有关铁的典型中考题分类例析*

江苏省海门市临江初级中学 226133 朱海平

铁是初中化学中一种重要的金属,也是日常生活中学生比较熟悉的物质,所以其自然成为中考命题的热点,现将有关铁的典型中考题分类例析于下。

一、铁的化合物中铁元素质量分数的比较

例1 现有①FeO、②Fe_2O_3、③Fe_3O_4、④FeS四种含铁化合物,其含铁元素的质量分数由大到小的排列顺序是( )。

A. ③>②>①>④ B. ①>③>②>④

C. ④>③>②>① D. ①>②>③>④

解析 要比较四种物质中铁元素的质量分数大小,只需分别求出四种物质中铁元素的质量分数进行比较即可,然而此法费时费力。因此,计算时往往先将四种物质的化学式变形为"XY_n"型,即FeO、$FeO_{3/2}$、$FeO_{4/3}$、FeS(相当于FeO_2),使得分子相同,只需通过比较分母大小即可,由于铁原子数相同,通过比较各化学式中氧原子的数目大小,便可知所给四种物质中铁元素质量分数由大到小的顺序为:$FeO > Fe_3O_4 > Fe_2O_3 > FeS$,选B。

二、铁的混合物中铁元素质量分数的计算

例2 (哈尔滨市中考题)已知$FeSO_4$和$Fe_2(SO_4)_3$组成混合物中硫元素的质量分数为22%,则混合物中铁元素的质量分数为( )。

A. 34% B. 44% C. 66% D. 无法确定

解析 此混合物的质量及各物质的质量比均未知,故无从求出各元素的质量。但仔细观察不难发现,在$FeSO_4$和$Fe_2(SO_4)_3$中,S和O的个数比不随两种盐的质量分数的变化而变化,且S与O的原子个数比为1:4,质量比为1:2。硫元素质量分数为22%时,则氧元素质量分数为44%,即含铁质量分数为1-22%-44%=34%,选(A)。

三、铁元素化合价的计算

例3 (甘肃武威中考题)高铁酸钠(Na_2FeO_4)是一种新型高效的净水剂,高铁酸钠中铁元素的化合价为____。

解析 本题以新物质为载体,考查化合物中元素化合价的计算。由于在化合物中Na、O的化合价分别为+1、-2,设Fe的化合价为x,依据化合物中正负化合价的代数和为零,可得:$(+1)\times 2 + x + (-2)\times 4 = 0$,解得:$x = +6$。

四、炼铁的有关计算

例4 (江苏南通)钢铁在生产、生活中有着广泛的应用。

(1)钢铁属于____(填"纯净物"或"混合物");钢铁在空气中锈蚀是铁跟空气中的水蒸气和____共同作用的结果。为了防止钢铁的锈蚀,人们除采用在其表面涂油漆的方法外,还可____(任填一种方法);工业上用稀盐酸除去铁锈(主要成分为Fe_2O_3),写出该反应的化学方程式:____。

(2)某钢铁厂为分析赤铁矿中Fe_2O_3的质量分数进行如下实验:准确称取20 g样品,在高温条件下用足量CO气体还原,充分反应(假设其他杂质不与CO反应)后冷却、称重,质量为15.2 g。

►应前后均有Ni粉,满足催化剂的条件。从图像看,随着镍粉的用量不同,曲线的走的趋势不同,即反应的快慢不同。从图像可以分析,随着Ni的加入,HCOOH突然减小说明反应Ⅱ速率一定增大,但HCOOH来源于反应Ⅰ,说明生成的HCOOH也在增加才能保证反应Ⅱ的增大,故反应Ⅰ、Ⅱ的速率都增大。总的趋势在减小,说明减少的HCOOH比增加的HCOOH多,故反应Ⅱ的速率增加得更快。

答案:(1)$3Fe + 4H_2O \xrightarrow{高温} Fe_3O_4 + 2H_2$ (2)c (3)e。

总之,无机工业流程实验题的类型和解答技巧是非常复杂的,绝非只有上述四种情况能够囊括,笔者只是希望这四种题型和用到的解答方法能够对读者分析和解答无机工业流程题有所启发和借鉴。

(收稿日期:2014-03-13)

计算该赤铁矿样品中 Fe_2O_3 的质量分数。

解析　本题考查钢铁锈蚀的原因、防锈方法以及含杂质物质的有关计算。

⑴由于钢铁是铁碳合金，属于混合物；钢铁生锈的原因是铁和空气中的水蒸气、氧气共同作用的结果；防止铁生锈的方法：①保持钢铁制品表面洁净干燥；②在表面涂保护膜（如抹油、刷漆、镀其他金属、搪瓷等）；③可以制成不锈钢。

