

“离子检验”热点问题备考指南

江苏省吴县中学

215100

吴桂英

关于离子检验问题一直是近年来各地高考的热点和重点,在高三备考过程中如何有效复习该知识点一直是众多考生感觉较为棘手的难点,下面针对该知识要点及常考的题型做一分析探究,供复习参考。

一、知识贮备要点

1. 熟记一些特殊的颜色或其它典型的物理性质

质

常见的溶液中有颜色的离子有 MnO_4^- ——呈紫色, Cu^{2+} ——呈蓝色, Fe^{2+} ——呈浅绿色, Fe^{3+} ——呈黄色, CrO_4^{2-} ——黄色, $Cr_2O_7^{2-}$ ——橙黄色。

沉淀物的颜色: $Cu(OH)_2$ ——蓝色沉淀、 $Al(OH)_3$ 白色沉淀(遇过量强碱时沉淀消失)、 $Mg(OH)_2$ 白色沉淀、 $Fe(OH)_2$ 白色沉淀(遇空气迅速变为灰绿色,最终变为红褐色)、 $Fe(OH)_3$ ——红褐色沉淀。

2. 常见离子的检验方法

根据离子性质不同而在实验中所表现出的现象不同,可把检验离子的方法归纳为三种类型(见表1)。

①生成沉淀; ②生成气体; ③显现特殊颜色。

表1

	离子	试剂	现象	注意
沉淀法	Cl^- 、 Br^- 、 I^-	$AgNO_3$ 溶液和稀 HNO_3	$AgCl$ (白色) $AgBr$ (淡黄色)、 AgI (黄色)	
	SO_4^{2-}	稀盐酸和 $BaCl_2$ 溶液	白色沉淀	先用稀盐酸酸化
	Fe^{2+}	$NaOH$ 溶液	白色沉淀→灰绿色沉淀→红褐色沉淀	
	Fe^{3+}	$NaOH$ 溶液	红褐色沉淀	
	Al^{3+}	$NaOH$ 溶液	白色沉淀→溶解	不一定是 Al^{3+}
	CO_3^{2-}	稀盐酸和石灰水	石灰水变浑浊	SO_3^{2-} 、 HCO_3^- 等离子有干扰

气体法	NH_4^+	浓 $NaOH$ 溶液和湿润的红色石蕊试纸	产生有刺激性气味的气体,且气体能使湿润的红色石蕊试纸变蓝	要加热
	CO_3^{2-}	稀盐酸和石灰水	产生气体使石灰水变浑浊	SO_3^{2-} 、 HCO_3^- 等离子有干扰
	SO_3^{2-}	稀 H_2SO_4 和品红溶液	产生有刺激性气味的气体,且气体能使品红溶液褪色	
显色法	I^-	氯水(少量), CCl_4	下层为紫色	
	Fe^{2+}	$KSCN$ 溶液和氯水	先是无变化,滴加氯水后变血红色	先加 $KSCN$ 溶液,无变化,再加氯水
	Fe^{3+}	① $KSCN$ 溶液	血红色	
		② 苯酚溶液	紫色	
	Na^+ 、 K^+	$Pt(Fe)$ 丝和稀盐酸	火焰分别呈黄色、紫色	K^+ 要透过蓝色钴玻璃片观察

二、解题关键提醒

1. 分析问题时要注意题干条件是“无色透明”还是“澄清透明”;

2. 在离子推断过程中,若肯定某些离子的存在同时,结合离子共存规律,可以否定一些离子的存在(要注意题目中的隐含条件,如:酸性、碱性、指示剂的变化、与铝反应产生 H_2 、水的电离情况等);

3. 溶液呈电中性,一定既有阳离子,又有阴离子,且溶液中正电荷总数与负电荷总数相等。(这一原则可帮助我们确定一些隐含的离子)

三、高考题型指南

1. 语言描述型

例1 (2014年上海高考)某未知溶液可能含 Cl^- 、 CO_3^{2-} 、 Na^+ 、 SO_4^{2-} 、 Al^{3+} 。将溶液滴在蓝色石蕊试纸上,试纸变红。取少量试液,滴加硝酸酸化的氯化钡溶液,有白色沉淀生成;在上层清液中滴加硝酸银溶液,产生白色沉淀。下列判断合理的是()。

- A. 一定有 Cl^- B. 一定有 SO_4^{2-}
C. 一定没有 Al^{3+} D. 一定没有 CO_3^{2-}

解析 由题目所给信息“将溶液滴在蓝色石蕊试纸上,试纸变红”,说明溶液显酸性,则 CO_3^{2-}

一定不存在($\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$); “滴加硝酸酸化的氯化钡溶液,有白色沉淀生成”,说明白色沉淀是 BaSO_4 ,则溶液中一定存在 SO_4^{2-} ; “在上层清液中滴加硝酸银溶液,产生白色沉淀”,说明白色沉淀是 AgCl ,由于在检验“ SO_4^{2-} ”时加入 BaCl_2 ,带入了一部分 Cl^- ,所以无法确认溶液中是否含有 Cl^- 。根据溶液电中性原则,所以该溶液中还有阳离子 Na^+ 、 Al^{3+} 中的至少一种。综上所述,BD 正确。答案:BD。

