

# 2014 年高考“物质结构 元素周期律” 试题分类例析

河南省鲁山县第三高级中学 (467300) 师殿峰

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) 下列关于化学用语的表示正确的是( )。

A. 过氧化钠的电子式:  $\text{Na} : \ddot{\text{O}} : \ddot{\text{O}} : \text{Na}$

B. 质子数为 35、中子数为 45 的溴原子:  $^{80}_{35}\text{Br}$

C. 硫离子的结构示意图:

D. 间二甲苯的结构简式:

解析 过氧化钠是离子化合物,其电子式为

$\text{Na}^+ [ : \ddot{\text{O}} : \ddot{\text{O}} : ]^{2-} \text{Na}^+$ , 则 A 项错误; 在原子构成表

=====

▶ 则  $\text{Na}_2\text{O}_2$ 、 $\text{HCl}$  和  $\text{Al}_2\text{O}_3$  物质的量之比为( )。

A. 4: 6: 1 B. 8: 6: 1 C. 3: 3: 1 D. 4: 6: 3

简析 由电量守恒, 则  $n(\text{AlO}_2^-) + n(\text{Cl}^-) = n(\text{Na}^+)$  (此类问题均忽略水解因素的影响——作者注), 而  $n(\text{AlO}_2^-) = 2n(\text{Al}_2\text{O}_3)$

$n(\text{Na}^+) = 2n(\text{Na}_2\text{O}_2)$   $n(\text{Cl}^-) = n(\text{HCl})$

所以  $2n(\text{Al}_2\text{O}_3) + n(\text{HCl}) = 2n(\text{Na}_2\text{O}_2)$

结合选项可知  $8 = 6 + 1 \times 2$   $8 \div 2 = 4$ 。

故选 A。

三、化合价的代换简化

例 5 在  $V \text{ L } \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  溶液中通入过量的  $\text{NH}_3$ , 使  $\text{Al}(\text{OH})_3$  沉淀过滤, 灼烧、电解, 然后与适量的铁红混合加热, 再将加热后的产物用  $\text{NaOH}$  处理, 最后可得  $m \text{ g}$  固体, 原溶液中  $\text{SO}_4^{2-}$  的物质的量浓度为( )。

A.  $\frac{3m}{112V} \text{ mol/L}$  B.  $\frac{3m}{56V} \text{ mol/L}$

C.  $\frac{m}{112V} \text{ mol/L}$  D.  $\frac{3m}{34V} \text{ mol/L}$

简析 铝热反应与氧化铁的俗名是此题的两个重要的考点。此题中铁和铝的化合价均在 0~3 之间变动, 所以,

$$n(\text{Fe}) = n(\text{Al}) = \frac{2}{3}n(\text{SO}_4^{2-})$$

示式( $^A_Z X$ )中  $X$  为元素符号, 元素符号左下角数字  $Z$  表示质子数, 元素符号左上角数字  $A$  表示质量数 [质量数( $A$ ) = 质子数( $Z$ ) + 中子数( $N$ )] , 则 B 项正确; 硫离子核外有 18 个电子, 硫离子的结构示意图

为

为

故答案为 B。

点评 此题考查了电子式、原子构成表示式、离

$$n(\text{SO}_4^{2-}) = \frac{3}{2}n(\text{Fe}) = \frac{3 \times m}{2 \times 56} (\text{mol})$$

$$c(\text{SO}_4^{2-}) = \frac{3m}{112V} \text{ mol/L}$$

选 A。

四、等质量的代换简化

例 6 向 4 g 由  $\text{Fe}$ 、 $\text{Al}$ 、 $\text{Ba}$ 、 $\text{Si}$  组成的合金样品中加入 20 g 20% 的盐酸, 恰好完全反应, 经测定知所生成的混合氯化物粉末中含氯 50%, 则合金中金属的质量分数为( )。

