

10 和 18 电子微粒的推导及应用

广东省雷州市第三中学 (524200) 洪云龙

10 和 18 电子微粒是高中化学“原子结构”中的一个重要知识点. 教师在复习时一般详细列出常见的 10 和 18 电子微粒并要求学生强化记忆以便应用. 由于死记硬背 缺乏理解, 再加上记忆的容量较大, 导致有些学生对 10 和 18 电子微粒的记忆不是很牢固 时间一长便会忘记. 那么, 一旦忘记了怎么办呢? 不用急, 用相关元素亦能将 10 和 18 电子微粒推导出来.

一、10 电子微粒的推导

1. 推导的元素

10 电子微粒推导的元素是元素周期表中 Ne 附近的元素(包括 Ne). 具体是以 Ne(10 号)为基准, 向前是第 2 周期的非金属元素(6~9 号), 向后是第 3 周期的金属元素(11~13 号), 也即是 6 号~13 号元素(具体是 C、N、O、F、Ne、Na、Mg、Al, 共 8 种), 由这 8 种元素可以推导出中学阶段所有的 10 电子微粒.

2. 推导的过程

6 号~13 号元素推导 10 电子微粒的过程如图 1 所示.

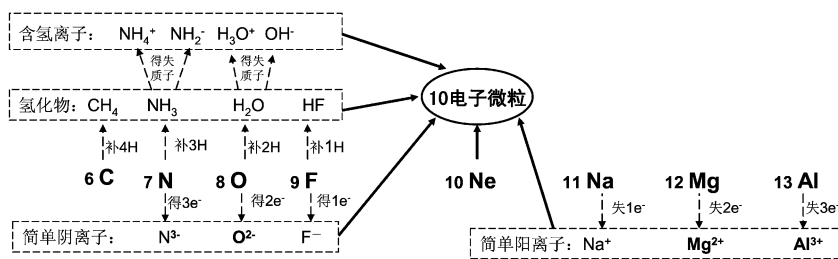


图 1

从图 1 可看出 6 号~13 号元素推导 10 电子微粒有 3 种方法:

(1) 得失电子成离子法

多于 10 电子的金属原子(Na、Mg、Al), 可通过失去最外层电子形成简单阳离子 Na^+ 、 Mg^{2+} 、 Al^{3+} 来变成 10 电子微粒; 少于 10 电子的非金属原子(N、O、F), 可通过最外层获得电子形成简单阴离子 N^{3-} 、 O^{2-} 、 F^- (一般不存在 C^{4-}) 来变成 10 电子微粒; Ne 已是 10 电子微粒, 不须得失电子.

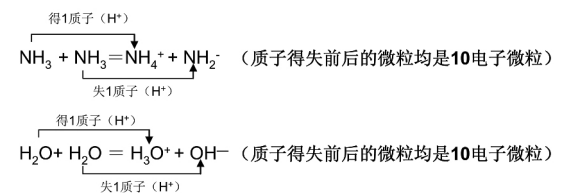
(2) 补氢变分子法

因为 1 个氢原子带有 1 个电子, 所以补 1 个氢原子就相当于补 1 个电子. 少于 10 电子的非金属原子(C、N、O、F), 可通过“补氢原子”来实现“补电子”的目的(与 10 个电子相比较, 缺几个电子就补几个氢原子). 据此法得到的氢化物分子(CH_4 、 NH_3 、 H_2O 、 HF) 亦是 10 电子微粒.

(3) 氢化物得失质子法

补氢变分子法得到的氢化物分子, 得失质子(H^+) 后所形成的含氢离子(有时也称为“电离”)亦

是 10 电子微粒. 因为质子(H^+) 不含电子, 所以氢化物分子得到或失去质子(H^+) 后对原来的电子数目没有影响, 仍是 10 电子微粒. 例如氢化物分子 NH_3 、 H_2O 是 10 电子微粒, 分别得到 1 个质子(H^+) 和失去 1 个质子(H^+) 变为相应的含氢离子 NH_4^+ 、 NH_2^- 、 H_3O^+ 、 OH^- 电子数目不受影响, 仍然是 10 电子微粒. 可用式子直观地表示如下:



3. 小结

- (1) Ne 已是 10 电子微粒 不须再加推导;
- (2) 多于 10 电子的金属原子(Na、Mg、Al) 只能通过 1 种方法(失电子成离子法) 变成 10 电子微粒(简单阳离子);
- (3) 少于 10 电子的非金属原子(N、O、F) 可通过 2 种方法(得电子成离子法和补氢变分子法) 变

成 10 电子微粒(简单阴离子和氢化物分子);

(4) 由补氢变分子法得到的氢化物分子又可通过 1 种方法(得失质子法)变成 10 电子微粒(含氢离子);

(5) 整理图 1 的 10 电子微粒,得表 1.

