

## 例析化学计算中的差量法

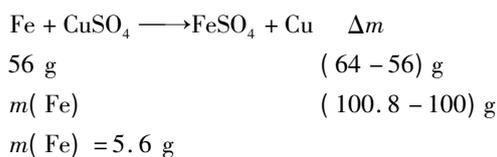
上海新王牌教育 200011 张顺清 甘美玲

差量法是依据化学反应前后的某些“差量”(固体质量差、溶液质量差、气体体积差、气体物质的量之差等)与反应物或生成物的变化量成正比而建立的一种解题方法。此法将“差量”看作化学方程式右端的一项,将已知差量(实际差量)与化学方程式中的对应差量(理论差量)列成比例,其他解题步骤与按化学方程式列比例或解题完全一样。使用差量法计算一个最突出的优点是,不需要在乎反应物是否反应完全,只要有反应发生就有差量存在,因此根据差量计算出来的反应物的量是实际参加反应的量。

### 一、固体质量差量

例1 将质量为100 g的铁棒插入硫酸铜溶液中,过一会儿取出,烘干称量,铁棒的质量变为100.8 g。求参加反应的铁的质量。

解析 依题意

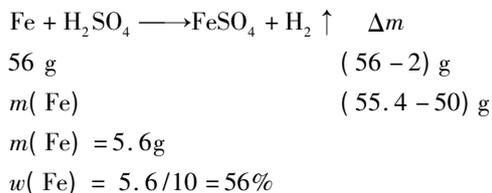


答:有5.6 g铁参加了反应。

### 二、液体质量差量

例2 用含杂质(杂质不与酸作用,也不溶于水)的铁10 g与50 g稀硫酸完全反应后,滤去杂质,所得液体质量为55.4 g,求此铁的纯度。

解析 依题意

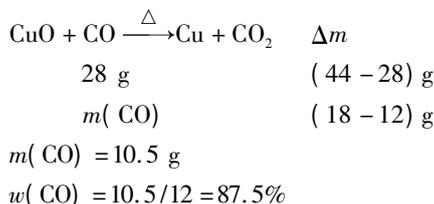


答:此铁的纯度为56%。

### 三、气体质量差量

例3 将12 g CO和CO<sub>2</sub>的混合气体通过足量灼热的氧化铜后,得到气体的总质量为18 g,求原混合气体中CO的质量分数。

解析 依题意

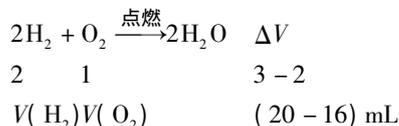


答:原混合气体中CO的质量分数为87.5%。

### 四、气体体积差量

例4 在150℃下,将20 mL H<sub>2</sub>和O<sub>2</sub>的混合气体点燃后,恢复到原来状态,剩余16 mL气体,则混合气体中H<sub>2</sub>和O<sub>2</sub>的气体各为多少?

解析 由 $pV = nRT$ 知, $T$ 、 $p$ 一定时, $V$ 与 $n$ 成正比,即物质的量之比等于体积之比,则依题意



①O<sub>2</sub>过量时, $V(\text{H}_2) = 8 \text{ mL}$ ,

$V(\text{O}_2) = 20 \text{ mL} - 8 \text{ mL} = 12 \text{ mL}$ ;

②H<sub>2</sub>过量时, $V(\text{O}_2) = 4 \text{ mL}$ ,

$V(\text{H}_2) = 20 \text{ mL} - 4 \text{ mL} = 16 \text{ mL}$ ;

③若恰好完全反应时, $8 + 4 \neq 20$ ,不符合题意。答略。

### 五、高考真题

例5 汽车剧烈碰撞时,安全气囊中发生反应 $10\text{NaN}_3 + 2\text{KNO}_3 \rightarrow \text{K}_2\text{O} + 5\text{Na}_2\text{O} + 16\text{N}_2 \uparrow$ 。若氧化产物比还原产物多1.75 mol,则下列判断正确的是( )。

