

第五章 物质结构 元素周期律

本章是中学化学学习教材中重要的基础理论,它研究的对象是物质内部的结构和组成。从本质上认识物质反应和物质性质,揭示物质性质的变化规律。

通过本章学习,有利于学生探索研究化学知识,实现由感性认识到理性认识的飞跃。教材是在学生对原子、分子元素及化合物知识有较多的了解基础上安排本章学习的,是对已有知识的深化,是帮助学生打开化学知识宝库的

金钥匙。

物质结构知识包括原子结构,分子结构,化学键等,它与元素周期律和周期表知识一起统称为结构理论。它是研究元素化合物的宏观性质和微观实质的重要依据。在学习应以原子结构,核外电子的运动状态和排布规律为基点,以元素周期律、周期表为中心环节,根据它们之间内在联系形成知识体系。为化学键的学习打下基础。

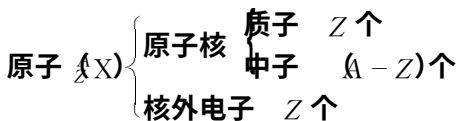
第一节 原子结构

基础知识引导

1. 原子

原子是化学变化中的最小粒子,化学反应的实质是原子的重新组合。原子是构成物质的一种粒子,例如“ SiO_2 ”是由硅、氧原子构成的。

2. 原子的构成



${}^A_Z\text{X}$ 的含义:代表一个质量数为 A , 质子数为 Z 的原子。

(1) 原子由原子核和核外电子构成,原子核由质子和中子构成,可以用符号 ${}^A_Z\text{X}$ 表示。

① 构成原子的三种粒子:

① 质子:是决定元素种类的粒子,在化学反应中保持不变,每个质子带 1 个单位正电荷,相对质量约为 1,在原子中质子数 = 核外电子数。

② 中子:是决定元素的同位素的粒子,不带电荷,相对质量约为 1。(同位素见第三节)

③ 电子:原子核外电子排布,特别是最外层电子决定元素的化学性质,每个电子带一个单位负电荷,质量约为 1 个质子质量的 $\frac{1}{1836}$ 。

3. 原子与原子核的半径、体积关系

① 半径:原子半径一般在 10^{-10} 米数量级范围内,原子核的半径小于原子半径的十万分之一,即在小于 10^{-15} 米数量级的范围内。

② 体积:原子核的体积只占原子体积的几千万亿分之一。

4. 原子结构里粒子之间的关系

① 质量间的关系:质量数 $(A) = \text{质子数 } (Z) + \text{中子数 } (N)$

② 数量间的关系:原子序数 = 核电荷数 = 质子数 = 核外电子数

③ 电性关系:原子 核电荷数 = 核内质子数 = 核外电子数

阳离子 核电荷数 = 核外电子数 + 阳离子电荷数

阴离子 核电荷数 = 核外电子数 - 阴离子

电荷数

重点、难点突破

一、原子核

1. 原子 A_ZX 代表的含义

X—该原子的元素符号

A—该原子的质量数

Z—该原子的原子核内质子数即核电荷数

2. 质量数

将原子核内所有的质子和中子的相对质量取近似整数值加起来,所得数值叫质量数。

质量数 (A) = 质子数 (Z) + 中子数 (N)

二、核外电子的运动特征

1. 电子运动特点: 质量小、带负电荷、运动空间范围小、速度快。

2. 核外电子的运动特征: 核外电子在核外很小的空间内做极高速运动,使得我们无法同时准确地测定出电子在某一时刻所处的位置和运动的速度,也无法描绘出它的运动轨迹。只能利用统计学方法,以电子在原子核外空间某处出现机会的多少来描述原子核外电子运动状态。

3. “电子云”: 电子在原子核外空间一定范围内出现,就好像一团带负电荷的云雾笼罩在原子核周围,人们把它形象地称为“电子云”。

三、原子核外电子的排布

1. 电子层

根据核外电子自身能量的高低和运动时高核远近的不同,把原子核外空间划分成若干不同区域,这些区域就称为电子层,用 n 表示 ($n=1,2,3,4,5,6,7$)

2. 电子能量与电子层的关系

电子层序数 (n)	1	2	3	4	5	6	7……
电子层符号	K	L	M	N	O	P	Q……
电子能量	由低→高						
电子离原子核距离	由近→远						

3. 核外电子层分层排布规律

(1) 各电子层最多能容纳的电子数为 $2n^2$

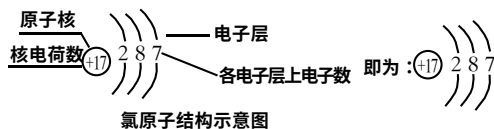
个

(1) 最外层电子数目不超过 8 个,次外层电子数目不超过 18 个,倒数第三层电子数目不超过 32 个 (K 层除外)

(2) 核外电子总是尽可能排布在能量最低的电子层里,然后再由里往外,依次排布在能量逐渐升高的电子层里,即排满 K 层再排 L 层,排满 L 层再排 M 层……

注意 核外电子排布规律是相互联系又相互制约,不能孤立地理解。例如:当 M 层不是最外层时,最多可排 18 个电子,而当它是最外层时,则最多可排 8 个电子。

四、原子结构示意图画法



五、核电荷数为 1~20 的元素原子核外电子层排布 (略)

典型例题分析

例 1] 下列叙述中正确的是 ()

- A. 两种粒子,若核外电子排布完全相同,则化学性质一定相同
- B. 凡单原子形成的离子,一定具有稀有气体元素原子的核外电子排布
- C. 两原子,如果核外电子排布相同,则一定属于同种元素
- D. 不存在两种质子数和电子数均相同的阳离子和阴离子

解析] A 粒子可以是原子或离子,如 K^+ 、Ar、 Cl^- 三种粒子都是 18 个电子,且核外电子排布相同但化学性质相差很大; B 若 H 原子失去电子形成 H^+ 时,核外无电子与稀有气体元素原子的排列不同; C 对于原子,由于质子数 = 核外电子数,所以核外电子排布相同时则一定属于同种元素; D 若阴阳离子的电子数相同,则它们的质子数不可能相等。

答案] C、D

例 2] 据最新报道,放射性同位素 ${}^{166}_{67}Ho$ 可

有效地治疗肝癌,该同位素原子核内的中子数与核外电子数之差是 ()

A. 32 B. 67 C. 99 D. 166

解析]原子中质量数 = 中子数 + 质子数

即 $166 = \text{中子数} + 67$

$\therefore \text{中子数} = 99$

而核外电子数 = 质子数 = 67

则 $\text{中子数} - \text{核外电子数} = 99 - 67 = 32$

答案]选 A

例 3]在第 n 电子层中,当它作为原子的最外层时,容纳电子数最多与 $n-1$ 层相同,当它作为原子的次外层时,其电子数比 $n+1$ 层最多能多 10 个电子,则此电子层是 ()

A. K 层 B. L 层
C. M 层 D. N 层

解析] n 作为最外层时,最多只能容纳 8 个电子,所以 $n-1$ 层应为 8 个电子,为 L 层,则 n 应为 M 层;若 n 为次外层,则 $n+1$ 为最外层,其次外层电子数为 $10+8=18$,则进一步证明为 M 层。

答案]选 C

例 4]如果 ${}_aX^{m+}$ 、 ${}_bY^{n+}$ 、 ${}_cZ^{n-}$ 、 ${}_dR^{m-}$ 四种离子的电子层结构相同 (a 、 b 、 c 、 d 为元素的核电荷数),则下列关系式正确的是 ()

A. $a-c=m-n$ B. $a-b=n-m$
C. $c-d=m+n$ D. $b-d=n+m$

解析]上述四种离子的电子层结构相同,说明其离子的核外电子总数相等,则有 $a-m=b-n=c+n=d+m$,整理得 D 等式成立,故选 D。

答案]D

例 5]A 原子的 L 电子层比 B 原子 L 电子层少 3 个电子,B 原子核外电子总数比 A 原子电子总数多 5 个,则 A、B 可能是什么元素?

