

“滤液中的金属离子与滤纸上的金属”考点例析*

江苏省如皋市吴窑镇吴窑初级中学 226533 裴海建

中学化学中在涉及“滤纸上的金属与滤液中的金属离子”的知识点已成为中考的又一新热点。这类试题的考查方向是将一定量的金属单质或金属与金属间的氧化物的混合物等金属置于一定量的一种酸或盐溶液或酸与盐的混合物等的盐溶液中,在充分反应过滤后,得到金属滤渣和滤液,通过某一条件,需要确定滤液中所含金属离子或滤纸上的金属。

考点一 某几种金属置于酸和盐的混合溶液中

例 1 把铁与锌的混合物放置到过量的盐酸和 CuCl_2 的混合溶液里,在充分反应之后过滤,那么在滤纸上的金属是什么?在滤液里含有哪些金属离子?(限于初中化学范围)

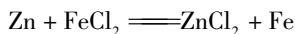
解析 因为铁与锌都比氢活泼,所以铁和锌都可以与盐酸起置换反应——化学反应的基本类型,可完成化学方程式书写。依据



因为铁和锌都比铜要活泼,因此铁和锌都可以与 CuCl_2 发生置换反应:



还要考虑锌比铁活泼,所以锌还可以和反应生成的 FeCl_2 发生置换反应:



可见反应生成的铜不可以再与其他物质发生反应,因为盐酸与 CuCl_2 是过量的,所以铁和锌都要全部参与化学反应,即在滤纸上的金属就只有铜了。因为 Fe 和 Zn 全部反应,所以铁与锌都转变成离子进入溶液中,因为 CuCl_2 过量,所以在滤液中含有三种金属离子是 Zn^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Cu^{2+} 。

考点二 某几种金属置于几种盐的混合溶液中

例 2 若将镁粉和锌粉放到 FeSO_4 和 CuSO_4 的混合溶液中,在充分反应以后过滤,在滤纸上留下金属,并得到滤液。(1)如果滤纸上一定有镁,则滤液中的金属离子是什么?滤纸上还有哪种金

属?(2)如果滤纸上一定有锌,那么滤液中一定有哪种金属离子?可能有哪种金属离子?滤纸上还肯定有哪种金属?可能又有哪种金属?(3)如果滤纸上一定有铁,那么滤液中一定有哪种金属离子?可能有哪种金属离子?滤纸上还肯定有哪种金属?可能又有哪种金属?(4)如果滤纸上只有铁和铜,那么滤液中一定有哪种金属离子?可能有哪种金属离子?(5)如果滤纸上只有铁、锌和铜,那么滤液中一定有哪种金属离子?可能有哪种金属离子?(6)如果滤液中只有 Mg^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Zn^{2+} ,那么滤纸上一定有哪种金属?可能有哪种金属?

解析 镁、铁、锌、铜的金属活动强弱顺序为 $\text{Mg} > \text{Zn} > \text{Fe} > \text{Cu}$,将镁粉与锌粉放到 FeSO_4 和 CuSO_4 的混合溶液中,有反应发生:



(1)滤纸上一定有镁,表明 ZnSO_4 、 CuSO_4 、 FeSO_4 全部参与反应,即 Fe^{2+} 、 Zn^{2+} 、 Cu^{2+} 全部转变成 Fe、Zn、Cu。

(2)滤纸上一定有 Zn,表明 FeSO_4 、 CuSO_4 全部参与反应,即 Fe^{2+} 、 Cu^{2+} 全部转变成 Fe、Cu。所以在滤液里一定含有 MgSO_4 ,可能含有 ZnSO_4 ,故在滤液里一定含有 Mg^{2+} ,可能含有 Zn^{2+} ,在滤纸上一定含有 Fe、Cu,可能含有 Mg(以滤液里无 Zn^{2+} 为前提)。

(3)滤纸上一定有 Fe,表明 CuSO_4 全部参与反应, Cu^{2+} 全部转变成 Cu。所以在滤液里一定含有 MgSO_4 ,可能含有 FeSO_4 、 ZnSO_4 ,故在滤液里一定有 Mg^{2+} ,可能有 Fe^{2+} 与 Zn^{2+} ,在滤纸上一定还有 Cu,可能还有剩余的 Mg(以滤液里没有 Fe^{2+} 为前提)。

(4)因滤纸上只有 Fe 与 Cu,所以 Mg、Zn 都转变成 Mg^{2+} 与 Zn^{2+} 离子进入溶液,因为滤纸上有

Fe 所以滤液中不可能有 Cu^{2+} ; 因为滤纸没有 Mg、Zn 所以滤液中可能有剩余的 FeSO_4 故滤液中可能有 Fe^{2+} 。滤液中一定含有 Mg^{2+} 与 Zn^{2+} 可能有 Fe^{2+} 。

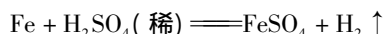
(5) 因为滤纸上只有 Fe、Zn、Cu 所以 Mg 全部转变成 Mg^{2+} 进入溶液 因为滤纸上有 Zn 所以滤液中一定没有 Fe^{2+} 、 Cu^{2+} 因为滤纸上没有 Mg 所以滤液中可能有剩余的 ZnSO_4 即滤液中可能有 Zn^{2+} 。滤液中一定含有 Mg^{2+} 可能含有 Zn^{2+} 。

(6) 由条件可知 滤液中一定无 Cu^{2+} Cu^{2+} 全部转变为 Cu 因滤液中有 Fe^{2+} 所以 Mg 与 Zn 都没有剩余 因为滤液中没有 Cu^{2+} 所以可能有 Fe 剩余。

考点三 金属和金属氧化物的混合物置于酸溶液

例 3 现有两种混合分别为铁和氧化铜,把其放到足量的稀硫酸中,加热后过滤,请问滤纸上能留下的金属是哪种? 滤液里一定含有哪种金属离子? 可能含有哪种金属离子?