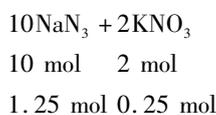
A. 生成40.0 L N<sub>2</sub>(标准状况)

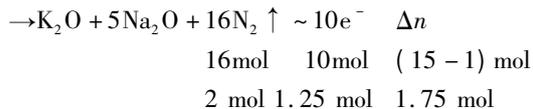
B. 有0.250 mol KNO<sub>3</sub>被氧化

C. 转移电子的物质的量为1.25 mol

D. 被氧化的N原子的物质的量为3.75 mol

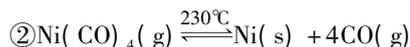
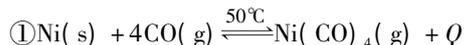
解析 通过化学方程式可知生成氧化产物15 mol N<sub>2</sub>,还原产物1 mol N<sub>2</sub>,转移电子数 $10e^-$ ,由差量法计算,





所以生成标准状况下 44.8 L N<sub>2</sub>, 有 0.25 mol KNO<sub>3</sub> 被还原 转移电子的物质的量为 1.25 mol 被氧化的 N 原子的物质的量为 3.75 mol。答案: CD。

例 6 镍具有优良的物理和化学特性, 是许多领域尤其是高技术产业的重要原料。羰基法提纯粗镍涉及的两步反应依次为:



已知在一定条件下 的 2 L 密闭容器中制备 Ni(CO)<sub>4</sub>, 粗镍 ( 纯度 98.5%, 所含杂质不与 CO 反应 ) 剩余质量和反应时间的关系如图 1 所示。Ni(CO)<sub>4</sub> 在 0 ~ 10 min 的平均反应速率为 \_\_\_\_\_。

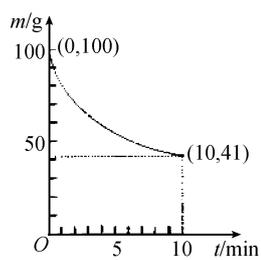


图 1

( Ni 相对原子质量: 59 )

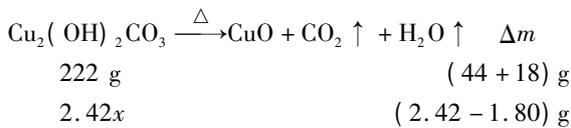
解析 10 min 时 粗镍减少了 100 g - 41 g = 59 g, 即反应的 Ni 为 1 mol, 则生成 Ni(CO)<sub>4</sub> 为 1 mol 反应速率为 1 / ( 2 × 10 ) = 0.05 mol / ( L · min )。

例 7 用氮化硅 ( Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> ) 陶瓷代替金属制造发动机的耐热部件, 能大幅度提高发动机的热效率。工业上用化学气相沉积法制备氮化硅, 其反应如下: 3SiCl<sub>4</sub>( g ) + 2N<sub>2</sub>( g ) + 6H<sub>2</sub>( g )  $\xrightarrow{\text{高温}}$  Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>( s ) + 12HCl( g ) + Q ( Q > 0 ), 在一定温度下进行上述反应, 若反应容器的容积为 2 L, 3 min 后达到平衡 测得固体的质量增加了 2.80 g, 则 H<sub>2</sub> 的平均反应速率为 \_\_\_\_\_ mol / ( L · min )。

解析 由方程式可知增加的固体质量即生成的 Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 质量, 则消耗的 n( H<sub>2</sub> ) = 2.80 g / 140 g · mol<sup>-1</sup> × 6 = 0.12 mol, 故 v( H<sub>2</sub> ) = 0.12 mol / ( 2 L · 3 min ) = 0.02 mol / ( L · min )。

