化学键、化学反应的热效应

一、化学键——使原子或离子紧密结合的相互作用力

1、离子键

定义：带相反电荷离子之间的相互作用。

注意：

　　（1）成键的微粒：阴、阳离子

　　　　相互作用：静电作用（包括静电引力和静电斥力）

　　　　成键条件：活泼金属与活泼非金属。

　　　　　　　　　其中碱金属和卤素之间都是形成离子键。

　　（2）离子键形成特点：有电子得失

2、共价键

定义：原子间通过共用电子对所形成的相互作用，共用几对电子，就形成几根共价键（单键，双键，三键为常见共价键，过渡金属化合物中目前已知最多可以形成五键，见《结构化学基础》）

共价键三个物理量：

　　（1）键能：是指1.01×105Pa和25℃下将1mol理想气体分子AB拆开为中性气态原子A和B时所需的能量。

　　　　 单位：kJ·mol－1

　　　　 特征：键能越大，共价键越牢固，含有该键的分子越稳定。

　　（2）键长：在分子中两个成键原子的核间平均距离叫键长，指原子间所形成的键。

　　　　 特征：键长越短，键就越强、越牢固。

　　（3）键角：在分子中键与键之间的夹角叫键角。键角可反映分子的空间构型，可进一步帮助我们判断分子的极性。

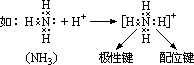
极性共价键和非极性共价键：

　　（1）非极性共价键：成键原子性质完全相同时，共用电子对在成键原子的正中间不偏向任何一方，或电子云在成键原子核之间中央区域最密集。如Cl—Cl等。

（2）极性共价键：成键原子的性质不完全相同，其电子对偏向成键的某原子。如H—Cl中电子对偏向Cl原子。

3、配位键——一种特殊的共价键

定义：凡共用电子对仅由一个原子提供，而跟另一个原子或离子共用而形成的共价键。



形成条件：在成键原子中，一方必须有孤对电子，另一方必须有容纳孤对电子的空轨道。

例1 下列物质中，含有非极性共价键的是（ ）

A．N2 B．CO2 C．NaOH D．CH4

4、电子式——如何表示化合物的结构

（1）定义：由于在化学反应中，一般是原子的最外层电子发生变化，所以，为了简便起见，我们可以在元素符号周围用小黑点（或×）来表示原子的最外层电子。这种式子叫做电子式

**例如：**

http://stu3.huanggao.net/stu3_course/0607shang/07311533003/RE_B2_HX_21_01_003/images/index_clip_image002.gif

（2）离子化合物的电子式表示方法：

　　在离子化合物的形成过程中，活泼的金属离子失去电子变成金属阳离子，活泼的非金属离子得到电子变成非金属阴离子，然后阴阳离子通过静电作用结合成离子键，形成离子化合物。所以，在离子化合物的电子式中由阳离子和带中括号的阴离子组成，简单的阳离子一般用离子符号表示，而阴离子和复杂的阳离子则不同，在元素符号周围一般用小黑点(或×)表示最外层电子数，外面再加［ ］，并在［ ］右上方标出所带电荷，构成离子化合物的每个离子都要单独写，不可合并。

　　　　如：http://stu3.huanggao.net/stu3_course/0607shang/07311533003/RE_B2_HX_21_01_003/images/Snap1.gif

（3）离子化合物的形成过程：

http://stu3.huanggao.net/stu3_course/0607shang/07311533003/RE_B2_HX_21_01_003/images/zhan000000000000000001.gif http://stu3.huanggao.net/stu3_course/0607shang/07311533003/RE_B2_HX_21_01_003/images/zhan0000000000000000020000000000.gifhttp://stu3.huanggao.net/stu3_course/0607shang/07311533003/RE_B2_HX_21_01_003/images/index_clip_image005.gif

http://stu3.huanggao.net/stu3_course/0607shang/07311533003/RE_B2_HX_21_01_003/images/zhan000000000000000002.gif http://stu3.huanggao.net/stu3_course/0607shang/07311533003/RE_B2_HX_21_01_003/images/zhan0000000000000000020000000000.gifhttp://stu3.huanggao.net/stu3_course/0607shang/07311533003/RE_B2_HX_21_01_003/images/index_clip_image00777777777.gif

http://stu3.huanggao.net/stu3_course/0607shang/07311533003/RE_B2_HX_21_01_003/images/zhan000000000000000003.gif http://stu3.huanggao.net/stu3_course/0607shang/07311533003/RE_B2_HX_21_01_003/images/zhan0000000000000000020000000000.gifhttp://stu3.huanggao.net/stu3_course/0607shang/07311533003/RE_B2_HX_21_01_003/images/index_clip_image009.gif

http://stu3.huanggao.net/stu3_course/0607shang/07311533003/RE_B2_HX_21_01_003/images/zhan000000000000000004.gif http://stu3.huanggao.net/stu3_course/0607shang/07311533003/RE_B2_HX_21_01_003/images/zhan0000000000000000020000000000.gifhttp://stu3.huanggao.net/stu3_course/0607shang/07311533003/RE_B2_HX_21_01_003/images/Snap2.gif