表 1

微粒分类	10 电子微粒
离子	简单阳离子 $\text{Na}^+、\text{Mg}^{2+}、\text{Al}^{3+}$
	简单阴离子 $\text{N}^{3-}、\text{O}^{2-}、\text{F}^-$
	含氢离子 $\text{NH}_4^+、\text{NH}_2^-、\text{H}_3\text{O}^+、\text{OH}^-$
分子	单原子分子 Ne
	氢化物分子 $\text{CH}_4、\text{NH}_3、\text{H}_2\text{O}、\text{HF}$

由表 1 可知,10 电子微粒共 15 种,分为 2 大类,一是离子类,二是分子类.离子类包括简单阴、阳离

子和含氢阴阳离子;分子类包括 Ne 分子和氢化物分子.其中,含氢阴阳离子可通过氢化物分子的得失质子(有时亦称“电离”)来推导.

二、18 电子微粒的推导

1. 推导的元素

18 电子微粒推导的元素是元素周期表中 Ar 附近的元素(14 号~20 号元素,具体是 Si、P、S、Cl、Ar、K、Ca)以及 6~9 号元素(具体是 C、N、O、F),共 11 种元素.由这 11 种元素可以推导出常见的 18 电子微粒.

2. 推导的过程

14~20 号以及 6~9 号元素推导 18 电子微粒的过程如图 2 所示.

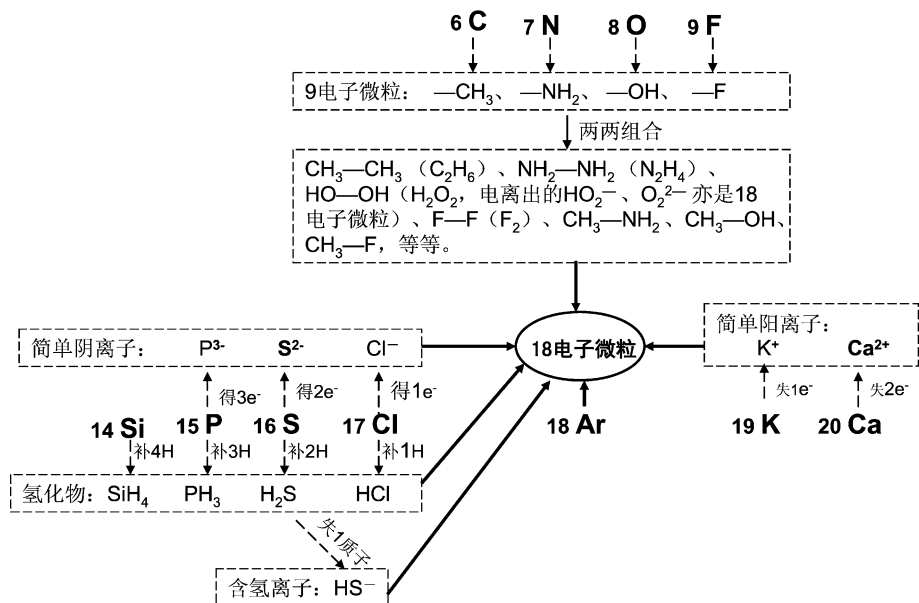


图 2

从图 2 可看出,14~20 号以及 6~9 号元素推导 18 电子微粒可有 4 种方法:

(1) 得失电子成离子法

多于 18 电子的金属原子(K、Ca),可通过失去最外层电子形成简单阳离子 $\text{K}^+、\text{Ca}^{2+}$ 来变成 18 电子微粒;少于 18 电子的非金属原子(P、S、Cl),可通过最外层获得电子形成简单阴离子 $\text{P}^{3-}、\text{S}^{2-}、\text{Cl}^-$ (一般不存在 Si^{4-}) 来变成 18 电子微粒;Ar 已是 18 电子微粒,不须得失电子.

(2) 补氢变分子法

少于 18 电子的非金属原子(Si、P、S、Cl),可通过“补氢原子”来实现“补电子”的目的(与 18 个电子相比较,缺几个电子就补几个氢原子).据此法得到的氢化物分子($\text{SiH}_4、\text{PH}_3、\text{H}_2\text{S}、\text{HCl}$)亦是 18 电

子微粒.

