

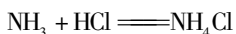
# 2018 年高考“物质结构 元素周期律”试题赏析

江苏省宜兴市徐舍中学 214241 侯德春

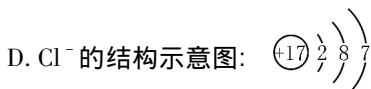
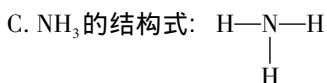
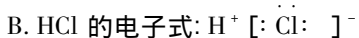
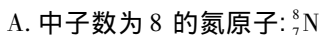
“物质结构 元素周期律”是高考化学试题的热点。现以2018年高考有关“物质结构 元素周期律”试题为例说明其考查方式与解题思路,希望对学生有所启发。

## 一、考查表示物质结构的化学用语正误的判断

例1 (江苏化学卷)用化学用语表示



中的相关微粒,其中正确的是( )。



解析 在核素符号中,元素符号左上角的数字为质量数,左下角的数字为质子数(N的质子数是7),中子数为8的氮原子的质量数为15,其核素符号为 ${}^{15}_7\text{N}$ ,A项错误;HCl是共价化合物,其电子式为 $\text{H}:\ddot{\text{Cl}}:$ ,B项错误; $\text{NH}_3$ 分子中含3个N—H键,C项正确; $\text{Cl}^-$ 核外有18个电子, $\text{Cl}^-$ 的结构

示意图为  $\left( \overset{+17}{\text{Cl}} \right) \overset{2}{\text{ }} \overset{8}{\text{ }} \overset{8}{\text{ }} \overset{7}{\text{ }} \right)$ ,D项错误。故答案为C。

点评 此题考查了核素符号、电子式、结构式和离子结构示意图正误的判断,掌握其书写方法(尤其是质量数与质子数和中子数的关系、离子结构示意图与原子结构示意图的区别、共价化合物的电子式与离子化合物的电子式的区别)是解题的关键。

## 二、考查微粒数与化学键数目的计算与比较

例2 (全国理综课标卷Ⅲ)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

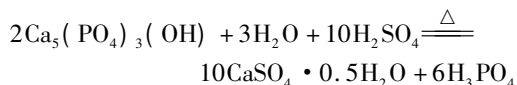
D. 1 mol 乙烷和 1 mol 乙烯中,化学键数相同

解析 对于A项,1个镁原子含有12个质子,1个铝原子含有13个质子;24 g 镁和 27 g 铝各自的物质的量都是 1 mol,则二者含有的质子数不相同,A项错误。对于B项,同等质量的氧气和臭氧,含有的氧原子数相同,因此含有的电子数相同,B项正确。对于C项,1分子重水( $\text{D}_2\text{O}$ )含有10个中子,1分子水( $\text{H}_2\text{O}$ )含有8个中子;则1 mol重水含有10 mol中子,1 mol水含有8 mol中子,二者含有的中子数比为 10 mol:8 mol=5:4,C项错误。对于D项,乙烷( $\text{C}_2\text{H}_6$ )分子中含有7个共价键(6个C—H键和1个C—C键),乙烯( $\text{C}_2\text{H}_4$ )分子中含有5个共价键(4个C—H键和1个C=C键);则1 mol乙烷含有7 mol共价键,1 mol乙烯含有5 mol共价键,二者含有的化学键数不同,D项错误。故答案为B。

点评 此题考查了一定量的有关物质中微粒数与化学键数目的计算与比较。其解题关键有两点:一是要掌握有关物质的结构(所含微粒数与化学键数);二是要掌握根据物质的质量和摩尔质量计算物质的量的方法。

## 三、考查元素周期律

例3 (北京理综卷,节选)磷精矿粉酸浸时发生反应:



(1) 该反应体现出酸性关系:  $\text{H}_3\text{PO}_4$  \_\_\_\_\_  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (填“>”或“<”)。(2) 结合元素周期律解释(1)中结论:P和S电子层数相同,\_\_\_\_\_。

解析 (1) 根据非金属性:  $\text{P} < \text{S}$ ,则酸性:  $\text{H}_3\text{PO}_4 < \text{H}_2\text{SO}_4$  (或根据“强酸制弱酸”的反应原理可知,酸性:  $\text{H}_3\text{PO}_4 < \text{H}_2\text{SO}_4$ )。

(2) 用元素周期律解释,P和S电子层数相同,核电荷数  $\text{P} < \text{S}$ ,原子半径  $\text{P} > \text{S}$ ,得电子能力  $\text{P} < \text{S}$ ,非金属性  $\text{P} < \text{S}$ ;则酸性:  $\text{H}_3\text{PO}_4 < \text{H}_2\text{SO}_4$ 。

