

黄冈兵法·高中新课标

高中化学必修① (人教版)

主 编 李平安
编 者 张安阳 饶金林 沈燕山

陕西师范大学出版社



目 录

第一章 从实验学化学	1
第一节 化学实验基本方法	1
第二节 化学计量在实验中的应用	27
单元小结	55
单元测试	57
第二章 化学物质及其变化	64
第一节 物质的分类	64
第二节 离子反应	80
第三节 氧化还原反应	100
单元小结	123
单元测试	136
第三章 金属及其化合物	144
第一节 金属的化学性质	144
第二节 几种重要的金属化合物	172
第三节 用途广泛的金属材料	197
单元小结	213
单元测试	220
第四章 非金属及其化合物	228
第一节 无机非金属材料的主角——硅	228





第二节 富集在海水中的元素——氯	244
第三节 硫和氮的氧化物	264
第四节 硫酸、硝酸和氨	288
单元小结	317
单元测试	326





第一章 从实验学化学

第一节 化学实验基本方法

问题·思考·研讨



三位学生设计了如下三个方案,并都认为,如果观察到的现象和设计的方案一致,即可确定试液中有 SO_4^{2-} 。

甲方案 试液 $\xrightarrow{\text{BaCl}_2 \text{ 溶液}}$ 白色沉淀 $\xrightarrow{\text{足量稀盐酸}}$ 沉淀不溶解

乙方案 试液 $\xrightarrow{\text{足量稀盐酸}}$ 无沉淀 $\xrightarrow{\text{BaCl}_2 \text{ 溶液}}$ 白色沉淀

丙方案 试液 $\xrightarrow{\text{足量稀硝酸}}$ 无沉淀 $\xrightarrow{\text{Ba}(\text{NO}_3)_2}$ 白色沉淀

试评述上述各种方案是否严密,并分别说明理由。

甲生答 甲方案不严密,因为如果溶液是含有 Ag^+ 而不含有 SO_4^{2-} 的无色溶液,当加入 BaCl_2 溶液时同样可生成白色沉淀: $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- = \text{AgCl} \downarrow$,再加稀盐酸, AgCl 不溶解。故甲方案不严密。

乙方案严密 因为只有含 SO_4^{2-} 的无色溶液才会出现此现象。

丙方案严密 当溶液中加入稀硝酸时 SO_4^{2-} 和 HNO_3 不反应,再加入 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 发生如下反应: $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow$ 生成不溶于稀硝酸的白色沉淀。

乙生答 我同意甲同学对甲方案和乙方案的评价。但不同意甲同学对丙方案的评价。我的理由如下:当无色溶液中不含 SO_4^{2-} 但含 SO_3^{2-} 时,加入稀硝酸发生如下反应: $2\text{SO}_3^{2-} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{HNO}_3} 2\text{SO}_4^{2-}$,即稀硝酸将 SO_3^{2-} 氧化成 SO_4^{2-} ,当再加入 BaCl_2 溶液时,则出现不溶于稀 HNO_3 的白色沉淀: $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow$,因此丙方案应改为用稀盐酸酸化,再加 BaCl_2 溶液,则可排除 SO_3^{2-} 对检验的干扰。





师评

甲同学对甲、乙方案的评价是正确的,乙同学对丙方案的评价是正确的。综合甲、乙两同学对上述甲、乙、丙方案的评价,现将检验 SO_4^{2-} 时,如何运用试剂归纳总结如下:检验 SO_4^{2-} 时,要注意排除 CO_3^{2-} 、 SO_3^{2-} 、 PO_4^{3-} 、 Ag^+ 的干扰。当溶液中可能存在 SO_3^{2-} 时,应选用盐酸酸化的氯化钡溶液;当溶液中可能存在 Ag^+ 时,应选用硝酸酸化的硝酸钡溶液。