2. 图表反应型

例 2 实验室有 NaHSO_4 、 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 、 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 、 NaHCO_3 、 $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ 五种无色溶液,现欲通过它们之间的相互反应现象对其进行鉴别。部分物质间的反应现象如表 2:

表 2

	A	B	C	D	E
A				↓	
B			↑		↓
C		↑		↓↑	↓
D	↓		↑↓		↓
E		↓	↓	↓	

表中“↑”表示生成气体物质,“↓”表示生成沉淀。根据以上信息,回答以下问题:(1) B、E 的化学式分别为____、____。(2) 写出 A 的电离方程式:____。(3) C、D 两溶液反应的离子方程式为____。(4) 向含有 0.1 mol 溶质的 D 溶液中滴加 E 溶液,所生成沉淀的物质的量之和最多为____ mol。

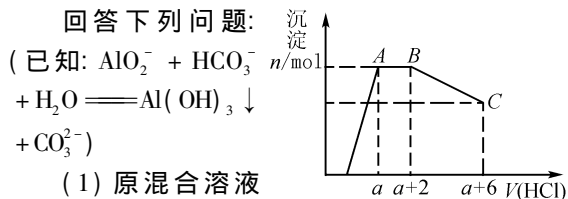
解析 解题的关键是找到突破点——既产生沉淀又产生气体的两种物质是 NaHCO_3 、 $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$,能发生双水解反应生成 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 沉淀和 CO_2 气体,结合表 2,C 只能与另一种物质产生沉淀,故 C 为 NaHCO_3 ,E 为 $\text{Ba}(\text{OH})_2$,D 为 $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$,与 NaHCO_3 产生气体的只有另一种物质 NaHSO_4 ,故 B 为 NaHSO_4 , $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 只能与 $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ 产生沉淀,故 A 为 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 。综上所述,A、B、C、D、E 分别为 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 、 NaHSO_4 、 NaHCO_3 、 $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ 、 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 。(1) B、E 的化学式分别为 NaHSO_4 、 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 。(2) $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 是弱电解质,部分电离,电离方程式为 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ 。(3) NaHCO_3 、 $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ 发生双水解反应生成 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 沉淀和 CO_2 气体,反应的离子方程式为 $\text{Al}^{3+} + 3\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow +$

$3\text{CO}_2 \uparrow$ 。(4) 向含有 0.1 mol 溶质的 $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ 溶液中滴加 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液,当 Al^{3+} 全部沉淀时,沉淀量最大,产生 0.1 mol $\text{Al}(\text{OH})_3$ 沉淀和 0.15 mol BaSO_4 ,故所生成沉淀的物质的量之和最多为 0.25 mol。

答案:(1) NaHSO_4 、 $\text{Ba}(\text{OH})_2$;(2) $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$;(3) $\text{Al}^{3+} + 3\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{CO}_2 \uparrow$;(4) 0.25。

3. 图像分析型

例 3 某溶液中可能含有 OH^- 、 CO_3^{2-} 、 AlO_2^- 、 SiO_3^{2-} 、 SO_4^{2-} 、 K^+ 、 Na^+ 、 Fe^{3+} 、 Mg^{2+} 、 Al^{3+} 等离子,当向溶液中逐滴加入一定物质的量的盐酸时,生成沉淀物质的量与加入盐酸体积的关系如图 1 所示:



(1) 原混合溶液中一定含有的离子是:_____;

(2) AB 段反应的离子方程式是:_____;

(3) 发生 AB 段反应的离子与发生 BC 段反应的物质两者物质的量之比为:_____。

解析 (1) 从图 1 中可以看出最初加入盐酸未产生沉淀,且 $\text{AlO}_2^- + \text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{CO}_3^{2-}$,所以一定有 OH^- ,则可以排除 Fe^{3+} 、 Mg^{2+} 、 Al^{3+} ,且产生沉淀只有部分溶解,一定有 AlO_2^- 、 SiO_3^{2-} ,AB 段消耗了盐酸沉淀却未溶解,则一定有 CO_3^{2-} ;(2) AB 段应为 CO_3^{2-} 与盐酸的反应;(3) AB 段为 CO_3^{2-} 反应,BC 段为 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 反应,根据盐酸的消耗量可知两者的物质的量比为 3:4。

答案:(1) OH^- 、 CO_3^{2-} 、 AlO_2^- 、 SiO_3^{2-} ;(2) $\text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^-$ 、 $\text{H}^+ + \text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

