

HUAXUE

中学化学课堂实验

SHIYAN

ZHONGXUE

4

KETANG

中学化学课堂实验

. 4 .

金立藩 马经德 编著

上海教育出版社

内 容 提 要

本书是我社出版的《中学化学课堂实验》一套书(共四册)中的第四册。本书根据高级中学课本《化学》(甲种本第三册)中的实验编写而成。书中详细分析实验操作方法和成败关键,还介绍一些简易方法和代用品,并根据课本内容补充了若干演示实验,供教学时选用。使用高级中学课本《化学》(乙种本)的教师也能从本书得到帮助。

本书供中学化学教师参考。

中学化学课堂实验

4

金立藩 马经德 编著

上海教育出版社出版发行

(上海永福路123号)

各地新华书店经销 上海崇明印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 5.75 插页 2 字数 127,000

1988年2月第1版 1988年2月第1次印刷

印数 1—1,000本

ISBN 7-5320-0432-5/G · 378 定价: 1.45元

目 录

第五篇 高中三年级化学课堂实验

第一章 过渡元素3

1. 过渡元素的通性(3)
2. 络合物的形成和性质(7)
3. 铁的性质(12)
4. 铁的化合物(15)
5. 还原氧化铁制铁(22)
6. 铜和铜的化合物(26)
7. 铜和它的化合物的性质(29)
8. 用纸上层析法分离铜离子和铁离子(33)
9. 纸上层析(36)
10. 实验习题(38)

第二章 烃43

1. 有机化合物的特性(43)
2. 甲烷的制取和性质(一)(45)
3. 甲烷的制取和性质(二)(53)
4. 乙烯的制取和性质(55)
5. 乙炔的制取和性质(61)
6. 乙烯、乙炔的制取和性质(67)
7. 苯的性质(69)
8. 甲苯、二甲苯、萘、蒽的性质(74)
9. 苯和甲苯的性质(76)
10. 石油的分馏(78)
11. 石油的催化裂化(81)
12. 煤的干馏(86)

第三章 烃的衍生物89

1. 卤代烃的性质(89)
2. 乙醇分子结构的测定(92)
3. 乙醇的性质(97)
4. 乙醚的制取和性质(102)
5. 乙二醇和丙三醇的性质(106)
6. 苯酚的性质(108)
7. 乙醇和苯酚的性质(111)
8. 乙醛和丙酮的性质(115)
9. 乙醚的性质(121)
10. 乙酸的性质(124)

11. 羧酸的性质 (127) 12. 酯的性质 (131) 13. 乙酸乙酯的制取 (134) 14. 油脂的性质 (135) 15. 硝基苯和苯胺的制备和性质 (139)

第四章 糖类 蛋白质144

1. 葡萄糖的性质 (144) 2. 蔗糖的水解 (148) 3. 淀粉的性质 (149) 4. 纤维素的性质 (152) 5. 葡萄糖、蔗糖、淀粉和纤维素的性质 (155) 6. 蛋白质的性质 (一) (157) 7. 蛋白质的性质 (二) (160) 8. 酶的催化反应 (162)

第五章 合成有机高分子化合物165

1. 高分子材料的溶解性 (165) 2. 高分子材料在不同温度下的性能 (168) 3. 酚醛树脂的生成 (170) 4. 酚醛树脂的制取 (174) 5. 聚氯乙烯的分解 (175) 6. 有机物熔点、沸点的测定 (177) 7. 实验习题 (179)

高中三年级化学课堂实验

第五篇

过 渡 元 素

1. 过渡元素的通性

目的：认识过渡元素的通性。

类型：演示实验(选做)。

实验用品：台秤、砝码、小玻璃瓶、试管、试管架、试管夹、酒精灯、胶头滴管、量筒、过滤器。

汞、电灯泡里的钨丝、铂丝、铂电极、镀铂黑的电极、银片、定影过的照相底片、铜导线、镀铬和镀镍零件、废钛电极、无水硫酸亚铁、无水氯化铁、无水硫酸铜、硫酸铜晶体、硫酸铜水溶液、硫酸亚铁晶体、氯化钴晶体、硫酸镍晶体。

(一) 准备和操作

1. 展示过渡元素样品 引导学生看高级中学化学课本(甲种本)第三册第2页图1-1 过渡元素在元素周期表里的位置,指出表的中部从III B族开始,经IVB、VB、VIB、VIIB到第VIII族,再经IB到IIB族,共计10个纵行,包含镧系和锕系,有63种元素。从图1-1还可以看出,过渡元素原子的最外电子层都有1~2个s电子(钪除外)。它们都是金属元素,所以也叫过渡金属。随着原子序数的递增,增加的电子大多填充在次外层的d轨道上。其中镧系和锕系元素的原子,增加的电子主要填充在倒数第三层的f轨道上,少数填充在次