知识·运用·归纳

温故知新	思维链接
1. 除去液体中混有的固体,通常采用的方法是_____。除去溶液中的水分得到溶质(假设溶质受热不发生分解),通常采用的方法是_____。 2. 怎样分离氯化钠溶液和硝酸钾溶液? 3. 国庆 50 周年庆典结束时,数万只小气球腾空而起,若从安全角度考虑,气球中不应充 H_2,而适宜用下列气体中的_____。 A. N_2 B. He C. CH_4 D. 空气	1. 过滤 蒸发。 2. 重结晶。 3. B. 要求该气体密度要小于空气的密度,且不易燃烧。

新知识导学

知识点 1 化学实验的安全

一、实验操作规程

(一) 遵守实验室规则

实验室规则

1. 学生进入实验室后,须按指定座位就坐,不准大声喧哗,不得乱扔纸屑、杂物等,保持室内安静清洁。
2. 实验课前,学生要预习实验内容,明确实验目的、原理和方法、步骤。



3. 学生实验前要认真听教师讲解实验目的和所用仪器、药品的性能,弄清实验步骤。实验时要严格按照操作规程操作,细心观察,认真分析,做好记录,写好实验报告。

4. 要节约水电和化学药品,爱护仪器设备。违反操作规程,损坏、拿走公物要按情节轻重和有关规定作相应处理,并记录在册。

5. 实验完毕后,要认真整理和清洗仪器,并放回原处;打扫实验室并关好水、电、门、窗,经老师或实验员验收后方可离开。

(二) 了解安全措施

危险化学药品的存放和使用时的注意事项:

剧毒药品要单独专柜保存。

主要做到五防: a. 防爆炸; b. 防暴沸; c. 防失火; d. 防中毒; e. 防倒吸。

其具体操作如下:

① 点燃可燃气体 H_2 、 CO 、 CH_4 、 C_2H_2 、 C_2H_4 等之前应先检验纯度,防止气体不纯点燃爆炸。

② 做 H_2 还原 CuO 和 CO 还原 Fe_2O_3 等实验,在加热 CuO 或 Fe_2O_3 之前应先通入 H_2 或 CO ,将实验装置内的空气排出后,再加热,防止 H_2 或 CO 与装置的空气混合受热爆炸。

③ 制备有毒的 Cl_2 、 CO 、 SO_2 、 H_2S 、 NO 、 NO_2 等应在通风橱中进行,尾气应用适当试剂吸收,防止污染空气。

④ 若用加热方法制取气体,用排水法收集气体,在收集气体时,先将导管从水中拿出,再熄灭酒精灯,防止倒吸。

⑤ 一些特殊实验,还需加装安全瓶。实验室易燃、易爆、有毒化学试剂应有专人妥善存放。废水、废液应妥善处理。

要点提示

“不准大声喧哗”不等于不允许讨论问题。

“预习”一定要掌握“实验步骤”。

“观察”的结果一定要做好“记录”。观察不只是用眼看,要调动全身的感觉器官一起参与进来。

“节约”至关重要。培养良好习惯,提高自身素质。

特别提醒

一定要认准课本 P4 页的图 1-1 中一些常见危险化学品的标志。





二、常见事故的处理方法

(1) 酸液溅到皮肤上,立即用较多水冲洗,若浓硫酸溅到皮肤上,应先用布拭去,再用水冲洗并涂上3%~5%的 NaHCO_3 溶液。浓碱液溅到皮肤上,用较多水冲洗,再涂上硼酸溶液。

(2) 大量酸洒到桌上,可加适量 NaHCO_3 中和,然后水洗。大量碱洒到桌上,可加适量稀醋酸中和,然后水洗。

(3) 液溴、苯酚沾到皮肤上,应用酒精擦洗。

(4) 向酒精灯里添加酒精时,不能超过酒精灯容积的 $\frac{2}{3}$ 。在使用酒精灯时,有几点要注意:

① 绝对禁止向燃着的酒精灯里添加酒精,以免失火。

② 绝对禁止用燃着的酒精灯引燃另一只酒精灯。

③ 熄灭酒精灯时,必须用酒精灯帽盖灭,不可用嘴去吹。

④ 不要碰倒酒精灯,不慎碰倒起火,应立即用湿抹布盖灭。

(5) 金属钠、钾、镁起火,用沙子盖灭。

(6) 一般的割伤处理:应保持伤口干净,伤口内有异物应立即取出,然后用酒精棉球清除伤口周围的污物,涂上外伤药物或消炎粉。不要用手触摸伤口或用水冲洗伤口。

(7) 温度计水银球碰破,可用硫磺粉覆盖吸收。

(8) 误服铜盐、汞盐等重金属盐,可喝豆浆、牛奶或鸡蛋清解毒,再服用泻药 MgSO_4 等。

(9) 制备有毒气体(例如 Cl_2 等)须在通风橱中进行。

【例1】 进行化学实验,必须注意安全,下列说法正确的是(填写标号)

- _____。
- A. 不慎将酸溅到眼中,应立即用水冲洗,边洗边眨眼睛
 - B. 不慎将浓碱溶液沾到皮肤上,要立即用大量水冲洗,然后涂上硼酸溶液
 - C. 如果浓 H_2SO_4 沾到皮肤上,可立即用大量水冲洗
 - D. 如果少量酒精失火燃烧,可用湿抹布盖灭火焰
 - E. 如果皮肤小面积烫伤,第一件要做的事是拨120或110求助

【解析】 C错。浓 H_2SO_4 沾到皮肤上应先用柔软的布或纸拭去,然后

特别警示

实验过程中一定要遵守实验规则。了解常见事故的处理方法。



再用大量水冲洗 如果先用水冲洗,则浓 H_2SO_4 溶于水放出大量热,会灼伤皮肤。E 错。其实最应该要做的事是在第一时间内进行冷敷,这比任何药膏都管用。

【答案】 ABD

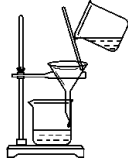
警示误区 误答本题的原因主要是同学们不能把问题答全,很容易漏选某一正确答案。

知识点 2 混合物的分离和提纯

1. 分离和提纯的一般方法 (物理法)

(1) 分离是通过适当的方法把混合物中的几种物质分开,分别得到纯净的物质。

(2) 提纯是通过适当的方法把混合物中的杂质除去,以得到纯净的物质。

方法	适用范围	装置	举例	注意事项
过滤	分离液体和固体不溶物		粗盐提纯时把粗盐溶于水,经过滤把不溶于水的杂质除去	①要“一贴二低三靠” 滤纸紧贴漏斗内壁 滤纸边缘低于漏斗口 漏斗里液面低于滤纸边缘 烧杯口紧靠玻璃棒 玻璃棒下端紧靠三层滤纸 漏斗下端紧靠烧杯内壁 ②必要时洗涤沉淀物(在过滤器中用少量水) ③定量实验要求“无损”
结晶与重结晶	一种物质溶解度随温度变化较大,另一种物质溶解度随温度变化较小		KNO_3 溶解度随温度变化大, NaCl 溶解度随温度变化小,可用该法从两者的混合液中提纯 KNO_3	①一般先配较高温度下的浓溶液,然后降温结晶 ②结晶后过滤,分离出晶体





方法	适用范围	装置	举例	注意事项
蒸发	溶解度随温度变化较小的物质		从食盐水中提取食盐晶体	①溶质需不易分解,不易水解、不易被氧气氧化 ②蒸发过程中应不断搅拌 ③接近干时停止加热,利用余热蒸干
蒸馏	液态混合物各组分沸点不同		蒸馏水 制无水乙醇(加生石灰) 硝酸的浓缩 [加浓硫酸或 $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$]	①温度计水银球在蒸馏烧瓶支管口处 ②加沸石(碎瓷片) ③注意冷凝管水流方向是下进上出 ④不可蒸干
分馏※	分离多种液态混合物	同蒸馏	石油分馏	同蒸馏
分液	分离两种不相溶的液体(密度不同)		水、苯的分离	下层液体从下口流出,上层液体从上口流出
萃取	溶质在两种互不相溶的溶剂里的溶解度不同		CCl_4 把溶于水中的 Br_2 萃取出来	①萃取后再进行分液操作 ②对萃取剂的要求:与原溶剂互不混溶、不反应,溶质在其中的溶解度比在原溶剂中大;溶质不与萃取剂反应 ③萃取提纯后得到的仍是溶液,一般再通过分馏等方法进一步分离