故答案为:(1) <;(2) 核电荷数  $\text{P} < \text{S}$ ,原子半径  $\text{P} > \text{S}$ ,得电子能力  $\text{P} < \text{S}$ ,非金属性  $\text{P} < \text{S}$ 。

点评 此题考查了元素最高价氧化物的水化

物酸性强弱的比较与元素周期律的应用,掌握其比较方法和元素周期律是解题的关键。

四、考查离子半径大小的比较、元素在周期表中位置与电子式的书写

例4 (天津理综卷,节选)  $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{NH}_3$  所含元素的简单离子半径由小到大的顺序( $\text{H}^-$ 除外): \_\_\_\_\_,  $\text{Mg}$  在元素周期表中的位置: \_\_\_\_\_,  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  的电子式: \_\_\_\_\_。

解析  $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{NH}_3$  所含元素的简单离子为  $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{N}^{3-}$ 、 $\text{H}^+$  ( $\text{H}^-$ 除外) 比较离子半径应该先看电子层,电子层多半径大,电子层相同时看核电荷数,核电荷数越大离子半径越小,则这几种离子半径由小到大的顺序为:  $r(\text{H}^+) < r(\text{Mg}^{2+}) < r(\text{N}^{3-}) < r(\text{Cl}^-)$ 。 $\text{Mg}$  在周期表的位置为第三周期IIA族。氢氧化镁是离子化合物,其中含有1个  $\text{Mg}^{2+}$  和2个  $\text{OH}^-$  则其电子式为  $[\text{H}:\ddot{\text{O}}:]^- \text{Mg}^{2+} [:\ddot{\text{O}}:\text{H}]^-$ 。

故答案为:(1)  $r(\text{H}^+) < r(\text{Mg}^{2+}) < r(\text{N}^{3-}) < r(\text{Cl}^-)$ ; (2) 第三周期IIA族; (3) 略。

点评 此题考查了有关简单离子半径大小的比较、元素在周期表中的位置与化合物电子式的写法,其解题关键有三点:一是掌握离子半径大小的比较方法;二是要掌握常见短周期元素在周期表中的位置;三是要掌握化合物电子式的书写方法(要弄清离子化合物与共价化合物电子式写法的差异)。

#### 五、考查有关元素的推断

1. 根据元素的原子序数大小关系、原子结构特点、元素在周期表中的位置关系及元素化合物的性质推断

例5 (全国理综课标卷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

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。因  $W$  与  $Z$  形成的化合物可与浓硫酸反应,其生成物可腐蚀玻璃,则其生成物

为  $\text{HF}$ ,从而可知  $W$  是  $\text{F}$ ,  $Z$  是  $\text{Ca}$ ; 因  $W$  与  $Y$  同族,则  $Y$  是  $\text{Cl}$ ; 因  $W$ 、 $X$ 、 $Z$  的最外层电子数之和为10,则  $X$  的最外层电子数为  $10 - 7 - 2 = 1$ ,  $X$  是  $\text{Na}$ 。从而可知,常温常压下  $X$  的单质( $\text{Na}$ )为固态, A项错误;  $Z$  的氢化物( $\text{CaH}_2$ )为离子化合物, B项正确;  $Y$  与  $Z$  形成的化合物是  $\text{CaCl}_2$ , 其水溶液显中性, C项错误;  $W$  ( $\text{F}$ ) 是最活泼的非金属,没有正价,而氟元素的最高价是+7价, D项错误。故答案为 B。

点评 此题的解题思路是根据四种元素的原子序数大小关系、原子结构特点、元素在周期表中的位置关系及元素化合物的性质推断出四种元素(其中,“ $W$ 与 $Z$ 形成的化合物可与浓硫酸反应,其生成物可腐蚀玻璃”是解题的突破口),然后应用有关知识对选项逐一进行分析判断。正确推断出四种元素、掌握有关元素及其化合物的性质(包括  $\text{F}$  元素的特殊性)和有关化合物的类型是解题的关键。

2. 根据短周期元素的原子序数大小关系、元素化合物的性质、元素在周期表中的位置特点及原子结构特点推断

例6 (全国理综课标卷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

解析  $W$ 、 $X$ 、 $Y$  和  $Z$  为原子序数依次增大的四种短周期元素。因  $W$  与  $X$  可生成一种红棕色有刺激性气味的气体,则  $W$  是  $\text{N}$ ,  $X$  是  $\text{O}$ ; 因  $Y$  的周期数是族序数的3倍,因此  $Y$  只能是第三周期,则  $Y$  是  $\text{Na}$ ; 因  $Z$  原子最外层的电子数与  $W$  的电子总数相同,即  $Z$  的最外层电子数为7,则  $Z$  是  $\text{Cl}$ 。对于 A 项,氧元素与  $\text{N}$ 、 $\text{Na}$ 、 $\text{Cl}$  三种元素均可形成两种或两种以上的二元化合物(如  $\text{NO}$ 、 $\text{NO}_2$ 、 $\text{N}_2\text{O}$ 、 $\text{N}_2\text{O}_3$ 、 $\text{N}_2\text{O}_5$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}_2$ 、 $\text{ClO}_2$ 、 $\text{Cl}_2\text{O}_7$  等), A 项正确; 对于 B 项,钠元素与氧元素形成的  $\text{Na}_2\text{O}_2$