A. 0.9426 B. 0.9526 C. 0.9626 D. 0.9726

简析 若分别求出各物质的质量再相加, 即入“圈套”。

$$m(\text{HCl}) = 20 \text{ g} \times 0.20 = 4 \text{ g} = m_{\text{合金}}$$

由氯含量为 50% 知  $m(\text{Cl}^-) = m_{\text{金属}}$

$$\frac{m_{\text{金属}}}{m_{\text{合金}}} = \frac{m(\text{Cl}^-)}{c(\text{HCl})} = \frac{35.5}{36.5} = 0.9726$$

选 D。

总之, 有关铁和铝的计算题题型极为丰富, 也较难, 用常规的方法则运算量较大, 易于出错。通过一些特殊的等量代换处理往往能收到事半功倍的效果。因此, 在平时的测验, 练习中有意识地强化此法的训练是极有意义的。

(收稿日期: 2014 - 07 - 12)

子结构示意图和有机化合物结构简式正误的判断,掌握其书写方法(尤其是离子化合物与共价化合物电子式的区别、原子结构与离子结构示意图的区别、二甲苯3种同分异构体结构简式的区别)是解题的关键。

## 二、考查核素与同位素的知识

例2 (上海化学卷)“玉兔”号月球车用 $^{238}_{94}\text{Pu}$ 作为热源材料。下列关于 $^{238}_{94}\text{Pu}$ 的说法正确的是( )。

- A.  $^{238}_{94}\text{Pu}$ 与 $^{238}_{92}\text{U}$ 互为同位素  
 B.  $^{238}_{94}\text{Pu}$ 与 $^{239}_{94}\text{Pu}$ 互为同素异形体  
 C.  $^{238}_{94}\text{Pu}$ 与 $^{238}_{92}\text{U}$ 具有完全相同的化学性质  
 D.  $^{238}_{94}\text{Pu}$ 与 $^{239}_{94}\text{Pu}$ 具有相同的最外层电子数

解析  $^{238}_{94}\text{Pu}$ 与 $^{238}_{92}\text{U}$ 的质子数不同,二者不互为同位素; $^{238}_{94}\text{Pu}$ 与 $^{239}_{94}\text{Pu}$ 是Pu的两种核素,不是Pu的两种单质,二者不互为同素异形体(互为同位素); $^{238}_{94}\text{Pu}$ 与 $^{238}_{92}\text{U}$ 的质子数不同,属于不同的元素,不可能具有完全相同的化学性质; $^{238}_{94}\text{Pu}$ 与 $^{239}_{94}\text{Pu}$ 的质子数相同,具有相同的最外层电子数。故答案为D项。

点评 此题考查了核素、同位素及同素异形体的知识,掌握其概念与特点是解题的关键。同时要注意不同元素的核素(原子)的化学性质不同,同位素的质子数和核外电子数及核外电子层结构均相同。

## 三、考查原子结构的知识与化合物电子式的书写

例3 (重庆理综卷,节选)月球含有H、He、N、Na、Mg、Si等元素,是人类未来的资源宝库。

(1)  $^3\text{He}$ 是高效能原料,其原子核内的中子数为\_\_\_\_\_。

(2) Na的原子结构示意图为\_\_\_\_,Na在氧气中完全燃烧所得产物的电子式为\_\_\_\_\_。

解析 (1)在原子构成表示式中,元素符号左下角的数字(有时省略)表示质子数,元素符号左上角的数字表示质量数[质量数(A)=质子数(Z)+中子数(N)]; $^3\text{He}$ 的质子数为2,质量数为3,则中子数=3-2=1。

(2)原子结构示意图是表示原子核和核电荷数(质子数)以及核外电子在各电子层上的排布的简图;其中,小圆圈和小圆圈内的数字表示原子核及核内的质子数,弧线表示电子层,弧线上的数字分别表示该层(从内到外依次为K、L、M层等)的电子数。Na是11号元素,在元素周期表中位于第三周期

