

物质结构规律归纳

江西省修水县第一中学

332400

曾幼森

1. 原子结构的几条规律

质子数 Z = 原子序数 = 核电荷数 = 核外电子数 (e^-)

近似相对原子质量 = 质量数 (A) = 质子数 (Z) + 中子数 (N)

主族元素最外层电子数 = 最高正化合价 = 主族序数

2. 离子 (M^{n+} 或 M^{n-}) 结构几条规律

(1) 核电荷数 (Z) = 核外电子数 (e^-) + 化合价 (q)

如 S^{2-} : 核电荷数 (Z) = $18 + (-2) = 16$ 。

(2) 同电子层结构规律

核外电子层结构相同的离子,其核外电子数一定相同。且化合价越低的离子,核电荷数越小,离子半径越大,还原性越强;化合价越高的离子,核电荷数越大,离子半径越小,氧化性越强。反之亦然。 S^{2-} 、 Cl^- 、 K^+ 、 Ca^{2+} 四种离子核外电子层结构均为 2 8 8。核外电子数均为 18 个,原子序数 $S^{2-} < Cl^- < K^+ < Ca^{2+}$, 离子半径: $S^{2-} > Cl^- > K^+ > Ca^{2+}$, 还原性 $S^{2-} > Cl^-$, 氧化性 $K^+ < Ca^{2+}$ 。

3. 等电子规律

(1) 在每个周期中的稀有气体的原子与同周期的非金属元素的阴离子和其下邻周期的主族金属元素的阳离子具有相同的电子数,即互为等电子体。如: O^{2-} 、 F^- 、 Ne 、 Na^+ 、 Mg^{2+} 、 Al^{3+} 。

(2) 每个周期的稀有气体原子与同周期的非金属元素的氢化物分子以及某些非金属元素的氢化物分离出 H^+ 或与 H^+ 化合后生成的离子互为等电子体。如: Ne 、 H_2O 、 H_3O^+ 、 OH^- 、 NH_3 、 NH_4^+ 、 NH_2^- 、 CH_4 等都互为等电子体。

4. 原子序数的奇偶规律

偶数主族元素的原子序数必为偶数,其化合价也必为偶数;奇数主族元素的原子序数必为奇数,其化合价也必为奇数。如:第 7(奇数)主族(VII A)元素 F 、 Cl 、 Br 、 I 的原子序数分别为 9、17、35、53,全为奇数,它们的正化合价分别有 +1、+3、+5、+7 也全为奇数。第 6(偶数)主族(VIA)元素 O 、 S 、 Se 、 Te 、 Po 的原子序数分别为 8、16、34、52、84 全为偶数,所具有的正化合价全为偶数: +4、+6。

例 1 其短周期中的两元素可以形成原子个数比为 2:3 的化合物,则这两种元素的原子序数之差不可能是()。

A. 1 B. 3 C. 5 D. 6

简析 设该化合物为 X_2Y_3 , 可知 X 元素的化合价应为奇数,而 Y 元素的化合价为偶数,其原子序数也为偶数,据奇数加减偶数仍是奇数的数学原理,只有 D 为偶数,应选 D。

5. 主族元素金属性和非金属性及其强弱的判断规律

设元素电子层数为 n , 最外层电子数为 q , 则

- B. 用装置乙除去氯气中的少量氯化氢
C. 用装置丙制取无水 $MgCl_2$
D. 用装置丁制取乙烯

解析 图 2 甲中 $NaOH$ 浓溶液除去乙酸乙酯中混有的少量乙酸,乙酸乙酯在 $NaOH$ 浓溶液中会发生水解而影响乙酸乙酯的产量,方案设计不严密,故选项 A 错误。图 2 乙中的目的是用 $AgNO_3$ 溶液除去氯气中的少量氯化氢,氯气能与水反应生成盐酸和次氯酸,与 $AgNO_3$ 反应生成 $AgCl$ 沉淀,促进氯气与水反应, $AgNO_3$ 溶液也能吸收氯气,所以选项 B 方案设计错误。 $MgCl_2$ ·

$2H_2O$ 在加热时发生促进 Mg^{2+} 的水解,生成 $Mg(OH)_2$, $Mg(OH)_2$ 受热分解生成 MgO ,所以在氯化氢气流保护下抑制装置 Mg^{2+} 的水解,并以氯化氢气流带走结晶水,故选择项 C 正确。图 2 丁是用浓硫酸与乙醇在 $170^\circ C$ 条件下反应制备乙烯,该反应对温度控制要求较高,否则副反应较多,乙烯的产率低,温度控制不好就得不到乙烯,若反应温度在 $140^\circ C$ 时主要生成乙醚,所以要用温度计来调控反应液的温度,温度计的水银球应插入液面以下,故选项 D 错误。答案: C

(收稿日期:2016-06-25)

(1) $\frac{q}{n} < 1$ 时, 肯定为金属元素, 其氧化物及其水化物呈碱性。一般情况下, $\frac{q}{n}$ 值越小元素金属性越强, 其氧化物及水化物的碱性也越强。

