

## 元素周期性 考点要弄清

安徽省灵璧县初级中学  
安徽省灵璧县黄湾中学

234200 钱 凯  
234213 华雪莹

元素的周期性规律很重要,是各地高考的热点。由于这部分知识包含的知识点多,因此考题是常考常新,常常给人耳目一新之感。下面就常见的考题特点举例分析,希望对学生学好这部分知识能够有所帮助。

### 一、考查对元素特征的识记能力

例1 下列说法正确的是( )。

- A. 常温常压下,只有一种元素的单质呈液态
- B. 周期表中所有元素都是从自然界中发现的
- C. 过渡元素不全是金属元素
- D. 常温常压下,气态单质的分子都是由非金属元素的原子形成的

**解析** 常温常压下,单质呈液态有汞(水银)和溴(液溴)两种,则选项A错误;在元素周期表中凡是用\*标出的元素符号,表示该元素是“人工合成元素”,在自然界中是不存在的,则选项B错误;根据元素周期表的结构可知,所有的过渡元素都是金属元素,则选项C错误;所有元素分为金属元素和非金属元素,常温常压下,气态单质都是非金属元素形成的,则选项D正确。

故应选D。

### 二、考查原子中粒子之间的数量关系

例2 分析发现,某陨石中含有半衰期极短的镁的一种放射性同位素<sup>28</sup>Mg,该同位素的原子核内的中子数是( )。

►40 mL,  $n(\text{OH}^-) = 40 \times 10^{-3} \text{L} \times 2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.08 \text{ mol}$ 。

1. 74 g 沉淀为  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ , 碱式盐中含  $n(\text{Mg}^{2+}) = 1.74 \text{ g} / 58 (\text{g/mol}) = 0.03 \text{ mol}$ 。

根据电荷守恒,  $3n(\text{Al}^{3+}) + 2n(\text{Mg}^{2+}) = n(\text{OH}^-) + 2n(\text{CO}_3^{2-})$ ,  $n(\text{Al}^{3+}) = (0.08 \text{ mol} + 0.005 \text{ mol} \times 2 - 0.03 \text{ mol} \times 2) / 3 = 0.01 \text{ mol}$ 。

酸式盐中H元素的质量分数为0.040 可得  $n(\text{H}) = 3.01 \text{ g} \times 0.040 \div 1 (\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}) = 0.12 \text{ mol}$ ,

- A. 12
- B. 14
- C. 16
- D. 18

**解析** 原子构成中存在这样一个数量关系: 质量数(A) = 质子数(Z) + 中子数(N), 则  $N = A - Z = 28 - 12 = 16$ 。故应选C。

### 三、考查对周期表结构的分析能力

例3 同一主族的两种元素的原子序数之差不可能是( )。

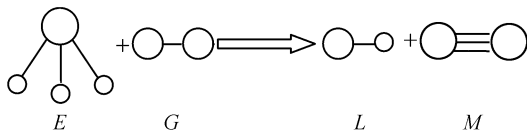
- A. 16
- B. 26
- C. 36
- D. 46

**解析** 根据周期表的结构可知: 第1、2、3、4、5、6、7、……周期所包含的元素种类依次为2、8、8、18、18、32、32、……, 同一主族的两种元素的原子序数相差等于2、8、8、18、18、32、32中的某一个或相邻几个数之和。对选项A满足:  $16 = 8 + 8$ ; 对选项B满足:  $26 = 8 + 18$ ; 对选项C满足:  $36 = 18 + 18$ ; 对于选项D而言, 46不可能用2、8、8、18、18、32、32相邻几个数的和构成。

故应选D。

### 四、考查对分子结构与分子组成的观察能力

例4 已知三角锥形分子E和直线形分子G反应, 生成两种直线形分子L和M(组成E、G、L、M分子的元素原子序数均小于10), 则下列判断错误的是( )。



$n(\text{H})$  减去  $\text{OH}^-$  中的H为水中的H, 再转化为  $\text{H}_2\text{O}$  的物质的量,  $n(\text{H}_2\text{O}) = (0.12 \text{ mol} - 0.08 \text{ mol}) \div 2 = 0.02 \text{ mol}$ 。