方法	适用范围	装置	举例	注意事项
升华	利用某些物质有升华的特性		粗碘中碘与钾、钠、钙、镁的碘化物混合,利用碘易升华的特点将碘与杂质分开	(升华物质的集取方法不作要求)
渗析※	胶体提纯、精制	半透膜烧杯	除去 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体中的 HCl	要不断更换烧杯中的水或改用流水,以提高渗析效果
溶解	杂质与纯物质溶解性有明显差异	分液装置或洗气装置或过滤装置	溴乙烷中的乙醇; Cl_2 中的 HCl ; CaCO_3 中的 NaCl	
盐析※	利用某些物质加入无机盐降低溶解度而析出		从皂化液中分离肥皂、甘油;蛋白质的盐析	
洗气	杂质气体溶于某液体	洗气瓶	除去 CO_2 中的 HCl 气体,可使混合气体通过盛有水或饱和 NaHCO_3 的洗气瓶	(1) 从洗气瓶的长导管一端进气 (2) 气体混合物中气体溶解度差别较大





注 打“※”部分将在以后学到。

2. 选择分离和提纯操作的一般原则

(1) 固体与固体混合物 :若杂质易分解、易升华时用加热法 ;若一种易溶,另一种难溶,可用溶解过滤法 ;若二者均易溶,但其溶解度受温度的影响不同,用重结晶法。

(2) 液体与液体混合物 :若沸点相差较大时,用分馏法 ;若互不混溶时,用分液法 ;若在溶剂中的溶解度相差很大时,用萃取法。

(3) 气体与气体混合物 :一般可用洗气法。

(4) 若不具备上述条件的混合物,可先选用化学方法处理,待符合上述条件时,再选用适当的方法。

3. 化学方法分离或提纯物质的方法

(1) 加热法

混合物中混有热稳定性差的物质时,可直接加热使热稳定性差的物质分解而分离出去,有时混有的杂质受热后能变为被提纯的物质。例如 :食盐中混有氯化镁,氯化钾中含有氯酸钾,纯碱中混有小苏打等。

(2) 沉淀法

在混合物中加入某种试剂,使其中一种以沉淀的形式分离出去。使用该种方法一定要注意不能引入新物质。若使用多种试剂将溶液中不同粒子逐一沉淀,这时应注意后加试剂能将先加试剂的过量部分除去,最后加的试剂不引入新杂质。例如 加适量 BaCl_2 溶液可除去 NaCl 中的 Na_2SO_4 。

(3) 转化法

不能通过一次反应达到分离的目的,而要经过转化为其他物质才能分离,然后将转化物质恢复为原物质,例如苯酚中混有硝基苯时,先加入 NaOH 溶液后分液,再向苯酚钠溶液中通入 CO_2 重新生成苯酚等。注意转化过程中尽量减少被分离物的损失。

(4) 酸碱法

若被提纯物不与酸反应,而杂质与酸可反应,可用酸作除杂试剂 ;若被提纯物不与碱反应,而杂质与碱易反应,则可用碱作除杂试剂。例如 :用盐酸除去 SiO_2 中的石灰石,用氢氧化钠除去铁粉中的铝粉。

(5) 氧化还原法

若混合物中含有还原性杂质,加入适当氧化剂使其氧化为被提纯物质 ;而对混合物中含有氧化性杂质,可加入适当还原剂将其还原为被提纯物质。



例如 FeCl_2 中含有 FeCl_3 , 加入铁粉, 振荡过滤, 即可除去 FeCl_3 ; FeCl_3 中含有 FeCl_2 可滴入氯水, 将 FeCl_2 转化成 FeCl_3 。