例 8 碱式碳酸铜 [ Cu<sub>2</sub>( OH )<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> ] 是一种用途广泛的化工原料, 实验室以废铜屑为原料制取碱式碳酸铜, 若实验得到 2.42 g 样品 ( 只含 CuO 杂质 ), 取此样品加热至分解完全后, 得到 1.80 g 固体, 此样品中碱式碳酸铜的质量分数。

解析 设样品中碱式碳酸铜的质量分数为 x, 由差量法知,



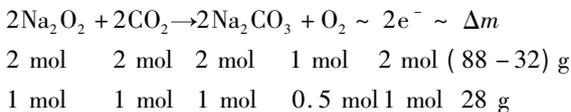
解得 x = 0.92

答案: 92%。

例 9 过氧化钠可作为氧气的来源。常温常压下二氧化碳和过氧化钠反应后, 若固体质量增加了 28 g, 反应中有关物质的物理量正确的是 ( N<sub>A</sub> 表示阿伏加德罗常数 ) ( )。

	二氧化碳	碳酸钠	转移的电子
A	1 mol		N <sub>A</sub>
B	22.4 L	1 mol	
C		106 g	1 mol
D		106 g	2N <sub>A</sub>

解析 由差量法知,

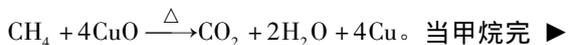


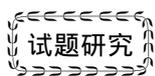
当固体质量增加了 28 g 时, 反应的二氧化碳为 1 mol, 但温度和压强不确定, 体积不一定是 22.4 L, 转移的电子为 1 mol, 生成的碳酸钠为 1 mol。答案: AC。

例 10 自然界的矿物、岩石的成因和变化受到许多条件的影响。地壳内每加深 1 km, 压强增大 25000 kPa ~ 30000 kPa。在地壳内存在以下平衡: SiO<sub>2</sub>( s ) + 4HF( g )  $\rightleftharpoons$  SiF<sub>4</sub>( g ) + 2H<sub>2</sub>O( g ) + 148.9 kJ。若反应的容器容积为 2.0 L, 反应时间 8.0 min, 容器内气体的密度增大了 0.12 g/L, 在这段时间内 HF 的平均反应速率为 \_\_\_\_\_。

解析 密度增大了 0.12 g/L, 说明质量增加了 0.24 g, 即参加反应的 SiO<sub>2</sub> 为 0.24 g, 其物质的量为 0.004 mol, 则转化的 HF 为 0.016 mol, 则 HF 的反应速率为 0.016 mol / ( 2.0 L · 8.0 min ) = 0.0010 mol / ( L · min )。

例 11 生态农业涉及农家废料的综合利用, 某种肥料经发酵得到一种含甲烷、二氧化碳、氮气的混合气体。2.016 L ( 标准状况 ) 该气体通过盛有红热 CuO 粉末的硬质玻璃管, 发生的反应为:





## 《电化学》高考解读与考点突破

山东省沂南第一中学 276300 杜贞忠 尹永东

**考点定位:** 高考对电化学的考查主要集中在几个方面: 原电池和电解池的工作原理、电化学的应用、电解规律及相关计算 特别是电极反应式的书写等。高考题往往以陌生的情境材料为信息进行考查。原电池、电解池的工作原理主要以选择题的形式出现 电极反应式的书写主要以填空题的形式出现。可以预测 2014 年高考仍将以传统题型为主 其中 原电池和电解池的工作原理、应用仍是高考命题的重点; 特别是电极反应式的书写考点必将出现。

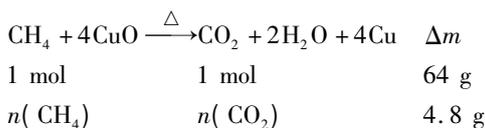
### 考点一、原电池的工作原理

例 1 (2013·江苏卷) Mg-H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 电池可用

►全反应后 硬质玻璃管的质量减轻 4.8 g。将反应后产生的气体通入过量的澄清石灰水中, 充分吸收 生成沉淀 8.5 g。

- (1) 原混合气体中甲烷的物质的量是 \_\_\_\_\_;
- (2) 求原混合气体中氮气的体积分数。

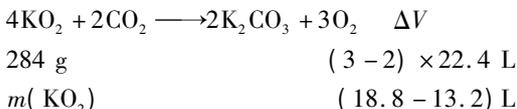
解析 由差量法知:



