

表格数据分析试题的类型及解答策略

上海新王牌教育 200011 张顺清
湖北荆门龙泉中学 448000 舒中强

表格数据分析试题将数据分析与化学反应问题融为一体,旨在考查学生对数据的读取、分析和处理能力来活化化学知识,本文对固体反应物的表格分析试题的类型做了一个较系统的归纳和整理,并提出了一些对应的解答策略,希望对有关这些类型的试题包括涉及溶液或气体反应物的问题也能有所启发和借鉴。

例 1 用锌片与稀硫酸(密度为 $1.1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$) 反应,五次实验结果记录如下:(计算结果保留小数点后一位)

次数	一	二	三	四	五
加入 Zn 的质量/g	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0
稀硫酸的质量/g	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0
生成 ZnSO ₄ 的质量/g	5.0		12.0		12.0

(1)第二、四两次产生 ZnSO₄ 的质量是____、____。

(2)画出 ZnSO₄ 与 Zn 的质量函数关系图。

(3)若使 $(10 + m) \text{ g}$ 的 Zn 与 50.0 g 该稀硫酸充分反应,剩余固体的质量为____,该稀硫酸的物质的量浓度为____。

解析 先根据成比例关系计算出把硫酸恰好反应完生成 12.0 g ZnSO_4 需要 Zn 的质量 $2:5 = m:12$,求得 $m = 4.8$ 。由此可以判断实验一、二都是稀硫酸过量,实验三、四、五都是 Zn 过量。Zn 反应完时,反应的 Zn 与生成的 ZnSO₄ 之间满足成比例关系,于是可以计算出实验二中生成的 ZnSO₄ 的质量为 10.0 g 。实验四中 Zn 已经过量了,生成 ZnSO₄ 的质量应该保持 12.0 g 不变。 $(10 + m) \text{ g}$ 的 Zn 与 50.0 g 该稀硫酸充分反应时,Zn 只能反应掉 4.8 g ,故剩余固体的质量为 $(10 + m - 4.8) \text{ g} = (5.2 + m) \text{ g}$ 。根据 4.8 g Zn 或 12.0 g ZnSO_4 求出硫酸的物质的量,再求出硫酸溶液的体积就可以方便求出硫酸的物质的量浓度了。

答案:(1) 10.0 g 、 12.0 g ;

(2)如图 1;

(3) $(5.2 + m) \text{ g}$ 、 $1.6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

例 2 将 Na₂CO₃ 和 KHCO₃ 组成的均匀混合粉末分别加入 100 mL 物质的量浓度相等的盐酸中,测得如下数据:

实验序号	1	2	3
$m(\text{混合物})$	10.3 g	15.45 g	41.2 g
$V(\text{CO}_2)$ (标况)	2.24 L	3.36 L	2.24 L

则下列分析推理中正确的是()。

- A. 盐酸的物质的量浓度为 $3.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- B. 根据表中数据不能计算出混合物中 KHCO₃ 的质量分数
- C. 加入混合物 20.6 g 时产生的 CO₂ 最多
- D. 实验 1 和实验 3 的混合物完全反应时消耗 HCl 的物质的量相同

解析 $15.45:10.3 = 3.36:2.24 = 1.5$,说明实验 1 和实验 2 中混合物均反应完全,实验 1 中盐酸一定过量,实验 2 中盐酸可能恰好反应完全也可能过量。 $41.2:10.3 \neq 2.24:2.24$,说明实验 3 中混合物一定过量,盐酸一定反应完全,因此计算混合物中 Na₂CO₃ 和 KHCO₃ 的比例可以根据实验 1 也可以根据实验 2 来计算,但要计算盐酸的浓度只能根据实验 3 来计算。如果根据实验 1 来计算,可设 10.3 g 混合物中 Na₂CO₃ 和 KHCO₃ 的物质的量分别为 $x \text{ mol}$ 、 $y \text{ mol}$,由混合物质量 10.3 g 和产生的 CO₂ 体积 2.24 L 列两个方程,求得 $x = 0.05 \text{ mol}$ 、 $y = 0.05 \text{ mol}$ 。由比例关系求出 41.2 g 混合物中 Na₂CO₃ 0.2 mol 、KHCO₃ 0.2 mol ,由碳酸根与盐酸分两步反应,求出盐酸中 HCl 0.3 mol 。计算产生的 CO₂ 最多时的混合物质量,此时 Na₂CO₃ 与盐酸恰好 $1:2$ 反应, KHCO₃ 与盐酸 $1:1$

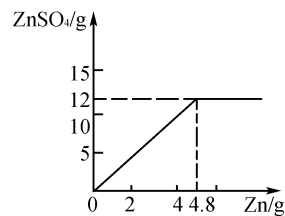


图 1

反应,且盐酸中 HCl 0.3mol 恰好反应完全。答案: A、C。

例 3 某固体样品是 CuO 和 Cu 的混合物,为了测定样品中 CuO 质量分数,甲、乙、丙、丁四同学用同一种样品及浓度的稀 H₂SO₄ 分别进行试验,数据如下:

	甲	乙	丙	丁
固体样品质量/g	18	15	12	12
加入稀硫酸质量/g	50	50	50	60
反应后剩余固体质量/g	13.2	10.2	7.2	7.2

(1) 求该样品中 CuO 质量分数?

