$
- C. 原子半径: $\text{Y} > \text{W} > \text{E}$
- D. ZW_2 中, Z 的化合价为 +2 价

【答案】C

【分析】

题给化合物结构中 X、W、E 均形成 1 个共价键、Y 形成 4 个共价键、Z 形成 2 个共价键。

X 的原子核只有 1 个质子, 则 X 为 H 元素; 元素 Y、Z、W 原子序数依次增大, 且均位于 X 的下一周期, 即第二周期元素, 则 Y 为 C 元素, Z 为 O 元素, W 为 F 元素; 元素 E 的原子比 W 原子多 8 个电子, 则 E 为 Cl 元素, 综合以上分析可知, X、Y、Z、W、E 分别为 H、C、O、F、Cl 元素。

据此分析解答。

【详解】

- A. 氯元素非金属性较强, 其最高价氧化物的水化物 HClO_4 是一种强酸, 故 A 正确;
- B. 同一周期元素从左到右非金属性逐渐增强, 所以非金属性: $\text{F} > \text{O} > \text{C}$, 故 B 正确;
- C. 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, 电子层越多半径越大, 所以原子半径: $\text{Cl} > \text{C} > \text{F}$, 故 C 错误;
- D. OF_2 中, F 为 -1 价, 则 O 的化合价为 +2 价, 故 D 正确;

答案选 C。

6. (2021·湖南) W、X、Y、Z 为原子序数依次增大的短周期主族元素, Y 的原子序数等于 W 与 X 的原子序数之和, Z 的最外层电子数为 K 层的一半, W 与 X 可形成原子个数比为 2: 1 的 18e^- 分子。下列说法正确的是

- A. 简单离子半径: $Z > X > Y$
- B. W 与 Y 能形成含有非极性键的化合物
- C. X 和 Y 的最简单氢化物的沸点: $X > Y$
- D. 由 W、X、Y 三种元素所组成化合物的水溶液均显酸性

【答案】B

【分析】

Z 的最外层电子数为 K 层的一半, 则 Z 的核外有 3 个电子层, 最外层电子数为 1, 即为 Na, W 与 X 能形成原子个数比为 2:1 的 18 电子的分子, 则形成的化合物为 N_2H_4 , 所以 W 为 H, X 为 N, Y 的原子序数是 W 和 X 的原子序数之和, 则 Y 为 O。据此分析解答。

【详解】

由分析可知, W 为 H, X 为 N, Y 为 O, Z 为 Na。

A. 离子的电子层数相同时, 原子序数越小, 半径越大, 即离子半径大小为: $N^{3-} > O^{2-} > Na^+$, 即简单离子半径为: $X > Y > Z$, 故 A 错误;

B. W 为 H, Y 为 O, 能形成 H_2O_2 , 含有极性共价键和非极性共价键, 故 B 正确;

C. X 的最简单氢化物为氨气, Y 的最简单氢化物为水, 水的沸点高于氨气, 即最简单氢化物的沸点为 $Y > X$, 故 C 错误;

D. 由 W、X、Y 三种元素形成的化合物有硝酸, 硝酸铵, 氨水等, 硝酸, 硝酸铵显酸性, 氨水显碱性, 故由 W、X、Y 三种元素形成的化合物不一定是酸性, 故 D 错误;

故选 B。

7. (2021·河北) 用中子轰击 ${}_Z^N X$ 原子产生 α 粒子(即氦核 ${}_2^4 He$)的核反应为: ${}_Z^N X + {}_0^1 n \rightarrow {}_p^7 Y + {}_2^4 He$ 。

已知元素 Y 在化合物中呈+1 价。下列说法正确的是

- A. H_3XO_3 可用于中和溅在皮肤上的 NaOH 溶液
- B. Y 单质在空气中燃烧的产物是 Y_2O_2
- C. X 和氢元素形成离子化合物
- D. ${}^6 Y$ 和 ${}^7 Y$ 互为同素异形体

【答案】A

【分析】

根据核反应为： ${}^N_Z\text{X} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^7_p\text{Y} + {}^4_2\text{He}$ 可知，X 的质量数 N 为 $4+7-1=10$ ，又因为 Y 在化合物中呈 +1 价，则推知 Y 位于 IA 族，质量数=质子数+中子数，Y 的质量数为 7，所以得出 Y 为 Li，其质子数 $p=3$ ，所以 X 的质子数 $Z=3+2-0=5$ ，核电荷数=原子序数=核内质子数=5，则推知 X 属于 B 元素，据此分析解答。