$n(\text{Al}^{3+}) : n(\text{Mg}^{2+}) : n(\text{OH}^-) : n(\text{CO}_3^{2-}) : n(\text{H}_2\text{O}) = 0.01 : 0.03 : 0.08 : 0.005 : 0.02 = 2 : 6 : 16 : 1 : 4$ , 该酸式盐的化学式为  $\text{Al}_2\text{Mg}_6(\text{OH})_{16}\text{CO}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 。

(收稿日期: 2017-10-10)

- A. *G* 是最活泼的非金属单质
- B. *L* 是极性分子
- C. *E* 能使紫色石蕊试液变蓝色
- D. *M* 化学性质活泼

**解析** 因 *E*、*G*、*L*、*M* 分子的元素原子序数均小于 10 可知,组成这四种分子的原子对应元素均在第二周期内,根据分子构型和化学键数确定分子组成,*E* 为三角锥形,大原子形成三个化学键,说明该原子最外层有 5 个电子;小原子只形成一个单键,推知该原子最外层有 1 个或 7 个电子,它应是  $\text{NH}_3$ ; *G* 是双原子分子,原子之间只有一个共价键,它应为  $\text{F}_2$ ; *L* 是  $\text{HF}$ , *M* 是双原子分子,原子间形成三键,应为  $\text{N}_2$ ; 因氟气(*G*) 是最活泼的非金属单质,  $\text{HF}$ (*L*) 是由极性键形成的极性分子,  $\text{NH}_3$ (*E*) 的水溶液显碱性,能使紫色石蕊试纸变蓝色;而氮气分子(*M*) 中氮氮三键很稳定,其化学性质不活泼。

故应选 D。

#### 五、考查对元素原子电子层结构的判断能力

**例 5** 甲、乙两元素原子的 *L* 层电子数都是其它层电子数的 2 倍。下列推断正确的是( )。

- A. 甲与乙处于同一周期
- B. 甲与乙处于同一主族
- C. 甲与乙的单质都是原子晶体
- D. 甲与乙的原子序数之和为偶数

**解析** 由题中“原子的 *L* 层电子数都是其它层电子数的 2 倍”可知:*L* 层可能为次外层或最外层。若 *L* 层为最外层,则原子电子层结构为 *K* 层排 2 个电子,*L* 层排 4 个电子,则该元素为碳。若 *L* 层为次外层,则 *L* 层排 8 个电子,*M* 层为 2 个电子,则该元素为镁。由此可知,碳与镁既不属于同周期,也不属于同主族,则选项 A、B 均错误;镁单质属于金属晶体,而碳形成的单质有金刚石和石墨,金刚石属于原子晶体,石墨属于过渡型晶体,则选项 C 错误;碳、镁原子序数之和为 18,是偶数,则选项正确。

故应选 D。

**例 6** (2106 年全国卷 III) 四种短周期主族元素 *W*、*X*、*Y*、*Z* 的原子序数依次增大,*W*、*X* 的简单离子具有相同电子层结构,*X* 的原子半径是短

周期主族元素原子中最大的,*W* 与 *Y* 同族,*Z* 与 *X* 形成的离子化合物的水溶液呈中性。下列说法正确的是( )。

- A. 简单离子半径:  $r(\text{W}) < r(\text{X}) < r(\text{Z})$
- B. *W* 与 *X* 形成的化合物溶于水后溶液呈碱性
- C. 气态氢化物的热稳定性:  $\text{W} < \text{Y}$
- D. 最高价氧化物的水化物的酸性:  $\text{Y} > \text{Z}$

**解析** 根据“*X* 的原子半径是短周期主族元素原子中最大的”可知 *X* 为 Na,结合题给条件推出 *W* 为 O(或 N),*Y* 为 S(或 P),*Z* 为 Cl。  $\text{Cl}^-$  具有 3 个电子层,  $\text{Na}^+$ 、 $\text{O}^{2-}$ (或  $\text{N}^{3-}$ ) 具有相同的电子层结构,则核电荷数越小,离子半径越大,所以简单离子半径为  $r(\text{Cl}^-) > r(\text{O}^{2-})$ (或  $\text{N}^{3-}) > r(\text{Na}^+)$ ,则选项 A 错误;非金属性越强,气态氢化物越稳定,则选项 C 错误;非金属性越强,最高价氧化物的水化物的酸性越强,则选项 D 错误。

