

$$=1.0 \times 10^{-6} \text{ mol}$$

因为  $n(\text{Na}^+) + n(\text{H}^+) = n(\text{A}^-) + n(\text{OH}^-)$

所以  $n(\text{A}^-) = n(\text{Na}^+) + n(\text{H}^+) - n(\text{OH}^-) \approx n(\text{Na}^+) - n(\text{OH}^-)$

$$= 1.0 \times 10^{-4} \text{ mol} - 3.0 \times 10^{-6} \text{ mol} = 9.7 \times 10^{-5} \text{ mol}$$

### 5 对完全双水解的理解

学生觉得双水解不可捉摸,是因为没有弄清楚发生完全双水解的条件。为什么在水溶液中  $\text{NH}_4^+$  与  $\text{S}^{2-}$ 、 $\text{NH}_4^+$  与  $\text{CO}_3^{2-}$  (或  $\text{HCO}_3^-$ ) 双水解不能完全,而  $\text{Al}^{3+}$  与  $\text{S}^{2-}$ 、 $\text{Al}^{3+}$  与  $\text{CO}_3^{2-}$  (或  $\text{HCO}_3^-$ )、 $\text{Al}^{3+}$  与  $\text{AlO}_2^-$  双水解却能完全呢?区别的关键在于生成的两种弱电解质在浓度增大时能不能发生反应,若能发生反应,则双水解不能完全进行。 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  和  $\text{HS}^-$  (或  $\text{HCO}_3^-$  或  $\text{H}_2\text{CO}_3$ ) 要发

生反应,所以  $\text{NH}_4^+$  与  $\text{S}^{2-}$ 、 $\text{NH}_4^+$  与  $\text{CO}_3^{2-}$  (或  $\text{HCO}_3^-$ ) 双水解不能完全;而  $\text{Al}(\text{OH})_3$  和  $\text{HS}^-$  (或  $\text{HCO}_3^-$  或  $\text{H}_2\text{CO}_3$ ) 就不反应,所以  $\text{Al}^{3+}$  与  $\text{S}^{2-}$ 、 $\text{Al}^{3+}$  与  $\text{CO}_3^{2-}$  (或  $\text{HCO}_3^-$ )、 $\text{Al}^{3+}$  与  $\text{AlO}_2^-$  双水解却能完全。

综上所述,盐的水解的上述几个疑惑解决了,对盐的水解也就有了深入的认识和理解,且能熟练运用所学化学知识对具体问题进行分析,那么盐类水解的各种问题也就迎刃而解了。

### 参考文献:

[1]王祖浩.高中化学教学参考书·化学反应原理(选修)[M].江苏教育出版社,2005.

## 解读“等电子体”

李魁云

(东明实验中学,山东东明 274500)

文章编号: 1005-6629(2009)02-0079-02

中图分类号: G632.479

文献标识码: B

在研究分子结构时发现,CO分子与 $\text{N}_2$ 分子结构非常相似,它们的分子中电子总数都是10,都形成1个 $\sigma$ 键和2个 $\pi$ 键,键能都较大,物理性质也非常相似。(如下表)

分子	熔点(°C)	沸点(°C)	水中溶解度(室温)	离解能/(KJ·mol <sup>-1</sup> )	价电子数
CO	-205.05	-191.49	2.3mL	1075	10
$\text{N}_2$	-210.00	-195.81	1.6mL	946	10

根据许多类似的实验事实,人们总结出一条经验规律:

等电子原理:具有相同价电子数(或全部电子数)和相同原子数的分子或离子,具有相同的结构特征。

### 1 等电子体的概念

符合等电子原理的微粒互为等电子体。

### 2 等电子体的特征

互为等电子体的微粒,结构相似,物理性质非常相近。

### 3 等电子体的应用

#### 3.1 判断一些简单分子或离子的立体构型

例如  $\text{SiCl}_4$ 、 $\text{SiO}_4^{4-}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$  的原子数目和价电子

数目都相等,它们互为等电子体,中心原子采取  $\text{sp}^3$  杂化,都为正四面体的立体构型。

[例1]  $\text{HN}_3$  称为叠氮酸,  $\text{N}_3^-$  是类卤离子,请回答:

(1)  $\text{N}_3^-$  与\_\_\_\_\_分子互为等电子体,写出  $\text{N}_3^-$  的空间构型和结构式\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。

(2) 指出N原子的杂化方式和成键方式。

(3) 比较  $\text{HN}_3$  与  $\text{HX}$  (卤化氢) 的酸性、热稳定性、还原性大小。

(4)  $\text{HN}_3$  与银盐作用,可得一种不溶于水的白色固体,该固体加热时会发生爆炸,写出反应的离子方程式:\_\_\_\_\_。

解析:  $\text{N}_3^-$  与  $\text{CO}_2$  互为等电子体,则  $\text{HN}_3$  与  $\text{H}_2\text{CO}_3$  性质相近,故答案:(1)  $\text{CO}_2$ 、直线型、 $(\text{N}=\text{N}=\text{N})^-$ ; (2)  $\text{sp}^1$  2个 $\sigma$ 键 2个 $\pi$ 键; (3) 酸性:  $\text{HX} > \text{HN}_3$  热稳定性:  $\text{HX} > \text{HN}_3$ 、还原性:  $\text{HN}_3 > \text{HX}$ ; (4)  $\text{HN}_3 + \text{Ag}^+ = \text{AgN}_3 \downarrow + \text{H}^+$

[例2](2007年山东模拟):W、X、Y、Z四种元素的原子序数依次增大,其中Y原子的L电子层中,成对电子与未成对电子占据的轨道数相等,且无空轨道;X原子的L电子层中未成对电子与Y相同,但还有空轨道;W、Z的原子序数相差10,且Z原子的第

