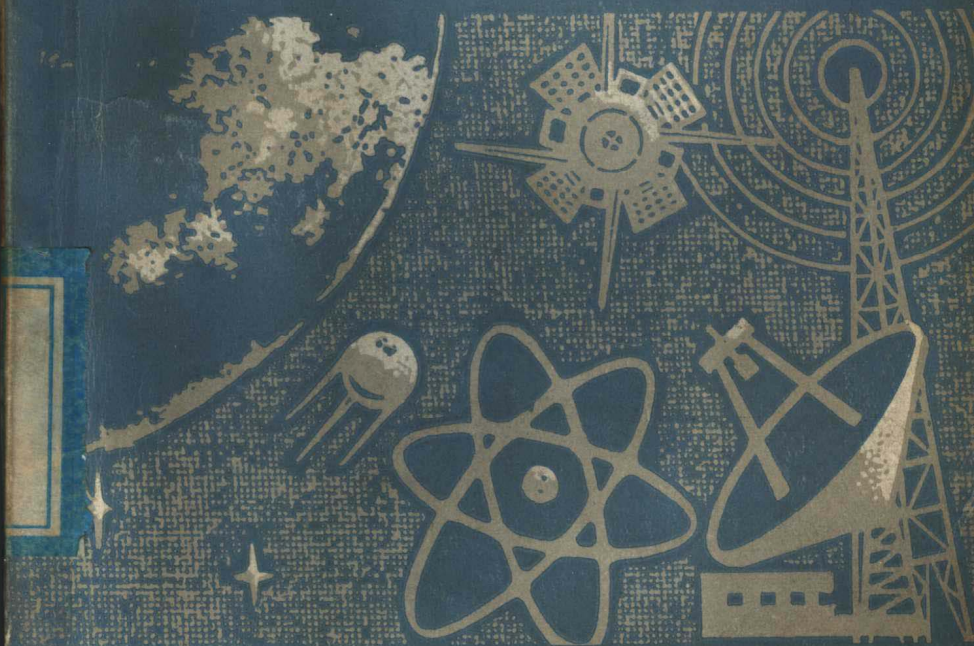


化学基础知识与题解

华瑞先 编著

(四)



化学基础知识与题解

(四)

华瑞先 编著

*

安徽人民出版社出版

安徽省新华书店发行

安徽新华印刷厂印刷

*

开本 787×1092 1/32 印张 7.375 字数 159,000

1979年3月第1版 1979年3月第1次印刷

印数 1—200,000

统一书号 13102·37 定价 0.59元

出版说明

为帮助中学生和知识青年自学化学，兹由华瑞先（合肥二中化学教师孙玉华、费瑞卿、曹占先）编写了《化学基础知识与题解》一书。书中对化学基本概念作了通俗说明，对重点和较疑难问题作了简要阐述，对有关化学实验和数据分别画了图表，每章后面还选作了较多的习题解答（包括历年来部分高考化学试题解答），目的是便于读者自学，帮助读者更好地掌握化学基础知识和化学计算的基本技能。

作者在编写过程中，参考了上海师大、上海化工学院、南京大学、武汉大学化学系等十多个单位编写的有关化学书籍，并注意结合中学化学教学过程中的实际体会。但由于化学学科在飞速发展，教材内容在不断更新和深化，因而本书所介绍的化学基础知识，在内容上还不能适应形势发展的需要，缺点、错误在所难免，欢迎广大读者批评指正。

本书共十四章，篇幅较多，为便于装订，及时供应读者，现分四册出版，特此说明。

目 录

第十二章 铁、铝、铜	609
第一节 钢 铁	609
第二节 铝	631
第三节 铜	644
习题解答(十二)	652
第十三章 烃	679
第一节 甲烷 烷烃	679
第二节 有机物结构的特点	685
第三节 乙烯 烯烃	689
第四节 乙炔 炔烃	695
第五节 苯 芳香烃	699
第六节 石油和煤	707
习题解答(十三)	711
第十四章 烃的衍生物	724
第一节 卤代物	724
第二节 乙 醇	728
第三节 酚	737
第四节 重要的醛和酮	741
第五节 乙酸 羧酸	749
第六节 酯 油脂	754

