

## 元素推断类试题高考考查的视角

江苏省启东中学 226200 陈金春

元素推断类试题因能够将元素化合物的知识与元素周期律和元素周期表的知识联系起来,既有较好的知识覆盖面又能考查学生对知识的综合应用能力而备受命题者的青睐,成为高考的热点。下面对2015年高考试题中关于元素推断方面的试题进行分类解析。

角度一:根据元素周期表结构与原子电子层结构的关系进行推断

例1 (全国)元素 $a$ 、 $b$ 、 $c$ 、 $d$ 的原子序数依次增大,其最外层电子数分别是1、6、7、1。 $a^-$ 的电子层结构和氩相同, $b$ 与 $c$ 的次外层有8个电子, $c^-$ 和 $d^+$ 的电子层结构相同,以下说法不正确的是( )。

- A. 元素的非金属性次序为 $c > b > a$
- B.  $a$ 和其他3种元素均能形成共价化合物
- C.  $d$ 和其他3种元素均能形成离子化合物
- D. 元素 $a$ 、 $b$ 、 $c$ 各自最高和最低化合价的代数和分别为0、4、6

解析 根据题意推出 $a$ 、 $b$ 、 $c$ 、 $d$ 依次为H、S、Cl、K,根据元素周期表的性质及递变规律,A选项,非金属性 $c > b > a$ ;B选项,H能与S、Cl形成共价化合物,但是与K只能形成离子化合物;C选项,K是金属元素只能和其他元素形成离子化合物;根据化合价的递变规律,D选项也是正确的,所以答案选B。

答案: B。

角度二:根据元素及其化合物的性质推断

例2 (上海)短周期元素甲、乙、丙、丁的原子序数依次增大,甲和丁的原子核外均有两个未成对电子,乙、丙、丁最高价氧化物对应的水化物两两之间能相互反应。以下叙述不正确的是( )。

- A. 元素丙的单质可用于冶炼金属
- B. 甲与丁形成的分子中有非极性分子
- C. 简单离子半径:丁 $>$ 乙 $>$ 丙
- D. 甲与乙形成的化合物均有强氧化性

解析 由题意可得,甲为C( $1s^2 2s^2 2p^2$ )或O( $1s^2 2s^2 2p^4$ ),乙为Na,丙为Al(满足最高价氧化物对应的水化物两两之间能相互反应的一定有Al),丁为S( $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$ ),铝单质可以用来冶炼金属,比如铝热反应,A选项正确;甲与丁形成的 $CS_2$ 或 $SO_3$ 为非极性分子,B选项正确;简单离子半径: $S^{2-} > Na^+ > Al^{3+}$ ,C选项正确;甲与乙形成的化合物 $Na_2O$ 没有强氧化性,D选项错误,故选D。

答案: D。

角度三:利用元素周期表片段进行推断

例3 (山东)图1所示为 $X$ 、 $Y$ 、 $Z$ 、 $W$ 短周期元素在元素周期表中相对位置,这里 $W$ 原子的质子数是最外层电子数的3倍,以下叙述错误的是( )。

	$X$	$Y$
$Z$		$W$

图1

- A. 原子半径: $W > Z > Y > X$
- B. 最高价氧化物对应水化物的酸性: $X > W > Z$
- C. 最简单气态氢化物的热稳定性: $Y > X > W > Z$
- D. 元素 $X$ 、 $Z$ 、 $W$ 的最高化合价分别与其主族序数相等

解析 本题考查的是原子结构和元素周期律,根据题目中所给周期表短周期的片段可知, $X$ 、 $Y$ 是第二周期元素, $Z$ 、 $W$ 为第三周期元素,又因为 $W$ 质子数是最外层电子数的3倍,可推出 $W$ 是P,根据位置关系, $X$ 、 $Y$ 、 $Z$ 分别为N、O、Si。

原子半径: $Si > P > N > O$ ,故A选项错误;非金属性越强,最高价氧化物对应水化物的酸性越强,非金属性: $O > N > P > Si$ ,故B选项正确;非金属性越强,简单氢化物的热稳定性越强,故C选项正确;主族元素的最高正化合价等于主族序数(O、F除外),故D选项正确。

答案: A。

角度四:综合利用“位”、“构”、“性”关系推断

例4 (天津高考第7题截选)如图2所示,随原子序数的递增,八种短周期元素(用字母x等表示)原子半径的相对大小、最高正价或最低负价的变化。

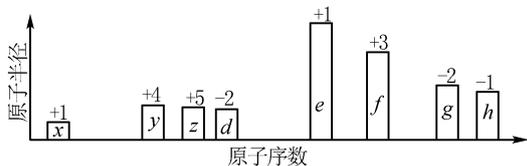


图2

(1) 已知1 mol e的单质在足量 $d_2$ 中燃烧,恢复至室温,放出255.5 kJ热量,写出该反应的热化学方程式:\_\_\_\_\_。

(2) 上述元素可组成盐 $R:zx_4f(gd_4)_2$ 。向盛有10 mL  $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  R溶液的烧杯中滴加 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  NaOH溶液,沉淀物质的量随NaOH溶液体积变化如图3所示。

