

如何突破元素推断题

陕西省永寿县中学 (713400) 马亚楼

陕西省永寿县永平学校 (713400) 曹满红

元素推断题既是考查物质结构、元素周期表(律)、元素性质等的重要题型,也是考查学生分析、推理、判断等思维能力的常用方式。元素推断题的解题方法有很多种,现将常见的几种解题方法归纳如下。

一、从位置推断

例1 (2015年山东省高考题)短周期元素X、Y、Z、W在元素周期表中对应的相应位置如图1所示。已知是Y、W的原子序数之和是Z的3倍,下列说法正确的是()。

	Y	Z	
X			W

图1

- A. 原子半径: $X < Y < Z$
 B. 气态氢化物的稳定性: $X > Z$
 C. Z、W均可与Mg形成离子化合物

子化合物

- D. 最高价氧化物对应水化物的酸性: $Y > W$

解析 该题是一道根据元素在周期表中的位置来推断元素及其性质的试题,解题的关键就是Y、W的原子序数之和是Z的3倍。假设Z的原子序数为x,则Y的原子序数为x-1,W的原子序数为x+9,故有 $3x = x - 1 + x + 9$,解得: $x = 8$,即Z为O元素,则Y为N元素,W为Cl元素,X为Si元素。根据同周期、同主族元素性质的递变规律,可知原子半径 $Si > C > N > O$,即A选项错误,气态氢化物的稳定性为 $H_2O > H_2S > SiH_4$,也即 $Z > X$ 。最高价氧化物的酸性是 $HClO_4 > HNO_3$,故D选项也不正确。Z、W均可与Mg形成MgO、MgCl₂的离子化合物,所以该题选C。答案: C

二、从电子层结构推断

例2 (2015年新课标II卷)原子序数依次增大的元素a、b、c、d,它们的最外层电子数分别为1、6、7、1。a⁻的电子层结构与氩相同,b和c的次外层有8个电子,c⁻和d⁺的电子层结构相同。下列叙述错误的是()。

- 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 本题主要考查了从电子层结构来推断元

素,进而推断其性质的递变规律。解题时首先要根据原子核外电子的排布及在周期表中的位置,来确定元素,然后根据元素周期律解决问题。由于a⁻的电子层结构与氩相同,且最外层只有1个电子,所以a为H元素,bcd的原子序数依次增大,b和c的次外层有8个电子,最外层电子数依次有6、7,所以b是S元素,c是Cl元素,c⁻和d⁺的电子层结构相同,因此d是K元素。元素的非金属性次序为 $Cl > S > H$,即 $c > b > a$,所以A正确。由于a和d元素能形成离子化合物,所以B错误。d和其他3种元素均能形成KH、K₂S、KCl离子化合物,即C正确。氢元素、硫元素和氯元素的最高价、最低价分别是+1和-1、+6和-2、+7和-1,所以元素a、b、c各自最高和最低化合价的代数和分别为0、4、6,D选项正确,故该题选B。

例3 (2015年新课标I卷)W、X、Y、Z均为短周期元素,原子序数依次增加,且原子核外L电子层的电子数分别为0、5、8、8,它们的最外层电子数之和为18。下列说法正确的是()。

- A. 单质的沸点: $W > X$
 B. 阴离子的还原性: $W > Z$
 C. 氧化物的水化物的酸性: $Y < Z$
 D. X与Y不能存在于同一离子化合物中

解析 由于W的L层电子数为0,则W是H元素;X的L层有5个电子,则X是N元素,Y与Z的L层都是8个电子,故这两种元素均在第三周期。依据最外层电子数之和为18,可知Y与Z的最外层电子数之和为12,又Z的原子序数大于Y,所以Y是P元素,Z是Cl元素。氢气和氮气均是分子晶体,相对分子质量大的沸点高,故沸点为 $X > W$,A选项错误;H元素的非金属性比Cl弱,所以简单阴离子的还原性 $W > Z$,B正确;因为C选项中没有指明最高价氧化物的水化物,因此不能判断酸性的强弱,C错误;N与P可以同时存在于同一离子化合物中,如磷酸铵,D错误,该题选B。