外层的 d -轨道上^①。

展示汞的样品（贮存在小瓶里的汞或温度计里的汞柱），说明一般金属在常温时都呈固态，只有汞是液态。汞的熔点（ -38.87°C ）很低，在常温时容易挥发， 20°C 时汞的蒸气压是0.1601帕。汞蒸气有毒，在实验室里使用汞时要很小心，并且不要让它长期暴露在空气里。

指出其他过渡元素的熔点和沸点都很高。展示电灯泡里的钨丝，说明钨的熔点是 3410°C ，所以能用来制造白炽灯的灯丝。钨是所有金属中最难熔的。

把一小瓶汞放在台秤的左盘，在右盘上放盛满水的同样大小的瓶子8~9只，结果还是左盘较重。指出过渡金属有较大的密度，汞的密度是13.6克/厘米³，铂的密度更大，是21.5克/厘米³。

接着展示铂丝、银片、定影过的照相底片。说明金属都是有光泽的，但金属光泽只有在整块金属的光滑表面上才能显现。金属微粒的聚集体，如铂电极上的铂黑和照相底片上的银微粒都呈黑色。

展示铜导线，说明一般金属都有较好的延展性和机械加工性能，有较好的导电性和导热性。金能拉成0.5毫克/米的细丝，轧制成0.01微米厚的金箔。

展示镀铬和镀镍的金属零件，说明铬和镍都有良好的耐

① 过渡元素的概念在国内外大、中学化学教材中有广义和狭义两种。范围最窄、科学性最严密的是指原子结构中 d 轨道没有全充满的元素，有的还包含 f 轨道没有全充满而 d 轨道只部分填充的元素。范围稍大一点的包含铜副族，因为 Cu^{2+} 的 d 电子不全满。范围最广的还包含锌副族。高中化学课本第三册采用范围最广的过渡元素概念，包含元素周期表中部从IIIB到IIB的10个纵行，并包含镧系和锕系元素。

腐蚀性能。

展示钛电极。可以用氯碱工厂电解饱和食盐溶液电解槽的钛阳极，它以金属钛为基体，表面涂有1~1.5微米厚的 RuO_2 。指出钛有银灰色光泽，熔点较高(1660°C)。钛密度小(4.5克/厘米^3)、强度大、有良好的抗腐蚀性能，很容易跟常见金属形成合金，所以钛和钛合金是航空工业、造船工业、化学工业中的重要材料。

2. 过渡元素的价态变化 指导学生阅读高中化学课本第三册第3页上表1-1，第四周期过渡元素常见的化合价。从表上可知过渡元素常有多种可变化合价，这是由于它们原子的最外层的s电子和次外层的d电子都能参加成键。

从表1-1还可以看出，从IIIB族到VIIB族，元素的最高化合价在数值上跟它的族数相等。那是由于这些元素原子的外围电子层的s电子和d电子数目之和跟族数相等。

3. 展示过渡元素的化合物的颜色 过渡元素的化合物往往带有颜色。展示几种常见的过渡元素的化合物，例如，七水合硫酸亚铁($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)、六水合二氯化钴($\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)、七水合硫酸镍($\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)的晶体或溶液里，离子的颜色是 Fe^{2+} 呈淡绿色、 Co^{2+} 呈桃红色、 Ni^{2+} 呈绿色。这些水合离子的颜色跟它们的金属离子的结构有关。

展示白色的无水硫酸铁 $[\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3]$ 和棕黑色的无水氯化铁(FeCl_3)，指出它们的颜色不同跟结合的阴离子的种类有关。

展示白色的无水硫酸铜(CuSO_4)和蓝色的五水合硫酸铜($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)晶体，指出它们的颜色不同跟晶体里有没有结晶水有关。

(二) 注意事项

1. 要注意汞的毒性 汞有毒,使用时要小心,要避免吸入含有汞蒸气的空气,皮肤不能接触液态汞。即使是很少量的汞漏落在地上,也有害健康,必须在汞珠上撒一些硫粉,拌和,使金属汞慢慢生成不易挥发的硫化物。也可以撒上氯化铁溶液,使汞氧化成氯化亚汞。可溶性的汞化合物都是有毒的,氯化汞的致死剂量是0.2~0.4克。汞离子能跟肾脏中的蛋白组织结合起来,破坏肾功能。