第七节 苯胺 胺类	759
习题解答(十四)	762
总复习题解答	793
化学实验基本操作	825
附录	835
国际原子量表	835
氢氧化钠溶液的比重和质量百分比	
浓度对照表(15°C)	836
盐酸的比重和质量百分比浓度	
对照表(15°C)	837
硫酸的比重和质量百分比浓度	
对照表(15°C)	838
硝酸的比重和质量百分比浓度	
对照表(15°C)	839
硫酸的比重和质量百分比浓度	
对照表(20°C)	840
盐酸的比重和质量百分比浓度	
对照表(20°C)	840
氢氧化钾的比重和质量百分比	

第十二章 铁、铝、铜

第一节 钢 铁

铁和由生铁炼成的钢，是应用最广的金属。据统计，铁和铁的合金在人类应用的各种金属的总重量里约占90%，铁的生产量约为所有其他金属总产量的20倍。

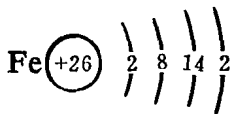
一、铁的性质

1. 铁的物理性质

纯净的铁是一种具有银白色光泽的、坚韧的金属，比重7.86，熔点 1535°C ，能被磁铁吸引。铁受到电流作用时，本身就会变成磁铁，而当电流作用去掉以后，又会立即失去磁性。工业上常利用它的这一性质，用纯净的铁来做电磁铁。

2. 铁的原子结构和化学性质

铁的元素符号 Fe，原子量 55.85，原子序数 26，这就是说，铁的原子核所带的电荷是 +26，核外有 26 个电子高速绕核运转。铁的原子结构可以用示意简图表示如下：

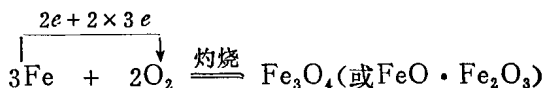


铁原子核外电子在各电子层上的分布是 2, 8, 14, 2 ($1s^2$)

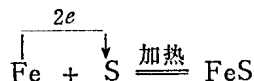
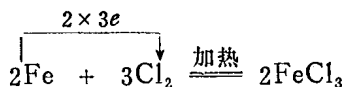
$2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$) 铁原子的最外电子层上只有 2 个电子, 这两个电子很容易失去, 所以铁的化学性质很活泼, 在一定条件下, 能跟多种非金属、水、酸和盐等起反应。在一般氧化剂的作用下, 铁原子失去最外层上的 2 个电子, 成为亚铁离子 (Fe^{++}) 和强氧化剂反应还会失去次外层上的一个电子, 成为铁离子 (Fe^{+++})。因此, 通常在铁的化合物里铁有 +3 价和 +2 价两种。根据铁的原子结构我们来讨论铁的化学性质。

(1) 铁跟氧气、其他非金属的反应。

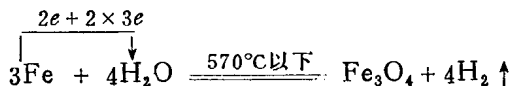
常温时铁在干燥的空气中很难被氧化, 几乎不跟氧、硫、氯等非金属起作用。但在潮湿的空气里或在氧气里灼烧, 铁的表面就会生成一种暗褐色的四氧化三铁