在分离和提纯中有的杂质不止一种, 需用多种试剂和多种除杂分离方法, 要注意安排好合理的除杂顺序, 有的杂质可用多种试剂除去, 要尽量选择操作简单, 除杂分离效果好, 经济实惠的试剂。

4. 用化学方法提纯物质时应注意的几个问题

- (1) 被提纯物质的量尽量不要减少, 即不可“玉石俱焚”。
- (2) 不得引入新的杂质, 即不可“前门驱虎, 后门进狼”。
- (3) 要易于分离、复原。即被提纯物质与杂质要易于分离, 不可“难舍难分”。

(4) 为使杂质尽可能除尽需要加入过量的试剂。

(5) 在多步分离过程中, 后加的试剂能把前面所加过量的试剂除去。

【例 2】 根据从草木灰 (主要成分是 K_2CO_3 、 KCl 和 K_2SO_4) 中提取钾盐的实验, 填写下列空白:

(1) 此实验操作顺序如下: ①称量样品; ②溶解; ③_____ ; ④_____ ; ⑤冷却结晶。

(2) 用托盘天平称量样品时, 若指针偏向右边, 则表示 ()

- A. 左盘重, 样品轻
- B. 左盘轻, 样品重
- C. 右盘重, 样品轻
- D. 右盘轻, 样品重

(3) 在进行第③步操作时, 有时可能要重复进行, 这是因为_____。

(4) 在进行第④步操作时, 要用玻璃棒不断搅动液体, 目的是防止_____。

【答案】 (1) 过滤 蒸发 (2) C (3) 滤液浑浊 (4) 液体飞溅

【点拨】 掌握分离和提纯的基本操作是解答本题的关键。

(1) 此实验的操作顺序是: ①称量样品; ②溶解沉降。此时钾盐进入溶液中, 其他难溶物则为沉降物。所以步骤③应是过滤, 使含钾盐的溶液与不溶杂质分开, 为了得到钾盐的晶体, 步骤④应当对滤液进行蒸发浓缩, 得到的浓溶液经冷却即可析出晶体。

(2) 有关托盘天平的使用, 规范的操作是右盘放砝码, 左盘放称量物。对于指针向上的托盘天平, 指针与横梁是相连的, 因此称量时指针偏向哪边, 则表示哪边盘重, 所以题中指针偏向右边, 即表示砝码重, 样品轻。





(3) 由于本实验中被过滤液显碱性,其中可能有一些高价金属氢氧化物的絮状沉淀,一次过滤不容易得到澄清的滤液,因而可能要重复过滤。

(4) 在蒸发浓缩时,由于溶液上下受热不均匀,局部会造成暴沸,使液体飞溅,因此在蒸发过程中要用玻璃棒小心地不断地搅动液体,使其受热均匀,防止液体飞溅。

【例3】球形洗气管是一种多用途仪器,常用于去除杂质、气体干燥、气体吸收(能防止倒吸)等实验操作。图1-1是用水吸收下列某气体时的情形,根据下列附表判断由左方进入的被吸收气体是()

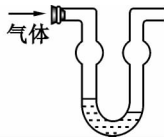


图1-1

- A. Cl_2 B. HCl
C. H_2S D. CO_2

附 四种气体的溶解度表(室温下)

气 体	Cl_2	HCl	H_2S	CO_2
1 体积的水能吸收气体的体积数	2	500	2.6	1

【解析】 由附表数据可知, HCl 极易溶于水,利用题给装置可以防止倒吸。过滤是分离固液混合物的方法,蒸发是从溶液中获得溶质的方法,蒸馏是分离液体混合物的方法。

【答案】 B

疑难分析

蒸馏和萃取

1. 蒸馏

(1) 利用物质沸点的不同,加热使液体混合物中沸点低的液体变为气体挥发出来,再冷凝为液体,以除去难挥发或不挥发杂质的方法,叫做蒸馏。

①蒸馏的过程包括加热蒸发和冷凝两个阶段。

②蒸馏可以从液体混合物中得到沸点低的液体的纯净物。

③蒸发和蒸馏的主要区别是获取的成分不同。如蒸发 NaCl 溶液可得 NaCl 晶体,蒸馏 NaCl 溶液可得蒸馏水。

(2) 蒸馏水的制取——[实验1—3]