(3) 氢化物得失质子法

由于氢化物得失质子(H^+)对电子数目不影响,故其所形成的含氢离子仍是 18 电子微粒.例如氢化物分子 H_2S 失 1 质子(实际是电离)所形成的含氢离子 HS^- 仍是 18 电子微粒;氢化物 H_2O_2 (可看作二元弱酸)依次失 1 质子(实际是电离)得到的 $\text{HO}_2^-、\text{O}_2^{2-}$ 亦是 18 电子微粒.

(4) 9 电子微粒两两组合法

在 6~9 号元素中,C 对应的 9 电子微粒是 $-\text{CH}_3$,N 对应的 9 电子微粒是 $-\text{NH}_2$,O 对应的 9 电子微粒是 $-\text{OH}$,F 对应的 9 电子微粒是 $-\text{F}$ (以上均用基团表示).9 电子微粒两两组合可得 18 电子微

粒: $\text{CH}_3 - \text{CH}_3$ (C_2H_6)、 $\text{NH}_2 - \text{NH}_2$ (胼, N_2H_4)、 $\text{HO} - \text{OH}$ (H_2O_2 , 电离出的 HO^{2-} 、 O_2^{2-} 亦是 18 电子微粒)、 $\text{F} - \text{F}$ (F_2)、 $\text{CH}_3 - \text{NH}_2$ 、 $\text{CH}_3 - \text{OH}$ 、 $\text{CH}_3 - \text{F}$ 、 $\text{NH}_2 - \text{F}$ 等等。

整理图 2 的 18 电子微粒 得表 2.

表 2

微粒分类		18 电子微粒
离 子	简单阳离子	K^+ 、 Ca^{2+}
	简单阴离子	P^{3-} 、 S^{2-} 、 Cl^-
	特殊离子	O_2^{2-}
	含氢离子	HS^- 、 HO_2^-
分 子	单原子分子	Ar
	氢化物分子	限补氢变分子法产生: SiH_4 、 PH_3 、 H_2S 、 HCl
	组合分子	9 电子微粒两两组合而成: C_2H_6 、 N_2H_4 (胼)、 H_2O_2 、 F_2 、 CH_4O (甲醇) 等

用相关元素推导 10 和 18 电子微粒, 在推导中深化理解, 在深化理解中达牢固记忆. 笔者认为, “推导→记忆; 忘记→推导”能大大减轻学生的记忆烦恼, 应成为学习 10 和 18 电子微粒的有效方法.

三、10 和 18 电子微粒的应用

例 1 通常情况下, 微粒 A 和 B 为分子, C 和 E 为阳离子, D 为阴离子, 它们都含有 10 个电子; B 溶于 A 后所得的物质可电离出 C 和 D ; A 、 B 、 E 三种微粒反应后可得 C 和一种白色沉淀. 请回答:

(1) 用化学符号表示下列四种微粒.

A : ____ B : ____ C : ____ D : ____.

(2) 写出 A 、 B 、 E 三种微粒反应的离子方程式.

解析 根据表 1 的 10 电子微粒和“微粒 A 和 B 为分子”, 经分析可推知 A 和 B 只能为氢化物分子. 又根据“ B 溶于 A 后所得的物质可电离出 C 和 D ”和“ C 和 E 为阳离子, D 为阴离子”, 再考察 10 电子微粒中的氢化物分子 CH_4 、 NH_3 、 H_2O 、 HF , 可知只有 NH_3 溶于 H_2O 后所得的 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 才电离出 10 电子微粒 NH_4^+ 、 OH^- , 故可推知 A 为 H_2O , B 为 NH_3 , C 为 NH_4^+ , D 为 OH^- . 根据“ A 、 B 、 E 三种微粒反应后可得 C 和一种白色沉淀”, 又已经知道了 A 为 H_2O , B 为 NH_3 , C 为 NH_4^+ , E 为阳离子, 可推知 E 为 Al^{3+} , A 、 B 、 E 三种微粒发生的离子反应是: $3\text{NH}_3 + 3\text{H}_2\text{O} + \text{Al}^{3+} = 3\text{NH}_4^+ + \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$

答案: (1) A : H_2O ; B : NH_3 ; C : NH_4^+ ; D : OH^-

(2) $3\text{NH}_3 + 3\text{H}_2\text{O} + \text{Al}^{3+} = 3\text{NH}_4^+ + \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$

例 2 用 A^+ 、 B^- 、 C^{2-} 、 D 、 E 、 F 、 G 和 H 分别表示含有 18 个电子的八种微粒 (离子或分子). 请回答:

(1) A 元素是 ____; B 元素是 ____; C 元素是

____ (用元素符号表示).

(2) D 是由两种元素组成的双原子分子, 其分子式是 ____.