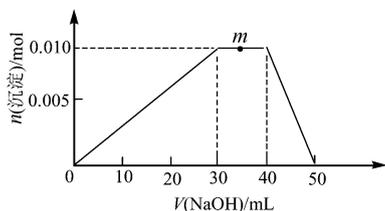


图3

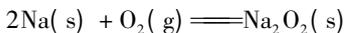
①R溶液中,离子浓度由大到小的顺序是:\_\_\_\_\_。

②写出m点反应的离子方程式\_\_\_\_\_。

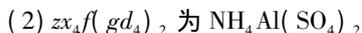
③若在R溶液中改加20 mL  $1.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$   $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液,充分反应后,溶液中产生沉淀的物质的量为\_\_\_\_\_ mol。

解析 根据图示信息,结合原子半径的相对大小、最高正价或最低负价的变化,判断出x、y、z、d、e、f、g、h的元素符号分别为H、C、N、O、Na、Al、S、Cl。

(1) 1 mol Na在足量 $\text{O}_2$ 中燃烧,恢复至室温,放出255.5 kJ热量,故热化学方程式为:



$$\Delta H = -511 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$



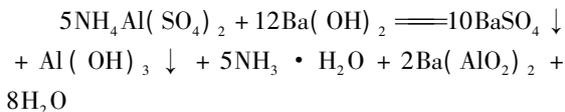
①由图示可以看出, $\text{OH}^-$ 先跟 $\text{Al}^{3+}$ 反应,再

跟 $\text{NH}_4^+$ 反应,说明 $\text{Al}^{3+}$ 比 $\text{NH}_4^+$ 更弱,因此 $\text{Al}^{3+}$ 水解程度更大,在 $\text{NH}_4\text{Al}(\text{SO}_4)_2$ 溶液中剩余的更少,因此 $c(\text{NH}_4^+) > c(\text{Al}^{3+})$ , $\text{NH}_4\text{Al}(\text{SO}_4)_2$ 溶液因 $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{NH}_4^+$ 的水解而显酸性,因此 $c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$ , $\text{SO}_4^{2-}$ 未发生变化,其浓度最大,在 $\text{NH}_4\text{Al}(\text{SO}_4)_2$ 溶液中,因为溶液中原有离子的浓度大于水解出的离子,因此离子浓度由大到小的顺序是 $c(\text{SO}_4^{2-}) > c(\text{NH}_4^+) > c(\text{Al}^{3+}) > c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$ 。

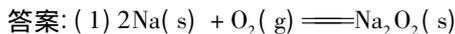
②根据图示信息,结合①分析,图中0~30段为 $\text{OH}^-$ 跟 $\text{Al}^{3+}$ 反应,30~40段为 $\text{OH}^-$ 跟 $\text{NH}_4^+$ 反应,m点在30~40之间,因此m点反应的离子方程式为:



③10 mL  $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$   $\text{NH}_4\text{Al}(\text{SO}_4)_2$ 与20 mL  $1.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$   $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 的物质的量之比为5:12,此时可以认为有5个 $\text{NH}_4\text{Al}(\text{SO}_4)_2$ 跟12个 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 反应,此时溶液共有5个 $\text{NH}_4^+$ 、5个 $\text{Al}^{3+}$ 、10个 $\text{SO}_4^{2-}$ 、12个 $\text{Ba}^{2+}$ 、24个 $\text{OH}^-$ ,由此可以看出 $\text{Ba}^{2+}$ 剩余,10个 $\text{SO}_4^{2-}$ 跟10个 $\text{Ba}^{2+}$ 反应生成10个 $\text{BaSO}_4$ ,15个 $\text{OH}^-$ 先跟5个 $\text{Al}^{3+}$ 反应生成5个 $\text{Al}(\text{OH})_3$ ,再跟5个 $\text{NH}_4^+$ 反应生成5个 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ,此时会有4个 $\text{OH}^-$ 剩余,剩余的4个 $\text{OH}^-$ 会溶解4个 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 生成2个 $\text{Ba}(\text{AlO}_2)_2$ ,发生的反应为



因此溶液中产生的沉淀为 $\text{BaSO}_4$ 和 $\text{Al}(\text{OH})_3$ ,沉淀物质的量可根据 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 的物质的量逐一计算,或者根据化学方程式系数简单计算出 $\text{BaSO}_4$ 和 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 沉淀物质的量之和是 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 物质的量的11/12,即 $11/12 \times 20 \text{ mL} \times 10^{-3} \times 1.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.022 \text{ mol}$ 。



$$\Delta H = -511 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

(2) ① $c(\text{SO}_4^{2-}) > c(\text{NH}_4^+) > c(\text{Al}^{3+}) > c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$



③0.022

(收稿日期:2016-03-11)