(2) 求该稀硫酸的质量分数?

解析 因为甲乙丙三组中硫酸质量都为 50 g 可以一起分析,然后再和丁对比。乙比丙固体样品增加了 3 g,反应后剩余固体质量也增加了 3 g,甲比乙固体样品质量增加了 3 g,反应后剩余固体质量也增加了 3 g,说明丙组实验中硫酸反应完全了,剩余 7.2 g 固体可能全是 Cu 也可能是 CuO 和 Cu 的混合物,再结合实验丁中硫酸增加了 10 g,结果反应后剩余固体质量保持 7.2 g 不变,说明丙组实验中剩余固体只能是 Cu 且丙组中硫酸恰好反应完全。12 g 混合物中, $m(\text{Cu}) = 7.2 \text{ g}$, $m(\text{CuO}) = 12 - 7.2 = 4.8 \text{ g}$, $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 5.88 \text{ g}$ 。

答案: 40%、11.76%。

例 4 常温下,称取不同氢氧化钠样品溶于水,加盐酸中和至 pH=7,然后将溶液蒸干得氯化钠晶体,蒸干过程中产品无损失。

	氢氧化钠质量(g)	氯化钠质量(g)
①	2.40	3.51
②	2.32	2.34
③	3.48	3.51

上述实验①②③所用氢氧化钠均不含杂质,且实验数据可靠。通过计算,分析和比较上表 3 组数据,给出结论。

解析 因为是三种不同的氢氧化钠样品,只能分别求出每一组实验中样品的成分。可以根据每组实验中氢氧化钠中的钠和氯化钠中的钠守恒计算: $M_{r_1} = 2.40 \div (3.51 \div 58.5) = 40$

$$M_{r_2} = 2.32 \div (2.34 \div 58.5) = 58$$

$$M_{r_3} = 3.48 \div (3.51 \div 58.5) = 58。$$

答案: 实验①所取的氢氧化钠样品是 NaOH,

实验②和③所取的氢氧化钠样品是 NaOH · H₂O。

以上总结了表格数据分析试题的几种类型和解答策略,在具体的题目中一定要先看清题干理清属于上述五种类型中的哪一种类型,务必注意的是能否根据成比例去计算,时刻三思的是应该根据哪组实验数据去计算什么物质的量。

巩固练习:

1. 在标准状况下,取甲、乙、丙各 30.0 mL 相同浓度的盐酸,然后分别慢慢加入组成相同的镁铝合金粉末,得下表中有数据(反应前后溶液体积变化忽略,不考虑镁、铝与盐酸反应的先后顺序,假设一起反应):

实验序号	甲	乙	丙
合金质量/mg	255	385	459
气体体积/mL	280	336	336

请回答:

(1)甲组实验中,盐酸(选填“过量”“适量”或“不足量”,下同) _____;乙组实验中盐酸 _____;

(2)盐酸的物质的量浓度为 _____;

(3)合金中 Mg、Al 的物质的量之比为 _____;

(4)丙实验之后,向容器中加入一定量 1.00 mol · L⁻¹溶液,能使合金中铝粉恰好完全溶解(设剩余合金与原合金成分相同),再过滤出不溶性固体,求所得滤液中各溶质的物质的量浓度。

答案: (1)过量、不足量; (2)1.00 mol · L⁻¹;

(3)1: 1; (4) $c(\text{NaCl}) = 0.435 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、

$c(\text{NaAlO}_2) = 0.13 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

2. 甲、乙、丙三位同学分别取铁粉和铜粉的均匀混合物与某稀硫酸反应,所得数据如下:

	甲	乙	丙
金属混合物质量/g	10	10	20
稀硫酸的质量/g	100	120	100
剩余干燥固体的质量/g	2	2	12

试计算:

(1)金属混合物中铁的质量分数;

(2)甲制得 FeSO₄ 的质量;

(3)该稀硫酸中溶质的质量分数。

答案: (1)80%; (2)21.71g; (3)14%。

(收稿日期: 2014-03-13)