(3) E 是所有含 18 个电子的微粒中氧化能力最强的分子, 其分子式是 ____.

(4) F 是由两种元素组成的三原子分子, 其分子式是 ____ 电子式是 ____.

(5) G 分子中含有 4 个原子, 其分子式是 ____.

(6) H 分子中含有 8 个原子, 其分子式是 ____.

解析 只要参照表 2 的 18 电子微粒, 并按照题目的具体要求, 我们便不难找出正确答案.

答案: (1) K ; Cl ; S (2) HCl ; (3) F_2 ; (4) H_2S ; $\text{H} : \overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{S}}} : \text{H}$; (5) PH_3 或 H_2O_2 ; (6) C_2H_6 .

例 3 已知 A 、 B 、 C 、 D 是中学化学中常见的四种不同粒子, 它们之间存在如图 3 所示的转化关系 (反应条件已经略去):

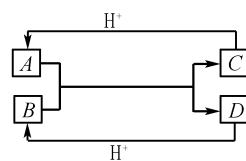


图 3

(1) 如果 A 、 B 、 C 、 D 均是 10 电子的粒子, 请写出 A 的化学式. A ____ A 和 B 反应生成 C 、 D 的离子方程式为 ____.

(2) 如果 A 、 C 均是 $18e^-$ 粒子, B 、 D 均是 $10e^-$ 粒子, 则可推知 A 为 ____, B 为 ____, C 为 ____, D 为 ____ (均用化学符号表示); 另写出 C 的电子式为 ____.

解析 (1) 如果 A 、 B 、 C 、 D 均是 10 电子的粒子, 那么根据表 1 的 10 电子微粒以及综合分析粒子之间的转化关系, 可以推出 A 为 NH_4^+ , B 为 OH^- , C 为 NH_3 , D 为 H_2O . C 与酸 (H^+) 反应生成 A 的离子方程式是 $\text{NH}_3 + \text{H}^+ = \text{NH}_4^+$, A 和 B 反应生成 C 、 D 的离子方程式是 $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \xrightarrow{\Delta} \text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$, B 和酸 (H^+) 反应生成 D 的离子方程式是 $\text{OH}^- + \text{H}^+ = \text{H}_2\text{O}$.

(2) 如果 A 、 C 均是 $18e^-$ 粒子, B 、 D 均是 $10e^-$ 粒子, 那么根据表 2 的 18 电子微粒、表 1 的 10 电子微粒以及粒子之间的转化关系, 可推知 A 为 H_2S , B 为 OH^- , C 为 S^{2-} , D 为 H_2O . C 与酸 (H^+) 反应生成 A 的离子方程式是 $\text{S}^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{H}_2\text{S} \uparrow$, A 和 B 反应生成 C 、 D 的离子方程式是 $\text{H}_2\text{S} + 2\text{OH}^- \xrightarrow{\Delta} \text{S}^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$, B 和酸 (H^+) 反应生成 D 的离子方程式 ▶

盘点高考电化学“五大”考点

黑龙江省鸡西市第一中学 (158100) 王维德

电化学属于基础理论,它是高考的热点,再现率达100%。从近年高考题来看,电化学侧重考查工作原理及应用、电极判断、电极反应和总反应的书写、电流(或电子流动)方向、离子移动方向、金属的腐蚀与防护、相关计算等。本文就高考电化学常见考点介绍如下:

考点一、一座“盐桥”连接“两池”形成回路

电化学装置中都有两个电极,分别发生氧化反应与还原反应。若两个电极插在同一电解质溶液的容器内,则由于阴阳离子的移动速率不同而导致两极之间出现浓度差,以及因电极本身直接与离子反应而导致两极之间电势差变小,影响了电流的稳定。为解决这个问题,人们使用了盐桥。盐桥主要出现在原电池中,有时也可在电解池中出现,其主要作用就是构建闭合的内电路,但不影响反应的实质。盐桥内常为饱和氯化钾、硝酸钾等溶液。