一电离能在同周期中最低。

(1) 写出下列元素的元素符号: W \_\_\_\_\_、X \_\_\_\_\_、Y \_\_\_\_\_、Z \_\_\_\_\_。

(2) XY分子中, X原子与Y原子都达到8电子稳定结构, 则XY分子中X原子和Y原子用于成键的电子数目分别是 \_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_ ; 根据电子云重叠方式不同, 分子里共价键的主要类型有 \_\_\_\_\_。

解析: 由已知条件分析得知: XY分子为CO, 在高中教材中并未介绍CO分子的结构特征, 但由于N<sub>2</sub>与CO互为等电子体, 所以CO分子中也存在三键, 电子式为: :C:::O: 其中有一个是氧原子单独提供的孤对电子对形成的键, 故答案: (1) W H、X C、Y O、Z Na, (2) 成键的电子数目分别为是 2、4 ; 分子里共价键的主要类型有 1个σ, 2个π键。

3.2 利用等电子原理性质上的相似制造新物质

如晶体硅与锗、磷化铝(AlP)与砷化镓(GaAs)都是良好的半导体材料。

[例3] 现有一种新型的无机非金属材料BN, 它的一种同分异构体a-BN晶体为层状结构, 则该物质的结构、性质和用途的叙述正确的是:

A: a-BN是一种坚硬耐磨材料, 类似于金刚石。

B: 若层状结构中有n个硼原子, 就有n个六元环。

C: 已知a-BN在水蒸气作用下能微弱水解, 则水解产物为B<sub>2</sub>H<sub>6</sub>和HNO<sub>3</sub>。

D: a-BN晶体中各原子均达到八电子稳定结构。

解析: 由题干分析a-BN与石墨(C-C)互为等电子体, 结构相似、性质相近; BN中B为+3价、N为-3价, 根据水解机理, 则水解产物为NH<sub>3</sub>和H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>; a-BN晶体中B原子为6电子稳定结构; 由石墨层状结构可推知, 应选B。

3.3 利用等电子原理针对某物体找等电子体

[例4] 1919年Langmuir提出等电子原理: 原子数相同, 电子总数相同的分子, 互为等电子体。结构相似, 物理性质非常相近。

(1) 根据上述原理, 仅有第2周期元素组成的共价分子中, 互为等电子体的是: \_\_\_\_\_ 和 \_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_ 和 \_\_\_\_\_。

(2) 此后, 等电子原理又有所发展: 只要其原子数相同, 各原子最外层电子数之和相等, 他们也具有相似的结构特征。在短周期元素组成的物质中, 与NO<sub>2</sub><sup>-</sup>互为等电子体的分子有: \_\_\_\_\_。



解析: (1) N<sub>2</sub>与CO、CO<sub>2</sub>与N<sub>2</sub>O; (2) NO<sub>2</sub><sup>-</sup>互为等电子体的分子有: O<sub>3</sub>、SO<sub>2</sub>。

例5. 甲、乙、丙、丁、戊具有如图所示的结构或结构单元, 图中四面体外可能的部分未画出, 只有实线表示共价键, X、Y可同可不同。已知: 甲、乙晶体类型相同, 单质甲能与乙发生置换反应, 丙、丁、己三种微粒均含有等量的总电子数, 其中丙、己是同一类晶体中的分子, 已在常温下呈液态, 能产生两种10电子的微粒。丁是阳离子且与丙符合“等电子原理”。戊与丙结构相似, 但分子中多了24个价电子。

(1) 写出液态己产生两种等电子微粒的电离方程式: \_\_\_\_\_

(2) X、Y原子的最外层都满足8电子稳定结构的分子是: A. 甲 B. 乙 C. 丙 D. 戊 E. 己

(3) 丙是目前重要的能源之一, 丙和己在催化剂、加热条件下得到可燃性的两种气体, 其反应的化学方程式 \_\_\_\_\_。

(4) 写出一种与己符合“等电子原理”的离子: \_\_\_\_\_

解析: 符合正四面体结构的有: 金刚石、晶体硅、SiO<sub>2</sub>、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>、CH<sub>4</sub>、CCl<sub>4</sub>等; 与H<sub>2</sub>O互为等电子体的有: NH<sub>2</sub><sup>-</sup>; 与CH<sub>4</sub>互为等电子体的有: NH<sub>4</sub><sup>+</sup>; 与CCl<sub>4</sub>互为等电子体的有: SiCl<sub>4</sub>、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>、SiO<sub>4</sub><sup>2-</sup>再结合题干信息可得出: 甲为金刚石、乙为SiO<sub>2</sub>、丙为CH<sub>4</sub>、丁为NH<sub>4</sub><sup>+</sup>、戊为CCL<sub>4</sub>或SiCl<sub>4</sub>、己为H<sub>2</sub>O

答案: (1) H<sub>2</sub>O + H<sub>2</sub>O = H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> + OH<sup>-</sup>

(2) D

(3) CH<sub>4</sub> + H<sub>2</sub>O  $\xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}}$  CO + 3H<sub>2</sub>

(4) NH<sub>2</sub><sup>-</sup>

(上接第81页)

入C<sub>n</sub>H<sub>2n-6</sub>O<sub>2</sub>求出M=278。

[正确答案]

综合以上分析本题答案应选C。

[拓展延伸]

对于有机物C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>O<sub>z</sub>N<sub>w</sub>不饱和度的公式为:

$\Omega = \frac{2x+2-y+w}{2}$ 。在分子结构单元中, 由单键形成  
万方数据

每一个环状结构的不饱和度为1; 每个C=C键或C=O键的不饱和度为1; 每个C≡C键的不饱和度为2。结构单元的不饱和度有加和性。即确定分子结构的有机物, 其不饱和度是其中各结构单元不饱和度之和。