解析]依题意 A、B 两原子的电子层结构为:

	K	L	M
A	2	x	0
B	2	$x+3$	y

据核外电子排布规律有 $x+3=8$

$x=5$ 则 $y=2$

所以 A 为氮, B 为镁

针对训练

1. H 原子的电子云图中的小黑点表示的意义是 ()

A. 一个小黑点表示一个电子
B. 黑点的多少表示电子个数的多少
C. 表示电子运动的轨迹
D. 电子在核外空间出现机会的多少

2. 下列有关原子结构的说法正确的是 ()

A. 原子是坚实的、不可再分的实心球
B. 原子是一个平均分布着正电荷的粒子,其中镶嵌着许多电子
C. 核外电子绕核运转时,像行星环绕太阳运转一样
D. 核外电子绕核运动时,没有确定的轨迹,人们不能同时准确地测定它的位置和速度

3. 与核电荷数为 11 的元素的原子相比少一个电子而又多一个质子的粒子是 ()

A. Na^+ B. Mg
C. Mg^{2+} D. NH_4^+

4. 某元素的一种原子为 ${}_Z^AX$,则构成该原子的基本粒子总数为 ()

A. Z B. A C. $A+Z$ D. $A-Z$

5. 核电荷数为 11 和 16 的 A、B 两元素所形成的化合物可能是 ()

A. AB 型 B. A_2B 型
C. AB_2 型 D. A_2B_3 型

6. 下列粒子中,各电子层都达到 $2n^2$ 个电子的是 ()

A. Cl^- B. K^+ C. H^+ D. Mg^{2+}

7. 核电荷数为 1-18 的各元素中次外层电子数是最外层电子数两倍的有 ()

A. 碳 B. 氧 C. 锂 D. 硅

8. 某元素原子的原子核外有 3 个电子层,最外层上的电子数是另外两个电子层电子数之差,则该原子核内质子数为 ()

A. 18 B. 16 C. 6 D. 8

9. 质子数和中子数相同的原子 A, 其阳离子 A^{n+} 核外具有 x 个电子, 则 A 的质量数为 ()

A. $n + 2x$ B. $A - x + n$
C. $A + x - n$ D. $2(x + n)$

10. 某元素原子的核电荷数是电子层数的 5 倍, 其质子数是最外层电子数的 3 倍, 该元素的原子结构示意图是 ()

A. $\begin{array}{c} \textcircled{+7} \\ 2 \quad 6 \end{array}$ B. $\begin{array}{c} \textcircled{+9} \\ 2 \quad 7 \end{array}$
C. $\begin{array}{c} \textcircled{+15} \\ 2 \quad 8 \quad 5 \end{array}$ D. $\begin{array}{c} \textcircled{+17} \\ 2 \quad 8 \quad 7 \end{array}$

11. 核内中子数为 N 的 R^{2+} 离子, 质量数为 A , 则 ng 它的氧化物中所含质子物质的量是 ()

A. $\frac{n \times (A - N + 8)}{A + 16} \text{ mol}$
B. $\frac{n \times (A - N + 10)}{A + 16} \text{ mol}$
C. $(A - N + 2) \text{ mol}$
D. $\frac{n \times (A - N + 6)}{A} \text{ mol}$

12. ${}_aX^{n-}$ 和 ${}_bY^{m+}$ 两种简单离子, 其电子层结构相同, 则下列关系式和化学式正确的是 ()

A. $a - n = b + m$
B. $a + m = b - n$
C. 氧化物为 YO_m
D. 氢化物为 H_nX 或 XH_n

13. 下列四组物质中, 两种分子不具有相同核外电子总数的是 ()

A. H_2O_2 和 CH_3OH
B. HNO_2 和 $HClO$
C. H_2O 和 CH_4
D. H_2S 和 F_2

14. 关于质量数和电子数都相等的两种粒子, 下

列说法正确的是 ()

A. 它们是同一种粒子
B. 一定是同种元素
C. 具有相同的中子数
D. 核内质子数和中子数之和相等

15. 下列粒子中与 OH^- 离子具有相同的质子数和电子数的是 ()

A. H_2O B. F^- C. Na^+ D. Ne

16. 画出原子或离子结构示意图, 并写出它们的名称:

(1) 核电荷数是 3, 核外电子数是 2。

(2) 最外层电子数是次外层电子数的 3 倍。

(3) 核内有 10 个质子, 相对原子质量为 20 的原子。

(4) 核内只有一个质子的阴离子。

(5) 有 3 个电子层, 失去 2 个电子呈中性的粒子。

第二节 元素周期律

基础知识引导

1. 元素周期律 元素性质随着原子序数 (即核电荷数) 递增, 而呈周期性变化的规律。

具体表现在: (1) 原子的核外电子排布

① 元素的原子半径 ② 元素的主要化合价

③ 元素的金属性与非金属性

2. 元素周期律的实质 元素原子的最外层电子排布呈周期性变化

3. 两性氧化物与两性氢氧化物

重点、难点突破

一、元素周期律

1. 原子核外电子排布的周期性变化

除 H、He 外, 随着原子序数的递增, 每隔一定数目的元素, 原子最外层电子从 1 递增到 8, 呈周期性变化

2. 元素原子半径的周期性变化

与电子层数相同时, 随着原子序数的递增, 原子半径从大到小而呈周期性变化。如 $\text{Na} > \text{Mg} > \text{Al} > \text{Si} > \text{P} > \text{S} > \text{Cl}$ (稀有气体除外)

3. 元素主要化合价的周期性变化

当电子层数相同时, 随着原子序数的递增, 元素的最高正价从 $+1 \rightarrow +7$ (氧、氟除外) 中部开始有负价, 并从 $-4 \rightarrow -1$ 。

4. 元素的金属性与非金属性的周期性变化

电子层数相同时, 最外层电子数不同时, 随着原子序数的递增, 原子半径减小, 原子核对外层电子的吸引力增强, 失电子能力减弱, 得电子能力增强, 即元素的金属性逐渐减弱、非金属性逐渐增强。

二、原子、离子半径大小的比较

1. 原子半径:

电子层数相同, 随核电荷数增大, 原子半径减小 (惰性气体除外)

最外层电子相同, 电子层数越大原子半径越大

2. 离子半径:

(1) 电子层结构相同的阳离子 比原子的电子层少一层, 离子所带电荷数越多, 其原子序数越大, 离子半径越小。如 $\text{Na}^+ > \text{Mg}^{2+} > \text{Al}^{3+}$