故应选 B。

#### 六、考查对分子结构的掌握情况

**例 7** 下列分子中所有原子都满足最外层为 8 电子结构的是( )。

- A.  $\text{BF}_3$
- B.  $\text{H}_2\text{O}$
- C.  $\text{SiCl}_4$
- D.  $\text{PCl}_5$

**解析** 以原子结构为切入点,考查常见分子的结构。由每个原子最外层电子数→画电子式→推出结论。 $\text{BF}_3$  中 B 原子最外层只有 6 个电子,  $\text{H}_2\text{O}$  中 H 原子最外层只有两个电子,  $\text{PCl}_5$  中 P 原子最外层有 10 个电子,只有  $\text{SiCl}_4$  中硅、氯原子最外层均达到 8 个电子。

故应选 C。

#### 七、考查对主族金属失去电子数和化合价关系的思维能力

**例 8** 等物质的量的主族金属 *A*、*B*、*C* 分别与足量的稀盐酸反应,所得氢气的体积依次为  $V_A$ 、 $V_B$ 、 $V_C$ ,已知  $V_B = 2V_C$ ,  $V_A = V_B + V_C$ ,则在 *C* 的生成物中,该金属元素的化合价为( )。

- A. +1
- B. +2
- C. +3
- D. +4

**解析** 通过金属与酸反应考查化合价与氢气体积之间的关系。金属物质的量相同,且均为主族元素,由电子得失守恒有:  $2M \sim n\text{H}_2$ ,当金属物质的量相同且完全反应时,同条件下产生氢气体积

与金属化合价成正比。由  $V_B = 2V_C$  知:  $V_A = V_B + V_C = 3V_C$ , A、B、C 金属元素化合价之比为  $3V_C:2V_C:V_C=3:2:1$ 。而金属原子最外层电子不超过 4 个,故 A、B、C 在生成物中的化合价分别为 +3、+2、+1。故应选 A。

#### 八、考查元素化合价与原子结构关系

例 9 下列说法正确的是( )。

A. 非金属元素呈现的最高化合价不超过该元素原子的最外层电子数

B. 非金属元素呈现的最低化合价,其绝对值等于该元素原子的最外层电子数

C. 最外层有 2 个电子的原子都是金属原子

D. 最外层有 5 个电子的原子都是非金属原子

解析 根据原子结构与化合价的关系可知:非金属元素最高正化合价等于该原子最外层电子数(O、F 例外),则选项 A 正确;非金属元素最低化合价的绝对值等于  $8 - (\text{该元素最外层电子数})$ ,如 N 呈 -3 价,  $5 - 8 = -3$ 。对于氢,负化合价与正化合价绝对值之和等于 2, H 只有 +1、-1 和 0 价,则选项 B 错误;氦最外层为 2 个电子,它不是金属,则选项 C 错误;最外层为 5 个电子的原子有氮、磷、砷、锑、铋,而锑、铋为金属原子,则选项 D 错误。

故应选 A。

#### 九、考查对微粒中质子数、中子数和电子数之间的关系掌握情况

例 10 下列离子中,电子数大于质子数且质子数大于中子数的是( )。

A.  $D_3O^+$  B.  $Li^+$  C.  $OD^-$  D.  $OH^-$

解析 本题考查微粒结构。由“离子中电子数大于质子数”可知,该微粒应该是阴离子, D 原子是  $^2H$ ,其质子数等于中子数,  $OH^-$  中  $^1H$  原子没有中子,所以  $OH^-$  中质子数大于中子数。