【详解】

A. H_3BO_3 为硼酸，氢氧化钠溶液具有腐蚀性，若不慎将 NaOH 溶液溅到皮肤上，则需用大量水冲洗，同时涂抹 H_3BO_3 ，以中和碱液，A 正确；

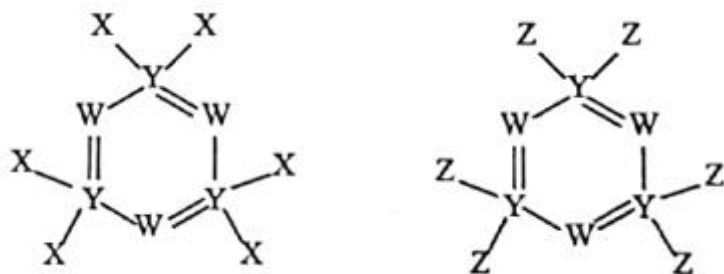
B. Y 为 Li，在空气中燃烧的产物只有 Li_2O ，B 错误；

C. X 为 B，与氢元素会形成 BH_3 或 B_2H_4 等硼氢化合物，B 元素与 H 元素以共价键结合，属于共价化合物，C 错误；

D. ${}^6\text{Li}$ 和 ${}^7\text{Li}$ 两者的质子数均为 3，中子数不同，所以两者互为同位素，D 错误；

故选 A。

8. (2021·河北) 如图所示的两种化合物可应用于阻燃材料和生物材料的合成。其中 W、X、Y、Z 为原子序数依次增大的短周期元素，X 和 Z 同主族，Y 原子序数为 W 原子价电子数的 3 倍。下列说法正确的是



A. X 和 Z 的最高化合价均为 +7 价

B. HX 和 HZ 在水中均为强酸，电子式可表示为 $\text{H}:\ddot{\text{X}}:$ 与 $\text{H}:\ddot{\text{Z}}:$

C. 四种元素中，Y 原子半径最大，X 原子半径最小

D. Z、W 和氢三种元素可形成同时含有离子键和共价键的化合物

【答案】CD

【分析】

结合图中所示结构可知图中两种化合物均为共价化合物，已知 X 和 Z 同主族，可得 X 和 Z 同为第 VIIA 族，Y 为第 VA 族元素，W 为第 IIIA 族或第 VA 族元素，再结合 W、X、Y、Z 为原子序数依次增大的短周期元素，Y 原子序数为 W 原子价电子数的 3 倍推知 W、X、Y、Z 分别为 N、F、P、Cl，据此答题。

【详解】

A. X 和 Z 分别是 F、Cl，F 无正价，A 错误；

B. HX 和 HZ 分别是 HF 和 HCl，HF 在水中不是强酸，B 错误；

C. 四种元素 W (N)、X (F)、Y (P)、Z (Cl) 中，W (N)、X (F) 有两个电子层，Y (P)、Z (Cl) 有三个电子层，半径大于 W (N) 和 X (F)，Y (P) 原子序数小于 Z (Cl)，故 Y 原子半径在这四种元素中最大；X (F) 原子序数大于 W (N)，故 X 原子半径在这四种元素中最小，C 正确；

D. Z (Cl)、W (N) 和氢三种元素可形成氯化铵，属于同时含有离子键和共价键的化合物，D 正确；

故选 CD。

【2020 年】

1. (2020·浙江卷) 下列说法正确的是()

A. ^{35}Cl 和 ^{37}Cl 是两种不同的元素

B. 单晶硅和石英互为同素异形体

C. HCOOH 和 HOCH_2CHO 互为同系物

D. H 与 Na 在元素周期表中处于同一主族

【答案】D

【解析】 ^{35}Cl 和 ^{37}Cl 是 Cl 元素的两种不同核素，属于同种元素，A 错误；同素异形体是指同种元素组成的不同种单质，而单晶硅为硅单质，而石英是 SiO_2 ，两者不属于同素异形体，B 错误；同系物是指结构相似，分子组成上相差若干个 CH_2 的有机化合物， HCOOH 和 HOCH_2CHO 结构不相似，不属于同系物，C 错误；H 和 Na 在元素周期表中均处于第 IA 族，D 选项正确；答案选 D。