第IA族,则Na的原子结构示意图为  $\left( \begin{array}{c} \text{+11} \\ \text{2} \\ \text{8} \\ \text{1} \end{array} \right) \text{Na}$

在氧气中完全燃烧所得产物为 $\text{Na}_2\text{O}_2$ , $\text{Na}_2\text{O}_2$ 是离子化

合物,其电子式为 $\text{Na}^+ \left[ : \ddot{\text{O}} : \ddot{\text{O}} : \right]^{2-} \text{Na}^+$ 。故答案为:

(1) 1; (2)  $\left( \begin{array}{c} \text{+11} \\ \text{2} \\ \text{8} \\ \text{1} \end{array} \right) \text{Na}^+ \left[ : \ddot{\text{O}} : \ddot{\text{O}} : \right]^{2-} \text{Na}^+$ 。

点评 此题考查了原子核内中子数的判断、原子结构示意图的表示及化合物电子式的书写。其解题关键有三点:一是掌握原子构成表示式的意义和公式“质量数(A)=质子数(Z)+中子数(N)”的应用;二是掌握原子结构示意图的画法;三是有关产物的判断与其电子式的书写方法。

## 四、考查分子与离子中电子数的判断

例4 (上海化学卷)下列各组中两种微粒所含电子数不相等的是( )。

- A.  $\text{H}_3\text{O}^+$ 和 $\text{OH}^-$       B. CO和 $\text{N}_2$   
 C.  $\text{HNO}_2$ 和 $\text{NO}_2^-$       D.  $\text{CH}_3^+$ 和 $\text{NH}_4^+$

解析  $\text{H}_3\text{O}^+$ 和 $\text{OH}^-$ 中均含有10个电子(分别为 $1 \times 3 + 8 - 1 = 10$ , $8 + 1 + 1 = 10$ );CO和 $\text{N}_2$ 中均含有14个电子(分别为 $6 + 8 = 14$ , $7 \times 2 = 14$ ); $\text{HNO}_2$ 和 $\text{NO}_2^-$ 中均含有24个电子(分别为 $1 + 7 + 8 \times 2 = 24$ , $7 + 8 \times 2 + 1 = 24$ ); $\text{CH}_3^+$ 和 $\text{NH}_4^+$ 分别含有8个(即 $6 + 3 - 1 = 8$ )和10个(即 $7 + 4 - 1 = 10$ )电子。故答案为D。

点评 求解此类题目的关键是掌握分子与离子中电子数的计算方法。分子中的电子数等于所有原子的电子数之和,离子中的电子数等于相应的“分子(也可能不存在)”中所有原子的电子数之和减去阳离子所带的电荷数(或加上阴离子所带电荷数)。计算时,要注意各种原子的原子数(即元素符号右下角的数字)。

## 五、考查元素周期律的知识

例5 (上海化学卷)今年是门捷列夫诞辰180周年。下列事实不能用元素周期律解释的只有( )。

- A. 碱性:  $\text{KOH} > \text{NaOH}$   
 B. 相对分子质量:  $\text{Ar} > \text{K}$   
 C. 酸性:  $\text{HClO}_4 > \text{H}_2\text{SO}_4$   
 D. 元素的金属性:  $\text{Mg} > \text{Al}$

解析 同主族自上而下,元素的金属性逐渐增强,最高价氧化物的水化物的碱性逐渐增强;同周期自左向右(惰性气体元素除外),元素的非金属性逐渐增强,最高价氧化物的水化物的酸性逐渐增强;同周期自左向右,元素的金属性逐渐减弱;则A、C、D项均能用元素周期律解释。而相对分子质量与元素周期律无关,则B项不能用元素周期律解释。故答

案为 B.

点评 此题考查了元素周期律 掌握同周期、同主族元素及其化合物性质的变化规律是解题的关键.

例 6 (海南化学卷) 下列有关物质性质的说法错误的是( ).