2. 要防止无水化合物受潮 无水化合物和结晶水化物的颜色常常是不同的。无水硫酸铜(CuSO_4)呈白色,五水合硫酸铜($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)呈蓝色。无水二氯化钴(CoCl_2)呈蓝色,六水合二氯化钴($\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)呈桃红色。无水硫酸铁 $[\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3]$ 是白色的,无水氯化铁是棕黑色的,常见的九水合硫酸铁 $[\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}]$ 和六水合氯化铁($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)都是黄色的。无水化合物在空气中常常容易吸收水蒸气而变色,所以应贮存在盖有紧密塞子的瓶里,防止受潮。

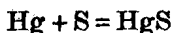
(三) 问题和讨论

1. 从过渡元素的物理性质和电子层排布来说明过渡元素都是金属。

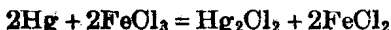
过渡元素在固态时呈金属晶体,有金属光泽,有较大的硬度,较好的延展性和机械加工性能,较好的导电和导热性能。从电子层排布看,它们原子的最外层电子数都不超过2个,容易失去,原子间能形成金属键。

2. 把硫粉或氯化铁溶液撒在漏落在地上的汞上,能防止汞蒸气挥发,污染空气,这是为什么?写出它们的反应方程式。

汞跟硫粉拌和能生成不易挥发的硫化汞。



汞跟氯化铁溶液反应，能生成氯化亚汞。



2. 络合物的形成和性质

目的：(1) 初步了解络合物的形成以及络离子跟简单离子的区别；(2) 认识络合物的组成和络合物在水溶液里的电离平衡。

类型：演示实验。

实验用品：试管、试管架、试管夹、滴管、量筒、酒精灯。

硫酸铜、氢氧化钠、氨水、氯化钠、硝酸银、氯化汞、碘化钾、氯化铁、硫化铵、硫氰化钾、铁氰化钾、氯化钡、硫酸、石蕊试纸、硫化钠。

(一) 准备和操作

1. 络合物的形成 络合物又叫配位化合物，含有络离子的化合物都属于络合物。

(1) 络离子的形成 在试管里盛 $1M$ 硫酸铜溶液 1 毫升，逐滴加入 $2N$ 氢氧化钠溶液 1 毫升，每加一滴都要充分振荡，能看见生成淡蓝色的氢氧化铜沉淀。然后滴入浓氨水，边滴边振荡，氢氧化铜沉淀逐渐溶解，最后得到深蓝色溶液。这是氢氧化铜沉淀溶解于氨水中而形成的四氨合铜(II) $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 络离子。再滴入少量氢氧化钠溶液，深蓝色溶液不发生变化，不再生成氢氧化铜沉淀。指出这是生成的 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 在水溶液里较难电离，溶液中 Cu^{2+} 很少的缘故。

在另一支试管里盛 $0.1M$ 氯化钠溶液 1 毫升，逐滴滴入

0.1M 硝酸银溶液 1 毫升,边滴边振荡试管,生成白色氯化银沉淀。待沉淀下降后,倒去上层的清液,加入 2N 氨水 1 毫升,振荡,白色氯化银沉淀溶解在氨水中,生成二氨合银 (I) $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ 络离子。

再取一支试管,加入 0.1M 氯化汞溶液 1 毫升,逐滴加入 0.1M 碘化钾溶液,生成红色碘化汞沉淀。继续加入碘化钾溶液 1 毫升,振荡,红色沉淀溶解,这是因为生成了四碘合汞 (II) $[\text{HgI}_4]^{2-}$ 络离子。

指出在上述实验中,由一种离子跟一种分子,或由两种离子所形成的一类复杂离子,叫做络离子。络离子可以是阳离子,也可以是阴离子。以前学过的胆矾 ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) 是络合物,它含有四水合铜 (II) $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$ 络离子。冰晶石 ($\text{Na}_3[\text{AlF}_6]$) 也是络合物,它含有六氟合铝 (III) $[\text{AlF}_6]^{3-}$ 络离子。

(2) 络离子跟简单离子的区别 在三支试管里各盛 0.1M 氯化铁溶液 3 毫升。往第一支试管里加入几滴硫化铵溶液,生成黑色硫化铁 (Fe_2S_3) 沉淀。往第二支试管里加入 1N 氢氧化钠溶液几滴,析出红棕色氢氧化铁沉淀。往第三支试管里加入几滴 1N 硫氰化钾溶液,生成深红色的硫氰化铁。这三个反应都是 Fe^{3+} 的特征反应。

