

有关碱金属的计算举隅

江苏省无锡市第三高级中学 214000 陈铮铮

在涉及碱金属的化学计算中,应突出下列四个方面的解题思路:

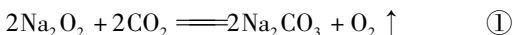
1. 有关混合物的计算必讨论。
2. 确定以物质的量为核心。
3. 反应前后钠元素必守恒,溶液中阴阳离子的电量必相等。
4. Na_2O_2 与 CO_2 、 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 反应时,固体的质量增加为吸收的 CO_2 、 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 与放出的 O_2 之间的质量差;放出的 O_2 为吸收的 CO_2 、 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 与生成固体物质的质量增加量之差。

对于某些题,几种方法并用,对正确分析有关碱金属的化学计算,加快解题速度,具有很好的指导作用。下面就有关碱金属计算的解题思路例析如下。

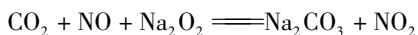
例 1 a L CO_2 气体通过足量 Na_2O_2 , 所得气体与 b L NO 混合时,可得到 c L 气体(相同状况), 则以下表达错误的是()。

- A. 若 $a < b$, 则 $c > \frac{1}{2}(a + b)$
- B. 若 $a < b$, 则 $c < \frac{1}{2}(a + b)$
- C. 若 $a > b$, 则 $c = \frac{1}{2}(a + b)$
- D. 若 $a = b$, 则 $c = \frac{1}{2}(a + b)$

解析 依题意可知发生的反应为:



两反应相加可得:



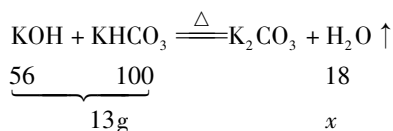
(1) 若 $a = b$, 得: $c = (a + b) / 2$; (2) 若 $a > b$, 则剩余 CO_2 , 还应发生①反应, 得: $c = b + \frac{1}{2}(a - b) = \frac{1}{2}(a + b)$; (3) 若 $a < b$, 则 NO 有剩余, 得: $c = b - a + a = b > (a + b) / 2$, 故错误的为 B。

例 2 质量为 13.0 g 的 KOH 和 KHCO_3 混合物在 250°C 煅烧, 冷却后, 质量减少 2.4 g, 则原混合物中 KOH 和 KHCO_3 物质的量的大小关系为()。

- A. $n(\text{KOH}) > n(\text{KHCO}_3)$
- B. $n(\text{KOH}) < n(\text{KHCO}_3)$
- C. $n(\text{KOH}) = n(\text{KHCO}_3)$
- D. 任意比

解析 一般是分三种情况讨论: (1) KOH 过量; (2) KHCO_3 过量; (3) 两者刚好反应, 然后根据计算选取其正确答案。

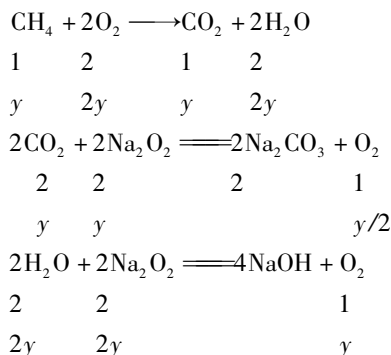
在这里可以假设两者刚好完全反应时质量减少 x , 依化学方程式进行下列计算:



由计算可知, 等物质的量反应时, 质量只减少 1.5 g, 而题目给出质量减少 2.4 g, 说明 KHCO_3 的物质的量比 KOH 大, 故答案为 B。

例 3 将含 O_2 和 CH_4 的混合气体充入装有 23.4 g Na_2O_2 的密闭容器中, 用电火花点燃。反应结束后, 容器内于 150°C 时压强为零。将残留物溶于水, 无气体逸出。求原混合物中 O_2 、 CH_4 与 Na_2O_2 的物质的量之比。

解析 设原混合气中含 O_2 的物质的量为 x , 含 CH_4 的物质的量为 y 。由题知 CH_4 、 O_2 、 Na_2O_2 均无剩余。则



依题意列方程:

$$\begin{cases} (y/2) + y + x = 2y & (\text{O}_2 \text{ 完全反应}) \\ y + 2y = 0.3 \text{ mol} & (\text{Na}_2\text{O}_2 \text{ 完全反应}) \end{cases}$$

解得 $x = 0.05 \text{ mol}$, $y = 0.1 \text{ mol}$

$$\begin{aligned} \text{故 } n(\text{O}_2) : n(\text{CH}_4) : n(\text{Na}_2\text{O}_2) \\ = 0.05 : 0.1 : 0.3 = 1 : 2 : 6 \end{aligned}$$

例 4 100℃ 3.88 g 无色无嗅气体 A 与足量的 Na₂O₂ 完全反应,放出氧气,且固体质量增加了 2.28 g。试推断 A 是什么气体?