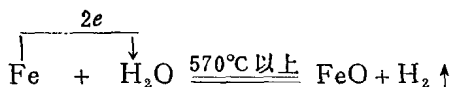


在加热时, 铁也能跟非金属硫、氯等化合

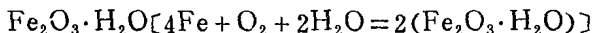


(2) 铁跟水的反应。红热的铁能跟水蒸汽反应, 置换出氢气, 并生成四氧化三铁。

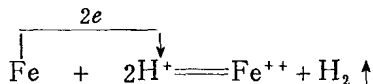




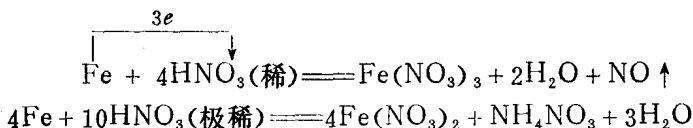
铁在潮湿的空气里会发生锈蚀，生成铁锈，铁锈是铁的含水氧化物，它的成分接近于



(3) 铁跟酸或盐的反应，在常温下跟酸类（盐酸和稀硫酸）起反应，置换出氢气。

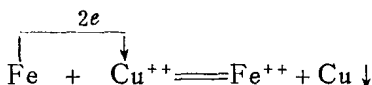


由于稀硝酸具有氧化性，铁跟稀硝酸作用生成三价铁盐，并有一氧化氮气体放出或铵盐生成



但在常温下铁跟浓 H_2SO_4 和浓 HNO_3 几乎不起反应，因为铁遇到这些酸，表面上生成一层很致密的保护膜（钝化），从而阻碍了反应的继续进行。

铁也能跟比它活动性较弱的金属盐溶液起反应，并把这种金属置换出来



从上面铁跟非金属、水、酸和盐的反应里可以看出：

(i) 上述各个反应都是属于氧化—还原反应。铁原子在这些反应里总是失去电子，所以铁被氧化，铁是还原剂。

(ii) 铁跟强的氧化剂（例如氯气、氧气等）反应，铁原子

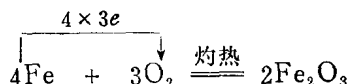
不但失去了最外层上的 2 个电子，而且又失去了次外层上的 1 个电子，因而变成了铁离子 (Fe^{+++})，生成了 + 3 价铁的化合物；跟较弱的氧化剂（例如硫、稀酸和盐溶液）反应，铁原子失去最外层上的 2 个电子变成了亚铁离子 (Fe^{++})，生成 + 2 价铁的化合物。

二、铁的重要化合物的制法、性质和用途

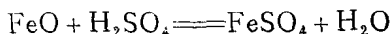
1. 铁的氧化物

铁有三种氧化物，即氧化亚铁 (FeO)、氧化铁 (Fe_2O_3) 和四氧化三铁 (Fe_3O_4)。

铁在空气里灼热或在氧气里燃烧时，都有黑色的氧化亚铁伴同红色的氧化铁生成



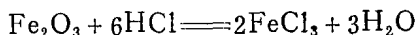
氧化亚铁是不溶于水，易溶于酸的物质：



氧化亚铁易被氧化成氧化铁



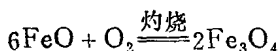
氧化铁是不溶于水的，能缓慢溶于硫酸或硝酸，易溶于盐酸生成相应的盐



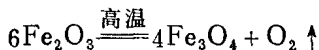
新制得的 $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ （水合氧化铁）是两性的，碱性比

酸性强。

如果在高温下灼烧 FeO 就变成 Fe_3O_4 。



将 Fe_2O_3 灼烧到 1300°C 以上时, Fe_2O_3 就转变成 Fe_3O_4 , 并放出部分氧气



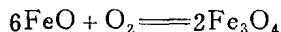
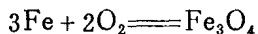
从上述的几个反应来看, 可以清楚地说明铁在高温下燃烧时总是生成 Fe_3O_4 , 而不是生成 FeO 或 Fe_2O_3 的原因。

用氢气在 400°C 时还原 Fe_2O_3 , 能得到极细的铁粉和 Fe_3O_4



由于 Fe_2O_3 在氢气流中还原时有这个性质, 因此可以清楚地说明, 为什么在高温时用铁粉分解水时, 总是得到 Fe_3O_4 , 而得不到 FeO 或 Fe_2O_3 的原因。

Fe_3O_4 可由铁或 FeO 在空气或氧气中加热而制得



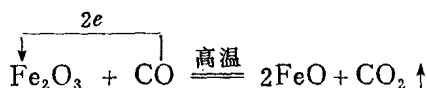
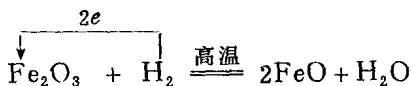
暗褐色的 Fe_3O_4 可以看做是 FeO 和 Fe_2O_3 结合生成的。但由于 FeO 是碱性氧化物, 而 Fe_2O_3 在一定条件下, 具有一定程度的弱酸性, 因此 Fe_3O_4 实质上是一种亚铁酸亚铁 $[\text{Fe}(\text{FeO}_2)_2]$