① 电子层结构相同的阴离子, 电子带电荷数越多, 其原子序数越小, 半径越大。如 $\text{S}^{2-} > \text{Cl}^-$

② 电子层结构不同的不同离子, 核电荷数越大, 离子半径越小。

如 $\text{F}^- > \text{Na}^+ > \text{Mg}^{2+} > \text{Al}^{3+}$ ($r^{(n+1)-} > r^{n-} > r^{n+} > r^{(n+1)+}$)

③ 电子层结构不同的离子, 一般来说, 电子层数越多, 离子半径越大。

如 $\text{Li}^+ < \text{Mg}^{2+} < \text{Ca}^{2+}$

3. 原子半径、离子半径:

同种原子的原子半径大于对应的阳离子半径, 小于对应的阴离子半径, 如 $r_{\text{H}^-} > r_{\text{H}} > r_{\text{H}^+}$

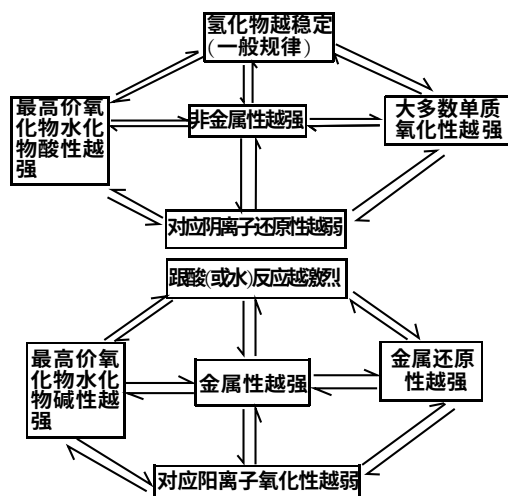
4. 几种量的关系:

(1) 最高正价 = 最外层电子数, 非金属的负化合价数 = $8 - \text{最外层电子数}$, 最高正价数和负化合价绝对值之和为 8; 其代数和分别为 2, 4, 6。

① 氟元素 (-1 价)、氧元素一般为 -2 价, 金属元素只有正价。

② 化合价与最外层电子数的奇、偶关系: 最外层电子数为奇数的元素, 其化合价通常为奇数, 如 $_{17}\text{Cl}$ 的化合价有 +1、+3、+5、+7 和 -1 价, 最外层电子数为偶数的元素, 其化合价通常为偶数, 如 $_{16}\text{S}$ 的化合价有 -2、+4、+6 价。

三、有关非金属性金属性判断规律：



典型例题分析

例 1] X 元素的阳离子和 Y 元素的阴离子具有与氩原子相同的电子层结构,下列叙述正确的是 ()

- A. X 的原子序数比 Y 小
B. X 原子的最外层电子数比 Y 多
C. X 的原子半径比 Y 的大
D. X 的最高正价数比 Y 的最高正价数低

解析] 氩原子有三个电子层,其核电荷数为 18,则可知 X 元素阳离子有 3 个电子层,但核电荷数大于 18,故 X 原子有 4 个电子层为金属元素;Y 元素阴离子有三个电子层,其核电荷数小于 18,Y 原子具有 3 个电子层,为非金属元素。由此得出 A、B 是错误的。

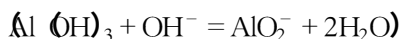
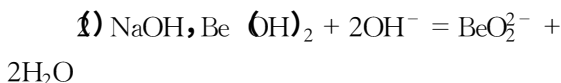
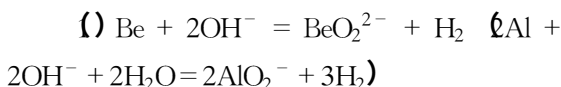
答案] 选 C、D。

例 2] 根据周期律对角线规则,金属 Be 与 Al 单质及化合物的性质相似。试回答下列问题: (1) 写出 Be 与 NaOH 溶液反应的离子方程式: 生成 Na_2BeO_2) _____

(2) Be $(\text{OH})_2$ 与 Mg $(\text{OH})_2$ 可用试剂 _____ 鉴别,其离子方程式为 _____。

解析] 已知 Be 与 Al 的性质较相似,则 Be $(\text{OH})_2$ 与 Al $(\text{OH})_3$ 的性质也相似,具有两性,故可按 Al 的有关知识对比解答。但要注意

Be 为 +2 价。Al 为 +3 价。



例 3] 已知 X、Y 均为 1-18 号之间的元素, X、Y 可形成化合物 X_2Y 和 X_2Y_2 , 又知 Y 的原子序数少于 X 的原子序数,则这两种元素的原子序数之和为 ()

- A. 19 B. 18 C. 16 D. 9

解析] 由 X_2Y 可知 (1) X 的化合价为 +1 价,则 Y 为 -2 价

(2) X 的化合价为 +2 价,则 Y 为 -4 价不成立 故只有第一种符合应选 A

答案] A

例 4] A、B、C 三种元素的原子具有相同的电子层数,它们相同物质的量的原子获得相同物质的量的电子时释放出的能量是 $\text{A} > \text{C} > \text{B}$, 则它们原子序数大小顺序是 ()

- A. $\text{B} > \text{C} > \text{A}$ B. $\text{B} > \text{A} > \text{C}$
C. $\text{A} > \text{B} > \text{C}$ D. $\text{A} > \text{C} > \text{B}$

解析] 某元素的原子的化学性质越活泼,越易得电子,得电子后释放出的能量也最多。现在我们也通过释放出能量的大小来逆推元素原子的活泼性,所以由题意释放能量的大小是 $\text{A} > \text{C} > \text{B}$, 则活泼性 $\text{A} > \text{C} > \text{B}$, 又因为 A、B、C 有相同的电子层数,核电荷数 (即原子序数) 越大越活泼,故选 D。

答案] D

例 5] 在 1-18 元素 M 和 N 的离子 M^{2+} 和 N^{2-} 具有相同电子层结构,则下列说法正确的是 ()

- A. M^{2+} 的离子半径比 N^{2-} 小
B. M 的原子序数比 N 小
C. M 和 N 原子的电子层数相等
D. M 和 N 原子最外层电子数相等

解析] M^{2+} 与 N^{2-} 具有相同的电子层结构, 设核外电子数为 n 个), 则 M 的原子序数为 $n+2$, N 的原子序数为 $n-2$ 。元素 M 比元素 N 的电子层数多一层。根据两离子具有相同电子层结构, 原子序数大的, 离子半径反而小的规律 M^{2+} 半径小于 N^{2-} 半径。又因为 M 为金属元素核外最外层电子数为 2, 而 N 为非金属元素, 核外电子数为 $8-2=6$ 。

答案] A

例 6] 氧化性随原子序数的增加而增强的是 ()

- A. F^- 、 Cl^- 、 Br^-
- B. Na^+ 、 Mg^{2+} 、 Al^{3+}
- C. P、S、Cl
- D. Li^+ 、 Na^+ 、 K^+