（4）共价化合物的电子式表示方法：

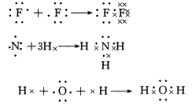
　　在共价化合物中，原子之间是通过共用电子对形成的共价键的作用结合在一起的，所以本身没有阴阳离子，因此不会出现阴阳离子和中括号。

　　如：http://stu3.huanggao.net/stu3_course/0607shang/07311533003/RE_B2_HX_21_01_003/images/index_clip_image026.jpg　　http://stu3.huanggao.net/stu3_course/0607shang/07311533003/RE_B2_HX_21_01_003/images/index_clip_image028.jpg　　http://stu3.huanggao.net/stu3_course/0607shang/07311533003/RE_B2_HX_21_01_003/images/index_clip_image030.gif　　http://stu3.huanggao.net/stu3_course/0607shang/07311533003/RE_B2_HX_21_01_003/images/index_clip_image032.gif

（5）共价化合物的形成过程：

http://stu3.huanggao.net/stu3_course/0607shang/07311533003/RE_B2_HX_21_01_003/images/index_clip_image035.gif

http://stu3.huanggao.net/stu3_course/0607shang/07311533003/RE_B2_HX_21_01_003/images/index_clip_image038.gif



注意：

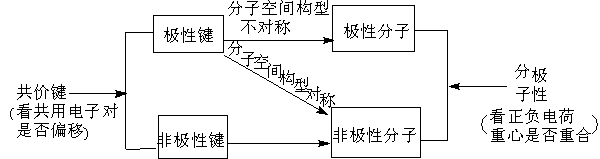
（1）不同化学键的比较

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 离子键 | 共价键 | 金属键 |
| 形成过程 | 阴阳离子间的静电作用 | 原子间通过共用电子对所形成的相互作用 | 金属阳离子与自由电子间的相互作用 |
| 构成元素 | 典型金属（含NH4+）和典型非金属、含氧酸根 | 非金属 | 金属 |
| 实例 | 离子化合物，如典型金属氧化物、强碱、大多数盐 | 多原子非金属单质、气态氢化物、非金属氧化物、酸等 | 金属 |

（2）八隅体规则：对于短周期（尤其是第二周期）的元素来说，通过形成化学键，应当形成最外层八电子的稳定结构。对于其他周期元素，化合物中它的最外层电子若与同周期稀有气体相同，则该结构趋向于稳定。少于稀有气体的称为缺电子化合物，多于稀有气体的称为富电子化合物。

例2 下列电子式书写正确的是（ ）



（2）共价键的极性和分子极性的关系：  
　　键的极性和分子的极性并非完全一致，只有极性键形成的分子不一定是极性分子，如CH4、CO2等。极性分子中也不一定不含非极性键。所以，二者不是因果关系。只含非极性键的分子是非极性分子，如H2、N2等；含极性键的分子，若分子空间构型是对称的是非极性分子，如CO2、CH4等，分子空间构型不对称的是极性分子。如H2O、NH3等。它们的关系表示如下：  
　　

例3 下列化合物中，是含有极性共价键的非极性化合物的是（ ）

A.NH3 B.H2SO4 C.CO2 D.HCl

5、离子/共价化合物与离子/共价键

（1）根据构成化合物的微粒间是以离子键还是共价键结合的来判断。  
(2)根据物质的类型判断。  
　　绝大多数碱性氧化物、碱和盐都属于离子化合物。氢化物、非金属氧化物、含氧酸等都属于共价化合物。但要注意(AlCl3)2等属于共价化合物，而NaH等属于离子化合物。  
（3）根据化合物的性质判断。熔化状态下能导电的是离子化合物；熔、沸点低的化合物一般是共价化合物；溶解在水中不能电离的化合物是共价化合物等等。  
（4）离子化合物中一定含有离子键，但也有可能含有共价键（包括极性键、非极性键或配位键）；共价化合物中一定不存在离子键，肯定含有共价键（包括极性键、非极性键或配位键）