故应选 D。

#### 十、考查对晶体结构和性质的掌握情况

例 11 下列说法错误的是( )。

A. 原子晶体中只存在非极性共价键

B. 分子晶体的状态变化,只需要克服分子间作用力

C. 金属晶体通常具有导电、导热和良好的延

展性

D. 离子晶体在熔化状态下能导电

解析 原子晶体中存在极性共价键和非极性共价键,如二氧化硅、碳化硅、氮化硅等都含有极性共价键;而金刚石、硅、硼晶体都含有非极性共价键,则选项 A 错误;分子晶体中的分子是由分子间作用力(含氢键作用力)结合的,状态变化(如熔化),仅仅是分子之间的距离发生变化,分子本身没有变化,则选项 B 正确;导电、导热和良好的延展性是金属晶体的通性,则选项 C 正确;离子晶体由阴、阳离子组成,熔融状态下离子能自由移动,所以能导电,它是检验离子化合物与共价化合物的一种实验方法,则选项 D 正确。

故应选 A。

#### 十一 考查综合分析能力

例 12 (2016 年江苏卷)短周期主族元素 X、Y、Z、W 原子序数依次增大, X 原子的最外层有 6 个电子, Y 是迄今发现的非金属性最强的元素,在周期表中 Z 位于 I A 族, W 和 X 属于同一主族。下列说法正确的是( )。

A. 元素 X、W 的简单阴离子具有相同的电子层结构

B. 由 Y、Z 两种元素组成的化合物是离子化合物

C. W 的简单气态氢化物的热稳定性比 Y 强

D. 原子半径:  $r(X) < r(Y) < r(Z) < r(W)$

解析 根据题意推知, X、Y、Z、W 分别为 O、F、Na 和 S。对于 A 选项,由于  $O^{2-}$  与  $S^{2-}$  的电子层结构不同,则选项 A 错误;对于 B 选项, NaF 为离子化合物,则选项 B 正确;对于 C 选项,因 F 的非金属性比 S 强,所以氢化物的热稳定性:  $HF > H_2S$ ,则选项 C 错误;对于 D 选项,原子半径:  $r(Na) > r(S) > r(O) > r(F)$ ,则选项 D 错误。

故应选 B。

例 13 (2016 年全国卷 II) a、b、c、d 为短周期元素, a 的原子中只有 1 个电子,  $b^{2-}$  和  $c^+$  离子的电子层结构相同, d 与 b 同族。下列叙述错误的是( )。

A. a 与其它三种元素形成的二元化合物中其化合价均为 +1 价

B. b 与其它三种元素均可形成至少两种二元

化合物

C.  $c$  的原子半径是这些元素中最大的

D.  $d$  与  $a$  形成的化合物的溶液呈弱酸性

**解析** 根据  $a$  原子中只有 1 个电子可确定  $a$  为 H, 由  $b^{2-}$  和  $c^+$  离子的电子层结构相同, 可知  $b$  和  $c$  分别位于第二、三周期, 则  $b$ 、 $c$  分别为 O 和 Na,  $d$  与  $b$  同族, 则  $d$  为 S。二元化合物  $H_2O$ 、 $H_2S$  中 H 均为 +1 价, 而 NaH 中 H 为 -1 价, 则选项 A 错误, 符合题干要求; O 与其它三种元素可分别形成  $H_2O$  和  $H_2O_2$ 、 $Na_2O$  和  $Na_2O_2$ 、 $SO_2$  和  $SO_3$ , 则选项 B 正确, 不符合题干要求; 根据四种元素在周期表中的位置可确定原子半径:  $r(\text{Na}) > r(\text{S}) > r(\text{O}) > r(\text{H})$ , 则选项 C 正确, 不符合题干要求;  $H_2S$  在溶液中部分电离而使溶液呈弱酸性, 则选项 D 正确, 不符合题干要求。

故应选 A。

**例 14** (2016 年浙江卷) 短周期元素 X、Y、Z、W 的原子序数依次增大, X 原子最外层电子是其电子层数的 2 倍, X、Y 的核电荷数之比为 3:4。W<sup>-</sup> 的最外层为 8 电子结构。金属单质 Z 在空气中燃烧生成的化合物可与水发生氧化还原反应。下列说法正确的是( )。

