

例谈“元素周期表残表”的应用

山东省博兴第一中学 256500 任瑞鹏

利用“元素周期表残表”的特点,结合原子结构或元素的性质,考查有关元素的推断、元素化合物性质的判断、物质结构与元素周期律的应用等是高考的热点题型。为帮助学生掌握此类试题的解题方法,现举例进行分析。

	X	Y	
W			Z

图 1

例 1 如图 1 所示的四种短周期元素 W、X、Y、Z,它们的原子最外层电子数之和为 22。下列说法正确的是()。

- A.X、Y、Z 三种元素简单氢化物的沸点依次升高
- B.由 X、Y 和氢元素形成的化合物中只有共价键
- C.W、X、Z 三种元素最高价氧化物对应的水化物的酸性依次增强
- D.W、X、Y、Z 四种元素最高正化合价依次升高

解析 由四种短周期元素 W、X、Y、Z 在元素周期表中的位置可知,X、Y 位于第二周期,W、Z 位于第三周期。设 W 原子的最外层电子数为 a ,则 X、Y、Z 原子的最外层电子数分别为 $(a+1)$ 、 $(a+2)$ 、 $(a+3)$;由题意得 $a+(a+1)+(a+2)+(a+3)=22$,解得 $a=4$;则 W 为 Si,X 为 N,Y 为 O,Z 为 Cl。X、Y、Z 三种元素的简单氢化物分别为 NH_3 、 H_2O 、 HCl ,常温下 H_2O 为液体, NH_3 和 HCl 为气体,则 H_2O 的沸点最高; NH_3 分子间存在氢键, NH_3 的沸点比 HCl 的高,则沸点: $\text{H}_2\text{O}>\text{NH}_3>\text{HCl}$,A 项错误。N、O 和氢元素形成的化合物 NH_4NO_3 中既有离子键又有共价键,B 项错误。非金属性: $W<X<Z$ ($\text{Si}<\text{N}<\text{Cl}$) 则 W、X、Z 三种元素最高价氧化物对应水化物的酸性依次增强,C 项正确。Y (O) 元素的最高正价为 +2 (在 OF_2 中 O 为 +2 价),D 项错误。故答案为 C。

A	B	C
	D	

图 2

例 2 A、B、C、D、E 5 种元素中,前 4 种为短周期元素,它们在元素周期表中的位置如图 2 所示,D 元素的主要化合价为 -2 、 $+6$,E 元素原子的质子数比 D 元素原子的质子数多 4,下列说法正确的是()。

- A.C 是非金属性最强的元素,其最高化合价为 +7
- B.元素 D 可形成三种价态的酸,且酸根离子均能促进水的电离
- C.各元素原子半径由大到小的顺序为 $E>D>B>A>C$
- D.B、E 形成的化合物 EB_2 中含有离子键、共价键

解析 由 A、B、C、D 四种短周期元素在元素周期表中的位置可知,A、B、C 位于第二周期,D 位于第三周期。因短周期元素 D 的主要化合价为 -2 、 $+6$,则 D 为 S;从而可知,A、B、C 分别为 N、O、F;因 E 元素原子的质子数比 D 元素原子的质子数多 4,则 E 为 Ca。氟(C)元素无正价,A 项错误;尽管硫(D)元素可形成 H_2S 、 H_2SO_3 、 H_2SO_4 三种价态的酸,但 SO_4^{2-} 不水解、不能促进水的电离,B 项错误;因同周期主族元素从左到右原子半径逐渐减小,同主族元素从上到下原子半径逐渐增大,则各元素原子半径由大到小的顺序为 $E>D>A>B>C$,C 项错误;B、E 形成的化合物 CaO_2 (EB_2) 中含有离子键和共价键,D 项正确。故答案为 D。

