

# 金属在溶液中反应的有关量变化规律探究\*

江苏省海安县城东镇西场初级中学 226621 许波兰

在各地中考化学试题中常出现一些金属与酸、金属与盐溶液进行置换反应时有关量变化的题型,这类试题多数设计成选择、填空,能否简便、准确、快速地作出结果,重要在于知识的牢固、灵活掌握的能力。

## 一、金属与酸的置换反应

规律 1:等质量不同种活泼金属的单质与非氧化性稀酸反应,放出  $H_2$  质量比等于反应生成盐中各金属元素化合价和金属的相对原子质量之比,其中比值最大的放出  $H_2$  的质量最多,同理,要得到相同质量的  $H_2$  所需金属的质量比应为:相对原子质量与化合价之比。

例 1 将质量为  $m$  g Zn、Fe、Mg、Al 分别投入到足量的稀盐酸中,置换出氢气质量从多到少的顺序\_\_\_\_\_。

解析 由题意知:Zn、Fe、Mg、Al 分别与盐酸反应生成的盐分别为  $ZnCl_2$ 、 $FeCl_2$ 、 $MgCl_2$ 、 $AlCl_3$ 。按上述规律可求它们所生成的氢气的质量比为: $2/65:2/56:2/24:3/27=1/32.5:1/28:1/12:1/9$ ,所以上述金属置换出  $H_2$  的质量由多到少的顺序

为:Al > Mg > Fe > Zn。

规律 1 也可用于判定等质量金属的碳酸盐和稀酸反应放出  $CO_2$  气体的质量的多少,即用反应生成盐中金属元素的化合价与相对原子质量之比来衡量,比值大的放出  $CO_2$  气体的质量较多,相反则较少。

规律 2:等质量、等浓度的不同种稀酸溶液与足量的活泼金属单质(也可指不同种活泼金属)反应,放出  $H_2$  的质量比等于各酸酸根的化合价与其酸的相对分子质量的比,其中比值大的放出  $H_2$  质量多。

例 2 浓度相同、质量均为  $w$  g 的稀盐酸、稀硫酸、稀磷酸的溶液分别跟足量金属锌反应,放出  $H_2$  质量由多到少顺序为\_\_\_\_\_。

解析 HCl、 $H_2SO_4$ 、 $H_3PO_4$  中各酸根的化合价和其酸的相对分子质量比分别为  $1/36.5$ 、 $2/98$ 、 $3/98$ ,即  $1/36.5$ 、 $1/49$ 、 $1/32.7$ ,因此上述三种酸按放出  $H_2$  的质量由多到少的顺序为: $H_3PO_4 > HCl > H_2SO_4$ 。

规律 3:等质量、等浓度同一种稀酸溶液与不同种活泼金属的单质完全反应或等质量同一种活

▶行六面体的底面积  $S=2r \times 2r \times \frac{\sqrt{3}}{2}=2\sqrt{3}r^2$ ,则

平行六面体的体积为  $V=S \times H=2\sqrt{3}r^2 \times \frac{4\sqrt{6}}{3}r=$

$8\sqrt{2}r^3$ 。所以六方最密堆积中原子空间利用率为  $\eta$

$$= \frac{\frac{4}{3}\pi r^3 \times 2}{8\sqrt{2}r^3} \times 100\% = 74\%。$$

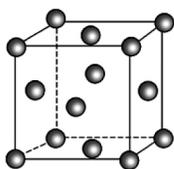


图 4

## 四、面心立方最密堆积

面心立方最密堆积就是每一层都是密置层堆积,按 ABCABC...的方式堆积(已叙述)这样的堆积使处于立方体面对角线上的原子紧邻如图 4 所示。晶胞中所含原子数为  $6 \times \frac{1}{2} + 8 \times \frac{1}{8} = 4$  那么原子实际占有的体积为  $\frac{4}{3}\pi r^3 \times 4$ 。由于

处于面对角线上的原子紧邻,则原子半径与晶胞边长的关系为  $\sqrt{2}a=4r$ ,那么晶胞中原子围成的几何图形的体积为  $a^3 = \left(\frac{4r}{\sqrt{2}}\right)^3 = (2\sqrt{2}r)^3$ ,所以该晶胞

$$\text{中原子空间利用率为 } \eta = \frac{\frac{4}{3}\pi r^3 \times 4}{(2\sqrt{2}r)^3} \times 100\% = 74\%。$$

原子空间利用率的计算是选三的难点,亦是高考的难点,但它又不是无章可循。通过金属晶体里晶胞中原子空间利用率的计算,以及金刚石晶胞中原子空间利用率的计算,不难看出,无论多复杂的晶胞结构,想计算原子空间利用率,必须先求得晶胞中原子个数及晶胞边长与原子半径的关系,要想知道晶胞边长与原子半径的关系,必须知道晶胞中原子堆积特点,即处于晶胞的什么位置上的原子紧邻。(收稿日期:2018-11-10)