例4 (2015年海南省高考题)a、b、c、d为短周期元素,a的M电子层有1个电子,b的最外层电子数为内层电子数的2倍,c的最高化合价为最低化合价绝对值的3倍,c与d同周期,d的原子半径小于c。下列叙述错误的是()。

- A. *d* 元素的非金属性最强
- B. 它们均存在两种或两种以上的氧化物
- C. 只有 *a* 与其他元素生成的化合物都是离子化合物

D. *b*、*c*、*d* 与氢形成的化合物中化学键均为极性共价键

解析 由短周期元素中 *a* 的 *M* 电子层有 1 个电子,可知 *a* 的核外电子排布是 2、8、1,即 *a* 是 Na 元素 *b* 的最外层电子数为内层电子数的 2 倍,则 *b* 的核外电子排布为 2、4,所以 *b* 为 C 元素 *c* 的最高化合价为最低化合价绝对值的 3 倍,则 *c* 为 S 元素,*c* 与 *d* 同周期 *d* 的原子半径小于 *c*,所以 *d* 为 Cl 元素. 由于 Cl 元素在上述元素中是非金属性最强的元素,故 A 正确,Na 可以形成 Na_2O 、 Na_2O_2 两种化合物,*c* 可形成 CO 、 CO_2 两种化合物,*s* 可形成 SO_2 、 SO_3 两种化合物,Cl 元素可形成 Cl_2O 、 ClO_2 、 ClO_3 等多种价态的氧化物,故 B 正确;Na 是金属元素,可以与非金属 C、S、Cl 形成离子化合物 C 正确. C 元素可以与 H 元素形成只含有极性键的化合物 CH_4 ,也可以形成含有极性键、非极性键的化合物 $\text{CH}_3 - \text{CH}_3$,S 元素可以形成 H_2S ,含有极性键;Cl 元素与 H 元素形成 HCl ,含有极性键, D 错误,该题选 D.

三、从特征推断

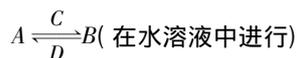
例 5 (2013 天津化学高考题) *X*、*Y*、*Z*、*Q*、*R* 是五种短周期元素,原子序数依次增大. *X*、*Y* 两元素最高正价与最低负价之和均为 0; *Q* 与 *X* 同主族; *Z*、*R* 分别是地壳中含量最高的非金属元素和金属元素.

请回答下列问题:

(1) 五种元素原子半径由大到小的顺序是(写元素符号)_____.

(2) *X* 与 *Y* 能形成多种化合物,其中既含极性键又含非极性键,且相对分子质量最小的物质(写分子式)_____.

(3) 由以上某些元素组成的化合物 *A*、*B*、*C*、*D* 有如下转化关系



其中 *C* 是溶于水显酸性的气体; *D* 是淡黄色固体. 写出 *C* 的结构式_____; *D* 的电子式_____.

①如果 *A*、*B* 均由三种元素组成, *B* 为两性不溶物,则 *A* 的化学式为_____.

由 *A* 转化为 *B* 的离子方程式_____.

②如果 *A* 由三种元素组成, *B* 由四种元素组成, *A*、*B* 溶液均显碱性. 用离子方程式表示 *A* 溶液显碱性的原因_____. *A*、*B* 浓度均为 0.1 mol/L 的混合

溶液中,离子浓度由大到小的顺序是____;常温下,在该溶液中滴加稀盐酸至中性时,溶质的主要成分有_____.

解析 本题以元素的特征为背景命制试题,解题的关键就是元素的特征,然后运用相关的知识即可解答.

(1) 根据短周期元素的特征, *X*、*Y* 两元素最高正价与最低负价之和均为 0; 推知 *X*、*Y* 元素分别为 H 和 C, *Q* 与 *X* 同主族推知 *Q* 为 Na 元素, *Z*、*R* 分别是地壳中含量最高的非金属元素和金属元素,推知 *Z* 为 O 元素, *R* 为 Al 元素. 故原子半径大小顺序为 $\text{Na} > \text{Al} > \text{C} > \text{O} > \text{H}$.

