

简 国 材
胡 绍 枫 陆 禾 编

化学辅导员

HUAXUE FUDAOYUAN

科学普及出版社

化学辅导员 4

简国材 胡绍枫 陆 禾 编

科学普及出版社

内 容 题 要

《化学辅导员》是为配合全国统编中学化学教材而编写的课外解题辅导材料，从初三到高三按年级分为四册。《化学辅导员4》对应于高三的课本内容，并增加了无机综合练习和有机综合练习。

本书选题着重基础知识，按课本顺序由浅入深加以编排。对于难度较大的或典型的习题给予必要的提示、分析或解答。本册书末安排了“赛一赛”（一）、（二）、（三）、（四），供读者学完全书后练习。

本书适用于中学生、知识青年的平时练习或升学复习；另外对某些中学化学教师的备课，也有一定参考价值。

化 学 辅 导 员 4

简国材 胡绍枫 陆 禾 编

责任编辑：刘 浏

封面设计：王序德

科学普及出版社出版（北京海淀区白石桥路32号）

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

北京朝阳区展望印刷厂印刷

开本：787×1092毫米 1/32 印张，6³/₈ 字数：138千字

1986年1月第1版 1986年1月第1次印刷

印数：1—160,000册 定价：0.95元

统一书号：19054·1475 本社书号：1087

再 版 说 明

《化学辅导员》自1979年底出版以来受到了广大读者的热烈欢迎，仅第一册截止1981年底，就累计发行368万册，并获得全国新长征优秀科普作品奖。前三册累计印数近1,400万册。

《化学辅导员》1、2、3、4册分别对应于初三、高一、高二和高三的化学课本。由于全国统编中学化学教材目前已经分册修改，因此《化学辅导员》也随之作了相应的修改。新版的《化学辅导员4》就是对应于1985年使用的新编高三化学课本而修订的。

《化学辅导员》修订版第四册除保留原版特色外，还在广泛征求读者意见的基础上对原有习题作了精选和补充，力求少而精、突出重点，并增加了辅导内容。对化学概念的规律性、解题思路及易混淆、易出错处，或着墨较多，或提示注意要点，以利于读者平时练习和升学复习。

前 言

党的工作重点转移到四个现代化以后，广大中学生和知识青年迫切需要阅读有益的课外读物，借以扩大知识领域，增强自学能力。

为了满足中学生和知识青年对课外读物的迫切要求，我们编写了这套配合全国统编中学化学教材的课外解题辅导材料。

本书选题着重基础知识，按课本顺序由浅入深编排；对一些典型的和难度较大的习题给予必要的提示、分析、解答和辅导，借以帮助读者理解。

读者在书面解答任一问题时，不应忙于着手去写答案，一般应该经过审、设、突、表、检五个环节。首先要认真思考题意，即**审题**，其次要根据思考的线索周密地**设想**，再找出**突破口**，而后把解题步骤规范化地**表达**出来，最后还要细致地反复**检查**。

为了便于读者自学，对所有计算题及个别难度较大的问答题在书末附有答案或答案要点。凡注•者为难度较大或超课本范围的习题，供有余力的同学练习。

由于编者水平所限，难免存在缺点和错误。对此，希望广大读者批评、指正！

编 者

目 录

过渡元素.....	(1)
烃.....	(23)
烃的衍生物.....	(48)
糖类 蛋白质 合成高分子有机物.....	(77)
无机化学复习辅导.....	(82)
无机化学综合练习.....	(87)
有机化学综合练习.....	(129)
赛一赛.....	(141)
部分习题答案.....	(175)

过渡元素[●]

一、过渡元素

所有的副族元素和第Ⅷ族元素，总称为过渡元素。除钯外，过渡元素的原子最外层电子数为1—2个；随核电荷数的增加，电子填充在次外层的 d 轨道上，次外层电子为9—18个；ⅠB、ⅡB族元素的原子次外层为18个电子。

过渡元素的通性：

1. 全是金属；
2. 常有多种化合价；
3. 易形成络合物；
4. 化合物常常有颜色。在水溶液中，许多过渡元素的水合离子也有颜色，如 Cu^{2+} 为蓝色、 Fe^{2+} 浅绿色、 Fe^{3+} 淡紫色、 Mn^{2+} 浅粉色、 MnO_4^- 紫红色。