简单概括：离子化合物一定有离子键，可能有共价键；共价化合物只有共价键。

例4 将下列物质分类，并将其序号分别填入对应的类别中

①Cl2 ②NaOH ③AlCl3 ④NH4Cl ⑤NH3 ⑥NaBr

属于共价化合物的是\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

属于离子化合物的是\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

含有极性共价键的是\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

既不是电解质又不是非电解质的是\_\_\_\_\_\_

二、化学反应与热能——反应中的热效应

1、反应热

1. 定义：为了定量描述化学反应是释放或吸收的热量，化学上规定，当化学反应在一 定温度下进行时，反应所释放或吸收的热量成为该反应在此温度下的热效应，简称为反映热，通常用符号Q来表示。反应吸热时，Q为正值；反应放热时，Q为负值。
2. 反应热产生的原因：

在化学反应过程中，旧化学键断裂要吸收能量，新化学键形成时释放能量从而引起反应过程中产生能量的变化，这种能量变化以热的形式体现出来就形成了化学反应的反应热。

计算公式：

反应热(△*H*)=反应物键能总和—生成物键能总和

2、常见的放热反应和吸热反应

（1）常见的放热反应：

活波金属与水或酸的反应

酸碱中和反应

所有燃烧反应

大多数化合反应

（2）常见的吸热反应：

大多数分解反应

2NH4Cl(s)+Ba(OH)2·8H2O=BaCl2+2NH3↑+10H2O



CO2+C2CO

（3）放热反应与吸热反应的区别与联系

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 类型  比较 | 放热反应 | 吸热反应 |
| 定义 | 有热量放出的化学反应 | 吸收热量的化学反应 |
| 形成原因 | 反应物具有的总能量大于生成物具有的总能量 | 反应物具有的总能量小于生成物具有的总能量 |
| 与化学键强弱的关系 | 生成物分子成键时释放出的总能量大于反应物分子断键时吸收的总能量 | 生成物分子成键时释放出的总能量小于反应物分子断键时吸收的总能量 |
| 表示方法 | △*H* <0 | △*H* >0 |
| 图示 |  |  |
| 实例 | 2H2(g)+O2(g)=2H2O(l)  △*H* =-571.6kJ/mol | 2HI(g)=H2(g)+I2(g)  △*H* =+14.9kJ/mol |

例5. 利用化学反应的热效应相关知识，判断下列说法中错误的是（ ）

A.化学反应的进行一定伴随着热量的吸收或者放出

B.常见的燃烧反应一般是放热反应

C.由于氢气和氯气化合生成氯化氢的过程需要点燃或光照，所以它是吸热反应

D.八水氯化钡和固体氯化铵的反应需要从外界吸收热量

题型梳理：

在高考考纲改为全国卷之后，电子式的书写、共价和离子化合物的形成过程列入考纲。这意味着需要更多注意化合物的形成原理和微观结构。同时，化学反应的热效应作为选修4——《化学反应原理》的铺垫内容，在每年高考大题中都有涉及，有关热效应的计算应该更加注意。

这部分内容一般在理综选择题中以元素推断的条件出现，而在简答题中以填空or论述的形式出现，难度一般不大。

常考内容：

（1）共价键/离子键的判断，共价/离子化合物的判断

如15年高考：硼氢化钠（NaBH4）是\_\_\_\_\_\_化合物，含有\_\_\_\_\_\_键

16年高考：二氧化氯（ClO2）是\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_化合物

（2）电子式的书写

15年高考：写出硼氢化钠的电子式\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

（3）判断化学反应的热效应

（4）在选择题中作为元素推断的信息给出

常考：

A是常见元素，它的氢化物能和它的最高价氧化物对应的水化物反应生成一种离子化合物，则A是\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

A是常见元素，能与氯气在点燃条件下反应，生成一种共价化合物，向其溶液中加入NaOH溶液，先产生白色沉淀，后沉淀消失，则A是\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

A和B是同主族元素， B是短周期半径最大的元素，它们能化合形成1：1型离子化合物，则A、B分别为\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

练习：

1. 下列叙述正确的是（ ）

A．O2分子间存在着非极性共价键

B．CO2分子内存在着极性共价键

C．SO2与H2O反应的产物是离子化合物

D．盐酸中含有H+和Cl-，故HCl为离子化合物

2. 下列各组原子序数所表示的两种元素，能形成AB2型离子化合物的是 （ ）

A．6和8 B．11和13 C．11和16 D．12和17

3. NaF、NaI、MgO均为离子化合物，现有下列数据，试判断这三种化合物的熔点高低顺序（ ）

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 物 质 | ① | ② | ③ |
| 离子电荷数 | 1 | 1 | 2 |
| 键长（10－10m） | 2.31 | 3.18 | 2.10 |