解析] 能得电子的粒子具有氧化性, A 中阴离子均达到 8 个电子的相对稳定结构, 故均无氧化性; B 项中离子具有弱氧化性, 随原子序数增加, Na^+ 、 Mg^{2+} 、 Al^{3+} 离子半径渐小, 得电子能力渐强, 氧化性增强; C 项中 P、S、Cl 电子层数相同, 随原子序数增加, 原子半径减小, 得电子能力增强, 氧化性增强; D 项中从 Li^+ 到 K^+ , 电子层数逐渐增加, 半径增大, 故得电子能力减弱, 所以正确选项为 B、C。

答案] B、C

针对训练

- 下列说法正确的是 ()
 - A. 随着原子序数的递增, 最外层电子数逐渐增多
 - B. 随着原子序数的递增, 原子半径逐渐减小
 - C. 随着原子序数的递增, 元素的主要化合价逐渐增加
 - D. 随着原子序数的递增, 元素的化合价、原子半径、最外层电子数、得失电子能力、金属性与非金属性呈周期性变化

- 可判断某元素的金属性强弱的实验依据是 ()

- A. 导电性强
- B. 跟水反应剧烈程度
- C. 每摩金属跟酸反应生成氢气的多少
- D. 最高价氧化物对应水化物碱性强弱

- 下列各组粒子半径之比大于 1 的是 ()

- A. $\frac{r_{Na^+}}{r_{Na}}$
- B. $\frac{r_{Mg}}{r_{Na}}$
- C. $\frac{r_P}{r_{Cl}}$
- D. $\frac{r_H}{r_{H^-}}$

- 下列物质中既能与盐酸反应又能与氢氧化钠反应的是 ()

- A. $Al(OH)_3$
- B. Cu
- C. NaCl
- D. $CuSO_4$

- 与 Ne 的核外电子排布相同的离子和与 Ar 核外电子排布相同的离子所形成的化合物是 ()

- A. $MgBr_2$
- B. Na_2S
- C. KCl
- D. KF

- 某元素 R 原子最外层电子数是它的电子总数的 $\frac{1}{3}$, 该元素的氧化物 (或氢化物) 不可能是 ()

- A. R_2O
- B. R_2O_5
- C. RH_3
- D. RO_3

- 已知 X、Y、Z 为三种原子序数连续的元素, 最高价氧化物对应的水化物的酸性相对强弱是 $HXO_4 > H_2YO_4 > H_3ZO_4$, 则下列判断正确的是 ()

- A. 气态氢化物的稳定性: $HX > H_2Y > ZH_3$
- B. 非金属活泼性: $Y < X < Z$
- C. 原子半径: $X > Y > Z$
- D. 阴离子的还原性: $X^- > Y^{2-} > Z^{3-}$

- 某非金属元素 X 的最高化合价为 m , 它的最高价氧化物对应的水化物的分子中有 b 个氧原子, 则这种最高价氧化物的水化物的化学式为 ()

- A. $H_{m+2b}XO_b$
- B. $H_{m-2b}XO_b$
- C. $H_{2m-b}XO_b$
- D. $H_{2b-m}XO_b$

9. 已知 ${}_aA^{n+}$ 、 ${}_bB^{(n+1)+}$ 、 ${}_cC^{n-}$ 、 ${}_dD^{(n-1)-}$ 均具有相同的电子层结构,关于 A、B、C、D 四种元素的叙述正确的是 ()

- A. 原子半径: $A > B > C > D$
 B. 原子序数: $b > a > c > d$
 C. 离子半径: $D > C > B > A$
 D. 金属性: $B > A$, 非金属性: $D > C$

10. 下列各组元素按最高正价由低到高,负价绝对值由高到低顺序排列的是 ()

- A. C、N、B B. Al、Cl、Si
 C. P、S、Cl D. O、S、Se

11. a 元素的阴离子、b 元素的阴离子和 c 元素的阳离子具有相同的电子层结构。已知 a 的原子序数大于 b 原子序数。则 a、b、c 三种离子半径大小的顺序是 ()

- A. $a > b > c$ B. $b > a > c$
 C. $c > a > b$ D. $c > b > a$

12. 有 A、B、C、D、E 5 种元素,它们的原子序数依次增大。A 原子最外层有 4 个电子,B 的阴离子与 C^+ 的阳离子都和氖原子有相同的电子层结构,E 原子的 M 层电子层有 7 个电子。在常温常压下,B 的单质是气体,0.1 mol B 单质跟氢气完全反应时,有 2.408×10^{23} 个电子转移。D 的气态氢化物的化学式为 H_2D ;D 的最高价氧化物中含 40% 的 D,且 D 的原子核中质子数等于中子数。

(1) 写出 A、B、C、D、E 五种元素的名称:

____、____、____、
 ____、____。

(2) 画出 C 阳离子与 B 原子结构示意图:

____、
 ____。

13. 有两种气体单质 A_m 、 B_n 。已知 2.4 g A_m 和 2.1 g B_n 所含的原子个数相等,分子个

数比为 2:3。又知 A 和 B 的原子核内质子数都等于中子数,且 A 原子中 L 层电子数是 K 层的 3 倍。试推断:

(1) A 是____,B 是____
 (只写元素符号)。

(2) A_m 中 m 的值为_____。

(3) B 的最高价氧化物水化物的化学式
 _____。

14. A、B、C 三种元素的原子具有相同的电子层数,而 B 的核电荷数比 A 大 2,C 原子的电子总数比 B 原子的电子总数多 4,1 mol A 的单质跟盐酸反应可置换出 11.2 L 标准状况) H_2 ,这时 A 转变成与氖原子具有相同电子层结构的离子,试回答:

(1) A 是____元素;B 是____
 元素;C 是____元素

(2) 分别写出 A、B 最高价氧化物对应水化物分别跟 C 的气态氢化物水溶液反应的离子方程式:

_____。

第三节 元素周期表

基础知识引导

1. 元素周期表的结构
2. 原子结构、元素性质和元素在周期表中的位置关系
3. 核素、同位素以及各种相对原子质量的计算方法

重点、难点突破

- 一、元素周期表的结构
- (I) 周期
- 元素周期表中有 7 个横行, 每个横行为一个周期, 也就是有 7 个周期。

- 三个短周期 :
- 第 1 周期, 含 2 种元素, 原子序数 1~2 号
- 第 2 周期, 含 8 种元素, 原子序数 3~10 号
- 第 3 周期, 含 8 种元素, 原子序数 11~18 号

- 三个长周期 :
- 第 4 周期, 含 18 种元素, 原子序数 19~36 号
- 第 5 周期, 含 18 种元素, 原子序数 37~54 号
- 第 6 周期, 含 32 种元素, 原子序数 55~86 号
- 一个不完全周期 : 第 7 周期, 现有 26 种元素, 原子序数 87~112 号。

- (II) 族
- 元素周期表中有 18 个纵行, 分为 16 个族。
- 七个主族 : I A 族~ VII A 族, 由长周期元素和短周期元素共同构成的族。
- 七个副族 : III B 族~ II B 族, 只由长周期元素构成的族。
- VIII 族 : 周期表中从左向右数第 8、9、10 三个纵行的元素构成的族。
- 0 族 : 由稀有气体元素构成的族, 位于元素周期表中第 18 纵行。

