

“物质结构、元素周期律”考查特点分析及复习建议

——以2018年全国卷(Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ)为例

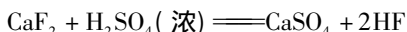
陕西师范大学附属中学 710100 孔令操

一、试题及解析

例1 (2018全国Ⅰ第12题) 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 首先应明确W、X、Y、Z为原子序数在1-20范围内依次增加的主族元素,根据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可知该反应生成了HF,结合学生已有知识可知该反应为:



所以W为F,Z为Ca,然后根据W与Y同族可知Y为Cl,最后根据W、X、Z最外层电子数之和为10,可得X为Na,至此,元素全部推出。再看选项设问:A项Na在常温常压下为固态;B项Z的氢化物CaH₂为离子化合物;C项Y和Z形成的化合物CaCl₂为强酸强碱盐,水溶液显中性;D项F与Cl同主族,Cl的最高化合价与主族序数相等为+7,但F的最高化合价不为+7,此处考查F元素在化合价层面上与同主族其他元素之间的不同。综上所述答案为B。

例2 (2018全国卷Ⅱ第10题) 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

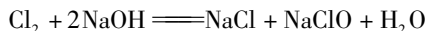
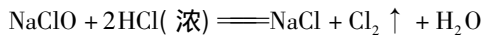
D. W的氧化物对应的水化物均为强酸

解析 W、X、Y和Z为原子序数依次增大的四种短周期元素,从W与X可生成一种红棕色有刺激性气味的气体可知:W为N,X为O;根据Y的周期数是族序数的3倍可知Y为Na;Z原子最外层的电子数与W的电子总数相同,所以Z为Cl。看选项:O可与N、Na、Cl分别形成N₂O、NO、N₂O₃、NO₂、N₂O₄、N₂O₅、Na₂O、Na₂O₂、ClO₂、Cl₂O₇等二元化合物,故A正确;B项Na与O形成的Na₂O₂中既含有离子键也含有共价键,B错;电子层结构相同的含义是核外电子层数和每一层填充的电子数均相同,W、X、Y、Z对应的简单离子分别为N³⁻、O²⁻、Na⁺、Cl⁻,Cl⁻与另外三种核外电子层结构不同,C错;N₂O₃对应的HNO₂为弱酸,D错。综上所述答案为A。

例3 (2018全国卷Ⅲ第13题) 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

解析 W、X、Y、Z均为短周期元素且原子序数依次增大,从盐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的溶液可知:涉及的化学反应包括:



需要特别注意的是,Cl₂与热的烧碱不易得到NaClO,易得到NaClO₃,所以W、Y、Z分别为O、

Na、Cl 因为 X 和 Z 同族,所以 X 为 F。看选项: A 项,同周期原子半径从左往右逐渐减小,同主族原子半径从上往下逐渐增大,所以 A 错; B 项,氢氟酸为弱酸,盐酸为强酸,故 B 不正确; Na_2O_2 含有非极性共价键,但 ClO_2 中两个 O 均与 Cl 直接相连(具体原因中学不要求掌握),不存在非极性共价键,故 C 错;标准状况下, O_2 、 F_2 均为气态。综上所述选 D。

二、考查特点

“物质结构、元素周期律”在全国卷高考中以选择题形式出现,从试题结构上可以分成两个部分:第一部分根据信息推出元素,第二部分根据元素考查相关知识。

1. 推出元素。全国卷(I、II、III)试题第一句话往往相同“W、X、Y、Z 均为短周期元素且原子序数依次增大”。元素推出的突破口包括:

- ①元素在周期表中的位置(关系);
- ②元素在地壳中的含量;
- ③原子半径;
- ④核外电子排布;
- ⑤特征颜色(如 NO_2 为红棕色、 Cl_2 为黄绿色);
- ⑥用途(如 HF 用于雕刻玻璃、液氨做制冷剂、 Cl_2 用于自来水消毒);
- ⑦特征反应现象(如 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{S} \downarrow + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ 伴有黄色沉淀析出和有刺激性气味气体产生的现象)。

2. 考查内容。全国卷(I、II、III)试题在推出元素的基础上往往从结构、性质、用途三个方面考查:结构层面考查原子半径、核外电子排布、电子式、元素化合价(如金属氢化物 NaH 、 CaH_2 中氢元素化合价为 -1)、化学键与化合物类型;性质层面考查简单氢化物的热稳定性、氧化性和还原性强弱比较、最高价氧化物对应水化物的酸碱性强弱判断、熔沸点大小的比较(常温常压下物质的状态判断);用途层面考查典型物质的典型用途,如 Si 用于制造太阳能电池板和计算机芯片、 SiO_2 用于制造光导纤维和高温耐火实验仪器等。

三、复习建议

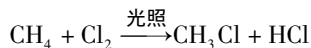
1. 知识层面

认识原子结构、元素性质与元素在元素周期

表中位置的关系。知道元素、核素的含义,了解原子核外电子的排布。认识原子结构、元素性质呈周期性变化的规律,建构元素周期律。知道元素周期表的结构,以第三周期、I A 和 VII A 族为例,掌握同一周期和同一主族内元素性质的递变规律与原子结构的关系。理解什么是化学键,知道离子键、共价键的形成及化合物类型(离子/共价)的判断。

2. 技巧层面

一方面帮助学生从真题和模拟试题中提取出常考元素(H、C、N、O、Na、Al、S、Cl)有哪些?这些元素以怎样的方式推出?在推出元素的基础上常考查元素单质及其化合物的哪些结构、性质、用途方面的知识?以 O 为例分析,常见的推出方式包括最外层电子数是次外层电子数的 3 倍(核外电子排布角度)、在地壳中的含量最高(元素在地壳中的含量角度),考查的知识常有原子半径、氧化性、阴离子还原性、简单氢化物稳定性、与其他元素形成氧化物(如 Na_2O 、 Na_2O_2)的结构。另一方面帮助学生积累常考物质的典型结构、性质(包括物理性质和化学性质)与用途;伴有特征现象的化学反应;一些“特殊”的化学反应条件,如



反应中的“光照”条件。

3. 方法层面

组织学生查阅有关元素周期表的发展史并用合适的方式表达,培养学生的科学态度与社会责任;开展学生自主设计元素周期表、自命题等活动,将优秀作品在班内、年级甚至学校公开展示,激发学生的学习兴趣;利用“物质结构与性质”方面的知识解释元素的某些性质,如从键能的角度解释简单氢化物的热稳定性、从中心原子的电负性和非羟基氧数目的角度解释最高价氧化物对应水化物的酸性强弱、从电负性的角度理解离子键和共价键的本质,促进学生建立知识之间的前后联系,达到融会贯通的目的;引导学生绘制解决有关“物质结构、元素周期律”题目的思维导图,使零散的知识系统化、网络化、结构化,从而达到提高解题速度和准确性的目的。

(收稿日期:2018-07-10)