2. (2020·新课标 I) 1934 年约里奥-居里夫妇在核反应中用 α 粒子(即氦核 ${}^4_2\text{He}$)轰击金属原子 ${}^W_Z\text{X}$ ，得到核素 ${}^{30}_{Z+2}\text{Y}$ ，开创了人造放射性核素的先河： ${}^W_Z\text{X} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{30}_{Z+2}\text{Y} + {}^1_0\text{n}$ 。其中元素 X、Y 的最外层电子数之和为 8。下列叙述正确的是

A. W_ZX 的相对原子质量为 26

B. X、Y 均可形成三氯化物

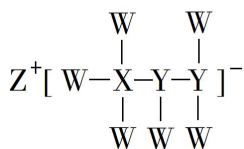
C. X 的原子半径小于 Y 的

D. Y 仅有一种含氧酸

【答案】B

【解析】原子轰击实验中，满足质子和质量数守恒，因此 $W+4=30+1$ ，则 $W=27$ ，X 与 Y 原子之间质子数相差 2，因 X 元素为金属元素，Y 的质子数比 X 大，则 Y 与 X 位于同一周期，且 Y 位于 X 右侧，且元素 X、Y 的最外层电子数之和为 8，设 X 最外层电子数为 a，则 Y 的最外层电子为 $a+2$ ，解得 $a=3$ ，因此 X 为 Al，Y 为 P，以此解答。 ${}^{27}_{13}\text{Al}$ 的质量数为 27，则该原子相对原子质量为 27，故 A 错误；Al 元素均可形成 AlCl_3 ，P 元素均可形成 PCl_3 ，故 B 正确；Al 原子与 P 原子位于同一周期，且 Al 原子序数大于 P 原子序数，故原子半径 $\text{Al} > \text{P}$ ，故 C 错误；P 的含氧酸有 H_3PO_4 、 H_3PO_3 、 H_3PO_2 等，故 D 错误；故答案为 B。

3. (2020·新课标II) 一种由短周期主族元素组成的化合物(如图所示)，具有良好的储氢性能，其中元素 W、X、Y、Z 的原子序数依次增大、且总和为 24。下列有关叙述错误的是



A. 该化合物中，W、X、Y 之间均为共价键

B. Z 的单质既能与水反应，也可与甲醇反应

C. Y 的最高化合价氧化物的水化物为强酸

D. X 的氟化物 XF_3 中原子均为 8 电子稳定结构

【答案】D

【解析】一种由短周期主族元素形成的化合物，具有良好的储氢性能，其中元素 W、X、Y、Z 的原子序数依次增大，且总和为 24，根据图示，W 为 1 价形成共价键，W 为氢，Z 为 +1 价阳离子，Z 为 Na，Y 为 3 价，Y 为 N， $24-1-11-7=5$ ，X 为 B 元素。该化合物中，H、B、N 之间均以共用电子对形成共价键，故 A 正确；Na 单质既能与水反应生成氢氧化钠和氢气，也能与甲醇反应生成甲醇钠和氢气，故 B 正确；N 的最高价氧化物的水化物 HNO_3 为强酸，故 C 正确；B 的氟化物 BF_3 中 B 原子最外层只有 6 个电子，达不到 8 电子稳定结构，故 D 错误；故选 D。

4. (2020·新课标III) W、X、Y、Z 为原子序数依次增大的短周期元素，四种元素的核外电子总数满足 $X+Y=W+Z$ ；化合物 XW_3 与 WZ 相遇会产生白烟。下列叙述正确的是

- A. 非金属性： $W>X>Y>Z$ B. 原子半径： $Z>Y>X>W$
C. 元素 X 的含氧酸均为强酸 D. Y 的氧化物水化物为强碱

【答案】D

【解析】根据题干信息可知，W、X、Y、Z 为原子序数依次增大的短周期元素，化合物 XW_3 与 WZ 相遇会产生白烟，则 WX_3 为 NH_3 ， WZ 为 HCl ，所以 W 为 H 元素，X 为 N 元素，Z 为 Cl 元素，又四种元素的核外电子总数满足 $X+Y=W+Z$ ，则 Y 的核外电子总数为 11，Y 为 Na 元素，据此分析解答。根据上述分析可知，W 为 H 元素，X 为 N 元素，Y 为 Na 元素，Z 为 Cl 元素，则 Na 为金属元素，非金属性最弱，非金属性 $Y<Z$ ，A 选项错误；同周期元素从左至右原子半径依次减小，同主族元素至上而下原子半径依次增大，则原子半径： $Na>Cl>N>H$ ，B 选项错误；N 元素的含氧酸不一定全是强酸，如 HNO_2 为弱酸，C 错误；Y 的氧化物水化物为 $NaOH$ ，属于强碱，D 正确。