求得  $n(\text{CH}_4) = n(\text{CO}_2) = 0.075 \text{ mol}$  将  $\text{CO}_2$  通过澄清的石灰水生成 8.5 g 沉淀, 所以  $n(\text{CO}_2)_{\text{总}} = 0.085 \text{ mol}$  原混合气体中的  $n(\text{CO}_2) = 0.01 \text{ mol}$ , 而气体的总物质的量为  $2.016/22.4 = 0.09 \text{ mol}$ , 所以  $n(\text{N}_2) = 0.005 \text{ mol}$ ,  $\text{N}_2$  的体积分数为:  $0.005/0.09 = 5.56\%$ 。

例 12 超氧化钾和二氧化碳反应生成氧气 ( $4\text{KO}_2 + 2\text{CO}_2 \rightarrow 2\text{K}_2\text{CO}_3 + 3\text{O}_2$ ) 在医院、矿井、潜水、高空飞行中用作供氧剂。13.2 L (标准状况)  $\text{CO}_2$  和  $\text{KO}_2$  反应后, 气体体积变为 18.8 L (标准状况), 计算反应消耗  $\text{KO}_2$  的质量。

解析 由差量法知,



于驱动无人驾驶的潜航器。该电池以海水为电解质溶液, 示意图如图 1。该电池工作时, 下列说法正确的是( )。

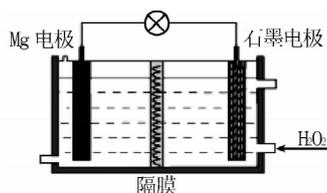
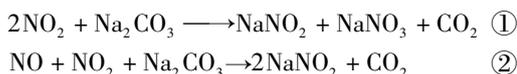


图 1

求得:  $m(\text{KO}_2) = 71 \text{ g}$

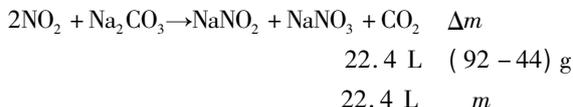
例 13 硝酸工业生产中的尾气可用纯碱溶液吸收, 有关的化学反应为:



(1) 根据反应①, 每产生 22.4 L (标准状况)  $\text{CO}_2$ , 吸收液质量将增加 \_\_\_\_\_ g;

(2) 现有 1000 g 质量分数为 21.2% 的纯碱吸收液 吸收硝酸工业尾气, 每产生 22.4 L (标准状况)  $\text{CO}_2$  时, 吸收液质量就增加 44 g。计算吸收液中  $\text{NaNO}_2$  和  $\text{NaNO}_3$  物质的量之比 \_\_\_\_\_。

解析 (1) 由差量法知,



求得:  $m = 48 \text{ g}$ ;

(2) 每产生 22.4 L  $\text{CO}_2$ , 由反应①可知吸收液质量增加 48 g, 由反应②知吸收液质量增加  $(30 + 46 - 44) = 32 \text{ g}$ , 设反应①产生的  $\text{CO}_2$  为  $a \text{ mol}$ , 反应②产生的  $\text{CO}_2$  为  $b \text{ mol}$ , 通过两个反应的差量法

$$\text{列方程组为: } \begin{cases} a + b = 1 \\ 48a + 32b = 44 \end{cases} \quad \begin{cases} a = 0.75 \text{ mol} \\ b = 0.25 \text{ mol} \end{cases}$$

故  $n(\text{NaNO}_2) : n(\text{NaNO}_3) = (a + 2b) : a = 5 : 3$ 。

答案: (1)48; (2)5:3。 (收稿日期: 2013-08-14)