二、主族元素性质的周期性递变规律

性质	同周期 (从左到右)	同主族 (从上到下)
原子半径	逐渐减小 (惰性元素除外)	逐渐增大
电子层结构	电子层数相同 最外层电子数递增	电子层数递增 最外层电子数相同
失电子能力	逐渐减弱	逐渐增强
得电子能力	逐渐增强	逐渐减弱
单质的氧化性	非金属单质氧化性递增	非金属单质氧化性递减
单质的还原性	金属单质还原性递减	金属单质还原性递增
金属性	逐渐减弱	逐渐增强
非金属性	逐渐增强	逐渐减弱
主要化合价	最高正价 : $+1 \rightarrow +7$ 非金属元素负化合价 : $-4 \rightarrow -1$	稀有气体元素化合价为零 最高正价数等于主族序数 (O、F 除外)
非金属元素气态氢化物的形成与稳定性	气态氢化物的形成由难到易 气态氢化物稳定性递增	气态氢化物的形成由易到难 气态氢化物稳定性递减
最高价氧化物 对应水化物的酸碱性	碱性逐渐减弱 酸性逐渐增强	酸性逐渐减弱 碱性逐渐增强
单质的熔点变化	金属单质的熔点递增 非金属单质的熔点递减 熔点最低的是各周期的稀有气体	金属单质的熔点递减 非金属单质分子晶体的熔点递增, 金属原子晶体的熔点递减

注意 ①副族元素化学性质的变化较复杂,不一定适应主族的相关规律

②典型金属元素 如 Li 、 Na 、 K 、 Rb 、 Cs) 不能比较其非金属性

典型非金属元素 如 F 、 Cl 、 Br 、 I) 不能比较其金属性

三、原子结构、元素性质和它在周期表中的 位置

位置关系

‘位、构、性’的关系：

①从元素原子结构可以判断元素在周期表中的位置(周期、族)和它的主要化学性质(金属性、非金属性、得失电子能力、化合价)。

②从元素在周期表中的位置可以判断元素的原子结构(核电荷数、最外层电子数、原子半径、离子半径)和它的化学性质。

③从元素的化学性质可以判断元素周期表中的位置和它的结构特点。

④几种量的关系

周期序数 = 该周期中元素原子的核外电子层数

主族序数 = 该主族元素原子的最外层电子数 = 最高正化合价数

原子序数 = 原子的核电荷数 = 原子核内质子数

$|\text{最低负化合价}| + |\text{最高正化合价}| = 8$

四、核素、同位素

1. 元素

具有相同核电荷数(即质子数)的同一类原子的总称

注意：(1)定义中‘同一类原子’是指质子数相同中子数不同的各同位素的原子

①元素的种类由质子数决定

②元素只讲种类而不论个数,只能说元素组成物质而不能说元素组成分子

2. 核素、同位素

核素(原子)：具有一定数目质子和一定数目中子的一种原子

同位素：同一元素的不同核素之间互称同

如 H 元素有 ${}^1_1\text{H}$ 、 ${}^2_1\text{H}$ 、 ${}^3_1\text{H}$ 三种不同核素,而这些核素之间互称同位素。

注意同位素特征：

①同种元素,不同核素(原子),在周期表中占据同一位置

②各同位素原子质量数不同,核外电子数相同,故其化学性质几乎完全相同

③不同核素构成的分子化学性质几乎完全相同。如 H_2 、 D_2

④同位素构成的化合物,如 H_2O 、 D_2O 、 T_2O 的物理性质不同、化学性质几乎相同

⑤同位素有天然存在的,也有人工合成的

⑥在天然存在的某种元素中,无论是游离态还是化合态,各种同位素原子所占的原子个数百分比为一定值。

⑦同位素区别于同素异形体,前者是同种元素的不同核素,而后者是同种元素形成的不同单质。

典型例题分析

例 1] 有 A、B、C 三种短周期元素,已知 A、B 为同一周期相邻元素,B、C 属于同一主族元素,这三种元素的质子数之和为 41,最外层电子数之和为 19,推断 A、B、C 各为何种元素。

解析] 设 B 的质子数为 x ,三种元素在元素周期表中的位置只有下列 4 种情况：

①	②	③	④
$\begin{array}{ c c } \hline x-1\text{A} & x\text{B} \\ \hline & x+8\text{C} \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{ c c } \hline x\text{B} & x+1\text{A} \\ \hline x+8\text{C} & \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{ c c } \hline & x+8\text{C} \\ \hline x-1\text{A} & x\text{B} \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{ c c } \hline x-8\text{C} & \\ \hline x\text{B} & x+1\text{A} \\ \hline \end{array}$

① $(x-1) + x + (x+8) = 42$ 无整数解,舍去。

② $(x+1) + x + (x+8) = 41$ 无整数

解,舍去。

③ $(x-1) + x + (x-8) = 41$ 无整数解,舍去。

④ $(x+1) + x + (x-8) = 41$ 解得 $x = 16$

答案]A 是氯,B 是硫,C 是氧。

例 2]某元素的原子,最外电子层上只有 2 个电子,该元素是 ()

- A. 一定是ⅡA 族元素
- B. 一定是金属元素
- C. 一定是+2 价元素
- D. 可能是金属元素,也可能不是金属元素

解析]ⅡA 族元素最外电子层上都是 2 个电子,但副族元素较多的原子最外电子层上都是 2 个电子,A 错。最外电子层上 2 个电子的可以是金属元素,也可以是非金属元素,例如惰性气体氦就是 2 个电子,B 错。最外电子层上 2 个电子可以是+2 价如ⅡA 族元素,也可以不是+2 价,如我们熟悉的钒(V)、锰(Mn)、铁(Fe)等,最外电子层上都是 2 个电子,但是工业上二氧化硫氧化成三氧化硫的催化剂五氧化二钒中的钒是+5 价的; KMnO_4 、 K_2MnO_4 、 MnO_2 等锰的化合物中,锰的化合价分别为+7、+6 和+4 价;三氯化铁、硫酸亚铁中的铁分别是+3、+2 价,C 错。D 对。

答案]D

例 3]X 和 Y 均为短周期元素,已知 ${}_a\text{X}^{n-}$ 比 ${}_b\text{Y}^{m+}$ 多两个电子层,则下列说法正确的是 ()

- A. $b < 5$
- B. X 只能位于第三周期
- C. $a + n - b + m = 10$ 或 16
- D. Y 不可能位于第二周期

解析]当 Y^{m+} 为 H^+ (无电子层时), X^{n-} 可以是 N^{3-} 、 O^{2-} 、 F^- (1 个电子层);当 Y^{m+} 为 Li^+ 、 Be^{2+} (1 个电子层时), X^{n-} 可以是 P^{3-} 、 S^{2-} 、

Cl^- (3 个电子层); ${}_a\text{X}^{n-}$ 的电子数为 $a + n$, ${}_b\text{Y}^{m+}$ 的电子数为 $b - m$,则有 $a + n - (b - m) = a + n - b + m = 10$ 或 16。

答案]A、C

例 4]镭是周期表中第七周期的ⅡA 族元素,下列关于镭的性质的描述中不正确的是 ()

- A. 在化合物中呈+2 价
- B. 单质使水分解,放出氢气
- C. 氢氧化物是呈两性
- D. 碳酸盐难溶于水

解析]在周期表中同族金属元素,从上到下金属性依次增强,故其单质使水分解,放出氢气,其氢氧化物的碱性应比 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 强,而不可能呈两性,所以选项 B 正确,而 C 不正确,又由于镭是ⅡA 族元素,因此具有ⅡA 族元素的某些共性,如在化合物中呈+2 价,其碳酸盐难溶于水等。

