

元素的非金属性判断依据中

几个易混淆问题的解释

河北省三河市第一中学 065200 赵利华

人教版高中化学《必修二》第一章第二节元素周期律中讲到元素非金属性强弱的判断依据:元素的非金属性强弱可以从其最高价氧化物的水化物的酸性强弱或与氢气生成氢化物的难易程度以及氢化物的稳定性来推断。学生常把最高价氧化物的水化物的酸性与氢化物的酸性混用。为什么最高价氧化物的水化物的酸性强弱可以体现出非金属性的强弱,而氢化物的酸性却不能推断出非金属的非金属性强弱?氢化物的酸性强弱的影响因素是什么?为什么必须是最高价氧化物的水化物的酸性强弱比较,中间价态的为什么不可以?

1. 分子型氢化物水溶液的酸碱性

非金属元素氢化物在水溶液中的酸碱性和该氢化物在水中给出或接受质子能力的相对强弱有关。非金属元素的氢化物,相对于水而言,大多数是酸,如 HX 和 H_2S 等。少数是碱,如 NH_3 、 PH_3 , 而 H_2O 本身既是酸又是碱,表现两性。

酸的强度取决于下列质子传递反应平衡常数 (K_a) 的大小:



K_a 越大酸性越强。从结构的角分析,分子型氢化物酸性的强弱决定于与质子相连的原子的电子密度的大小,若该原子的电子密度越大,对质子的引力越强,酸性越小,反之则酸性越大。原子的电子密度大小与原子所带的负电荷数和半径有关,一般来说,若原子有高的负氧化态,电子密度较大;原子半径越小,电子密度则较大。同一周期 (NH_3 , H_2O , HF), 从左至右由于与质子相连的原子的负氧化态依次降低,虽然半径也减小,但是影响的主要方面是前者,因而电子密度减小,与质子的作用力减弱,故酸性增强。同一族的氢化物 (HX), 与质子直接相连的原子的负氧化态相同,但由于原子半径依次增大,电子密度减小,故酸性增强。与元素的非金属性的强弱变化规律不一致,所以不能用氢化物的酸性强弱来判断元素的

非金属性的强弱。

2. 分子型氢化物的热稳定性

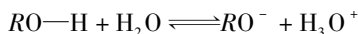
热稳定性与组成氢化物的非金属元素的电负性有关,非金属与氢的电负性相差越大,所生成的氢化物越稳定,反之,不稳定。

3. 分子型氢化物的还原性

稳定性大的氢化物还原性小。氢化物 AH_n 的还原性来自 A^{n-} , 而 A^{n-} 失电子的能力与其半径和电负性的大小有关,在周期表中,从右向左,自上而下,元素 A 的半径增大,电负性减小, A^{n-} 失电子的能力按此顺序递增,所以,氢化物的还原性也按此方向增强。

4. 含氧酸的酸性的影响因素

同无氧酸相似,含氧酸在水溶液中的强度决定于酸分子中质子转移倾向的强弱:



质子转移的倾向越大,酸性越强,反之则越弱。质子转移的倾向决定于与质子相连的氧原子的电子密度的大小,若氧原子的电子密度越大,对质子的引力越强,酸性越小,反之则酸性越大。氧原子的电子密度又取决于酸分子中 R 吸引羟基氧原子的电子的能力。当 R 的半径较小,电负性较大,氧化数较高时, R 吸引羟基氧原子的能力强,能够有效地降低氧原子上的电子密度,使 $\text{O}-\text{H}$ 键变弱,容易释放出质子,而表现出较强的酸性,反之酸性较弱。对于同一种元素不同氧化态的含氧酸,则高氧化态含氧酸的酸性较强,低氧化态含氧酸的酸性较弱。例如 $\text{HClO}_4 > \text{HClO}_3 > \text{HClO}_2 > \text{HClO}$ 。

综上所述,只有最高价才能真正体现出这种元素的非金属性强弱,所比较元素的非金属性的强弱必须依据最高价氧化物的水化物的酸性强弱;比较元素的非金属性强弱可以用氢化物的稳定性和还原性,但是不可以用氢化物的酸性。

(收稿日期: 2014-03-10)