5. (2020·山东卷) 短周期主族元素 X、Y、Z、W 的原子序数依次增大，基态 X 原子的电子总数是其最高能级电子数的 2 倍，Z 可与 X 形成淡黄色化合物 Z_2X_2 ，Y、W 最外层电子数相同。下列说法正确的是

- A. 第一电离能： $W>X>Y>Z$ B. 简单离子的还原性： $Y>X>W$
C. 简单离子的半径： $W>X>Y>Z$ D. 氢化物水溶液的酸性： $Y>W$

【答案】C

【解析】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，设若 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，据此分析。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 O_2 的氧化性最弱，故简单离子的还原性 $O^{2-}>Cl^->F^-$ ，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；故选 C。

6. (2020·浙江卷) X、Y、Z、M、Q 五种短周期元素，原子序数依次增大。Y 元素的最高正价为+4 价，Y 元素与 Z、M 元素相邻，且与 M 元素同主族；化合物 Z_2X_4 的电子总数为 18 个；Q 元素的原子最外层电子数比次外层少一个电子。下列说法不正确的是()

- A. 原子半径： $Z < Y < M$
- B. 最高价氧化物对应水化物的酸性： $Z > Y > M$
- C. $X_2Z - ZX_2$ 易溶于水，其水溶液呈碱性
- D. X、Z 和 Q 三种元素形成的化合物一定是共价化合物

【答案】D

【解析】X、Y、Z、M、Q 为五种短周期元素，原子序数依次增大。Y 元素的最高正价为+4 价，则证明该元素为第 IVA 族元素，又知 Y 元素与 Z、M 元素相邻，且与 M 同族，则在元素周期表位置应为

IVA 族	VA 族
Y	Z
M	

，故推知 Y 为 C 元素，Z 为 N 元素，M 为 Si 元素；化合物 Z_2X_4 的电子总数为 18，则推知，X 为 H，该化合物为 N_2H_4 ；Q 元素的原子最外层电子总数比次外层电子数少一个电子，推出 Q 为 Cl 元素，据此结合元素周期律与物质的结构与性质分析作答。根据上述分析可知，X 为 H、Y 为 C 元素、Z 为 N 元素、M 为 Si 元素、Q 为 Cl 元素，则同周期元素从左到右原子半径依次减小，同主族元素从上到下原子半径依次增大，则原子半径比较： $Z(N) < Y(C) < M(Si)$ ，故 A 正确；同周期元素从左到右元素非金属性依次增强，同主族元素从上到下元素非金属性依次减弱，因元素的非金属性越强，最高价氧化物对应水化物的酸性越强，非金属性： $Z(N) > Y(C) > M(Si)$ ，则最高价氧化物对应水化物的酸性： $Z(N) > Y(C) > M(Si)$ ，故 B 正确； N_2H_4 的结构简式可表示为 H_2N-NH_2 ，分子中含两个氨基，可与酸反应，具有碱性，且该分子具有极性，与水分子间也存在氢键，根据相似原理可知， N_2H_4 易溶于水，故 C 正确；X、Z 和 Q 三种元素组成的化

合物有很多，不一定是共价化合物，如氯化铵属于铵盐，为离子化合物，故 D 错误；答案选 D。

7. (2020·江苏卷) 海水晒盐后精制得到 NaCl，氯碱工业电解饱和 NaCl 溶液得到 Cl_2 和 NaOH，以 NaCl、 NH_3 、 CO_2 等为原料可得到 NaHCO_3 ；向海水晒盐得到的卤水中通 Cl_2 可制溴；从海水中还能提取镁。下列关于 Na、Mg、Cl、Br 元素及其化合物的说法正确的是

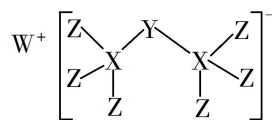
- A. NaOH 的碱性比 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 的强
- B. Cl_2 得到电子的能力比 Br_2 的弱
- C. 原子半径 r : $r(\text{Br}) > r(\text{Cl}) > r(\text{Mg}) > r(\text{Na})$
- D. 原子的最外层电子数 n : $n(\text{Na}) < n(\text{Mg}) < n(\text{Cl}) < n(\text{Br})$