(3) $n(\text{CO}_3^{2-}) : n[\text{Al}(\text{OH})_3] = 3 : 4$

4. 框图流程型

例 4 (2014 年浙江高考) 雾霾严重影响人们的生活与健康。某地区的雾霾中可能含有如下可溶性无机离子: Na^+ 、 NH_4^+ 、 Mg^{2+} 、 Al^{3+} 、 SO_4^{2-} 、 NO_3^- 、 Cl^- 。某同学收集了该地区的雾霾,经必要的预处理后得试样溶液,设计并完成了如下的实验(已知: $3\text{NO}_3^- + 8\text{Al} + 5\text{OH}^- + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} 3\text{NH}_3 + 8\text{AlO}_2^-$)



中考化学气体的制取复习策略*

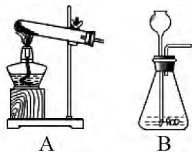
浙江省宁波市镇海区仁爱中学 315200 董其能

初中化学中 O₂、CO₂ 等气体的实验室制法既是元素化合物知识的重点内容,又是科学探究的重要组成部分,它能全面地考查学生分析问题及解决问题的能力,几乎成为全国各省、市中考命题的必选内容。中考命题一般以 O₂、CO₂ 等气体的制取实验及迁移应用其原理为主线,将许多仪器有序组装成完整的装置,再依据实验要求进行相关实验。下面结合 2015 年试题谈谈实验室制取气体的复习策略。

一、制取气体的发生装置

1. 装置类型

实验室制取气体的发生装置主要有两种类型:(1)固~固加热型(如图 A);(2)固~液常温型(如图 B)。



2. 选择依据

制取气体发生装置的选择应根据反应物的状态和反应条件来决定。如果反应物都是固体且需要加热,发生装置可选择固~固加热型;如果反应物是固体和液体且不需要加热,发生装置可选择固~液常温型。

3. 注意事项

(1)固~固加热型:试管口应向下倾斜,以防止产生的水蒸气在试管口冷凝后倒流到试管底部引起试管破裂;试管中的导管伸入试管内不宜过长,否

则会妨碍气体的导出;铁夹应夹在距试管口 1/3 处。

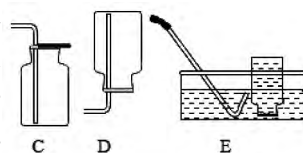
(2)固~液常温型:长颈漏斗的下端应伸入液面以下,以防止产生的气体从长颈漏斗中逸出;锥形瓶中的导管伸入瓶内不宜过长,否则会妨碍气体的导出;可用试管、烧瓶、广口瓶等仪器来替代锥形瓶。

二、制取气体的收集装置

1. 装置类型

实验室收集气体的装置主要有三种类型:(1)向上排空气法

(如图 C);(2)向下排空气法(如图 D);(3)排水法(如图 E)。



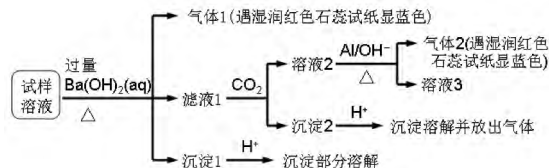
2. 选择依据

气体收集方法的选择主要根据气体的密度和气体的溶解性来决定。如果气体的密度比空气大,可采用向上排空气法收集;如果气体的密度比空气小,可采用向下排空气法收集;如果气体难溶于水或微溶于水,且不与水反应,可采用排水法收集。

3. 注意事项

(1)用排水法收集时,集气瓶要装满水,且导管要伸入集气瓶口,以便于操作和观察集气的情况。

(2)无论是向上排空气法,还是向下排空气法,导管一定要伸入到集气瓶的底部,以便于排尽集气瓶内的空气。



根据以上的实验操作与现象,该同学得出的结论不正确的是()。

- A. 试样中肯定存在 NH₄⁺、Mg²⁺、SO₄²⁻ 和 NO₃⁻
- B. 试样中一定不含 Al³⁺
- C. 试样中可能存在 Na⁺、Cl⁻
- D. 该雾霾中可能存在 NaNO₃、NH₄Cl 和 MgSO₄

解析 加入过量氢氧化钡,生成气体遇湿润

红色石蕊试纸变蓝,说明有铵根;沉淀 1 加入氢离子,沉淀部分溶解说明含有镁离子和硫酸根,通入二氧化碳生成沉淀 2,加入氢离子沉淀溶解并放出气体,说明沉淀有碳酸钡沉淀,也可能有氢氧化铝沉淀。根据 $3NO_3^- + 8Al + 5OH^- + 2H_2O \xrightarrow{\Delta} 3NH_3 + 8AlO_2^-$,说明溶液中一定含有硝酸根, A 正确;溶液中可能含有铝离子,铝离子与过量氢氧化钡反应生成偏铝酸根,通二氧化碳生成氢氧化铝沉淀进入 2 中,加入氢离子溶解, B 错误;试样中可能存在 Na⁺、Cl⁻, C 正确;该雾霾中可能存在 NaNO₃、NH₄Cl 和 MgSO₄, D 正确。答案: B。

(收稿日期:2016-01-10)