解析 能与 Na₂O₂ 反应放出氧气的无色无嗅气体可能是 CO₂ 和 H₂O(g)。

由题意可知 A 可能存在三种情况:(1)可能全是 CO₂; (2)可能全是 H₂O(g); (3)可能是 CO₂ 和 H₂O(g) 的混合物。

一般解法是分三种情况讨论,方法虽然合理,但比较繁琐。若能运用正号和零的化学涵义,就能简捷地把物质存在性的论证和计算解题结合起来。

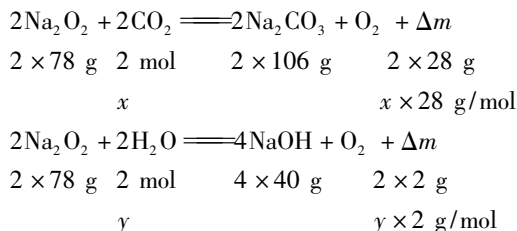
假设 A 中含 CO₂ 的物质的量为 x,含 H₂O(g) 的物质的量为 y,通过计算解出未知量,从求得结果所含的符号的化学意义来确定物质的存在性。

如果解出 x = 0,说明 A 全是 H₂O(g);

如果解出 y = 0,说明 A 全是 CO₂;

如果解出 x > 0, y > 0 即全为正号,说明 A 是二者的混合物。

由题意知:



依据放出的氧气为吸收的 CO₂ 或 H₂O(g) 的质量与生成固体物质质量增加的量的差,可得产生的氧气为: $\frac{3.88 \text{ g} - 2.28 \text{ g}}{32 \text{ g/mol}} = 0.05 \text{ mol}$

反应生成的氧气的物质的量均为原来气体物质的一半,故 CO₂ 和 H₂O(g) 的物质的量之和为: 0.05 mol × 2 = 0.1 mol

$$\text{依题意有: } \begin{cases} x + y = 0.1 \\ x \times 28 + y \times 2 = 2.28 \end{cases}$$

$$\text{解得 } x = 0.08 \text{ mol} \quad y = 0.02 \text{ mol}$$

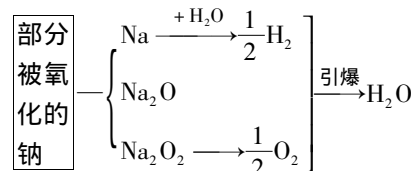
由于 x 和 y 均大于零,故 A 是由 0.08 mol 的 CO₂ 和 0.02 mol 的 H₂O(g) 组成的混合气。

例 5 将一块部分被氧化的金属钠投入盛满水的且倒置于水槽内的容器中,此时在容器中可收集到 448 mL(标准状况下)气体(假设各部完全反应,并且产生的所有气体全部被收集到容器

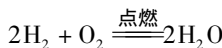
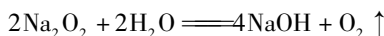
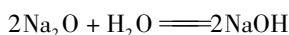
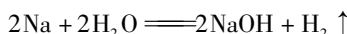
中)。以电火花引燃容器里的气体,气体的体积最终减少到 112 mL(标准状况下)。经测定知,水槽和容器内溶液的总体积为 800 mL,溶液的 pH 为 13。求金属钠及其各种氧化产物的物质的量。

解析 (1) 依反应后溶液中 [OH⁻] = [Na⁺] 可得: n(Na⁺) = n(OH⁻) = 0.1 mol/L × 0.8 L = 0.08 mol

(2) 建立信息如下:



依题意涉及如下反应:



(3) 讨论: 112 mL 剩余气体可能为剩余的 H₂O 或 O₂。

①若剩余气体为 H₂, 则生成的 H₂ 为:

$$\frac{112}{22400} + \frac{338 - 112}{22400} \times \frac{2}{3} = 0.015(\text{ mol})$$

故含 Na 为: 0.015 mol × 2 = 0.03 mol

生成的 O₂ 为:

$$\frac{338 - 112}{22400} \times \frac{1}{3} = 0.005(\text{ mol})$$

故含 Na₂O₂ 为: 0.005 mol × 2 = 0.01 mol

依反应前后钠元素守恒可得含 Na₂O 为:

$$\frac{0.08 - 0.03 - 0.01 \times 2}{2} = 0.015(\text{ mol})$$

②若剩余气体为 O₂, 则生成的氧气为:

$$\frac{112}{22400} + \frac{338 - 112}{22400} \times \frac{1}{3} = 0.01(\text{ mol})$$

故含 Na₂O₂ 为:

$$0.01 \text{ mol} \times 2 = 0.02 \text{ mol}$$

生成的 H₂ 为:

$$\frac{338 - 112}{22400} \times \frac{2}{3} = 0.01(\text{ mol})$$

故含 Na 为: 0.01 mol × 2 = 0.02 mol

$$\text{含 Na}_2\text{O 为: } \frac{0.08 - 0.02 \times 2 - 0.02}{2} = 0.01(\text{ mol})$$

(收稿日期: 2015 - 01 - 29)