【答案】A

【解析】同周期自左至右金属性减弱，所以金属性 $\text{Na} > \text{Mg}$ ，则碱性 $\text{NaOH} > \text{Mg}(\text{OH})_2$ ，故 A 正确；同主族元素自上而下非金属性减弱，所以非金属性 $\text{Cl} > \text{Br}$ ，所以 Cl_2 得电子的能力比 Br_2 强，故 B 错误；电子层数越多原子半径越大，电子层数相同，核电荷数越小原子半径越大，所以原子半径： $r(\text{Br}) > r(\text{Na}) > r(\text{Mg}) > r(\text{Cl})$ ，故 C 错误；Cl 和 Br 为同主族元素，最外层电子数相等，故 D 错误。综上所述，答案为 A。

【2019 年】

1. [2019 新课标 I] 科学家合成出了一种新化合物（如图所示），其中 W、X、Y、Z 为同一短周期元素，Z 核外最外层电子数是 X 核外电子数的一半。下列叙述正确的是（ ）



- A. WZ 的水溶液呈碱性
- B. 元素非金属性的顺序为 $\text{X} > \text{Y} > \text{Z}$
- C. Y 的最高价氧化物的水化物是中强酸
- D. 该新化合物中 Y 不满足 8 电子稳定结构

【答案】C

【解析】氯化钠为强酸强碱盐，水溶液呈中性，A 错误；同周期元素从左到右，非金属性依次增强，则非金属性的强弱顺序为 $\text{Cl} > \text{S} > \text{P}$ ，B 错误；P 元素的最高价氧化物对应水化物为磷酸，磷酸是三元中强酸，C 正确；新化合物中 P 元素化合价为 -3 价，满足 8 电子稳定结构，故 D 错误。

2. [2019 新课标II] 今年是门捷列夫发现元素周期律 150 周年。下表是元素周期表的一部分，W、X、Y、Z 为短周期主族元素，W 与 X 的最高化合价之和为 8。下列说法错误的是（ ）

			W	
	X	Y	Z	

- A. 原子半径：W<X
- B. 常温常压下，Y 单质为固态
- C. 气态氢化物热稳定性：Z<W
- D. X 的最高价氧化物的水化物是强碱

【答案】D

【解析】W、X、Y 和 Z 为短周期主族元素，依据位置关系可以看出，W 的族序数比 X 多 2，因主族元素族序数在数值上等于该元素的最高价（除 F 与 O 以外），可设 X 的族序数为 a，则 W 的族序数为 a+2，W 与 X 的最高化合价之和为 8，则有 $a+(a+2)=8$ ，解得 $a=3$ ，故 X 位于第 IIIA 族，为 Al 元素；Y 为 Si 元素，Z 为 P 元素；W 为 N 元素。同一周期从左到右元素原子半径依次减小，同一主族从上到下元素原子半径依次增大，则原子半径比较： $N < Al$ ，A 正确；常温常压下，Si 为固体，B 正确；同一主族元素从上到下，元素非金属性依次减弱，气体氢化物的稳定性依次减弱，则气体氢化物的稳定性： $PH_3 < NH_3$ ，C 正确；X 的最高价氧化物的水化物为氢氧化铝，即可以和强酸反应，又可以与强碱反应，属于两性氢氧化物，D 错误。

3. [2019 新课标III]X、Y、Z 均为短周期主族元素，它们原子的最外层电子数之和为 10，X 与 Z 同族，Y 最外层电子数等于 X 次外层电子数，且 Y 原子半径大于 Z。下列叙述正确的是（ ）

- A. 熔点：X 的氧化物比 Y 的氧化物高
- B. 热稳定性：X 的氢化物大于 Z 的氢化物
- C. X 与 Z 可形成离子化合物 ZX
- D. Y 的单质与 Z 的单质均能溶于浓硝酸

【答案】B

【解析】Y 的最外层电子数等于 X 次外层电子数，由于均是主族元素，所以 Y 的最外层电子数不可能是 8 个，则 X 只能是第二周期元素，因此 Y 的最外层电子数是 2 个，又因为 Y 的原子半径大于 Z，则 Y 只能是第三周期的 Mg，因此 X 与 Z 的最外层电子数是 $(10-2)/2=4$ ，则 X 是 C，Z 是 Si。碳的氧化物形成的分子晶体，Y 的氧化物是离子化合物氧化镁，则氧化镁的熔点高于碳的氧化物熔点，A 错误；碳元素的非金属性强于硅元素，非金属性越强，氢化物越稳定，则碳的氢