(2) C 和 H 形成的物质是有机化合物,含极性键又含非极性键,分子质量最小的只能是 C_2H_2 .

(3) *C* 溶于水显酸性的气体只能是 CO_2 , *D* 是淡黄色固体,只能是过氧化钠,故 *C* 的结构式为 $\text{O}=\text{C}=\text{O}$, *D* 的电子式为 $\text{Na}^+ [:\ddot{\text{O}}:\ddot{\text{O}}:]^+ \text{Na}$

①*B* 为两性不溶物, *A*、*B* 均由三种元素组成,根据转化关系可知 *A* 为 NaAlO_2 , *B* 为 $\text{Al}(\text{OH})_3$, 由 *A* 转化为 *B* 的离子方程式 $\text{AlO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = \text{Al}(\text{OH})_3 + \text{HCO}_3^-$ 或 $2\text{AlO}_2^- + 3\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = 2\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{CO}_3^{2-}$

②*A* 由三种元素组成, *B* 由四种元素组成, *A*、*B* 溶液均显碱性,则 *A* 是 Na_2CO_3 , *B* 是 NaHCO_3 . *A* 显碱性的原因是 CO_3^{2-} 的水解. 水解的离子方程式为 $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$, 二者等浓度的混合溶液中,离子浓度的大小顺序为 $c(\text{Na}^+) > c(\text{HCO}_3^-) > c(\text{CO}_3^{2-}) > c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$, 碳酸根的水解程度比碳酸氢根的水解程度大. 在滴加盐酸至中性时,碳酸钠和盐酸反应生成 NaHCO_3 , NaHCO_3 和盐酸反应生成 NaCl 、 H_2O 、 CO_2 . 如果溶质全是 NaCl , 由于有 CO_2 溶液就显酸性,所以溶质是 NaHCO_3 、 NaCl 、 CO_2 .

四、从性质推断

例 6 (2015 年江苏高考题) 短周期主族元素 *X*、*Y*、*Z*、*W* 原子序数依次增大, *X* 原子最外层有 6 个电子, *Y* 是至今发现的非金属性最强的元素, *Z* 在周期表中处于周期序数等于族序数的位置, *W* 的单质广泛用作半导体材料. 下列叙述正确的是().

- A. 原子最外层电子数由多到少的顺序: *Y*、*X*、*W*、*Z*
- B. 原子半径由大到小的顺序: *W*、*Z*、*Y*、*X*
- C. 元素非金属性由强到弱的顺序: *Z*、*W*、*X*
- D. 简单气态氢化物的稳定性由强到弱的顺序: *X*、*Y*、*W*



“离子反应”复习导航

河南省鲁山县第三高级中学 (467300) 师殿峰

一、知识归纳

1. 离子反应

(1) 离子反应的概念与本质: 有离子参加或生成的反应叫做离子反应. 在中学阶段仅限于在溶液中进行的反应, 因此可以说离子反应是指在水溶液中有电解质参加的一类反应. 离子反应的本质是反应物的某些离子浓度减小.

(2) 离子反应的类型: 离子反应有复分解反应型和氧化还原反应型两种类型.

(3) 离子反应的发生条件:

①复分解反应型离子反应的发生条件(具备下列条件之一,复分解反应型离子反应即可发生):

- a. 生成难溶的物质;
- b. 生成难电离的物质;
- c. 生成挥发性的物质.

②氧化还原反应型离子反应的发生条件: 强氧化剂 + 强还原剂 = 弱氧化剂(氧化产物) + 弱还原剂(还原产物).