- A. 热稳定性:  $\text{HCl} > \text{HI}$
- B. 原子半径:  $\text{Na} > \text{Mg}$
- C. 酸性:  $\text{H}_2\text{SO}_3 > \text{H}_2\text{SO}_4$
- D. 结合质子能力:  $\text{S}^{2-} > \text{Cl}^-$

解析 元素的非金属性越强,其氢化物的稳定性就越大,非金属性:  $\text{Cl} > \text{I}$ ,则热稳定性:  $\text{HCl} > \text{HI}$ ;同周期主族元素,随着核电荷数的增加原子半径减小,Na和Mg是同周期元素,原子序数:  $\text{Na} < \text{Mg}$ ,则原子半径:  $\text{Na} > \text{Mg}$ ;  $\text{H}_2\text{SO}_3$  是中强酸,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  是强酸,则酸性:  $\text{H}_2\text{SO}_4 > \text{H}_2\text{SO}_3$ ; 元素的非金属性越强,其对应的简单离子结合质子能力就越小,非金属性:  $\text{Cl} > \text{S}$ ,则结合质子能力:  $\text{S}^{2-} > \text{Cl}^-$ . 故答案为 C.

点评 此题考查了氢化物热稳定性、原子半径、同种元素含氧酸的酸性及简单离子结合质子能力大小的比较,掌握有关元素周期律的知识是解题的关键.

#### 六、考查原子结构与元素周期律的知识

例 7 (山东理综卷) 根据原子结构及元素周期律的知识,下列推断正确的是( ).

- A. 同主族元素含氧酸的酸性随核电荷数的增加而减弱
- B. 核外电子排布相同的微粒化学性质也相同
- C.  $\text{Cl}^-$ 、 $\text{S}^{2-}$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{K}^+$  半径逐渐减小
- D.  $^{35}_{17}\text{Cl}$  与  $^{37}_{17}\text{Cl}$  得电子能力相同

解析 同主族元素最高价含氧酸的酸性随核电荷数的增加而减弱,而 A 项没有指明是最高价含氧酸,则 A 项错误;核外电子排布相同的微粒可以是分子、原子或离子(如  $\text{O}^{2-}$ 、 $\text{F}^-$ 、 $\text{Ne}$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Al}^{3+}$  的核外电子排布相同),其化学性质不相同,则 B 项错误;电子层结构相同的离子,核电荷数越大离子半径越小,即  $\text{S}^{2-}$  半径大于  $\text{Cl}^-$ 、 $\text{K}^+$  半径大于  $\text{Ca}^{2+}$  ( $\text{S}^{2-}$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$  半径逐渐减小),则 C 项错误;  $^{35}_{17}\text{Cl}$  与  $^{37}_{17}\text{Cl}$  是氯元素的两种同位素,其得电子能力相同,则 D 项正确. 故答案为 D.

点评 此题考查了同主族元素最高价含氧酸酸性的变化规律、核外电子排布相同的微粒化学性质的特点、电子层结构相同离子的半径变化规律及同位素得电子能力的判断,掌握有关知识是解题的关键.

七、考查原子结构示意图的画法与元素非金属性递变规律的判断依据

例 8 (福建理综卷,节选) 元素周期表中第 VII

A 族元素的单质及其化合物的用途广泛.

(1) 与氯元素同族的短周期元素的原子结构示意图为 \_\_\_\_\_.

(2) 能作为氯、溴、碘元素非金属性(原子得电子能力)递变规律的判断依据是\_\_\_\_\_(填序号).

- a.  $\text{Cl}_2$ 、 $\text{Br}_2$ 、 $\text{I}_2$  的熔点
- b.  $\text{Cl}_2$ 、 $\text{Br}_2$ 、 $\text{I}_2$  的氧化性
- c.  $\text{HCl}$ 、 $\text{HBr}$ 、 $\text{HI}$  的热稳定性
- d.  $\text{HCl}$ 、 $\text{HBr}$ 、 $\text{HI}$  的酸性

解析 (1) 与氯元素同族的短周期元素为氟元

素,其原子结构示意图为  $\left( +9 \right) \begin{array}{l} 2 \\ 7 \end{array}$ .