中既含有离子键又含有共价键, B项错误; 对于C项, N、O、Na三种元素的简单离子具有相同的电子层结构(均为10电子微粒), 而氯元素的简单离子 $\text{Cl}^-$ 是18电子微粒, C项错误; 对于D项, 氮元素的氧化物 $\text{N}_2\text{O}_3$ 对应的水化物 $\text{HNO}_2$ 为弱酸, D项错误。故答案为A。

**点评** 此题的解题思路是根据四种短周期元素的原子序数大小关系、元素化合物的性质、元素在周期表中的位置特点及原子结构特点推断出四种元素, 然后应用有关知识对选项逐一进行分析判断。正确推断出四种元素、掌握有关元素及其化合物的性质、有关化合物的类型及有关离子的电子层结构特点是解题的关键。

3. 根据短周期元素的原子序数大小关系、元素在周期表中的位置关系及元素化合物的性质推断

**例7** (全国理综课标卷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.  $\text{Y}_2\text{W}_2$ 与 $\text{ZW}_2$ 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

**解析** W、X、Y、Z均为短周期元素且原子序数依次增大; 因盐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, 则YZW为 $\text{NaClO}$ , 即W为O, Y为Na, Z为Cl; 因元素X和Z同族, 则X为F。从而可知, 原子半径大小为 $X < W < Z < Y$  ( $F < O < Cl < Na$ ); 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, A项错误; 因HF是弱酸, HCl是强酸, 则X(F)的氢化物水溶液酸性弱于Z(Cl)的, B项错误;  $\text{ZW}_2$ 为 $\text{ClO}_2$ , 其中心原子是氯原子, 其分子中只存在Cl和O之间的极性共价键, C项错误; 标准状况下, W的单质 $\text{O}_2$ 或 $\text{O}_3$ 均为气态, X的单质 $\text{F}_2$ 也是气态, D项正确。故答案为D。

**点评** 此题的解题思路是根据四种短周期元素的原子序数大小关系、元素在周期表中的位置关系及元素化合物的性质推断出四种元素(其中, “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”是解题的突破口), 然后应用有关知识对选项逐一进行分析判断。正确推断出四种元素、掌握元素周期律(同周期元素与同主族元素原子半径的递变规律)、有关氢化物水溶液的酸性强弱、化学键类型的判断及有关单质的状态是解题的关键。

4. 根据短周期元素的原子序数大小关系、元素的存在特点、原子结构特点、元素在周期表中的位置推断

**例8** (江苏化学卷) 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

**解析** 短周期主族元素X、Y、Z、W原子序数依次增大; 因X是地壳中含量最多的元素, 则X为O; 因Y原子的最外层只有一个电子, 则Y为Na; 因Z位于元素周期表ⅢA族, 则Z为Al; 因W与X属于同一主族, 则W为S。对于A项, Na、Al、S(分别为Y、Z、W)都是第三周期元素, 因同周期主族元素从左到右原子半径依次减小, 则原子半径:  $r(Y) > r(Z) > r(W)$ , A项错误; 对于B项, 由X、Y组成的化合物有 $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ 中只有离子键, 而 $\text{Na}_2\text{O}_2$ 中既含离子键又含共价键, B项错误; 对于C项, 因金属性:  $Y > Z$  ( $\text{Na} > \text{Al}$ ), 则Y的最高价氧化物的水化物的碱性比Z的强, C项错误; 对于D项, 因非金属性:  $X > W$  ( $\text{O} > \text{S}$ ), 则X的简单气态氢化物的热稳定性比W的强, D项正确。故答案为D。

**点评** 此题的解题思路是根据四种短周期元素的原子序数大小关系、元素的存在特点、原子结构特点、元素在周期表中的位置推断出四种元素, 然后应用有关知识对选项逐一进行分析判断。正确推断出四种元素、掌握元素周期律(同周期主族元素原子半径的递变规律、同周期元素金属性的递变规律、同主族元素非金属性的递变规律)及有关物质所含化学键类型是解题的关键。

(收稿日期: 2018-06-22)