答案]C

例 5]国际无机化学命名委员会在 1989 年做出决定,把长式周期表原先的主、副族及族号取消,由左至右改为第 1~18 列,碱金属族为第 1 列,稀有气体为第 18 列,按这个规定,下列说法不正确的是 ()

- A. 第 15 列元素的最高价氧化物为 R_2O_5
- B. 第 2 列元素中肯定没有非金属
- C. 第 17 列元素的第一种元素无含氧酸
- D. 第 16、17 列元素都是非金属元素

解析]此题只须熟记周期表的结构,且能将第 1、2、3……18 列依次与长式周期表中ⅠA、ⅡA、ⅢB……零族相对应,即可完成。答案选 D。注意此题还可进行多角度的发散,含有元素种类最多即在第 3 列,最活泼的非金属在第 17 列等。

答案]D

例 7]有短周期 A、B、C 三种元素在周期

表中分别处于 X 元素的周围 (如图), 已知 X 元素最外层电子数是内层电子数的 $1/2$, 且 4 种元素中有 1 种元素原子半径是它们所处族中最小的。试确定:

	B	
A	X	C

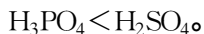
(1) 各元素的符号分别是 A _____、B _____、C _____、X _____;

(2) 写出 C、X 最高价氧化物对应水化物的化学式, 并按酸性由弱到强的次序排列 _____;

(3) 写出 A、B、X 的气态氢化物的化学式, 并按稳定性由弱到强的次序排列 _____。

解析】(1) 此题给出的关键条件是: 有一种元素原子半径为同族中最小, 该元素一定是 B, 而 B 一定是第二周期的元素, 再由各元素的位置, 可知 A、X、C 在第三周期。X 原子最外层电子数是内层电子数的 $1/2$, 说明 X 的 M 层上有 5 个电子 (内层 K、L 层上共有 10 个电子), 所以 B、X 为 VA 族元素, 它们分别为 N、P, A 是 Si, C 是 S。

(2) P、S 元素的非金属性 $P < S$, 所以它们的最高价氧化物水化物 (含氧酸) 的化学式及酸性强弱为:



(3) Si、P、N 气态氢化物的稳定性为: $\text{SiH}_4 < \text{PH}_3 < \text{NH}_3$

针对训练

1. 下列说法正确的是 ()

- A. 同主族元素的化学性质相同
- B. 同主族元素的原子半径相同
- C. 同主族元素的电子数相同

D. 同主族元素的最外层电子数相同

2. 某含氧酸的化学式为 $\text{H}_n\text{RO}_{2n+2}$, 试判断 R 的最合理价态为 ()

- A. +5
- B. +7
- C. +6
- D. +4

3. 下列各组比较不正确的是 ()

- A. 酸性: $\text{H}_4\text{SiO}_4 < \text{H}_3\text{PO}_4 < \text{H}_2\text{SO}_4 < \text{HClO}_4$
- B. 碱性: $\text{Be}(\text{OH})_2 < \text{Mg}(\text{OH})_2 < \text{NaOH}$
- C. 氧化性: $\text{S} < \text{O}_2 < \text{F}_2$
- D. 还原性: $\text{Se}^{2-} < \text{S}^{2-} < \text{O}^{2-}$

4. 下列叙述正确的是 ()

- A. ^{40}K 和 ^{40}Ca 原子中质子数和中子数都不相等
- B. 金刚石和石墨互为同位素
- C. 纯水中含有氕、氘两种氢原子, 所以纯水不是纯净物
- D. 某物质只含一种元素, 该物质一定是纯净物

5. 下列各图为元素周期表的一部分 (数字为原子序数) 其中 X 为 35 的是 ()

16		
32	X	

A.

26		28
	X	

B.

	X	
74		76

C.

		18
	X	
		54

D.

6. 有下列粒子: ^1_1H 、 ^2_1H 、 ^3_1H 、 H^+ 、 H^- , 有关它们的说法正确的是 ()

- A. 氢元素的 5 种核素
- B. 5 种氢元素
- C. 氢的 5 种同素异形体
- D. 氢元素的 5 种不同的粒子

7. A 元素的最高正价与负价的绝对值之差为 4, B 元素与 A 元素组成的离子化合物在水中电离出的离子的核外电子排布分别与 Ne 和 Ar 相同, 则此化合物是 ()

- A. MgBr_2
- B. Na_2S
- C. KCl
- D. KF

8. 一种粒子的质子数和电子数与另一种粒子的质子数和电子数均相等, 下列粒子间关系的

说法错误的是

()

- A. 它们可能是不同的分子
B. 可能是相同原子
C. 可能是同位素
D. 可能是一种分子和一种离子

9. 1829 年德贝莱纳富有启发性地提出“三素组”学说。他将 15 个元素归纳成 5 个“三素组”
Li、Na、K Ca、Sr、Ba P、As、Sb S、Se、Te Cl、Br、I。
根据学过的知识,判断关于这 5 组元素的下列说法不正确的是 ()

- A. 它们的最外层电子数相同
B. 每组中电子层数依次增加
C. 每组中,中间元素的相对原子质量约是其他两种元素相对原子质量的平均值
D. “三素组”学说也能揭示元素的周期性变化的规律

10. 主族元素的次外层电子数为 ()

- A. 一定是 2
B. 一定是 2 或 8
C. 一定是 8 或 18
D. 一定是 2、8 或 18

11. 已知 A 为ⅡA 族元素,B 为ⅢA 族元素,它们的原子序数分别为 m 和 n ,且 A、B 为同一周期元素。下列关系错误的是 ()

- A. $n = m + 1$ B. $n = m + 11$
C. $n = m + 25$ D. $n = m + 10$

12. 有 A、B、C 三种元素,已知 A 的化合价为 -1 价,B 和 A 形成化合物 BA,B 和 C 形成化合物 B_2C ,A、B、C 的离子的核外电子数都是 18。

(1) 写出各元素的符号 :A _____、
B _____、C _____。

(2) 写出 A 单质与 B 的最高价氧化物对应

的水化物反应的化学方程式

_____。

13. A、B、C、X、Y、Z 六种元素,它们的原子序数都在 20 号以前,A、B、C 三种元素的核外电子数之和为 42,X、Y、Z 三种元素的最外层电子数之和为 20,A 与 B、X 与 Z 分别是同族相邻元素,A 与 C、Y 与 Z 分别是同周期相邻元素,A、C、Y、Z 是同周期元素,且 A、B、C 是金属元素。

(1) 写出元素符号 :

A _____、B _____、
C _____、X _____、
Y _____、Z _____。

(2) 6 种元素的原子半径从大到小的顺序是 _____。

(3) 6 种元素简单离子的电子层结构相同的有 _____。

第四节 化学键

基础知识引导

1. 化学键、离子键、共价键的概念
2. 用电子式表示离子键、共价键的形成过程
3. 化学反应的实质

重点、难点突破

一、离子键

1. 离子键 阴、阳离子间通过静电相互作用所形成的化学键

注意 正确理解离子键中“静电相互作用”的含义

(1) “静电作用”包括引力与斥力,如阴、阳离子间的吸引力,两种离子间一方的核电荷对另一方核外电子的引力,两离子之间核与核、电子与电子间的斥力,当这些作用力之间达到平衡时,即形成离子键。