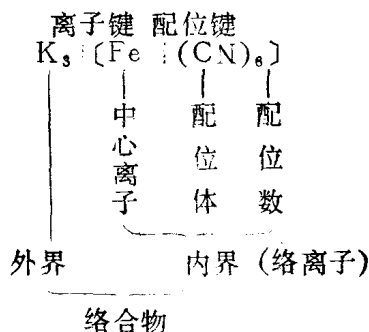
二、络合物

1. 由一种离子与一种分子或另一种离子形成的一类复杂离子叫做络离子。含络离子的化合物叫做络合物。

2. 络合物的组成

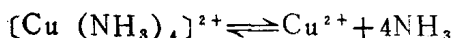
络合物是由内界和外界组成。内界是由中心离子（或原子）与配位体组成的复杂离子（络离子），它们之间以配位键结合，如下图所示：

● 使用《高中化学乙种本》的读者，对于“过渡元素”、“络合物”以及“铜”等方面的知识可在学好《乙种本》的基础上根据自己的需要和兴趣而学习。



一个中心离子所能结合的配位体的总数叫中心离子的配位数。

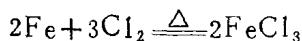
3. 络离子在水溶液中存在电离平衡。例如：



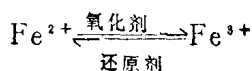
不同络离子的电离程度不同。例如 $[Ag(CN)_2]^-$ 比 $[Ag(NH_3)_2]^+$ 难电离。

三、铁

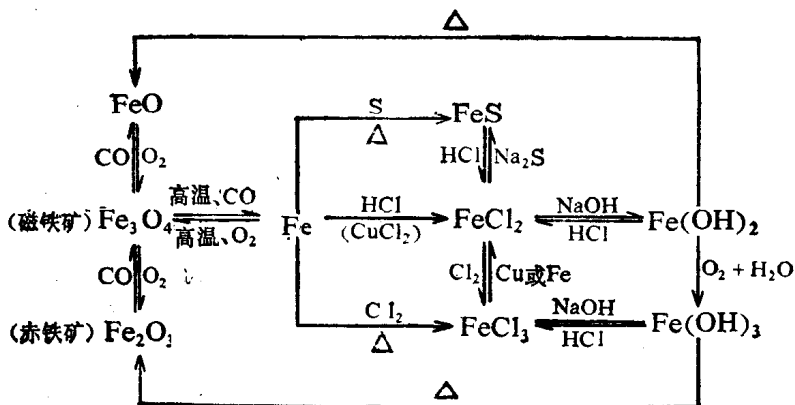
铁位于周期表第Ⅷ族，外围电子构型为 $3d^6 4s^2$ 。它在化学反应中如果失去最外层 2 个电子，则形成 Fe^{2+} ；如果再失去次外层 1 个 d 电子，则形成 Fe^{3+} 。铁与强氧化剂反应生成 Fe^{3+} ，铁与弱氧化剂反应生成 Fe^{2+} 。例如：



在一定条件下， Fe^{3+} 与 Fe^{2+} 可互相转化：



铁的单质及其化合物的联系

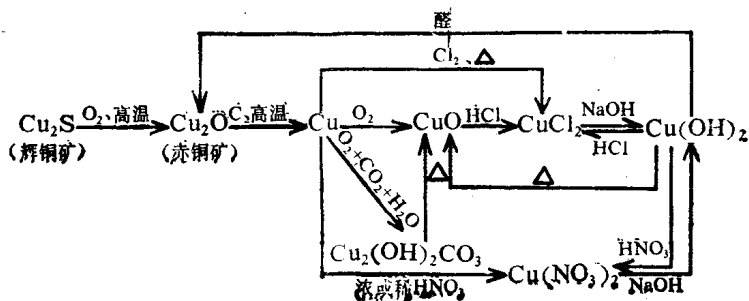


四、铜

铜属于 I B 族元素，外围电子构型为 $3d^{10}4s^1$ ；它在反应中，如果失去 1 个电子表现为 +1 价（亚铜化合物），如果失去 2 个电子表现为 +2 价。

铜是活动性较差的金属，不能与水、稀硫酸、稀盐酸反应，但能被硝酸或浓硫酸氧化。水合铜离子在溶液中为蓝色。

铜的单质及其化合物的联系：



【例1】 现有食盐、浓硫酸、二氧化锰、甲酸(HCOOH)、赤铁矿粉等物质和一些简单仪器,你怎样从含氯化铁、氯化亚铁、氯化铜的废液中除去氯化铜、氯化亚铁而得到纯氯化铁的溶液。试设计实验并绘制实验装置图。写出有关的化学方程式。