(2) 非金属单质的氧化性、非金属元素氢化物的热稳定性能作为元素非金属性递变规律的判断依据,而非金属单质的熔点(物理性质)、非金属元素氢化物的酸性不能作为元素非金属性递变规律的判断依据,则 b、c 项能作为氯、溴、碘元素非金属性递变规律的判断依据.

故答案为: (1)  $\left( +9 \right) \begin{array}{l} 2 \\ 7 \end{array}$ ; (2) b、c.

点评 第(1)小题要求用原子结构示意图回答,掌握元素周期表的结构与原子结构示意图的画法是解题的关键. 第(2)小题考查了元素非金属性递变规律的判断依据,掌握有关知识是解题的关键. 元素非金属性强弱的判断依据主要有: ①非金属元素在周期表中的位置; ②非金属单质跟氢气反应生成氢化物的难易; ③非金属元素的氢化物的稳定性; ④元素最高价氧化物对应水化物的酸性强弱; ⑤非金属单质与盐溶液或酸溶液的置换反应; ⑥非金属单质的氧化性强弱; ⑦非金属元素对应阴离子的还原性强弱.

#### 八、考查有关元素的推断

1. 根据元素在周期表中的位置关系和原子结构特点推断元素

例 9 (浙江理综卷) 如表所示的五种元素中, W、X、Y、Z 为短周期元素,这四种元素的原子最外层电子数之和为 22. 下列说法正确的是( ).

	X	Y	
W			Z
T			

A. X、Y、Z 三种元素最低价氢化物的沸点依次升高

B. 由 X、Y 和氢三种元素形成的化合物中只有共价键

C. 物质  $\text{WY}_2$ 、 $\text{W}_3\text{X}_4$ 、 $\text{WZ}_4$  均有熔点高、硬度大的

特性

D.  $T$  元素的单质具有半导体的特性,  $T$  与  $Z$  元素可形成化合物  $TZ_4$

解析 设  $W$  元素的原子最外层电子数为  $x$ , 则  $X$ 、 $Y$  和  $Z$  元素的原子最外层电子数分别为  $(x+1)$ 、 $(x+2)$  和  $(x+3)$ . 由题意得  $x+(x+1)+(x+2)+(x+3)=22$ , 解得  $x=4$ , 则  $W$  为 Si, 从而可知  $X$ 、 $Y$  和  $Z$  分别为 N、O 和 Cl,  $T$  为 Ge. 则  $X$ 、 $Y$ 、 $Z$  三种元素最低价氢化物中,  $HCl$  的沸点最低(沸点:  $H_2O > NH_3 > HCl$ ); 由  $X$ 、 $Y$  和氢三种元素形成的化合物  $NH_4NO_3$  中既含有离子键又含有共价键;  $WZ_4$  ( $SiCl_4$ ) 为分子晶体, 熔点较低、硬度较小;  $T$  ( $Ge$ ) 元素的单质具有半导体的特性,  $T$  ( $Ge$ ) 与  $Z$  ( $Cl$ ) 元素可形成化合物  $TZ_4$  ( $GeCl_4$ ). 故答案为 D.

点评 此题的解题思路是首先根据元素在周期表中的位置关系和四种短周期元素的原子最外层电子数之和推断出五种元素, 然后应用有关知识对选项进行逐一判断. 正确推断出五种元素、并掌握有关物质的性质与结构特点是解题的关键.

2. 根据元素在周期表中的位置关系和元素单质的性质推断元素

例 10 (广东理综卷) 甲~辛等元素在周期表中的相对位置如图 1. 甲和戊的原子序数相差 3, 戊的一种单质是自然界硬度最大的物质, 丁和辛属同周期元素. 下列判断正确的是

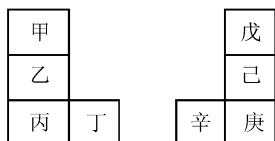


图 1

( ).

