

原子结构与元素性质 · 考点 · 「元素周期律与元素推断」

1. 考点一 元素周期表结构与元素周期律

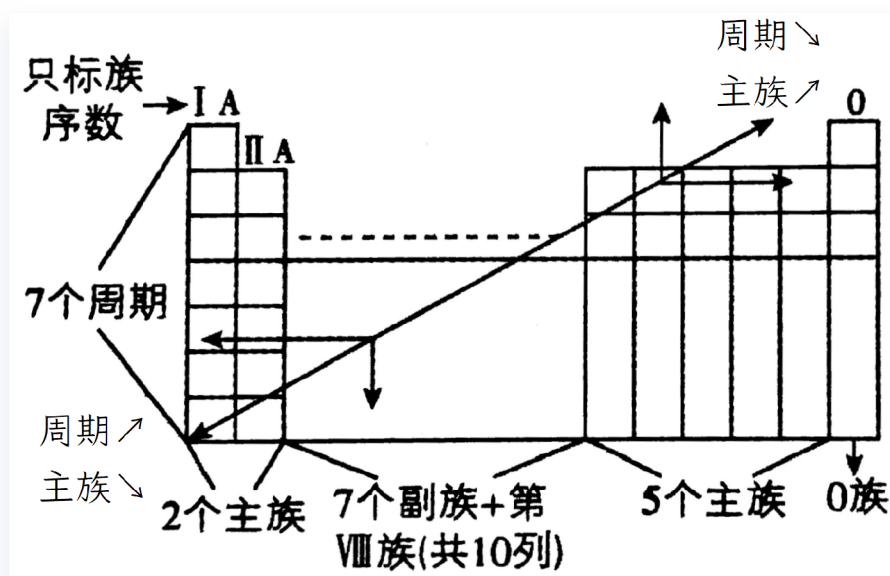
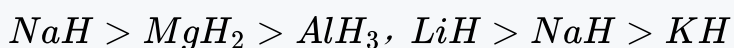
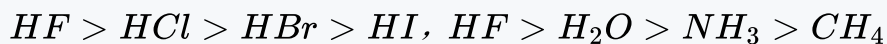


Figure 1-1

- 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 ④ 氢化物还原性（非金属性越强，单质的氧化性越强，离子或化合物的还原性越弱）
- 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）



• 氢化物的熔沸点

氢化物的熔沸点与 **氢键** 及 **范德华力** 有关，在有氢键的情况下，熔沸点较高，且数量越多，熔沸点越高；否则，相对分子质量越大，熔沸点越高

• 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

2. 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

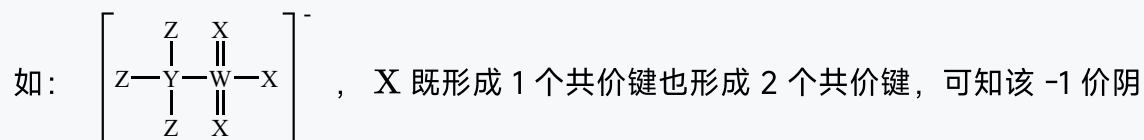
共价键数目	元素	说明
一个共价键	H、F、Cl	H 最外层有 1 个电子，差 1 个电子满足稀有气体 He 的 2 电子稳定结构 F、Cl 最外层有 7 个电子，差 1 个电子满足 8 电子稳定结构 H、F、Cl 都是差 1 电子满足稳定结构，所以在化合物中形成 1 个共价键
二个共价键	O、S	O、S 最外层有 6 个电子，都是差 2 个电子满足 8 电子稳定结构，所以在化合物中形成 2 个共价键
三个共价键	B、N、P	B 最外层有 3 个电子，可以形成 3 个共价键 N、P 最外层有 5 个电子，都是差 3 个电子满足 8 电子稳定结构，所以在化合物中形成 3 个共价键
四个共价键	C、Si	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 P 才能形成 5 个共价键，N 不能

共价键数目	元素	说明
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

Table 2-1

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 NO_2 、 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



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

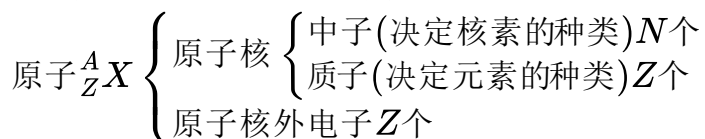


Y 形成的共价键数目都是 4，而 X 只有 1 个原子，因此该阴离子多出的 1 个电子算在 X 上，可知 X 得 1 个电子后形成 4 个共价键，若限定该离子的元素都是短周期元素，则 X 可以是 B 或 Al

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



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 = $8 - |\text{最低化合价}|$ ，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