

## 巧用“反证法”解决化学计算问题

江苏省泰兴市第一高级中学 225400 余金华

“反证法”是数学证明题中常用的一种方法，即先假设某命题不成立，推出与已知条件相矛盾的结论，从而说明假设错误，则可证明原命题成立。在化学计算中有些题目运用反证法有时会收到事半功倍的效果。现归类解析如下。

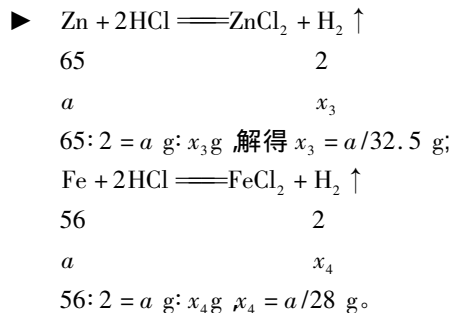
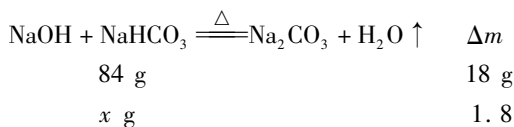
### 一、“反证法”应用于混合物的计算

例 1 18.4 g 由 NaOH 和 NaHCO<sub>3</sub> 组成的固体混合物，在密闭容器中加热到约 250℃，经充分反应后排出气体，冷却后称得剩余固体质量为 16.6 g。试计算原混合物中 NaOH 的质量分数。

解析 假设 NaHCO<sub>3</sub> 与 NaOH 各按 1 mol 反应时，由以下反应：



可知固体物质质量应减少 18 g，18.4 g 混合物按等物质的量混合反应时应失重  $18.4 \text{ g} \times \frac{18}{84+40} = 2.67 \text{ g}$ ，由题意得实际失重为  $18.4 \text{ g} - 16.6 \text{ g} = 1.8 \text{ g}$ 。由于  $2.67 \text{ g} > 1.8 \text{ g}$ ，这与题目已知相矛盾，说明假设 NaHCO<sub>3</sub> 与 NaOH 各按 1 mol 反应是错误的。因此 NaOH 过量，应以 NaHCO<sub>3</sub> 的量为计算依据。设 NaHCO<sub>3</sub> 为  $x \text{ g}$ ，有



分子相同，分母越小商值越大。故相同质量的镁、铝、锌、铁中与足量 HCl 完全反应后生成氢

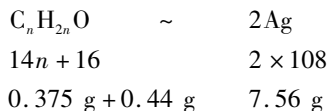
$$84:18 = x:1.8, x = 8.4$$

则混合物中 NaOH 的质量分数为  $\frac{18.4 - 8.4}{18.4}$

$$\times 100\% = 54.4\%$$

例 2 取饱和一元醛 B 0.375 g 和 A 0.44 g 组成的混合物与足量的银氨溶液共热共析出 7.56 g 银，若 A 醛比 B 醛多 1 个碳原子。计算并推断 A、B 各是什么醛。

解析 假设没有甲醛，设 A、B 的平均分子式为 C<sub>n</sub>H<sub>2n</sub>O，则



解得  $n = 0.52$ ，这与题意  $n > 1$  相矛盾，所以假设没有甲醛是错误的。那么一定有一个是甲醛，又由题意：A 醛比 B 醛多 1 个碳原子，所以 B 是甲醛 (HCHO)，A 是乙醛 (CH<sub>3</sub>CHO)。由题目已知验证： $(\frac{0.44}{44} \times 2 + \frac{0.375}{30}) \times 108 = 7.56$  (正确)。

### 二、“反证法”应用于化学平衡问题

例 3 某温度时，一定压强下的密闭容器中发生反应： $aX(g) + bY(g) \rightleftharpoons cZ(g) + dW(g)$ ，达平衡后，保持温度不变压强增大至原来的 2 倍，当再达到平衡时，W 的浓度为原平衡状态的 1.8 倍，下列叙述正确是 ( )。

气最多的是铝。即本题正确答案为 B。答案：B

总结 化学知识有许多规律，熟练地掌握和运用这些规律，有助于我们解题；化学解题方法有许多特殊法，了解和掌握这些特殊之所在，并运用于解题，可以简化解题步骤，可以从繁中悟出简，从难中觅出易。

总之，解复杂的中考化学选择题贵在把握考查的实质，做到方法准确得当，以不变应万变，抓住关键、注重“妙用”，达到准确快速明了。

(收稿日期：2015-06-15)

- A. 平衡正移                      B.  $(a + b) > (c + d)$   
 C. Z 的体积分数变小        D. X 的转化率变大

解析 反应达到平衡后,保持温度不变,压强增大至原来的 2 倍,若平衡不移动,各种物质的浓度都将变为原来的 2 倍,而 W 的浓度只有原平衡状态的 1.8 倍,W 的浓度减小,说明平衡向逆反应方向移动,A 项不正确;增大压强,平衡逆移,说明正反应是气体总体积增大的反应,即  $(a + b) < (c + d)$ ,B 项不正确;增大压强,平衡逆移,Z 的体积分数变小,X 的转化率变小,C 项正确,D 项不正确。答案:C 项