- A. 金属性: 甲 > 乙 > 丁
- B. 原子半径: 辛 > 己 > 戊
- C. 丙和庚的原子核外电子数相差 13
- D. 乙的单质在空气中燃烧生成只含离子键的化合物

解析 因戊的一种单质是自然界硬度最大的物质, 则戊为 C, 从而可知, 己为 Si, 庚为 Ge, 辛为 Ga; 因甲和戊的原子序数相差 3, 则甲为 Li, 从而可知, 乙为 Na, 丙为 K, 丁为 Ca. 则金属性: 甲 < 乙 < 丁; 原子半径: 辛 > 己 > 戊; 丙( $_{19}K$ ) 和庚( $_{32}Ge$ ) 的原子核外电子数相差 13 (即  $32 - 19 = 13$ ); 乙 ( $Na$ ) 的单质在空气中燃烧生成  $Na_2O_2$ ,  $Na_2O_2$  既含有离子键又含有共价键. 故答案为 B、C.

点评 此题的解题思路是首先根据元素单质的性质和元素在周期表中的位置关系推断出八种元素, 然后应用有关知识对选项进行逐一判断. 正确推

断出八种元素、并掌握元素周期律及有关原子结构与化合物的结构特点是解题的关键.

3. 根据元素在周期表中的位置关系和离子结构特点及元素的性质推断元素

例 11 (全国理综课标卷 I)  $X$ 、 $Y$ 、 $Z$  均是短周期元素,  $X$ 、 $Y$  处于同一周期,  $X$ 、 $Z$  的最低价离子分别为  $X^{2-}$  和  $Z^{-}$ ,  $Y^{+}$  和  $Z^{-}$  离子具有相同的电子层结构. 下列说法正确的是( ).

- A. 原子最外层电子数:  $X > Y > Z$
- B. 单质沸点:  $X > Y > Z$
- C. 离子半径:  $X^{2-} > Y^{+} > Z^{-}$
- D. 原子序数:  $X > Y > Z$

解析 因  $X$ 、 $Y$ 、 $Z$  均是短周期元素,  $X$ 、 $Y$  处于同一周期,  $X$ 、 $Z$  的最低价离子分别为  $X^{2-}$  和  $Z^{-}$ ,  $Y^{+}$  和  $Z^{-}$  离子具有相同的电子层结构, 则  $Z$  为 F,  $Y$  为 Na,  $X$  为 S. 从而可知, 原子最外层电子数:  $Z > X > Y$  ( $F > S > Na$ ), 单质沸点:  $Y > X > Z$  ( $Na > S > F$ ); 离子半径:  $X^{2-} > Z^{-} > Y^{+}$  ( $S^{2-} > F^{-} > Na^{+}$ ); 原子序数:  $X > Y > Z$  ( $S > Na > F$ ). 故答案为 D.

点评 此题的解题思路是首先根据元素在周期表中的位置关系和离子结构特点及元素的性质推断出三种元素, 然后应用有关知识对选项进行逐一判断. 正确推断出三种元素、并掌握元素“构、位、性”的关系是解题的关键.

4. 根据元素在周期表中的位置关系、原子与离子结构特点及元素的存在特点推断元素

例 12 (江苏化学卷) 短周期主族元素  $X$ 、 $Y$ 、 $Z$ 、 $W$  的原子序数依次增大,  $X$  原子的最外层电子数是其内层电子数的 2 倍,  $Y$  是地壳中含量最高的元素,  $Z^{2+}$  与  $Y^{2-}$  具有相同的电子层结构,  $W$  与  $X$  同主族. 下列说法正确的是( ).