用 1N 的铁氰化钾代替氯化铁,重复上述实验。结果跟上面的现象不同。这说明简单的铁离子跟 $[\text{Fe}(\text{ON})_6]^{3-}$ 络离子的性质是不同的。

2. 络合物的组成 在两支试管里各盛 0.1M 硫酸铜溶液 2 毫升。往一支试管里滴加 0.1N 氢氧化钠溶液,生成淡蓝色氢氧化铜沉淀,证明溶液里有 Cu^{2+} 。往另一支试管里滴加 0.1M 氯化钡溶液,生成白色硫酸钡沉淀,证明溶液里有

SO_4^{2-} 。

另取一支试管，盛4毫升0.1M硫酸铜溶液，加氨水到产生的淡蓝色沉淀溶解，生成深蓝色溶液为止。告诉学生，把这种溶液浓缩结晶，得到一种深蓝色的晶体，它是硫酸四氨合铜(II)，或叫硫酸铜氨 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ 。

接着用实验说明络合物组成中的外界和内界。把上面所得的深蓝色溶液分盛在三支试管里。往第一支试管里滴加0.1M氯化钡溶液，生成白色沉淀，证明溶液里仍有 SO_4^{2-} 。往第二支试管里滴加0.1N氢氧化钠溶液，没有氢氧化铜沉淀析出，表示溶液里的 Cu^{2+} 已跟 NH_3 结合形成 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 络离子。再往第二支试管里滴入0.1M硫酸溶液，到溶液变成淡蓝色后，加入0.1N氢氧化钠溶液，又生成淡蓝色沉淀。这是因为 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 被破坏，溶液里 Cu^{2+} 浓度增大，所以有氢氧化铜析出。继续加入过量的氢氧化钠溶液使氢氧化铜沉淀完全。过滤后，取少量滤液放在试管里，加热，能嗅到氨的气味，也可以用润湿的红色石蕊试纸检验。

用这个实验来说明在硫酸铜氨络合物的组成里， SO_4^{2-} 叫做络合物的外界， $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 叫做络合物的内界。 Cu^{2+} 是核心，叫做中心离子，4个 NH_3 分子均匀地分布在它的周围，叫做络合物的配位体。中心离子跟配位体结合在一起就构成络离子。指出络合物的中心离子一般都是阳离子。络合物的配位体可以是分子，也可以是阴离子。

第三支试管里的溶液留作下面的实验用。

3. 络合物在水溶液里的电离平衡

(1) 往上面含有铜氨络离子溶液的第三支试管里滴加1M硫化钠溶液，生成黑色硫化铜沉淀，表明溶液里还有少量 Cu^{2+} 。由此导出铜氨络离子在溶液里存在电离平衡。

(2) 为了说明其他络离子在溶液里也存在电离平衡，可以做下列实验。在试管里盛 $0.1M$ 硝酸银溶液 5 毫升，滴加 $0.1M$ 氯化钠溶液，生成氯化银白色沉淀。再滴加浓氨水，形成 $[Ag(NH_3)_2]^+$ 络离子而使沉淀溶解。把溶液分盛在两支试管里，往一支试管里滴加 $1M$ 氯化钠溶液，不生成白色沉淀。往另一支试管里滴加 $1M$ 溴化钾溶液，生成淡黄色的溴化银沉淀。

这一实验说明在银氨络离子溶液里也存在电离平衡。只是在溶液里未络合的 Ag^+ 浓度很小，因此溶解度较大的氯化银不能沉淀析出，而溶解度较小的溴化银能沉淀析出。

(二) 注意事项

1. 氯化汞有剧毒，使用时要注意安全。实验后的废液不要倒入下水道，以防污染水源。

2. 用氯化钡溶液检验硫酸铜氨 $[Cu(NH_3)_4]SO_4$ 溶液中的 SO_4^{2-} 时，因为硫酸铜氨溶液呈深蓝色，不易看清楚生成的硫酸钡白色沉淀。为使现象明显，可以稀释硫酸铜氨溶液，使透明度增大，然后滴加氯化钡溶液，振荡，产生硫酸钡沉淀后，溶液变浑浊。过滤，滤纸上有白色物质，滤液成蓝色透明的溶液。