本题的关键是判断平衡移动的方向,保持温度不变,压强增大至原来的 2 倍,先假设平衡不移动,W 的浓度应为原来的 2 倍作为参照,实际上只有原平衡状态的 1.8 倍,说明平衡向逆反应方向移动。

例 4 对反应  $A(g) + B(g) \rightleftharpoons 3C(g)$ ,在一恒压容器中进行,取相同量 A、B 为起始原料,分别在不同温度下发生反应,反应进行相同时间后,测定 A 在混合物中的百分含量如图 1 所示。(1) 该反应为吸热反应还是放热反应

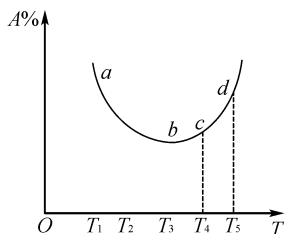


图 1

(2) a、b、c、d、e 五点中,表示处于平衡状态的有哪几点?

解析 (1) 温度升高,反应速率加快,经过相同的反应时间 A% 的曲线先下降后升高,说明曲线上各点并非都表示平衡状态。因为对于同一个反应,温度升高,达到平衡的时间将要缩短。假设 a 点表示  $T_1$  时平衡态的 A%,则 b、c、d、e 均为平衡态的 A%。由 b 点对应的 A% 小于 a 点对应的 A%,说明  $T_1$  到  $T_2$  平衡向正反应方向进行,反应为吸热反应;而 c 点对应 A% 小于 d 点对应的 A%,又说明  $T_3 \rightarrow T_4$ ,平衡向逆反应方向移动,反应为放热反应,相矛盾。说明 a 点未达到平衡状态。同理说明 b 点也未达到平衡状态,c 点可表示平衡状态,反应为放热反应。(2) 上述分析仅说明 c 点可表示平衡状态,那么 c 点是不是一定是平衡状态呢?不妨假设 c 点不是平衡态,则表示平衡态的点必然是 c 点右方曲线上的某一点,令其为 k

点,该点对应的 A% 必然大于 c 点对应的 A%,那么在  $T_3$  温度下达到 k 点的 A% 所需时间必然小于题设时间,而 k 点对应的是题设时间,这与温度升高速率加快相矛盾。由此反证 c 点一定表示平衡状态。所以 c 点以后曲线上的各点都表示平衡状态。

### 三、“反证法”应用于物质的反应关系和顺序

#### 1. 反应能否发生

例 4 向  $CaCl_2$  溶液中通入  $CO_2$  会不会生成沉淀呢?

解析 假设  $CaCl_2$  溶液与  $CO_2$  能发生反应: $CaCl_2 + CO_2 + H_2O = CaCO_3 \downarrow + 2HCl$ ,而我们知道  $CaCO_3$  可溶于盐酸中,故上述假设不能成立,所以向  $CaCl_2$  溶液中通入  $CO_2$  不会生成沉淀。像这样的例子还有很多,如向  $BaCl_2$  溶液中通入  $CO_2$  或  $SO_2$ 、向  $FeCl_2$  溶液中通入  $H_2S$  等等。

#### 2. 反应的先后顺序

题 5 向  $NH_4Al(SO_4)_2$  溶液中逐滴加入  $NaOH$  溶液,按照反应的先后顺序写出反应的离子方程式。

解析 假设  $NH_4^+$  先与  $OH^-$  反应, $NH_4^+ + OH^- = NH_3 \cdot H_2O$ ,则  $Al^{3+}$  会与反应生成的  $NH_3 \cdot H_2O$  反应, $Al^{3+} + 3NH_3 \cdot H_2O = Al(OH)_3 \downarrow + 3NH_4^+$ ,又生成  $NH_4^+$  离子。故假设不正确,应该是  $Al^{3+}$  先与  $OH^-$  反应,即  $Al^{3+} + 3OH^- = Al(OH)_3 \downarrow$ ;随着  $NaOH$  溶液的逐滴加入,反应生成的  $Al(OH)_3$  和原溶液中的  $NH_4^+$  与  $OH^-$  的反应先后顺序又会怎样呢?我们不妨假设  $Al(OH)_3$  和  $OH^-$  的反应先进行,则  $Al(OH)_3 + OH^- = AlO_2^- + 2H_2O$ ,而反应生成的  $AlO_2^-$  会与原溶液中的  $NH_4^+$  发生双水解, $NH_4^+ + AlO_2^- + 2H_2O = Al(OH)_3 \downarrow + NH_3 \cdot H_2O$ ,又生成  $Al(OH)_3$ ,故假设不正确,应该是  $NH_4^+$  先与  $OH^-$  反应,最后才是  $Al(OH)_3$  的溶解。所以此题反应的先后顺序依次为:①  $Al^{3+} + 3OH^- = Al(OH)_3 \downarrow$ ,②  $NH_4^+ + OH^- = NH_3 \cdot H_2O$ ,③  $Al(OH)_3 + OH^- = AlO_2^- + 2H_2O$ 。

“反证法”为解决部分化学计算题提供了一条清晰而明了的捷径,学习化学贵在得法,运用恰当的思路去解决问题首先要明确考查的目的和内容,这就要求去把握化学的实质和精髓,真正达到知识能力的双提高。

(收稿日期:2015-06-25)