- A. 原子半径大小顺序:  $r(W) > r(Z) > r(Y) > r(X)$
- B.  $Y$  分别与  $Z$ 、 $W$  形成的化合物中化学键类型相同
- C.  $X$  的最高价氧化物对应水化物的酸性比  $W$  的弱
- D.  $Y$  的气态简单氧化物的热稳定性比  $W$  的强

解析 短周期主族元素  $X$ 、 $Y$ 、 $Z$ 、 $W$  的原子序数依次增大. 因  $X$  原子的最外层电子数是其内层电子数的 2 倍, 则  $X$  为 C; 因  $Y$  是地壳中含量最高的元素, 则  $Y$  为 O; 因  $Z^{2+}$  与  $Y^{2-}$  具有相同的电子层结构, 则  $Z$  为 Mg; 因  $W$  与  $X$  同主族, 则  $W$  为 Si. 从而可知, 原子半径大小顺序:  $r(Z) > r(W) > r(X) > r(Y)$  [ $r(Mg) > r(Si) > r(C) > r(O)$ ];  $Y$  分别与  $Z$ 、 $W$  形成的化合物分别为  $MgO$  和  $SiO_2$ ,  $MgO$  中的化学键是

离子键, SiO<sub>2</sub> 中的化学键是共价键; X(C) 的最高价氧化物对应水化物的酸性比 W(Si) 的强(因碳的非金属性比硅强); Y(O) 的气态简单氢化物的热稳定性比 W(Si) 的强(因氧的非金属性比硅强). 故答案为 D.

点评 此题的解题思路是首先根据元素在周期表中的位置关系、原子与离子结构特点及元素的存在特点推断出四种元素, 然后应用有关知识对选项进行逐一判断. 正确推断出四种元素、并掌握元素“构、位、性”的关系及元素周期律是解题的关键.

5. 根据元素在周期表中的位置关系和原子结构特点及元素化合物的性质推断元素

例 13 (全国理综大纲卷) A、B、D、E、F 为短周期元素, 非金属元素 A 最外层电子数与其周期数相同, B 的最外层电子数是其所在周期数的 2 倍. B 在 D 中充分燃烧能生成其最高价化合物 BD<sub>2</sub>. E<sup>+</sup> 与 D<sup>2-</sup> 具有相同的电子数. A 的单质在 F 的单质中燃烧, 产物溶于水得到一种强酸.

回答下列问题:

(1) A 在周期表中的位置是 \_\_\_\_\_, 写出一种工业制备单质 F 的离子方程式 \_\_\_\_\_.

(2) B、D、E 组成的一种盐中, E 的质量分数为 43%, 其俗名为 \_\_\_\_\_, 其水溶液与 F 单质反应的化学方程式为 \_\_\_\_\_; 在产物中加入少量 KI, 反应后加入 CCl<sub>4</sub> 并振荡, 有机层显 \_\_\_\_\_ 色.

(3) 由这些元素组成的物质, 其组成和结构信息如下表:

物质	组成和结构信息
a	含有 A 的二元离子化合物
b	含有非极性共价键的二元离子化合物, 且原子数之比为 1:1
c	化学组成为 BDF <sub>2</sub>
d	只存在一种类型作用力且可导电的单质晶体

a 的化学式为 \_\_\_\_\_; b 的化学式为 \_\_\_\_\_; c 的电子式为 \_\_\_\_\_; d 的晶体类型是 \_\_\_\_\_.

(4) 由 A 和 B、D 元素组成的两种二元化合物形成一类新能源物质. 一种化合物分子通过 \_\_\_\_\_ 键构成具有空腔的固体; 另一种化合物(沼气的主要成分) 分子进入该空腔, 其分子的空间结构为 \_\_\_\_\_.