活泼金属的单质与不同种稀酸溶液完全反应,放出 H<sub>2</sub> 的质量都相等(理由:(1)因同一种酸中所含的氢元素的质量相等;(2)参加反应的同种金属单质与反应生成氢气的质量比一定)。

例3 Al、Zn、Fe 分别跟等质量、等浓度稀 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 完全反应后,三种金属都有剩余,且剩余金属的质量 Al > Zn > Fe。如果生成 H<sub>2</sub> 的质量分别为 a g b g c g 则 a、b、c 之间的关系是( )。

- A. a > b > c      B. a < b < c  
C. a = b = c      D. 没有一定关系

解析 如果对题意没有审清,很容易错误选 B 原因是金属剩余少,与酸反应时就消耗得多,生成 H<sub>2</sub> 的质量就多。其实,题中给出的剩余金属 Al > Zn > Fe 是个陷阱,因为无论金属剩余多少,稀 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 在反应中都已耗尽。所以,本题如果依上述规律求解,则化难为易,迅速得到正确答案:a = b = c。答案为 C。

该规律也可以推出:(1)等质量的不同种金属的碳酸盐和足量的稀酸溶液(也可指不同种酸)反应,如果它们的相对分子质量相等,那么所产生的 CO<sub>2</sub> 气体的质量也相等。(2)等质量的同一种金属的碳酸盐和不同种稀酸溶液完全反应,放出 CO<sub>2</sub> 气体质量相等。

例4 相同质量的碳酸钙、碳酸镁、碳酸氢钾、碳酸氢钠分别跟足量的稀盐酸反应,产生的二氧化碳气体的质量分别是 m g、n g、p g、q g、m、n、p、q 之间的关系是( )

- A. m = n = p = q      B. m = n    p = q  
C. m = p    n = q      D. m = q    n = p

解析 本题只要进行比较,并不要求(也不可能)算出 CO<sub>2</sub> 的质量,通常解法是:写出四种物质分别与盐酸反应的化学方程式或关系式,并确定质量关系,进行比较。这种解法显然耗时费力,容易产生错误,事倍功半。但若掌握了上述解题规律,就可以信手拈来,轻松得出正确答案:m = p    n = q。答案为 B。

规律4:足量的活泼金属单质和稀酸溶液反应时,溶液质量一定增大,而金属的质量一定减小;如果金属与稀酸溶液不发生反应,则溶液的质量和金属的质量都不变。

例5 在天平两端的烧杯中分别盛有足量稀

盐酸,调整天平平衡后向其中一只烧杯中投入 10 g 碳酸钙,要使天平继续保持平衡,向另一只烧杯中投入铝片的质量为\_\_\_\_ g。

解析 设向另一只烧杯中需投入 x g 铝片,那么

	$\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$	溶液 增量
100	44	100 - 44 = 56
10		56 × 10 / 100
54	6	54 - 6 = 48
x		48x / 54

根据题意知,因反应后天平仍保持平衡,所以 48x / 54 = 56 × 10 / 100,解得 x = 6.3 g。

### 二、金属和盐的置换反应

规律5:足量的金属单质和盐溶液不发生置换反应时,溶液的质量和金属的质量都不变。

规律6:足量的金属单质和盐溶液发生置换反应时,如果两种金属元素在盐中的化合价相等,那么溶液或金属(包括附着物)的质量增减由参加反应的金属的相对原子质量和生成的金属的相对原子质量大小来衡量。如果前者大于后者,那么溶液的质量增大,金属质量减小;反之,相反;若其化合价不等,则取决于各个相对原子质量之和的大小,但结论和等价时一致。

例6 将足量的金属锌片浸入下列溶液中:

- A. HCl    B. MgCl<sub>2</sub>    C. Hg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>    D. Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>  
E. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>    F. CuCl<sub>2</sub>    G. KNO<sub>3</sub>    H. FeSO<sub>4</sub>

经一定时间后,则(用序号填空):(1)溶液的质量增大的有\_\_\_\_,锌片的质量减小的有\_\_\_\_。(2)溶液的质量不变的有\_\_\_\_,锌片的质量不变的有\_\_\_\_。(3)溶液的质量减小的有\_\_\_\_,锌片的质量增大的有\_\_\_\_。

解析 题中给出的溶液,有两种是酸的溶液,六种是盐的溶液。初看似难以解答,但若按上述规律就可迅速选出合适的答案:(1)AEFH, AEFH;(2)BDG, BDG;(3)C, C。

总之,有的放矢并且合理运用以上规律,将其再解类似问题时提供一把“钥匙”,使学生不断总结 and 积累知识,并让规律在中考中发挥作用。

(收稿日期:2018 - 11 - 10)