例 3 短周期元素 M、W、X、Y、Z 在元素周期表中的位置如图 3 所示,其中 M、W、X 的原子序数之和等于 30。下列判断正确的是()。

M	W	
X	Y	Z

图 3

A. M 的氢化物与 Z 的氢化物反应所得产物的水溶液呈碱性

B. 最高价氧化物的水化物的酸性 H_3XO_4 强于 HMO_3

C. X 与 Z 形成的所有化合物分子中, 各原子最外层均满足 8 电子稳定结构

D. Y 与 Z 的最高正化合价之和的数值等于 13

解析 根据短周期元素 M 、 W 、 X 、 Y 、 Z 在元素周期表中的位置可知, M 、 W 位于第二周期, X 、 Y 、 Z 位于第三周期。设 M 的原子序数为 x , 则 W 、 X 的原子序数分别为 $(x+1)$ 、 $(x+8)$, 则 $x+(x+1)+(x+8)=30$, 解得 $x=7$; 从而可知, M 为 N, W 为 O, X 为 P, Y 为 S, Z 为 Cl。因 M 的氢化物为 NH_3 , Z 的氢化物为 HCl , 则二者反应生成的 NH_4Cl 的水溶液呈酸性(NH_4^+ 水解使溶液呈酸性), A 项错误; 因非金属性 $N>P$ ($M>X$), 则最高价氧化物的水化物的酸性 HMO_3 强于 H_3XO_4 , B 项错误; X 与 Z 形成的化合物 PCl_5 分子中, 磷原子最外层为 10 电子, C 项错误; Y (S) 的最高正化合价为 +6, Z (Cl) 的最高正化合价为 +7, 则 Y 与 Z 的最高正化合价之和的数值等于 13, D 项正确。故答案为 D。

	Q	R	
T			W

图 4

例 4 短周期元素 Q 、 R 、 T 、 W 在元素周期表中的位置如图 4 所示, 其中 T 所处的周期序数与主族序数相等, 下列说法正确的是()。

A. 原子半径: $Q>R>T$

B. 原子序数比 R 多 1 的元素只能形成一种氢化物

C. W 原子得电子能力强于 Q 原子, 且可形成共价化合物 QW_2

D. W 元素的含氧酸一定为强酸

解析 根据短周期元素 Q 、 R 、 T 、 W 在元素周期表中的位置可知, Q 、 R 位于第二周期, T 、 W 位于第三周期; 因 T 所处的周期序数与主族序数相等, 则 T 为 Al; 从而可知, Q 为 C, R 为 N, W 为 S。因同周期主族元素从左到右原子半径逐渐减小, 同主族元素从上到下原子半径逐渐增大, 则原子半径: $T>Q>R$, A 项错误; 原子序数比 R 多 1 的元

素为 O, O 能形成 H_2O 和 H_2O_2 两种氢化物, B 项错误; 硫原子得电子能力强于碳原子, 且可形成共价化合物 CS_2 , C 项正确; W 元素的含氧酸 H_2SO_3 为弱酸, D 项错误。故答案为 C。

例 5 五种元素 X 、 Y 、 Z 、 W 、 M 在周期表中位置关系如图 5 所示, 其中 X 、 Y 、 Z 、 W 是短周期元素, Z 的气态氢化物与其低价氧化物能反应生成该元素的单质。下列说法正确的是()。

X			Y
	Z	W	
M			

图 5

A. X 、 Y 、 Z 、 W 形成的单质中都含有非极性共价键

B. 元素最高价氧化物对应水化物的酸性大小: $W>Z$, 简单离子半径大小关系: $W>Z>X$

C. M 的氢化物的沸点高于 X 的, 化合物 M_2O_3 有氧化性和还原性

D. 有“海洋元素”美誉的元素与 M 同周期与 W 同主族

解析 因 X 、 Y 、 Z 、 W 是短周期元素, 根据五种元素 X 、 Y 、 Z 、 W 、 M 在周期表中的位置关系可知, X 、 Y 位于第二周期, Z 、 W 位于第三周期, M 位于第四周期。因第三周期元素 Z 的气态氢化物与其低价氧化物能反应生成该元素的单质, 则 Z 为 S; 从而可知, X 为 N, Y 为 Ne, W 为 Cl, M 为 As。 Y (Ne) 形成的单质为单原子分子, 不存在化学键, A 项错误; 简单离子半径大小关系: $Z>W>X$ (因 S^{2-} 、 Cl^- 具有相同的电子层结构, Cl^- 的核电荷数较大, 其离子半径较小), B 项错误; 因 NH_3 分子间能形成氢键, NH_3 的沸点高于 AsH_3 的沸点, 则 M 的氢化物的沸点低于 X 的, C 项错误; 有“海洋元素”美誉的元素 (Br) 与 As (M) 同周期与 Cl (W) 同主族, D 项正确。故答案为 D。

点评 求解此类题目的解题思路一般是根据题给“元素周期表残表”的特点或“元素周期表残表”与原子结构及元素的性质等特点, 先推断出具体的元素, 然后应用有关知识对选项逐一进行分析判断。

(收稿日期: 2017-09-29)