解析 因非金属元素 A 最外层电子数与其周期数相同, 则 A 为 H; 因 B 的最外层电子数是其所在周期数的 2 倍, 则 B 为 C; 因 B 在 D 中充分燃烧能生成其最高价化合物 BD<sub>2</sub>, 则 D 为 O; 因 E<sup>+</sup> 与 D<sup>2-</sup> 具有相同的电子数, 则 E 为 Na; 因 A 的单质(H<sub>2</sub>) 在 F 的单质中燃烧, 产物溶于水得到一种强酸, 则 F 为 Cl. 从而可知:

(1) A 在周期表中的位置是第一周期第 I A 族; 工业上常用电解饱和 NaCl 溶液的方法制取 Cl<sub>2</sub>(单质 F), 其离子方程式为  $2\text{Cl}^- + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{通电}} \text{H}_2 \uparrow + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-$ .

(2) B、D、E(C、O、Na) 组成的一种盐中, E(Na) 的质量分数为 43% 的盐为 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, 其俗名为纯碱或苏打; 其水溶液与 F 单质(Cl<sub>2</sub>) 反应, 可理解为 Cl<sub>2</sub> 先与水反应生成 HCl 和 HClO, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 水解有 NaHCO<sub>3</sub> 和 NaOH 生成, 然后 NaOH 再分别与 HCl 和 HClO 反应, 其产物为 NaCl、NaClO 和 NaHCO<sub>3</sub>, 其化学方程式为  $2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{NaCl} + \text{NaClO} + 2\text{NaHCO}_3$ ; 在产物中加入少量 KI, NaClO 将 KI 氧化生成 I<sub>2</sub>, 反应后加入 CCl<sub>4</sub> 并振荡, 有机层显紫色.

(3) 因 a 为含有 A(H) 的二元离子化合物, 则 a 的化学式为 NaH; 因 b 为含有非极性共价键的二元离子化合物, 且原子数之比为 1:1, 则 b 的化学式为 Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 和 Na<sub>2</sub>C<sub>2</sub>; 因 c 的化学组成为 BDF<sub>2</sub>(COCl<sub>2</sub>), 则 c

的电子式为  $\text{Cl}:\overset{\text{O}}{\underset{\cdot\cdot}{\text{C}}}:\text{Cl}$ ; 因 d 为只存在一种类型作用力

且可导电的单质晶体, 则 d 为金属钠, 属于金属晶体.

(4) 由 A 和 B、D(H 和 C、O) 元素组成的两种二元化合物(CH<sub>4</sub>、H<sub>2</sub>O) 形成一类新能源物质. 一种化合物(H<sub>2</sub>O) 分子通过氢键构成具有空腔的固体; 另一种化合物(沼气的主要成分, 即 CH<sub>4</sub>) 分子进入该空腔, CH<sub>4</sub> 分子的空间结构为正四面体.

故答案为:

(1) 第一周期第 I A 族  $2\text{Cl}^- + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{通电}} \text{H}_2 \uparrow + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-$ ;

(2) 纯碱或苏打  $2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{NaCl} + \text{NaClO} + 2\text{NaHCO}_3$ , 紫;

(3) NaH, Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 和 Na<sub>2</sub>C<sub>2</sub>,  $\text{Cl}:\overset{\text{O}}{\underset{\cdot\cdot}{\text{C}}}:\text{Cl}$ , 金属晶体;

(4) 氢, 正四面体.

点评 此题以五种短周期元素的推断为前提, 考查了元素在周期表中位置的判断、有关反应离子方程式或化学方程式的书写、物质的俗名、有关物质在有机溶剂中颜色的判断、化学式的推断、电子式的书写、晶体类型与氢键及空间构型的判断等. 根据元素在周期表中的位置关系和原子结构特点及元素化合物的性质推断出五种元素是解题的前提, 掌握有关知识是解题的关键. 其中 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 溶液与 Cl<sub>2</sub> 反应的化学方程式的书写会使一些同学束手无策, b 的化学式一些同学会漏写 Na<sub>2</sub>C<sub>2</sub>.

(收稿日期: 2014-06-15)