①反应设备：

②注意事项：

不要忘记用石棉网,它可使液体受热均匀,防止具支烧瓶受热不均而炸裂。不要忘记用碎瓷片(只要温度超过了液体的沸点,都要用碎瓷片防止暴沸)。温度计的水银球与支管口持平,测量馏出蒸气的温度,而不能插入液体中,测量液体的温度。冷凝器中水的流向是下口进,上口出,这样做可以防止因水流不均(或水流中出现气泡)而使冷凝管炸裂,且下进上出使冷凝管中液体始终充满,冷凝充分。

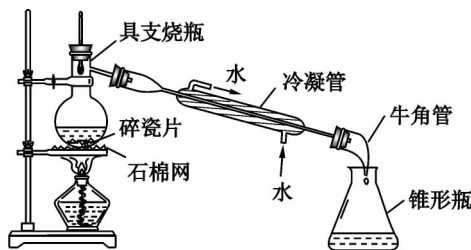


图 1 - 2

③生活应用 海水淡化——淡水短缺、资源丰富的国家提供可饮用水的一种方法。

2. 萃取

(1) 利用混合物中一种溶质在互不相溶的溶剂里溶解度的不同,用一种溶剂把溶质从它与另一种溶剂所组成的溶液中提取出来,这种方法叫做萃取。

①萃取时,两种溶剂必须互不相溶,且要有一定的密度差别,溶质在萃取剂中的溶解度一定要大。

②萃取时的常用仪器是分液漏斗。注意它与长颈漏斗的区别。

(2) 碘的萃取——[实验 1-4]

① 实验步骤:装液——振荡——静置——分液

长颈漏斗与分液漏斗的最大差别是颈上无活塞。

提示

振荡时,分液漏斗内气压增大,是由于萃取剂易挥发产生蒸汽的缘故。



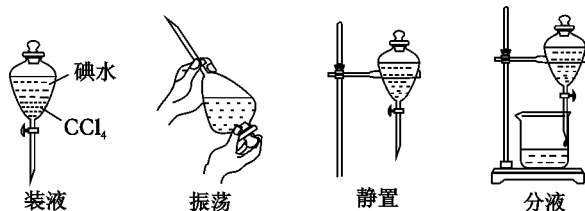


图 1 - 3

②注意事项：

振荡时，须不断放气，以减小分液漏斗内的气压。

分液时，先将下层液体从下口流出，再将上层液体从上口倒出，须将分液漏斗上的玻璃塞打开，或使玻璃塞上的凹槽（或小孔）对准漏斗上的小孔，漏斗颈的下端要贴紧烧杯的内壁（如上图）。

活动·体验·探究

一、综合拓展

1. 制备实验方案的设计

制备实验方案的设计，对巩固元素化合物知识和掌握各类有机物之间的相互转化关系，全面训练实验技能，培养分析问题和解决问题的能力是有益的。

制备实验方案的设计，应遵循以下原则：

- (1) 条件合适，操作方便；
- (2) 原理正确，步骤简单；
- (3) 原料丰富，价格低廉；
- (4) 产物纯净，污染物少。

即从多种路线中优选出一种最佳的制备途径，合理地选择化学仪器与药品，设计合理的实验装置和实验操作步骤。

2. 性质实验方案的设计

(1) 探索性实验、性质实验方案的设计要分析其结构特点或从所属类型的典型代表物去推测物质可能具有的一系列性质，而后据此分别设计出合理的实验方案去探索它可能具有的性质。

(2) 验证性实验、性质实验方案的设计要对物质具备的性质去求证，关键是设计出简捷的实验方案，简便易行，现象明显，且安全可行。





3. 物质检验实验方案的设计

(1) 检验是根据物质的特殊性质和特征反应,选择适当的试剂和方法,准确观察反应中的明显现象,如颜色的变化,沉淀的生成和溶解,气体的产生和气味,火焰的颜色等,进行判断推理。