(2) $\frac{q}{n} > 1$ 时, 为非金属元素, 其氧化物(指酸酐)及其水化合物呈酸性。一般情况下, $\frac{q}{n}$ 值越大, 元素的非金属性越强, 其氧化物及其水化合物的酸性也越强。

(3) $\frac{q}{n} = 1$ 时, 某些金属虽具有弱金属性, 但其氧化物及其水化合物具有两性如 Be、Al、Ge、Sb 的氧化物的水化合物都具有两性, 即既能跟酸反应又能跟碱反应。

(4) $n - q$ 值相等的元素, 往往具有比较相近的性质。如 Li 与 Mg、Na 与 Ca、Be 与 Al 其化学性质分别十分相近。N - S - Br 为典型的非金属元素, 其最高价含氧酸均为强酸。这就是通常所说的在元素周期表中处于对角线上的两种元素具有相似的一些性质, 即对角线规则。

6. 一些特殊规律(设元素电子层数为 n , 最外层电子数为 q)

(1) 除第一周期外, 每一周期非金属元素种数为 $(8 - n)$ 种。如第三周期有 $8 - 3 = 5$ 种非金属元素。它们是硅、磷、硫、氯、氩。

(2) 除第一主族外, 每一主族所具有的非金属元素种数为 $(q - 2)$ 种。如第三主族(ⅢA)有 $(3 - 2) = 1$ 种, 第四主族(ⅣA)有两种。其余依此类推。

(3) 若 X 元素有 m 种同位素原子, Y 元素有 n 种同位素原子, 则形成 XY 型分子共有 $(m \times n)$ 种。但相对分子质量数值种数小于 $m \times n$ 种, 若为连续数值, 则其种数 = $M(\text{最大}) - M(\text{最小}) + 1$

(4) 所有元素中, 原子最外层电子数为次外层电子数一半的元素只有 Li、Si 两种。

(5) “最外层电子数 = 次外层电子数”的元素只有 Be、Ar。

(6) “最外层电子数 = 电子层数”的元素有 H、Be、Al、Ge 四种。

(7) 最外层电子数是电子层数两倍的元素有 He、C、S、Kr 四种。

(8) 原子次外层电子数为 2 的元素必属于第二周期。

7. 含氧酸分子结构的推断规律(※使用人教版选修 3 的师生可参阅)

主族元素形成的含氧酸分子 H_nXO_m 中, 一般含有两种键。一种是常见的共价键。如 $X - O - H$ 或 $X = O$ 。另一种是由中心原子 X 单方提供共用电子对时, 氧原子提供空轨道而形成的一种特殊共价键: $X \rightarrow O$, 即配位键。因此, 欲推断某含氧酸分子的结构, 只需推算出分子中具有共价键数和配位键数, 再依据成键原则就能快速方便地达到目的。

(1) H_nXO_m 中共价键的推算方法

在含氧酸 H_nXO_m 中, 共价键数在数值上等于 X 负价数的绝对值 $(8 - q)$ 与分子中氢原子数之和 (q 为最外层电子数), 即: $Y_{\text{共}} = (8 - q) + n_{\text{H}}$ ①

(2) H_nXO_m 中配位键的推算方法

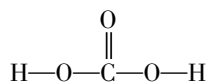
在含氧酸 H_nXO_m 中, 中心原子最外层都达到八电子稳定结构, 这种八电子稳定结构总是通过中心原子的最外层电子数和它在含氧酸分子中的化合价数表现出来。因此, H_nXO_m 中是否具有配位键以及配位键的多少总是与中心原子的最外层电子数和化合价数有关。如 $HClO_4$ 分子, 氯原子最外层有 7 个电子, 再与 1 个电子共用就可达到八电子稳定结构, 所以氯原子与一个氧原子可形成一个共价键。又由于在 $HClO_4$ 中氯元素为 +7 价, 这说明氯原子提供了 7 个电子参与成键, 1 个电子已配对成键, 剩下的 6 个电子则可形成 3 个配位键。由此可推知: H_nXO_m 中配位键数必为 X 最外层电子数 (q) 与 X 形成一般共价键电子数 $(8 - x)$ (x 为 X 在 H_nXO_m 分子中的化合价) 之差的二分之一。即

$$Y_{\text{配}} = \frac{1}{2} [q - (8 - x)] = \frac{1}{2} (q + x - 8) \quad ②$$

利用①②两式, 可方便地推断常见含氧酸分子的结构。

例 2 H_2CO_3 : $q = 4$, $x = +4$, $n_{\text{H}} = 2$, 则 $Y_{\text{共}} = (8 - q) + n_{\text{H}} = 6$

$Y_{\text{配}} = \frac{1}{2} (q + x - 8) = 0$, 所以, H_2CO_3 分子中有 6 个共价键, 无配位键, 其分子结构为:



(收稿日期: 2016 - 06 - 15)