【答】 先加热浓硫酸与甲酸的混和物,制得一氧化碳;用它与氧化铁(赤铁矿)反应(见图1),制得铁粉;将铁粉放入上述溶液中,铁粉与氯化铜反应,生成氯化亚铁与铜;将溶液过滤除去铜,这样杂质氯化铜便被除去了。

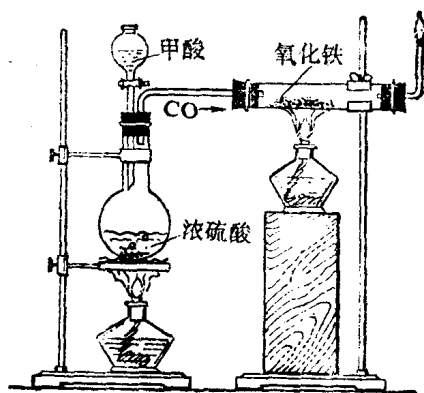
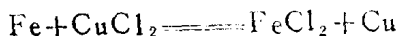
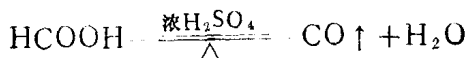


图 1

用浓硫酸与氯化钠反应,制得氯化氢气体,溶于水得到

浓盐酸（见图2）；将浓盐酸与二氧化锰反应，加热后得到氯气（见图3）；将氯气通入上述除去氯化铜的溶液中，氯气与氯化亚铁反应生成氯化铁，于是杂质氯化亚铁被除去，得到了纯氯化铁。

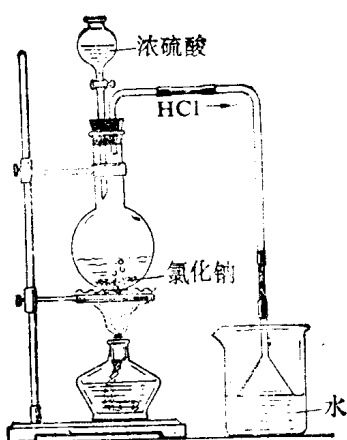
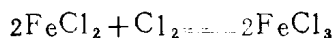
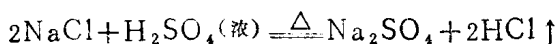


图 2

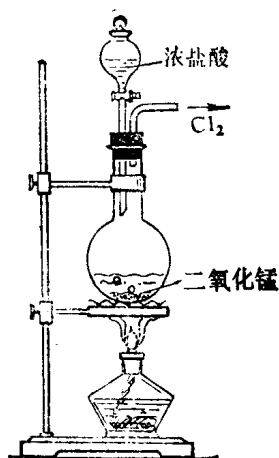


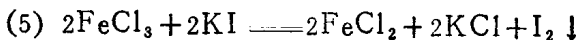
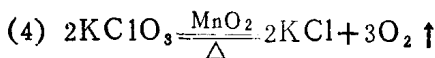
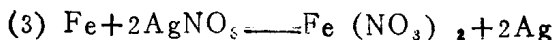
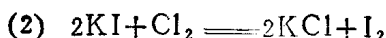
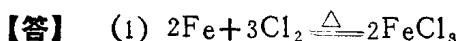
图 3

【例2】 从铁、氧气、氯气、碘化钾、氯酸钾、硝酸银、硫铁矿、二氧化锰、三氯化铁中选择适当物质（可以多次选择同一种物质），并写出一个满足下列要求的化学反应方程式。

- (1) 一种单质氧化另一种单质；
- (2) 一种单质氧化一种离子；

- (3) 一种离子氧化一种单质；
- (4) 一种化合物中的一种元素氧化另一种元素；
- (5) 一种离子氧化另一种离子；
- (6) 在一个反应中，两种元素氧化另一种元素；
- (7) 在一个反应中，一种元素氧化另两种元素。