(2) 物质检验的一般要求

反应的条件	反应的选择性
明显的外部特征	选择性高
适宜的酸度、碱度、浓度、温度	速率快
排除干扰物质	反应完全

(3) 物质检验的基本思路和步骤

①对物质进行初步推断,外观观察 ②试样准备 ③检验得出结论,分析现象。

(4) 常见阳离子的检验

离子	水合离子颜色	所用试剂	实验现象	离子方程式
H^+	无色	紫色石蕊溶液 橙色甲基橙溶液	变红 变红	
Na^+	无色	焰色反应	火焰呈黄色	
K^+	无色	焰色反应	透过蓝色钴玻璃, 火焰呈浅紫色	
NH_4^+	无色	浓 NaOH 溶液	加热后产生强烈 刺激性气味的气 体,使湿润红色 石蕊试纸变蓝	$NH_4^+ + OH^- \xrightarrow{\Delta} NH_3 \uparrow + H_2O$
Ca^{2+}	无色	焰色反应	火焰呈砖红色	
Ba^{2+}	无色	焰色反应 稀 硫酸(硝酸)	火焰呈黄绿色 白色沉淀生成, 不溶于酸	$Ba^{2+} + SO_4^{2-} \rightleftharpoons BaSO_4 \downarrow$
Ag^+	无色	稀盐酸(氨水)	白色沉淀生成, 溶于氨水,但不 溶于 HNO_3	$Ag^+ + Cl^- \rightleftharpoons AgCl \downarrow$ $AgCl + 2NH_3 \rightleftharpoons Ag(NH_3)_2^+ + Cl^-$





离子	水合离子颜色	所用试剂	实验现象	离子方程式
Fe^{2+}	浅绿色	NaOH 溶液	白色沉淀 → 灰绿色沉淀 → 红褐色沉淀	$\text{Fe}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_2 \downarrow$ $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 4\text{Fe}(\text{OH})_3$
Fe^{3+}	棕黄色	NaOH 溶液 KSCN 溶液	红褐色絮状沉淀 溶液呈血红色	$\text{Fe}^{3+} + 3\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow$ $\text{Fe}^{3+} + \text{SCN}^- \rightleftharpoons [\text{Fe}(\text{SCN})]^{2+}$
Al^{3+}	无色	NaOH 溶液, 氨水	适量, 白色絮状沉淀; 过量, 沉淀溶解。 适量, 白色沉淀 过量, 不溶	$\text{Al}^{3+} + 3\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$ $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{AlO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{Al}^{3+} + 3\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{NH}_4^+$
Cu^{2+}	蓝色	NaOH 溶液	蓝色絮状沉淀, 加热变黑色	$\text{Cu}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow$ $\text{Cu}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\Delta} \text{CuO} + \text{H}_2\text{O}$

(5) 常见阴离子的检验

离子	检验试剂	现象	离子方程式
OH^-	① 酚酞 ② 石蕊 ③ 甲基橙	变红 变蓝 变黄	
Cl^-	AgNO_3 溶液和稀硝酸	生成白色沉淀	$\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightleftharpoons \text{AgCl} \downarrow$
Br^-	同上	生成淡黄色沉淀	$\text{Ag}^+ + \text{Br}^- \rightleftharpoons \text{AgBr} \downarrow$
I^-	同上	生成黄色沉淀	$\text{Ag}^+ + \text{I}^- \rightleftharpoons \text{AgI} \downarrow$
S^{2-}	稀盐酸或稀 H_2SO_4	产生臭鸡蛋味气体	$\text{S}^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{H}_2\text{S} \uparrow$
CO_3^{2-}	① 稀盐酸、石灰水 ② 加 BaCl_2 溶液, 再加稀盐酸	产生无味气体, 通入澄清石灰水后石灰水变浑浊。 产生白色沉淀, 后溶解产生无味气体	$\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ $\text{CO}_2 + \text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{Ba}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} \rightleftharpoons \text{BaCO}_3 \downarrow$ $\text{BaCO}_3 + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Ba}^{2+} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

