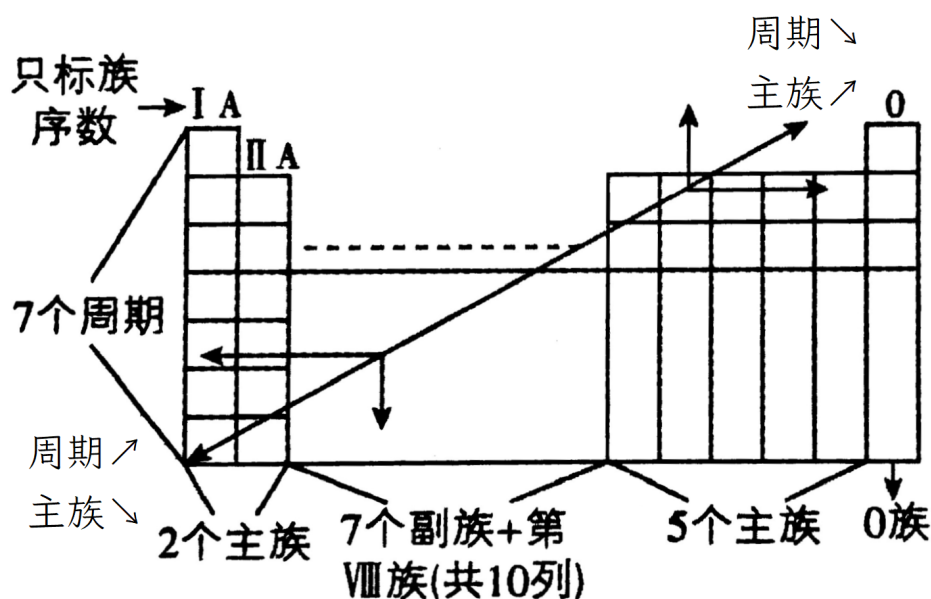


原子结构与元素性质·考点·「元素周期律与元素推断」

考点一 元素周期表结构与元素周期律



• 随周期的 \searrow ，主族的 \nearrow 而 \nearrow 的性质（从左下至右上）：

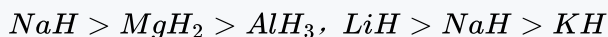
① 非金属性 ② 单质的氧化性（简单阴离子的还原性降低） ③ 最高价氧化物对应的水化物的酸性 ④ 简单气态氢化物稳定性（单质与 H_2 反应难度减弱） ⑤ 第一电离能（存在例外） ⑥ 电负性 ⑦ 金属单质熔沸点

• 随周期的 \nearrow ，主族的 \searrow 而 \nearrow 的性质（从右上至左下）：

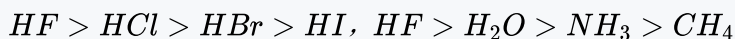
① 金属性 ② 单质的还原性（简单阳离子的氧化性降低） ③ 最高价氧化物对应的水化物的碱性 ④ 与 H_2O 、酸反应的剧烈程度

• 金属氢化物稳定性:

向左上方向增大(同周期左侧金属性强，但同主族向下时原子半径大，键长长，键能小，分子稳定性低，因此左上方稳定)



• 非金属氢化物稳定性: 向右上方向增大（右上方原子半径小，键长短，键能大，分子稳定性高）



• 原子半径的比较方法

1. 同周期主族元素，从左到右，原子半径依次减小
2. 同主族元素，从上到下，原子半径依次增大

• 离子半径的比较方法

1. 核外电子排布不同，电子层数多的半径大
2. 核外电子排布相同，序大径小

考点二 元素推断

前提知识：短周期主族元素与其形成的共价键数目

共价键数目	元素	说明
一个共价键	H、F、Cl	H最外层有1个电子，差1个电子满足稀有气体He的2电子稳定结构 F、Cl最外层有7个电子，差1个电子满足8电子稳定结构 H、F、Cl都是差1电子满足稳定结构，所以在化合物中形成1个共价键
二个共价键	O、S	O、S最外层有6个电子，都是差2个电子满足8电子稳定结构，所以在化合价中形成2个共价键
三个共价键	B、N、P	B最外层有3个电子，可以形成3个共价键 N、P最外层有5个电子，都是差3个电子满足8电子稳定结构，所以在化合物中形成3个共价键
四个共价键	C、Si	C、Si最外层有4个电子，都是差4个电子满足8电子稳定结构，所以在化合物中形成4个共价键
得一个电子后，再形成四个共价键	B、Al	B、Al最外层有3个电子，在复杂阴离子中，若多得1个电子，最外层有4个电子后，再差4个电子满足8电子稳定结构，所以在化合物中形成4个共价键
失去一个电子后，再形成四个共价键	N、P	N、P最外层有5个电子，在复杂阳离子中，若失去一个电子，最外层有4个电子后，再差4个电子满足8电子稳定结构，所以在化合物中形成4个共价键
五个共价键	P	P最外层有5个电子，可以直接形成5个共价键 但要注意的是P才能形成5个共价键，N不能
六个共价键	S	S最外层有6个电子，可以直接形成6个共价键 但要注意的是S才能形成6个共价键，O不能
七个共价键	Cl	Cl最外层有7个电子，可以直接形成7个共价键 但要注意的是Cl才能形成7个共价键，F不能