1. 明确原理,设计装置

例1 电解食盐水制备 Cl_2 是将电能转化为化学能,而原电池可将化学能转化为电能。设计两种类型的原电池,探究其能量转化效率。限选材料: $\text{ZnSO}_4(\text{aq})$ 、 $\text{FeSO}_4(\text{aq})$ 、 $\text{CuSO}_4(\text{aq})$; 铜片、铁片、锌片

▶是 $\text{OH}^- + \text{H}^+ = \text{H}_2\text{O}$ 。

答案: (1) NH_4^+ ; $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \xrightarrow{\Delta} \text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

(2) H_2S ; OH^- ; S^{2-} ; H_2O ; $[\text{S}]^{2-}$

例4 A^+ 、 B^+ 、 C^- 、 D 、 E 五种微粒(分子或离子),它们都分别含有10个电子,已知它们有如下转化关系: ① $A^+ + C^- \xrightarrow{\Delta} D + E$ ② $B^+ + C^- \longrightarrow 2D$

(1) 写出①的离子方程式____; 写出②的离子方程式____。

(2) 除 D 、 E 外,请再写出两种含10个电子的分子____。

(3) 除 A^+ 、 B^+ 外,请再写出两种含10个电子的阳离子____。

解析 根据表1的10电子微粒以及 $A^+ + C^- \xrightarrow{\Delta} D + E$ 和 $B^+ + C^- \longrightarrow 2D$ 的转化关系,可推知 A^+ 为 NH_4^+ , B^+ 为 H_3O^+ , C^- 为 OH^- , D 为 H_2O , E 为

和导线。

①完成原电池甲的装置示意图(见图1)并作相应标注,要求:在同一烧杯中,电极与溶液含相同的金属元素。

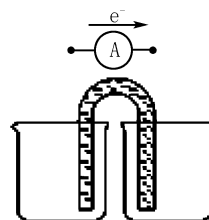


图1

②以铜片为电极之一, $\text{CuSO}_4(\text{aq})$ 为电解质溶液,只在一个烧杯中组装原电池乙,工作一段时间后,可观察到负极____。

③甲乙两种原电池可更有效地将化学能转化为电能的是____,其原因是____。

解析 ①根据题给条件和原电池的构成条件可得: a. 若用 Zn 、 Cu 、 $\text{CuSO}_4(\text{aq})$ 、 $\text{ZnSO}_4(\text{aq})$ 组成原电池, Zn 作负极, Cu 作正极, Zn 插入到 $\text{ZnSO}_4(\text{aq})$ 中, Cu 插入到 $\text{CuSO}_4(\text{aq})$ 中。 b. 若用 Fe 、 Cu 、 $\text{FeSO}_4(\text{aq})$ 、 $\text{CuSO}_4(\text{aq})$ 组成原电池, Fe 作负极, Cu 作正极, Fe 插入到 $\text{FeSO}_4(\text{aq})$ 中, Cu 插入到 $\text{CuSO}_4(\text{aq})$ 中。 c. 注意,画图时要注意电极名称、电极材料、电解质溶液名称(或化学式),并形成闭合回路。②由于金属活动性 $\text{Zn} > \text{Fe} > \text{Cu}$, 锌片或铁片作负极, 由于

NH_3 , $A^+ + C^- \xrightarrow{\Delta} D + E$ 对应的离子方程式是 $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \xrightarrow{\Delta} \text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$, $B^+ + C^- \longrightarrow 2D$ 对应的离子方程式是 $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^- = 2\text{H}_2\text{O}$ 。除了 $D(\text{H}_2\text{O})$ 、 $E(\text{NH}_3)$ 外,含10个电子的分子还有 CH_4 、 HF 、 Ne 。除 $A^+(\text{NH}_4^+)$ 、 $B^+(\text{H}_3\text{O}^+)$ 外,含10个电子的阳离子还有 Na^+ 、 Mg^{2+} 、 Al^{3+} 。

答案: (1) $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \xrightarrow{\Delta} \text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$;

$\text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^- \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}$

(2) CH_4 、 HF 、 Ne (任写两种即可)

(3) Na^+ 、 Mg^{2+} 、 Al^{3+} (任写两种即可)

10和18电子微粒的应用,关键在于熟记这些微粒并掌握它们的性质。而要熟记10和18电子微粒,则必须学会用相关元素来推导这些微粒,只有这样,才能记得牢、记得久,即使一时忘记也能推导出来。

(收稿日期:2015-07-19)