(2) 由于离子键是吸引力和排斥力的平衡,所以阴、阳离子间距离既不能无限靠近,也不能很远。当离子晶体被破坏时,离子键也被破坏了,这些离子可自由移动,离子之间应该保持的距离也就破坏了。

(3) 组成粒子是阴、阳离子

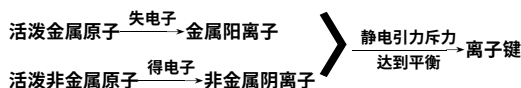
(4) 作用的实质是静电作用。

2. 形成离子键的条件

离子键要求成键原子一方要容易失去电子而另一方要容易得到电子。即只有活泼的金属与活泼的非金属之间才能形成离子键。如ⅠA、ⅡA的金属(Li、Na、K、Mg、Ca等)的单质与ⅥA、ⅦA的非金属(F、O、Cl、Br、S等)的单质反应形成离子键;金属阳离子与某些带电的原子团之间可形成离子键(如 Na^+ 与 SO_4^{2-} 、 K^+ 与 OH^- 、 NH_4^+ 与 Cl^- 、 SO_4^{2-} 等);活泼金属

K、Ca、Na等与 H_2 反应生成KH、 CaH_2 、NaH,形成的也是离子键,但Al与Cl之间形成的是共价键。

3. 离子键的形成过程



离子键形成的化合物一定是离子化合物,如强碱、大多数盐、典型金属氧化物等,离子化合物中一定含有离子键,可能含有共价键。

4. 电子式

(1) 电子式 在元素符号周围用小黑点·或×来表示原子最外层电子的式子叫电子式。

原子 $\text{Na} \times, \times \text{Mg} \times, \cdot \ddot{\text{O}}:, \cdot \ddot{\text{F}} \cdot$ 等

离子 $\text{Na}^+, \text{Mg}^{2+}, \text{Cl}^-: [\ddot{\text{Cl}}:]^-$

$\text{H}^-: [\text{H}]^-, \text{S}^{2-}: [\ddot{\text{S}}:]^{2-}$

$\text{O}_2^{2-}: [\ddot{\text{O}}:\ddot{\text{O}}:]^{2-}$

分子 $:\ddot{\text{O}}::\text{C}::\ddot{\text{O}}: \quad :\text{N}::\text{N}: \quad \text{等}$

注意:

① 离子的电荷与化合价的区别如

$[\ddot{\text{O}}:]^{2-}$ (错) $[\ddot{\text{O}}:]^{2-}$ (对)

② 阴离子、阳离子的原子团应用[]括起来,并在左上角标出“n-”或“n+”如

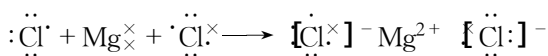
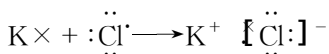
$[\ddot{\text{Cl}}:]^-, [\ddot{\text{O}}\times\text{H}]^-, \text{H}\times\text{N}\times\text{H}^+, [\ddot{\text{O}}:\text{H}]^+$

③ 用电子式表示离子化合物时,相同离子不能合并。如 $\text{Na}_2\text{S}: \text{Na}^+ [\ddot{\text{S}}:]^{2-} \text{Na}^+$, 但 $\text{Na}_2^+ [\ddot{\text{S}}:]^{2-} \text{Na}_2^{2+} [\ddot{\text{S}}:]^{2-}$ 均错

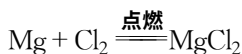
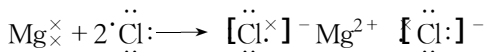
(2) 用电子式表示离子化合物的形成过程 左边写出原子的电子式,右边写出离子化

合物的电子式,中间用“→”连接

如 KCl 、 MgCl_2 的形成过程



注意比较下列两个式子的不同之处



5. 离子半径

(1) 阳离子半径小于原子半径、阴离子半径大于原子半径

$$R_{\text{H}^+} < R_{\text{H}} < R_{\text{H}^-}$$

(2) 同主族 (阳、阴离子) 半径从上到下逐渐增大

同周期: 阳离子半径小于阴离子半径如

$$R_{\text{Na}^+} < R_{\text{S}^{2-}}$$

阴、阳离子半径都逐渐减小, 如 $R_{\text{Na}^+} >$

$$R_{\text{Mg}^{2+}} > R_{\text{Al}^{3+}},$$

有关影响因素及性质

影响离子键强弱的因素为离子半径、离子电荷。即离子半径越小, 离子键越强; 离子带电荷越多, 离子键越强。离子键强弱影响离子化合物的熔沸点, 离子键越强, 熔沸点越高。如 KCl 和 NaCl 溶沸点: $\text{NaCl} > \text{KCl}$

(3) 具有相同电子层结构的离子, 随核电荷数增加半径逐渐减小。

$$\text{如: } R_{\text{O}^{2-}} > R_{\text{F}^-} > R_{\text{Na}^+} > R_{\text{Mg}^{2+}} > R_{\text{Al}^{3+}}$$

(4) 高价阳离子半径小于低价阳离子半径, 如 $R_{\text{Fe}^{2+}} > R_{\text{Fe}^{3+}}$

二、共价键

1. 共价键: 原子间通过共用电子对所形成的相互作用, 叫做共价键

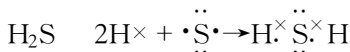
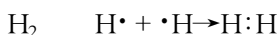
(1) 键的本质: 原子间通过共用电子对 (即电子云重叠) 产生的强烈作用。

(2) 键的形成条件: 非金属元素之间, 且成键的原子最外层电子未达饱和状态, 则在两原子之间通过形成共用电子对成键。

(3) 共价键的表示方法: 电子式和结构式

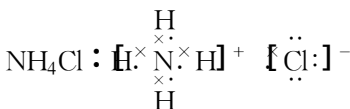
① 结构式: 共价键的每一共用电子对用一短线表示, 未成键的电子不写出。如 N_2 的电子式: $\text{N} :: \text{N}$ 结构式: $\text{N} \equiv \text{N}$

② 用电子式表示共价键的形成过程



注意: 共用电子对应偏向吸引电子对能力强的一方。

③ 共价键存在于非金属形成的单质和共价化合物中, 也存在于含有原子团的离子化合物中。如 Na_2O_2 : $\text{Na}^+ \left[:\ddot{\text{O}} : \ddot{\text{O}} \times \right]^{2-} \text{Na}^+$



三、化学键与化学反应实质

1. 化学键: 相邻两个或多个原子与原子之间强烈的相互作用。

注意: (1) ‘相邻’是指直接相邻的原子, 不指非直接相邻的原子。

如 H_2O 中 H 与 O 为直接相邻, H 与 H 之间非直接相邻

(2) ‘相互作用’应理解为‘相互吸引’与‘相互排斥’的平衡

(3) ‘强烈’指相邻原子间的相互作用有强有弱, 相互作用强烈的为化学键, 弱的相互作用为非化学键。

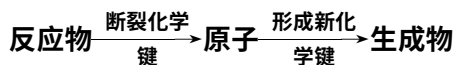
2. 化学键的类型

化学键 $\left\{ \begin{array}{l} \text{离子键} \\ \text{共价键} \\ \text{金属键 (不作要求)} \end{array} \right.$