盐酸除铁锈发生的是复分解反应：

$$Fe_2O_3 + 6HCl = 2FeCl_3 + 3H_2O$$

⑵解法一　根据质量守恒定律，反应前后减少的质量显然是氧化铁中失去的氧元素的质量 = 20 g − 15.2 g = 4.8 g，根据化学式 Fe_2O_3 可计算出 Fe_2O_3 的质量 = 4.8 g/(48/160 × 100%) = 16 g，故 Fe_2O_3 纯度 = 16 g/20 g × 100% = 80%。此法中，对质量差 4.8 g 的理解是关键，但在中考中，不少考生误认为是二氧化碳的质量而出错。

本题根据化学方程式计算出 Fe_2O_3 的质量，但计算时必须把不纯量化为纯量。

解法二　设含杂质质量为 X，则

$$Fe_2O_3 + 3CO \xlongequal{高温} 2Fe + 3CO_2$$

160　　112

20 g − X　　15.2 g − X

160/112 = (20g − X)/(15.2 g − X)

解得 X = 4 g；

Fe_2O_3 纯度为

(20 g − 4 g)/20 g × 100% = 80%

五、铁的金属活动性探究

例5　（河北中考）某校同学以“比较锰、铁、铜3种金属的活动性”为课题进行探究。提供的药品有：铁片、铜片、锰片、稀盐酸、硫酸亚铁溶液、硫酸铜溶液、硫酸锰溶液。

【做出猜想】他们考虑到铁的活动性比铜强，对3种金属的活动性顺序做出如下猜想。

猜想一：锰 > 铁 > 铜；猜想二：铁 > 铜 > 锰；

猜想三：____。

设计实验　为了验证猜想成立，同学们分成三组，分别针对一种猜想设计实验方案。

(1) 第一组验证猜想一。实验方案是将锰片、铁片分别放入稀盐酸中，观察现象。

(2) 第二组验证猜想二。实验方案是将锰片放入____中，观察现象。

(3) 第三组验证猜想三。实验方案是（只用两个实验）：____。

实验及结论　各组通过实验和交流，确认猜想一是正确的。第一组同学的实验现象是：____。

拓展研究　随后同学们对探究金属活动性的方案涉及作了进一步研究。

为了验证甲、乙、丙、丁4种金属的活动性依次减弱，某同学设计了如下方案：①把甲放入乙的盐溶液中；②把乙放入丙的盐溶液中；③把乙放入丁的盐溶液中；④把丁放入丙的盐溶液中。你认为哪个实验没有必要做？请说明理由。____。

解析　本题主要考查金属活动性顺序的探究实验。一方面要求学生对于常见金属的活动性顺序要熟悉，另一方面要求学生对于科学探究的环节要熟悉，尤其是合理猜想和比较金属活动性顺序的实验方案设计。在金属活动性顺序中，氢前金属可与稀酸反应置换出氢气，氢后金属则不能；位于前面的金属能把位于后面的金属从其盐溶液中置换出来。由题意可知，三种金属中已有两种猜想，又是铁比铜活泼是已知，所以猜想三为铁 > 锰 > 铜。(2) 由猜想二可知，只要能比较铜锰的活动性强弱即可，结合题给物质，可知，将锰片放入硫酸铜溶液中就可以了。(3) 实验方案可为：将两片锰片分别放入硫酸铜和硫酸亚铁溶液中（即两边取溶液中间取金属），观察现象，或将铁片和铜片分别放入硫酸锰溶液中（即两边取金属中间取溶液），观察现象，或将铁片放入硫酸锰溶液中，锰片放入硫酸铜溶液中，观察现象，或将锰片放入硫酸亚铁溶液中，铜片放入硫酸锰溶液中，观察现象。

实验及结论　由猜想一是正确，结合在金属活动性顺序表中，铁在氢之前，铜在氢之后，可知，第一组同学的实验现象是，都有气泡产生，且锰片的反应比铁片的反应更剧烈。

拓展探究　由金属活动性顺序的规律，结合题中给出实验方案可知，没有必要做实验③，因为实验②④已可验证乙比丁活泼，所以没有必要做实验③。

六、铁锈蚀的探究

例6　（安徽省中考题）小明对铁的锈蚀进行如下探究。室温时，将包有样品的滤纸包用大头针固定在橡胶塞上，迅速塞紧，装置如图1。一段

时间后观察到量筒内水沿导管慢慢进入广口瓶(净容积为146 mL)。当温度恢复至室温,且量筒内水面高度不变时读数(此时瓶内氧气含量近似为零)。记录起始和最终量筒的读数以及所需时间如表1。