(三) 其他实验方法

1. 络离子的形成实验可以用硫酸镍溶液做。在两支试管里各盛 $0.2M$ 硫酸镍溶液 2 毫升，分别滴加 $0.1M$ 氯化钡溶液和 $0.1M$ 氢氧化钠溶液。在一支试管里生成白色硫酸钡沉淀，证明溶液里有 SO_4^{2-} 。在另一支试管里生成绿色的氢氧化镍 $4Ni(OH)_2 \cdot H_2O$ 沉淀，证明溶液里存在 Ni^{2+} 。

再取一支试管，盛 $0.2M$ 硫酸镍溶液 2 毫升，逐滴加入 1:1 的氨水。边滴加边振荡，待生成的沉淀完全溶解后，适当

多加一些氨水。把所得的深蓝绿色溶液分盛两支试管，往一支试管里加入 $0.1M$ 氯化钡溶液，产生白色沉淀，说明溶液里有 SO_4^{2-} 。往另一支试管里加入 $0.1M$ 氢氧化钠溶液，不产生氢氧化镍沉淀，表示溶液里的 Ni^{2+} 已跟 NH_3 结合成六氨合镍(II) $[Ni(NH_3)_6]^{2+}$ 络离子。

2. 形成四碘合汞(II) $[HgI_4]^{2-}$ 络离子的实验可以这样做，在一支试管里盛 $0.1M$ 氯化汞溶液 2 毫升，滴入 $0.1M$ 碘化钾溶液，生成红色沉淀。在另一支试管里盛 $0.1M$ 碘化钾溶液，滴入 $0.1M$ 氯化汞溶液，开始时生成红色沉淀，但一经振荡，红色沉淀即消失。说明碘化汞 (HgI_2) 能溶于过量的碘化钾溶液中，是因为生成了 $[HgI_4]^{2-}$ 络离子。

(四) 问题和讨论

1. 怎样鉴别络合物硫酸六氨合镍(II) $[Ni(NH_3)_6]SO_4$ 中 SO_4^{2-} 在外界， Ni^{2+} 在内界？

在两支试管里各盛少量络合物 $[Ni(NH_3)_6]SO_4$ 的溶液，分别加入 $0.1M$ 的氯化钡溶液和 $0.1M$ 的氢氧化钠溶液。前者生成硫酸钡白色沉淀，后者不生成绿色氢氧化镍沉淀，可见在络合物 $[Ni(NH_3)_6]SO_4$ 中， SO_4^{2-} 在外界， Ni^{2+} 在内界。

2. 写出带正电荷的络离子和带负电荷的络离子、配位体是中性分子的络离子和配位体是阴离子的络离子各两种，指出它们各自的中心离子和中心离子的电荷数、配位体、配位数。

络离子	中心离子	配位体	配位数
$[Cu(NH_3)_6]^{2+}$	Cu^{2+}	NH_3	6
$[Ag(NH_3)_2]^+$	Ag^+	NH_3	2
$[Ag(CN)_2]^-$	Ag^+	CN^-	2
$[Zn(CN)_4]^{2-}$	Zn^{2+}	CN^-	4

3. 铁 的 性 质

目的：认识铁的物理性质和化学性质。

类型：演示实验(选做)。

实验用品：铁制件样品、干电池、小电珠、导线、细铁丝、磁铁、大头针、集气瓶、玻璃片、试管、试管架、试管夹、酒精灯、铁架台、铁夹、铁圈、硬质粗玻璃管、烧瓶、酒精喷灯、单孔塞、玻璃导管、铁丝网、水槽。

氧气、硫粉、氯气、还原铁粉。

(一) 准备和操作

1. 铁的物理性质

(1) 展示几种铁制件样品 纯净的铁是光亮的银白色金属，通常看到的一般不是纯铁，而含有碳或其他元素。展示带锈的铁制件、磨光的铁制件、电磁铁心(电话耳机中的铁条)，指出后者比较纯净，俗称软铁。说明纯铁的抗蚀力相当强，不纯的铁抗蚀力减弱，在潮湿的空气里容易锈蚀。

(2) 铁的导电性 用细铁丝连接干电池和小电珠，从电珠发光说明铁的导电性。指出铁的导电性比铜、铝差。

(3) 铁的感磁性 用磁铁吸引大头针，让被吸引的大头针再吸引其他大头针，能一枚接一枚的连成一串。拿去磁铁，大头针仍能连成一串。指出铁能被磁铁吸引，在磁场作用下，铁自身也能产生磁性。纯铁能够被磁铁吸引，但不会保留磁性。

2. 铁的化学性质

(1) 铁跟氧气反应 在常温，干燥的铁不易跟空气里的氧气起反应。红热的铁丝在氧气里会剧烈地燃烧，火星四射，