(4) 离子能否大量共存的判断

判断离子在溶液中能否大量共存,就必须判断离子间在溶液中能否发生化学反应. 在溶液中,若离子间彼此不发生任何化学反应,则能大量共存;若离子间有化学反应发生,则不能大量共存. 同时,须特别注意题中要求的条件,如溶液的酸碱性、溶液中水电离出的 $c(\text{H}^+)$ 、与 Al 反应放出氢气的溶液、给定某物质或某离子的溶液、pH 或指示剂颜色的变化,是否是无色溶液等(在常见离子中, Cu^{2+} 、 MnO_4^- 、 Fe^{3+} 、 Fe^{2+} 等为有色离子),从而准确判断. 在溶液中离子间所发生的化学反应.

通常有以下几种情况:

①生成难溶物或微溶物

▶ 解析 由于短周期主族元素 X、Y、Z、W 原子序数依次增大, Y 是至今发现的非金属性最强的元素,所以 Y 是 F 元素; X 原子序数比 Y 的小,且最外层有 6 个电子,故 X 是 O 元素; Z 在周期表中处于周期序数等于族序数的位置,故 Z 为 Al 元素; W 的单质广泛用作半导体材料,所以 W 是 Si 元素. X、Y、Z、W 最外层电子数依次为 6、7、3、4,故 A 正确;由于电子层

如: SO_4^{2-} 、 CO_3^{2-} 、 SO_3^{2-} 、 PO_4^{3-} 、 SiO_3^{2-} 等分别与 Ba^{2+} 不能大量共存; Cl^- 、 Br^- 、 I^- 、 SO_4^{2-} 、 CO_3^{2-} 、 SO_3^{2-} 、 PO_4^{3-} 、 SiO_3^{2-} 等分别与 Ag^+ 不能大量共存; Ag^+ 、 Cu^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Mg^{2+} 等分别与 OH^- 不能大量共存.

②生成难电离的物质(弱酸、弱碱或水等)

如: CH_3COO^- 、 PO_4^{3-} 、 HPO_4^{2-} 、 H_2PO_4^- 、 F^- 、 ClO^- 、 OH^- 等分别与 H^+ 不能大量共存, NH_4^+ 、 H_2PO_4^- 、 HPO_4^{2-} 、 HCO_3^- 、 HSO_3^- 、 HS^- 等分别与 OH^- 不能大量共存.

③生成挥发性物质

如: CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 、 SO_3^{2-} 、 HSO_3^- 、 S^{2-} 、 HS^- 等分别与 H^+ 不能大量共存.

④发生氧化还原反应

如: Fe^{3+} 与 S^{2-} 、 I^- 、 SO_3^{2-} 等不能大量共存; 在 H^+ 存在下, MnO_4^- (或 NO_3^-) 分别与 Fe^{2+} 、 S^{2-} 、 I^- 等不能大量共存; S^{2-} 、 I^- 、 Fe^{2+} 等分别与 ClO^- 不能大量共存.

⑤发生络合反应

如 Fe^{3+} 与 SCN^- 、 $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-$ 等不能大量共存.

2. 离子方程式

(1) 离子方程式的概念与适用条件: 用实际参加反应的离子符号表示离子反应的式子叫做离子方程式. 离子方程式适用于在水溶液中进行的离子反应.

(2) 离子方程式的意义: 离子方程式不仅可以表示一定物质间的某个反应,而且可以表示所有同一类型的离子反应. 如 $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$, 不仅可以表示盐酸与 NaOH 溶液的反应,而且可以表示强酸(或 NaHSO_4 、 KHSO_4) 溶液与强碱溶液生成可溶性盐和水的反应.

(3) 离子方程式的书写步骤: 离子方程式的书

数越多,半径越大,同周期从左向右原子半径依次减小(稀有气体除外),故原子半径由大到小的顺序是 $\text{Al} > \text{Si} > \text{O} > \text{F}$, $\text{Z} > \text{W} > \text{X} > \text{Y}$, 即 B 错误; 由于 Al 是金属元素,而本选项主要体现的是非金属性,故 C 错误; 非金属性越强,其氢化物越稳定,因非金属性 $\text{F} > \text{O} > \text{Si}$, 因此氢化物稳定性为: $\text{HF} > \text{H}_2\text{O} > \text{SiH}_4$, 故 D 错误.

(收稿日期: 2015-06-15)