化物稳定性强于硅的氢化物稳定性，B 正确；C 与 Si 形成的是共价化合物 SiC，C 错误；单质镁能溶于浓硝酸，单质硅不溶于浓硝酸，D 错误；答案选 B。

4. [2019 浙江 4 月选考] 2019 年是门捷列夫提出元素周期表 150 周年。根据元素周期律和元素周期表，下列推断不合理的是 ()

- A. 第 35 号元素的单质在常温常压下是液体
- B. 位于第四周期第 VA 族的元素为非金属元素
- C. 第 84 号元素的最高化合价是 +7
- D. 第七周期 0 族元素的原子序数为 118

【答案】C

【解析】35 号元素是溴元素，单质 Br₂ 在常温常压下是红棕色的液体，A 项合理；位于第四周期第 VA 族的元素是砷元素 (As)，为非金属元素，B 项合理；第 84 号元素位于第六周期 VIA 族，为钋元素 (Po)，由于最高正价等于主族序数，所以该元素最高化合价是 +6，C 项不合理；第七周期 0 族元素是第七周期最后一个元素，原子序数为 118，D 项合理。

5. [2019 江苏] 短周期主族元素 X、Y、Z、W 的原子序数依次增大，X 是地壳中含量最多的元素，Y 原子的最外层有 2 个电子，Z 的单质晶体是应用最广泛的半导体材料，W 与 X 位于同一主族。下列说法正确的是 ()

- A. 原子半径： $r(W) > r(Z) > r(Y) > r(X)$
- B. 由 X、Y 组成的化合物是离子化合物
- C. Z 的最高价氧化物对应水化物的酸性比 W 的强
- D. W 的简单气态氢化物的热稳定性比 X 的强

【答案】B

【解析】X 是地壳中含量最多的元素，因此 X 为 O 元素，Y 的最外层有两个电子，且 Y 是短周期元素，原子序数大于 O，因此 Y 为 Mg 元素，Z 的单质晶体是广泛应用的半导体材料，所以 Z 为 Si 元素，W 与 X 同主族，且 W 是短周期元素，原子序数大于 X，所以 W 为 S 元素。元素周期表中，同族元素原子半径随核电荷数增加而增加，O 位于第二周期，其他元素位于第三周期，因此 O 的原子半径最小，同周期元素，核电荷数越大，原子半径越小，因此原子半径应为 $r(Mg) > r(Si) > r(S) > r(O)$ ，A 错误；X 为 O 元素，Y 为 Mg 元素，两者组成的化合物氧化镁为离子化合物，B 正确；Z 为 Si 元素，W 为 S 元素，因为 S 的非金属性强于 Si，所以 S 的最高价氧化物对应水化物的

酸性强于 Si 的，C 错误；W 为 S 元素，X 为 O 元素，因为 O 的非金属性强于 S，所以 O 的气态氢化物的热稳定性强于 S 的，D 错误。

6. [2019北京] 2019年是元素周期表发表150周年，期间科学家为完善周期表做出了不懈努力。中国科学院院士张青莲教授曾主持测定了铟($_{49}\text{In}$)等9种元素相对原子质量的新值，被采用为国际新标准。铟与铷($_{37}\text{Rb}$)同周期。下列说法不正确的是()

- A. In 是第五周期第IIIA 族元素
- B. $^{115}_{49}\text{In}$ 的中子数与电子数的差值为 17
- C. 原子半径: $\text{In} > \text{Al}$
- D. 碱性: $\text{In}(\text{OH})_3 > \text{RbOH}$

【答案】D

【解析】根据原子核外电子排布规则，该原子结构示意图为 ，因此 In 位于元素周

期表第五周期第 IIIA 族，故 A 不符合题意；质量数=质子数+中子数，元素符号的左上角为质量数、左下角为质子数，因此该原子的质子数=电子数=49，中子数为 $115-49=66$ ，所以中子数与电子数之差为 $66-49=17$ ，故 B 不符合题意；Al 位于元素周期表的三周期 IIIA 族，In 位于元素周期表第五周期 IIIA 族，同主族元素的原子，从上到下，电子层数逐渐增多，半径逐渐增大，因此原子半径 $\text{In} > \text{Al}$ ，故 C 不符合题意；In 位于元素周期表第五周期，铷(Rb)位于元素周期表第五周期第 IA 族，同周期元素，核电荷数越大，金属性越弱，最高价氧化物对应水化物的碱性越弱，因此碱性: $\text{In}(\text{OH})_3 < \text{RbOH}$ ，故 D 符合题意；综上所述，本题应选 D。

【2018 年】

1. 【2018 全国III, T8】下列叙述正确的是 ()