共价键还有一种特殊形式: 配位键

3. 化学反应的实质

化学反应的过程,实质上是旧化学键的断裂和新化学键的形成的过程。即



典型例题分析

例 1]两种元素可以形成 AB_2 型离子化合物,它们的原子序数可能是 ()

- A. 6 和 8 B. 20 和 17
C. 1 和 8 D. 12 和 9

解析]根据元素的原子序数可推知是什么元素,再根据离子键的形成条件加以判断,答案选 BD。

答案]B、D

例 2]下列粒子中,①只有共价键的是 ();②既有离子键又有共价键的是 ()

- A. CaCl_2 B. $(\text{NH}_4)_2\text{S}$
C. Na_2O_2 D. H_2O_2

解析]先找出离子化合物和共价化合物,然后分析化合物中是否存在阴阳离子,最后分析阴、阳离子中是否还存在共价键

答案]①选 D ②BC

例 3]下列电子式书写正确的是 ()

- A. $[\text{Na}^+] \times \ddot{\text{S}} \times^{2-} [\text{Na}^+]$
B. $\text{H}^+ [\ddot{\text{S}} \times]^{2-} \text{H}^+$
C. $\begin{array}{c} \text{H} \\ \times \\ \text{H} \times \text{N} \times \text{H} \\ \times \\ \text{H} \end{array} + [\ddot{\text{Cl}}:]^-$
D. $\text{H} \times \text{N} \times \text{H}$

解析]根据电子式的书写方法,A 项 [] 应加在 S^{2-} 上,即为 $\text{Na}^+ [\ddot{\text{S}} \times]^{2-} \text{Na}^+$ A 错,B 项为共价化合物,无离子,错。D 项中 N 原子最外层电子数未完全画出,D 错,故答案为 C。

答案]C

例 4]下列关于化学键的叙述正确的是 ()

- A. 化学键存在于原子之间也可存在于分子之间
B. 两个原子之间的相互作用称化学键
C. 离子键是阴、阳离子之间的相互吸引力
D. 化学键通常是指相邻两个或多个原子之间的强烈的相互作用。

解析]化学键不存在于分子间,A 项错,化学键不只是两个原子之间作用也可是多个原子之间的相互作用,而且是强烈相互作用。B 错,离子键是阴、阳离子间的静电相互作用 包括吸引力和排斥力)故 C 项不正确。

答案]D。

例 5]M 元素的一个原子失去 2 个电子,该 2 个电子转移到 Y 元素的 2 个原子中去,形成离子化合物 Z。下列说法正确的是 ()

- A. Z 的熔点较低
B. Z 可以表示为 M_2Y
C. Z 一定溶于水
D. M 形成 +2 价阳离子

解析]Z 的形成过程可表示为:

$\ddot{\text{Y}} \cdot + \times \text{M} \times + \cdot \ddot{\text{Y}} \cdot \rightarrow [\ddot{\text{Y}}:]^- \text{M}^{2+} [\ddot{\text{Y}}:]^-$ 故 Z 的化学式 MY_2 ; 又知离子化合物的熔、沸点都较高,且有的 MY_2 型化合物 (如 CaF_2) 难溶于水。

答案]D。

例 6]同一短周期中的 X、Y 两元素,它们的共价键相结合时,生成气态物质 XY_2 ,将它通入水中能使石蕊试液变红;另一种元素 R,它的离子 R^{2+} 与氩原子的电子层结构相同,X、Y、R 三种元素可生成化合物 RXY_3 ,该化合物在强热条件下可分解生成气体 XY_2 和固体 RY ,那么 XY_2 的化学式为 _____,RY 的化学式是 _____, RXY_3 的化学式为 _____。

解析]同一短周期中 XY_2 型化合物 (以共价键相结合) 且水溶液呈酸性的常见的有 CO_2 , 元素 R 的离子 R^{2+} 与氩原子的电子层结构相同, 说明 R 为 Ca 所以 RXY_3 为 $CaCO_3$, 在强热下分解得到 CaO 和 CO_2 。

答案] $CO_2, CaO, CaCO_3$ 。

例 7] 下列各组物质中, 化学键类型相同的是 ()

- A. HI 与 NaI B. H_2S 和 CO_2
C. Cl_2 和 CCl_4 D. F_2 和 Na

解析] 对于 A, 在 HI 中, 由于 H 和 I 通过共用电子对形成共价键。

在 NaI 中, Na^+ 和 I^- 通过静电作用形成离子键。即 HI 和 NaI 的化学键不相同。

对于 B、C, 它们都是通过共用电子对形成的共价键。

对于 D, F_2 是由两个 F 通过共用电子对形成的共价键, 而 NaBr 是通过 Na^+ 和 Br^- 静电作用形成离子键。即 F_2 和 NaI 的化学键不相同。

答案] B、C

针对训练

1. 下列各对元素的原子之间能形成离子键的是 ()

- A. S 与 O B. K 与 Br
C. P 与 Cl D. C 与 O

2. 下列变化过程中, 原物质分子内共价键被破坏, 同时有离子键形成的是 ()

- A. 盐酸和 NaOH 溶液
B. 氯化氢溶于水
C. 溴化氢与氨反应生成溴化铵 (NH_4Br)
D. 锌和稀 H_2SO_4 反应

3. 下列性质中, 可以证明某化合物内一定存在离子键的是 ()

- A. 可溶于水

B. 具有较高的熔点

C. 水溶液能导电

D. 熔融状态能导电

4. 比较下列各组粒子半径, 正确的是 ()

- ① $Cl < Cl^- < Br^-$ ② $F^- < Mg^{2+} < Al^{3+}$ ③
 $Ca^{2+} < Ca < Ba$ ④ $S^{2-} < Se^{2-} < Br^-$

A. ①和③

B. 只有②

C. 只有③

D. ①和④

5. 下列说法正确的是 ()

A. 难失电子的原子, 获得电子的能力一定强

B. 易得电子的原子所形成的简单离子, 其还原性一定强

C. 任何分子内部一定存在共价键

D. 电子层结构相同的离子, 核电荷数越多, 离子半径越小

6. 下列各组物质中, 全部以共价键结合的是 ()

A. H_2S, NH_3, CO_2

B. NH_4Cl, HCl, I_2

C. HF, Na_2S, CaO

D. CO_2, H_2O, Na_2O_2

7. 下列电子式书写正确的是 ()

A. NaCl $Na \times \overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{Cl}}$:

B. HClO $H \times \overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{Cl}} : \overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{O}}$:

C. NH_3 $H \times \overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{N}} \times H$
 $\times$
 H

D. OH^- $[\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{O}} \times H]^-$

8. A、B 两元素的阴离子具有相同的电子层结构, A 元素的阴离子半径大于 B 元素的阴离子半径, C 和 B 两元素的原子核外电子层数相同, C 元素的原子半径大于 A 元素的原子半径, 则 A、B、C 三种元素, 原子序数的关系是 ()

A. $A > B > C$

B. $B > A > C$