提示 一种具有较强氧化性的离子（如 Fe^{3+} ），可将另一种具有较强还原性的离子（如 I^- ）氧化。如果参加反应的物质中存在一种有较强还原性的微粒与两种有较强氧化性的微粒，彼此能发生氧化-还原反应。例如 $\overset{+2}{\text{Hg}}\overset{-2}{\text{S}}$ 与 $\overset{+2}{\text{O}_2}$ 反应， $\overset{+2}{\text{Hg}}$ 和 $\overset{+2}{\text{O}_2}$ 有较强的氧化性，而 $\overset{-2}{\text{S}}$ 有较强的还原性；又如 $\overset{+1}{\text{Ag}}\overset{+5}{\text{NO}_3}$ 见光、受热均易分解， $\overset{+1}{\text{Ag}}$ 和 $\overset{+5}{\text{N}}$ 都有较强的氧化性， $\overset{-2}{\text{O}}$ 有还原性。在这两个反应中，都是两种元素氧化另一种元素。如果参加反应的物质中存在两种具有还原性较强的微粒，并存在一种氧化性较强的微粒，彼此能发生氧化-还原反应。例如， $\overset{+2}{\text{Fe}}\overset{-1}{\text{S}_2}$ 与 $\overset{+2}{\text{O}_2}$ 反应， $\overset{+2}{\text{O}_2}$ 有强氧化性，而 $\overset{+2}{\text{Fe}}$ 和 $\overset{-1}{\text{S}}$ 都有还原性，在这样的反应中，一种元素就会氧化另两种元素。



【例3】 2000吨含7%硅和56%铁的赤铁矿中，有几吨氧化铁和几吨二氧化硅？计算矿石中氧化铁及二氧化硅的百分含量。

【解】 设矿石中含二氧化硅 x 吨，含氧化铁 y 吨



$$\frac{28}{2000 \times 7\% \text{ 吨}} = \frac{60}{x \text{ 吨}}$$

$$x = \frac{2000 \times 7\% \times 60}{28} = 300 \text{ (吨)}$$



$$\frac{56 \times 2}{2000 \times 56\% \text{ 吨}} = \frac{160}{y \text{ 吨}}$$

$$y = \frac{2000 \times 56\% \times 160}{56 \times 2} = 1600 \text{ (吨)}$$

$$\text{含氧化铁为: } \frac{1600}{2000} \times 100\% = 80\%$$

$$\text{含二氧化硅为: } \frac{300}{2000} \times 100\% = 15\%$$

答：2000吨赤铁矿石中，含氧化铁1600吨，二氧化硅300吨；矿石中含氧化铁80%，含二氧化硅15%。

【例4】 分子式为 $m(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \text{FeSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ 的复盐9.60克与足量浓烧碱溶液共热，产生的氨气用100毫升1.00N稀硫酸吸收，剩余的硫酸再用2.00N氢氧化钠溶液中和，需氢氧化钠溶液25.50毫升。如已知该复盐中 SO_4^{2-} 离子的质量百分组成为49%，试问：

- (1) 硫酸吸收了多少摩尔的氨气?
 (2) 该复盐中, NH_4^+ 的质量百分组成是多少?
 (3) m 和 n 各为多少?

【解1】 (1) 求被硫酸吸收的氨的摩尔数
 氨的摩尔数 = 氨的克当量数

$$= 1.00 \times 0.100 - 2.00 \times 0.0255 \\ = 0.049 \text{ (摩尔)}$$

(2) 求 NH_4^+ 的质量百分组成

$\because$ 9.60克复盐产生了0.049摩尔氨

$$\therefore \text{NH}_4^+ \% = \frac{0.049 \times 18}{9.60} \times 100 \% = 9.19 \%$$

(3) 求 m 和 n

根据所给分子式可知:

$$\frac{\text{NH}_4^+ \text{ 摩尔数}}{\text{SO}_4^{2-} \text{ 摩尔数}} = \frac{2m}{m+1}$$

$$9.60 \text{ 克复盐中 } \text{SO}_4^{2-} \text{ 的摩尔数} = \frac{9.6 \times 0.49}{96} \\ = 0.049 \text{ (摩尔)}$$

已知9.60克复盐中, NH_4^+ 的摩尔数也是0.049

$$\text{即 } \frac{2m}{m+1} = \frac{0.049}{0.049} \quad \therefore m=1$$

设复盐的分子量为 M

$$\text{则 } \text{SO}_4^{2-} \% = \frac{96 + 96m}{M} = 49 \%$$

$$\therefore m=1 \quad \therefore M=392$$

$$M = 152 + 132 + 18n = 392 \quad \therefore n = 6$$

答：硫酸吸收了 0.049 摩尔氨；铵离子的百分组成是 9.19%； m 为 1， n 为 6。

【解2】 在求得 m 值和 NH_4^+ 的摩尔数后，求 M 。

$$\frac{9.6}{M} \times 2m = 0.049$$

$$M = \frac{9.6}{0.049} \times 2m = 392m = 392$$

进而求得 $n = 6$ 。

【解3】 (1)、(2) 同解 1，(3) 如下：

$$\frac{9.6}{152 + 132m + 18n} \times 2m$$

$$= 0.049 \quad (9.6 \text{ 克复盐中 } \text{NH}_4^+ \text{ 的摩尔数})$$

$$\frac{96 + 96m}{152 + 132m + 18n} = 0.49 \quad (\text{SO}_4^{2-} \text{ 的百分含量})$$