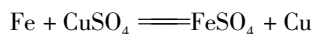
解析 Fe 比 H^+ 活泼,Fe 能与稀 H_2SO_4 发生置换反应:



CuO 是碱性氧化物,可以与稀 H_2SO_4 反应:



分析到 Fe 比 Cu 活泼,Fe 还可以与反应生成的 CuSO_4 发生置换反应:



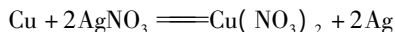
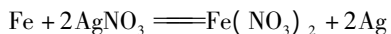
因为 Cu 没有 H 活泼,因此 Cu 不和稀 H_2SO_4 发生反应。依据题意,稀 H_2SO_4 足量,所以反应结束后,Fe、CuO 都没有剩余,过滤后在滤纸上留下的金属唯有反应生成的铜;滤液里一定含有溶液 FeSO_4 ,可能含有 H_2SO_4 与 CuSO_4 。因此,滤液里一定含有金属离子是亚铁离子,可能含有的金属离子是铜离子。

考点四 某种金属置于几种盐的混合溶液

例 4 若铁粉放到硝酸铜和硝酸银的混合溶液内,充分反应后过滤,在滤纸上将留下少许金属,并得到滤液。(1) 在滤液里滴加稀盐酸:①如果有白色沉淀产生,则滤纸上的金属是哪种? 滤液中的金属离子是哪种? ②如果没有白色沉淀产生,那么滤纸上一定有哪种金属? 可能有哪种金属? 滤液里一定有哪种金属离子? 可能有哪种金属离子? (2) 当向滤纸上的金属里滴加稀盐酸 ①如果有气体

产生,那么滤纸上的金属是哪种? 滤液中的金属离子是哪种? ②如果没有气体产生,那么滤纸上肯定有哪种金属? 可能有哪种金属? 滤液中肯定有哪种金属离子? 可能有哪种金属离子?

解析 三种金属 Fe、Cu、Ag 的活动性强弱顺序为 $\text{Fe} > \text{Cu} > \text{Ag}$,所以将 Fe 粉放在 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 和 AgNO_3 的混合溶液中,会产生反应:



可见,反应生成的 Ag 不可能再与其他物质发生反应。

(1) ①在滤液中滴加稀 HCl 产生了白色沉淀,由此可知在滤液中一定含有 AgNO_3 ,既然 AgNO_3 没有全部参与反应,在反应结束时,Fe、Cu 都没有剩余,Fe、Cu 都转变成离子进入溶液,所以滤纸上留下的金属只有 Ag,溶液中一定含有 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ 、 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 、 AgNO_3 ,所以滤液中肯定含有的三种金属离子是: Fe^{2+} 、 Cu^{2+} 、 Ag^+ 。②在滤液中滴加稀 HCl 后没有白色沉淀产生,可知在滤液中肯定没有 AgNO_3 , AgNO_3 全部与 Fe 和 Cu 反应,在滤纸上肯定含有 Ag,可能有剩余的 Fe、Cu;在滤液中肯定含有 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$,可能有 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$,所以滤液中肯定含有 Fe^{2+} ,可能含有 Cu^{2+} (已知滤纸上没有 Fe 的前提条件)。

(2) ①在滤纸上的金属里滴加稀盐酸有气体产生,在三种金属 Fe、Cu、Ag 中唯有 Fe 能和稀 HCl 起反应产生气体 H_2 ,所以在滤纸上肯定有 Fe,既然 Fe 有剩余,那么 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 、 AgNO_3 全部参与反应, Cu^{2+} 、 Ag^+ 全部转变成 Cu、Ag,所以在滤纸上肯定含有 Fe、Cu、Ag,在滤液中所含溶液唯有 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$,因此在滤液中所含的金属离子只有 Fe^{2+} 。②在滤纸上的金属里滴加稀 HCl 无气体产生,表明在滤纸上肯定没有 Fe,Fe 全部转变成 Fe^{2+} 进入溶液,在此种情况下, $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 与 AgNO_3 都有可能没有全部参与反应,即在滤液里可能含有 Cu^{2+} 、 Ag^+ ,在滤纸上肯定 Ag,在滤液里不含有 Ag^+ 的前提下,滤纸上可能有剩余的 Cu。

注:在滤液里不含 Ag^+ ,滤纸上肯定含有 Ag,可能含有 Cu;在滤液里肯定含有 Fe^{2+} ,可能含有 Cu^{2+} 与 Ag^+ 。

(收稿日期:2016-04-30)