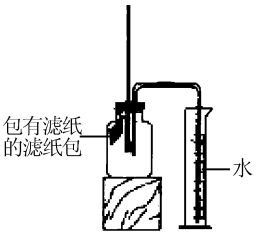


图1

表1

序号	样品	量筒起始读数/mL	量筒最终读数/mL	所需时间/min
①	1 g铁粉、0.2 g碳和10滴水	100	70	约120
②	1 g铁粉、0.2 g碳、10滴水和少量NaCl	100	70	约70
③				

(1)实验①和②说明NaCl可以____(填"加快"或"减慢")铁锈蚀的速率。

(2)实验开始后,广口瓶内温度有所上升,说明铁的锈蚀过程是____(填"放热"或"吸热")过程。

(3)实验结束后取出滤纸包,观察到有红棕色物质生成,该物质的化学式是____。

(4)实验①和③是探究碳对铁锈蚀速率的影响,请在表格空白处填写实验③的样品组成。

(5)该装置还可用于测量空气中氧气的含量,根据上述数据计算氧气的体积含量是____%(保留3位有效数字)。

解析 本题考查学生根据铁生锈的条件和防止金属的腐蚀的方法进行分析解题,并将知识应用到生活中去.

(1)对比实验①和②所需的时间,可知②的时间较短,故NaCl可以加快铁锈蚀的速率。

(2)由于整个广口瓶是封闭的,所以广口瓶内温度有所上升,说明铁的锈蚀过程是放热过程。

(3)铁锈的主要成分是红棕色的Fe_2O_3,所以此处所填的化学式为Fe_2O_3或$Fe_2O_3 \cdot xH_2O$。

(4)由于实验①和③是探究碳对铁锈蚀速率的影响,对照组间的变量应为是否含有碳,因实验①有碳,则实验③不含碳,而其它的因素应完全相同,所以实验③的样品组成为1 g铁粉、10滴水。

(5)由于广口瓶的容积为146 mL,而完全反应后进入广口瓶内水的体积为$100-70=30$ mL,即由于反应消耗了氧气,此30 mL的水即占取了氧气的体积,故146 mL的广口瓶内氧气的体积为30 mL可计算氧气的体积含量为$30/146\times100\%=20.5\%$。

七、铁与酸溶液、盐溶液反应的相关计算

例7 (荆门市中考)某化学兴趣小组使用图2所示装置,对某种铁铜合金的成分进行测量。先取足量稀硫酸于烧杯中,再向其中加入14.0 g合金样品开始计时,并将电子天平的读数记录在表2中,请回答下列问题:


图2

(1)根据电子天平读数和时间的关系分析,该反应进行过程中,氢气的产生速度有什么特点?

(2)完全反应后,烧杯中盐的质量分数为多少?

(3)合金中铁元素的质量分数为多少?

表2

	空烧杯	加入硫酸后	加入铁粉后5 min	加入铁粉后12 min	加入铁粉后21 min	加入铁粉后40 min	加入铁粉后3 h
读数/g	28.5	169.7	183.6	183.5	183.4	183.3	183.3

解析 此题涉及到化学方程式及溶质质量分数综合计算。同时题中涉及图像和表格,考核学生读图、读表能力。(1)从表格中数据可以看出,随着反应的进行,硫酸溶液的溶质质量分数不断减少,氢气的产生速度由快变慢。(2)设合金中Fe的质量为x,生成的$FeSO_4$质量为y,则

$$Fe+H_2SO_4=\!=\!=FeSO_4+H_2$$

56 152 2

x y $(169.7+14-183.3)$ g

$56/x=152/y=2/(169.7+14-183.3)$ g

$x=11.2$ g $y=30.4$ g

铜的质量为$14\text{ g}-x=2.8$ g

烧杯中溶液的质量为

$183.3\text{ g}-2.8\text{ g}-28.5\text{ g}=152$ g

烧杯中盐(硫酸亚铁)的质量分数为

$30.4\text{ g}/152\times100\%=20\%$

(3)铁的质量百分含量为

$11.2/14\times100\%=80\%$

(收稿日期:2014-05-10)