总结：

1. 一般少几个电子满足 8 电子稳定结构（H 是满足 2 电子稳定结构），就会形成几个共价键。
2. 不满足 8 电子稳定结构的情况：
 1. B、Al 若只形成 3 个共价键（且无孤电子对），则不满足 8 电子稳定结构
 2. P、S、Cl 分别形成 5、6、7 个共价键时，也不满足 8 电子稳定结构
 3. 一些电子总数为奇数的分子，如 NO₂、NO，不满足 8 电子稳定结构
 4. 只要有 H 原子出现时，所有原子不可能都满足 8 电子稳定结构
3. 一定要注意阴离子多出的电子落在哪种元素，阳离子少的电子从哪种元素扣，判定方式如下：
 1. 与正常的共价键数目不一样，例如 O 理应形成 2 个共价键，若给定的结构式中 O 只形成 1 个共价键，可知 O 多一个电子，最外层 7 电子，所以只形成 1 个共价键
 2. X 原子形成的共价键数目若有两种，得失电子算在 X 原子上

如： $\left[\begin{array}{c} \text{Z} \quad \text{X} \\ | \quad || \\ \text{Z}-\text{Y}-\text{W}-\text{X} \\ | \quad || \\ \text{Z} \quad \text{X} \end{array} \right]^{-}$ ，X 既形成 1 个共价键也形成 2 个共价键，可知该 -1 价阴离子多出的 1 个电子算在 X 上，因此 X 最外层有 6 个电子，若限定该离子的元素都是短周期元素，则 W 为 S，X 为 O

3. 复杂离子中，若其他元素的多个原子形成的共价键数目都只有 1 种，而 X 只有 1 个原子，得失电子算在 X 原子上

如： $\text{W}^{+} \left[\begin{array}{c} \text{Z}=\text{Y}-\text{Z} \quad \text{Z}-\text{Y}=\text{Z} \\ | \quad \diagdown \quad \diagup \quad | \\ \text{Z}=\text{Y}-\text{Z} \quad \text{Z}-\text{Y}=\text{Z} \end{array} \right]^{-}$ ，由于所有 Z 形成的共价键数目都是 2，所有 Y 形成的共价键数目都是 4，而 X 只有 1 个原子，因此该阴离子多出的 1 个电子算在 X 上，可知 X 得 1 个电子后形成 4 个共价键，若限定该离子的元素都是短周期元素，则 X 可以是 B 或 Al

方法：

1. 利用原子结构推断元素

1. 利用原子结构及元素在周期表中的位置推断

$$\text{原子} \begin{array}{l} {}^A_Z\text{X} \end{array} \left\{ \begin{array}{l} \text{原子核} \left\{ \begin{array}{l} \text{中子(决定核素的种类)} N \text{ 个} \\ \text{质子(决定元素的种类)} Z \text{ 个} \end{array} \right. \\ \text{原子核外电子 } Z \text{ 个} \end{array} \right.$$

1. 电荷角度：核内质子数(Z)=核电荷数=核外电子数=原子序数
2. 质量角度：质量数(A)=质子数(Z)+中子数(N)
3. 原子电子层数=周期序数
4. 原子最外层电子数=主族序数

2. 根据元素主要化合价的关系推断

1. 确定元素在周期表中的位置：最高化合价=最外层电子数=主族序数 (O 无最高正价、 F 无正价)
2. 如果已知非金属元素的最低化合价（或简单阴离子的符号），则常先求出最高化合价：最高化合价=8-|最低化合价|，再确定元素在周期表中的位置

3. 根据原子半径的递变规律推断

同周期主族元素中左边元素的原子半径一般比右边元素的大，同主族中下边元素的原子半径比上边元素的大

2. 利用元素周期表的片段推断元素

1. 元素周期表中第一周期只有 H 和 He 两种元素，如果推断时已知元素位于不同周期，可优先考虑或排除第一周期的 H ，简化推断思路
2. 短周期中主族序数与周期序数相同的元素有 H 、 Be 、 Al

3. 根据物质的转化关系推断元素

常见元素提示词：

1. H ：原子半径最小，同位素没有中子，密度最小的气体
2. C ：形成化合物最多的元素，单质有三种常见的同素异形体(金刚石、石墨、富勒烯)， ^{14}C 可用于测定年代

3. *N*: 空气中含量最多的气体(78%)单质有惰性, 化合时价态很多, 化肥中的重要元素
4. *O*: 地壳中含量最多的元素, 空气中含量第 2 的气体(21%)。生物体中含量最多的元素, 与生命活动关系密切的元素, 有两种气态的同素异形体
5. *F*: 除 *H* 外原子半径最小, 无正价, 不存在含氧酸, 氧化性最强的单质
6. *Na*: 短周期元素中原子半径最大, 焰色反应为黄色
7. *Mg*: 烟火、照明弹中的成分, 植物叶绿素中的元素, 铝热反应的引燃剂
8. *Al*: 地壳中含量第三多的元素、含量最多的金属, 两性的单质, 常温下遇强酸会钝化
9. *Si*: 地壳中含量第二多的元素, 半导体工业的支柱
10. *P*: 有两种常见的同素异形体 (白磷红磷), 制造火药的原料 (红磷)、化肥中的重要元素
11. *S*: 单质为淡黄色固体, 能在火山口发现, 制造黑火药的原料
12. *Cl*: 单质为黄绿色气体, 海水中含量最多的元素, 氯碱工业的产物之一
13. *K*: 焰色反应呈紫色 (透过蓝色钴玻璃观察)。化肥中的重要元素
14. *Ca*: 人体内含量最多的矿质元素, 骨骼和牙齿中的主要矿质元素
15. 地壳元素: *O*、*Si*、*Al*、*Fe*、*Ca*