- A. 24 g 镁与 27 g 铝中，含有相同的质子数
- B. 同等质量的氧气和臭氧中，电子数相同
- C. 1 mol 重水与 1 mol 水中，中子数比为 2 : 1
- D. 1 mol 乙烷和 1 mol 乙烯中，化学键数相同

【答案】B

【解析】1 个 Mg 原子中有 12 个质子，1 个 Al 原子中有 13 个质子。24g 镁和 27g 铝各自的物质的量都是 1mol，所以 24g 镁含有的质子数为 12mol，27g 铝含有的质子的物质的量为 13mol，A 错误。设氧气和臭氧的质量都是 Xg，则氧气（O₂）的物质的量为 $\frac{X}{32}$ mol，臭氧（O₃）的物质的量为 $\frac{X}{48}$ mol，所以两者含有的氧原子分别为 $\frac{X}{32} \times 2 = \frac{X}{16}$ mol 和 $\frac{X}{48} \times 3 = \frac{X}{16}$ mol，即此时氧气和臭氧中含有的氧原子是一样多的，而每个氧原子都含有 8 个电子，所以同等质量的氧气和臭氧中一定含有相同的电子数，B 正确。重水为 ${}^2_1\text{H}_2{}^{16}_8\text{O}$ ，其中 ${}^2_1\text{H}$ 含有 1 个中子， ${}^{16}_8\text{O}$ 含有 8 个中子，所以 1 个重水分子含有 10 个中子，1mol 重水含有 10mol 中子。水为 ${}^1_1\text{H}_2{}^{16}_8\text{O}$ ，其中 ${}^1_1\text{H}$ 没有中子， ${}^{16}_8\text{O}$ 含有 8 个中子，所以 1 个水分子含有 8 个中子，1mol 水含有 8mol 中子。两者的中子数之比为 10:8=5:4，C 错误。乙烷（C₂H₆）分子中有 6 个 C—H 键和 1 个 C—C 键，所以 1mol 乙烷有 7mol 共价键。乙烯（C₂H₄）分子中有 4 个 C—H 键和 1 个 C=C，所以 1mol 乙烯有 6mol 共价键，D 错误。

2. （2018 年全国卷 I）主族元素 W、X、Y、Z 的原子序数依次增加，且均不大于 20。W、X、Z 最外层电子数之和为 10；W 与 Y 同族；W 与 Z 形成的化合物可与浓硫酸反应，其生成物可腐蚀玻璃。下列说法正确的是

- A. 常温常压下 X 的单质为气态
- B. Z 的氢化物为离子化合物
- C. Y 和 Z 形成的化合物的水溶液呈碱性
- D. W 与 Y 具有相同的最高化合价

【答案】B

【解析】主族元素 W、X、Y、Z 的原子序数依次增加，且均不大于 20。W 与 Z 形成的化合物可与浓硫酸反应，其生成物可腐蚀玻璃，生成物是 HF，因此 W 是 F，Z 是 Ca，W 与 Y 同族，则 Y 是 Cl。W、X、Z 的最外层电子数之和为 10，则 X 的最外层电子数为 $10 - 7 - 2 = 1$ ，所以 X 是 Na，据此解答。根据以上分析可知 W、X、Y、Z 分别是 F、Na、Cl、Ca。金属钠常温常压下是固态，A 错误；CaH₂ 中含有离子键，属于离子化合物，B 正确；Y 与 Z 形成的化合物是氯化钠，其水溶液显中性，C 错误；F 是最活泼的非金属，没有正价，Cl 元素的最高价是 +7 价，D 错误。

3. (2018 年全国卷 II) W、X、Y 和 Z 为原子序数依次增大的四种短周期元素。W 与 X 可生成一种红棕色有刺激性气味的气体；Y 的周期数是族序数的 3 倍；Z 原子最外层的电子数与 W 的电子总数相同。下列叙述正确的是

- A. X 与其他三种元素均可形成两种或两种以上的二元化合物
- B. Y 与其他三种元素分别形成的化合物中只含有离子键
- C. 四种元素的简单离子具有相同的电子层结构
- D. W 的氧化物对应的水化物均为强酸