解以上两式可求 $m = 1$ ， $n = 6$ 。

【例5】 把 28.0 克铁片放入 125 克硫酸铜溶液中，充分反应后，将铁片取出、洗净、干燥后，称得铁片质量增加到 29.0 克。在反应后的溶液里加入 16.3 克绿矾和无水硫酸亚铁的混和物，可配成 20°C 时的饱和溶液（此温度下，硫酸亚铁的溶解度为 26.5 克）。求混和物中两种物质的质量比。

【解】 设反应后的溶液里含 x 克硫酸亚铁，加入 16.3 克混和物中有 y 克无水硫酸亚铁

关系式 铁片上增加的质量 生成硫酸亚铁的质量

关系量 $64 - 56 = 8$ (克) 152 克

已未知 $29 - 28 = 1$ (克) x

列比例 $8:1=152:x$

求未知 $x = \frac{1 \times 152}{8} = 19$ (克)

$$\frac{19 + y + (16.3 - y) \times \frac{152}{278}}{125 + 28 - 29 + 16.3} = \frac{26.5}{126.5}$$

$y = 3.3$ (克)

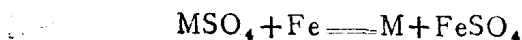
$W_{FeSO_4 \cdot 7H_2O} = 16.3 - 3.3 = 13$ (克)

$W_{FeSO_4} : W_{FeSO_4 \cdot 7H_2O} = 3.3 : 13 \approx 1 : 4$

答：混和物中硫酸亚铁与绿矾的质量比约为1比4。

【例6】 两块质量相同的铂片表面各覆盖一层铁，两者质量相差1.005克。将它们分别放入两个烧杯中，往其中一个烧杯注入足量的 MSO_4 溶液，往另一个烧杯注入 $M'SO_4$ 溶液。反应一段时间，分别取出全部不溶物（Pt、Fe、M和Pt、Fe、M'），洗净并干燥后称量，发现质量相同。然后，将两份不溶物交换位置投入两烧杯的溶液中，反应停止后，再分别取出全部不溶物，洗净并干燥后称量，两者质量相差3.605克。但如果将第一次在硫酸盐溶液处理并洗净后的不溶物分别在惰性气体中灼烧，冷却后称量，则相差1.685克。通过计算，试推断两烧杯中各是哪种金属的硫酸盐溶液。原铂片上覆盖了多少克铁？

【解】 设一铂片上覆盖了 x 克铁，另一铂片上覆盖了 $(x-1.005)$ 克铁；M和M'的原子量分别为 y 和 z ，且M比M'活泼。



$$\frac{56}{x} = \frac{y}{w}$$



$$\frac{56}{x-1.005} = \frac{z}{w}$$

依题意, x 克铁置换出 M 的质量与 $(x-1.005)$ 克铁置换出 M' 的质量相等。

$$\therefore \frac{xy}{56} = \frac{(x-1.005)z}{56} \dots\dots\dots ①$$

反应后, 只有 M 能置换 M' (设得到 w' 克 M'), 而 M' 不能置换 M 。



$$\frac{\frac{y}{xy}}{56} = \frac{\frac{z}{w'}}{w'}$$

$$w' = \frac{xyz}{56y} = \frac{xz}{56}$$

$$\text{依题意, } \frac{xz}{56} - \frac{xy}{56} = 3.605 \dots\dots\dots ②$$

因为在灼烧时有一种金属 (M 或 M') 挥发, 所以

$$\frac{xy}{56} - \frac{(x-1.005)z}{56} = 1.685 \dots\dots\dots ③$$

解①②③联立方程组, 求得

$$x=1.475 \text{ (克)} \quad y=64 \text{ (克)} \quad z=201 \text{ (克)}$$

$$1.475-1.005=0.470 \text{ (克)}$$

答: 两烧杯中分别是硫酸铜溶液和硫酸汞溶液; 原铂片上分别覆盖了 1.475 克和 0.470 克铁。

【例7】 为什么硫代硫酸钠溶液可作为定影液, 用以