A. X 与 Y 能形成多种化合物, 一般条件下都能与 Z 的最高价氧化物的水化物发生反应

B. 原子半径大小:  $r(\text{X}) < r(\text{Y})$ ,  $r(\text{Z}) > r(\text{W})$

C. 化合物  $Z_2Y$  和  $ZWY_3$  都只存在离子键

D. Y、W 的某些单质或两元素之间形成的某些化合物可作水的消毒剂

**解析** 结合四种元素的原子序数依次增大及 X 原子核最外层电子数是其电子层数的 2 倍, 可知 X 为碳元素; X、Y 的核电荷数之比为 3:4, 则 Y 为氧元素; 金属单质 Z 在空气中燃烧生成的化合物可与水发生氧化还原反应, 则 Z 为钠元素; 又因 W<sup>-</sup> 的最外层为 8 电子结构, 结合四种元素原子序数依次增大, 故 W 为氯元素。对于选项 A, 碳和氧形成的化合物主要为 CO、CO<sub>2</sub>, 其中 CO 不能与氢氧化钠反应, 则选项 A 错误; 对于选项 B, 原子半径:  $r(\text{C}) > r(\text{O})$ ,  $r(\text{Na}) > r(\text{Cl})$ , 则选项 B 错误; 对于选项 C, 化合物 Na<sub>2</sub>O 中只存在离子键, 而化合物 NaClO<sub>3</sub> 中存在离子键和共价键, 则选项 C 错误; 对于选项 D, O<sub>3</sub>、Cl<sub>2</sub>、ClO<sub>2</sub> 等均可用作水

的消毒剂, 则选项 D 正确。

故应选 D。

**例 15** 甲、乙、丙、丁为前三周期元素形成的微粒, 它们的电子总数相等。已知甲、乙、丙为双原子分子或负二价双原子阴离子, 丁为原子。

(1) 丙与钙离子组成的离子化合物跟水反应产生一种可燃性气体, 反应的化学方程式是 \_\_\_\_\_;

(2) 乙在高温时是一种还原剂, 请用化学方程式表示它在工业上的一种重要用途: \_\_\_\_\_;

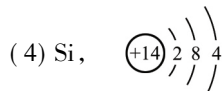
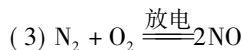
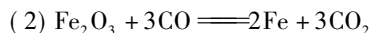
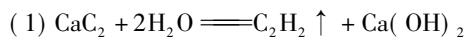
(3) 在一定条件下, 甲与 O<sub>2</sub> 反应的化学方程式 \_\_\_\_\_;

(4) 丁的元素符号是 \_\_\_\_\_, 它的原子结构示意图为 \_\_\_\_\_;

(5) 丁的氧化物的晶体结构与 \_\_\_\_\_ 的晶体结构相似。

**解析** 元素范围: 1 ~ 18 号元素; 微粒共同点: 电子总数相等, 不是最外层电子数相等; 微粒结构特点: 双原子分子、负二价阴离子、原子。由于它们的电子数相等, 所以双原子分子只有一种是同元素的双原子分子。本题题眼应是“丙与钙离子组成的离子化合物跟水反应产生一种可燃性气体”。思维切入点是微粒结构特点, 中学化学中介绍了两种“负二价阴离子”O<sub>2</sub><sup>2-</sup>、C<sub>2</sub><sup>2-</sup>, 对应的物质是 Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub>、CaC<sub>2</sub>。由“丙与钙离子组成的离子化合物跟水反应产生一种可燃性气体”可知, 丙是 C<sub>2</sub><sup>2-</sup>, 电子总数为 14, 电子数为 14 的原子是硅, 相同元素的双原子分子为 N<sub>2</sub>, 另一双原子分子为 CO(可由乙在高温时是一种还原剂得到提示)。因此四种微粒分别是: 甲 - N<sub>2</sub>, 乙 - CO, 丙 - C<sub>2</sub><sup>2-</sup>, 丁 - Si。

答案:



(5) 金刚石

(收稿日期: 2017 - 10 - 10)