【答案】A

【解析】W、X、Y 和 Z 为原子序数依次增大的四种短周期元素。W 与 X 可生成一种红棕色有刺激性气味的气体，W 是 N，X 是 O；Y 的周期数是族序数的 3 倍，因此 Y 只能是第三周期，所以 Y 是 Na；Z 原子最外层的电子数与 W 的电子总数相同，Z 的最外层电子数是 7 个，Z 是 Cl，结合元素周期律和物质的性质解答。根据以上分析可知 W、X、Y 和 Z 分别是 N、O、Na、Cl。氧元素与其 N、Na、Cl 三种元素均可形成两种或两种以上的二元化合物，例如 NO、NO₂、Na₂O、Na₂O₂、Cl₂O₇、ClO₂ 等，A 正确；过氧化钠中含有离子键和共价键，B 错误；N、O、Na 三种元素的简单离子具有相同的电子层结构，均是 10 电子，氯离子是 18 电子微粒，C 错误；亚硝酸为弱酸，D 错误。答案选 A。

4. (2018 年全国卷 III) W、X、Y、Z 均为短周期元素且原子序数依次增大，元素 X 和 Z 同族。盐 YZW 与浓盐酸反应，有黄绿色气体产生，此气体同冷烧碱溶液作用，可得到 YZW 的溶液。下列说法正确的是

- A. 原子半径大小为 $W < X < Y < Z$
- B. X 的氢化物水溶液酸性强于 Z 的
- C. Y₂W₂ 与 ZW₂ 均含有非极性共价键
- D. 标准状况下 W 的单质状态与 X 的相同

【答案】D

【解析】黄绿色气体为氯气，通入烧碱溶液，应该得到氯化钠和次氯酸钠，所以 YZW 为 NaClO，再根据 X 和 Z 同族，得到 W、X、Y、Z 分别为 O、F、Na、Cl。同周期由左向右原子半径依次减小，同主族由上向下原子半径依次增大，所以短周期中 Na (Y) 的原子半径最大，A 错误；HCl 是强酸，HF 是弱酸，所以 X (F) 的氢化物水溶液的酸性弱于 Z (Cl) 的，B 错误；ClO₂

的中心原子是 Cl，分子中只存在 Cl 和 O 之间的极性共价键，C 错误；标准状况下，W 的单质 O_2 或 O_3 均为气态，X 的单质 F_2 也是气态，D 正确。

5. (2018 年江苏卷) 短周期主族元素 X、Y、Z、W 原子序数依次增大，X 是地壳中含量最多的元素，Y 原子的最外层只有一个电子，Z 位于元素周期表 IIIA 族，W 与 X 属于同一主族。下列说法正确的是

- A. 原子半径： $r(W) > r(Z) > r(Y)$
- B. 由 X、Y 组成的化合物中均不含共价键
- C. Y 的最高价氧化物的水化物的碱性比 Z 的弱
- D. X 的简单气态氢化物的热稳定性比 W 的强

【答案】D

【解析】短周期主族元素 X、Y、Z、W 原子序数依次增大；X 是地壳中含量最多的元素，X 为 O 元素；Y 原子的最外层只有一个电子，Y 为 Na 元素；Z 位于元素周期表中 IIIA 族，Z 为 Al 元素；W 与 X 属于同一主族，W 为 S 元素。Na、Al、S 都是第三周期元素，根据同周期从左到右主族元素的原子半径依次减小，原子半径： $r(Y) > r(Z) > r(W)$ ，A 错误；由 X、Y 组成的化合物有 Na_2O 、 Na_2O_2 ， Na_2O 中只有离子键， Na_2O_2 中既含离子键又含共价键，B 错误；金属性： $Na(Y) > Al(Z)$ ，Y 的最高价氧化物的水化物的碱性比 Z 的强，C 错误；非金属性： $O(X) > S(W)$ ，X 的简单气态氢化物的热稳定性比 W 的强，D 正确。

6. (2018 年天津卷) 下列有关物质性质的比较，结论正确的是

- A. 溶解度： $Na_2CO_3 < NaHCO_3$
- B. 热稳定性： $HCl < PH_3$
- C. 沸点： $C_2H_5SH < C_2H_5OH$
- D. 碱性： $LiOH < Be(OH)_2$

【答案】C

【解析】碳酸钠的溶解度应该大于碳酸氢钠，实际碳酸氢钠在含钠化合物中属于溶解度相对很小的物质，A 错误。同周期由左向右非金属的气态氢化物的稳定性逐渐增强，所以稳定性应该是： $HCl > PH_3$ ，B 错误。 C_2H_5OH 分子中有羟基，可以形成分子间的氢键，从而提高物质的沸点，C 正确。同周期由左向右最高价氧化物的水化物的碱性逐渐减弱，所以碱性应该是： $LiOH > Be(OH)_2$ ，D 错误。