A．①>②>③ B．③>①>② C．③>②>① D．②>①>③

4. 下列过程中，共价键被破坏的是： （ ）

A．碘晶体升华 B．溴蒸气被木炭吸附 C．酒精溶于水 D．HCl气体溶于水

5. 1999年曾报道合成和分离了含高能量正离子N的化合物 N5AsF6 ，下列叙述错误的是（ ）

A．N5正离子共有34个核外电子 B．N中氮—氮原子间以共用电子对结合

C．化合物N5AsF6中As化合价为+1 D．化合物N5AsF6中F化合价为－1

6. A+、B2+、C－、D2－四种离子具有相同的电子层结构。现有以下排列顺序：①B2+>A+>C－>D2－; ②C－>D2－>A+>B2+; ③B2+>A+>D2－>C－; ④D2－>C－>A+>B2+ 。四种离子的半径由大到小以及四种元素原子序数由大到小的顺序分别是 （双选） （ ）

A．①④ B．④① C．②③ D．③②

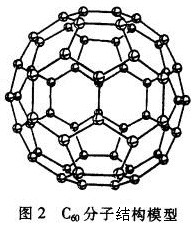
7. 下列事实中，能够证明HCl是共价化合物的是 （ ）

A．HCl易溶于水 B．液态的HCl不导电

C．HCl不易分解 D．HCl溶于水能电离，呈酸性

8. 80年代，科学研制得一种新分子，它具有空心的类似足球状的结构，分子式为C60。下

列说法正确的是



A．C60是一种新型的化合物 B．C60含有离子键

C．C60和金刚石都是碳元素组成的单质 D．C60中的化学键只有共价键

9. 下列各组物质中，都是共价化合物的是 （ ）

A．H2S和Na2O2 B．H2O2和CaF2 C．NH3和N2 D．HNO3和HClO3

10.有关化学反应的热效应，下列说法正确的是

A.酸碱中和反应无法观察到现象，所以不存在热效应

B.化学反应的热效应与反应物本身的性质有着密切关系

C.核反应也伴随着巨大的能量释放，所以核反应是一类特殊的化学反应

D.所有的化合反应一定都是放热反应

11.利用高锰酸钾氧化环己醇可以制备己二酸。2016年省队选拔实验中，某人在进行此反应时一次性加入大量高锰酸钾，导致溶液温度迅速到达70℃，以下有关此反应的说法正确的是（双选）

A.以上信息说明该反应是吸热反应

B.该反应中，高锰酸钾作为氧化剂，己二酸为氧化产物

C.发现反应温度失控后，应立即向反应体系中加入冰水来降温

D.为了洗涤烧杯上残留的二氧化锰，可以用双氧水混合硫酸来洗涤

12. 判断并写出下列微粒符号：

（1）含10个电子的阳离子\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_；（2）含10个电子的阴离子\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_；（3）含10个电子的化合物分子\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

13．氮化钠（Na3N）是科学家制备的一种重要的化合物，它与水作用可产生NH3，请回答下列问题：

（1）Na3N的电子式\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_，该化合物是由\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_键形成的。 （2）Na3N与盐酸反应生成\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_种盐。（3）Na3N与水的反应属于\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_反应。

14．据报道，美国科学家卡尔·克里斯特于1998年11月合成了一种名为“N5”的物质，由于其极强的爆炸性，又称为“盐粒炸弹”。迄今为止，人们对它的结构尚不清楚，只知道“N5”实际上是带正电荷的分子碎片，其结构是对称的，5个N排列成V形，如果5个N结合后都达到8电子结构，且含有2个NN叁键，则“N5”分子碎片所带电荷是\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_，写出它的结构式：\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

15. W、X、Y、Z为短周期内除稀有气体外的4种元素，它们的原子序数依次增大，其中只有Y为金属元素。Y和W的最外层电子数相等。Y、Z两元素原子的质子数之和为W、X两元素质子数之和的3倍。由此可知：

（1）写出元素符号：W为\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_，X为\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_，Y为\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_，Z为\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

（2）W 2Z是由\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_键组成的分子，其电子式为\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

（3）由Y、X、W组成的物质中有\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_键和\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_键组成的\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_化合物。