天然的 Fe_3O_4 是一种蓝黑色晶体, 也是一种最稳定的氧化物。它具有磁性, 不溶于水也不溶于硝酸, 能溶于盐酸,

是电的良好导体。

Fe_2O_3 和 Fe_3O_4 都是天然铁矿石的主要成分，是炼铁的主要原料。

Fe_2O_3 在高温下和氢气或一氧化碳反应，会生成 FeO

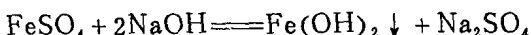


总之， Fe_2O_3 和 FeO 都是碱性氧化物；跟它们相对应的碱是氢氧化铁和氢氧化亚铁。

2. 铁的氢氧化物

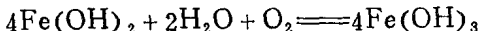
用亚铁盐或铁盐溶液和碱溶液反应可以制得氢氧化亚铁 $[\text{Fe}(\text{OH})_2]$ 和氢氧化铁 $[\text{Fe}(\text{OH})_3]$ 两种新碱。

例如，亚铁盐溶液跟碱溶液起反应，就生成氢氧化亚铁沉淀。

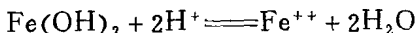


用简化离子方程式表示： $\text{Fe}^{++} + 2\text{OH}^- = \text{Fe}(\text{OH})_2 \downarrow$

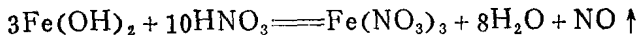
氢氧化亚铁是絮状的白色沉淀，在空气里很快被氧化，先变成淡蓝色，再变成淡绿色，最后变成红褐色的氢氧化铁。



$\text{Fe}(\text{OH})_2$ 极易溶解于酸：

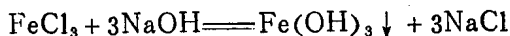


如果跟硝酸作用，生成的是 +3 价的铁盐：



铁盐溶液跟碱溶液起反应，就生成氢氧化铁的絮状红褐

色沉淀

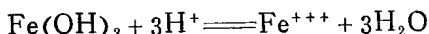


用简化离子方程式表示: $\text{Fe}^{+++} + 3\text{OH}^- \longrightarrow \text{Fe(OH)}_3 \downarrow$

氢氧化铁受热会失水而生成红色氧化铁粉末:



Fe(OH)_3 极易溶解于酸



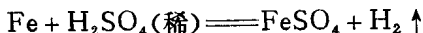
氢氧化铁和氢氧化亚铁都是不溶于水的碱。

3. 铁的盐类

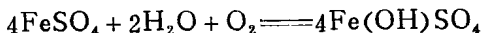
铁由于它的化合价不同,一般能形成两种盐:铁盐和亚铁盐。比较重要的有硫酸亚铁和氯化铁。

(1) 硫酸亚铁(FeSO_4): 通常所见的绿矾,就是含有7个结晶水的硫酸亚铁晶体($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)呈浅绿色,很易溶解于水,在空气里,绿矾易失去结晶水,同时氧化成黄褐色的硫酸铁 $[\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3]$ 。

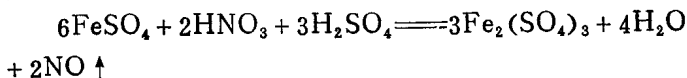
硫酸亚铁可用铁屑和稀硫酸反应制得



在空气中 FeSO_4 很容易氧化成黄棕色的碱式硫酸铁



在 H_2SO_4 溶液中,加入 HNO_3 作氧化剂,可把 FeSO_4 氧化成黄褐色的 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$



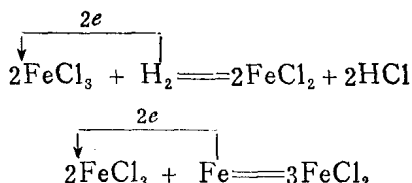
绿矾可用来杀灭农作物害虫,作杀菌剂、木材防腐剂,在工业上,用来制造某些颜料,墨水以及在织物染色时用作

媒染剂等。

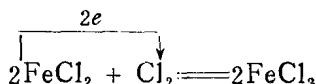
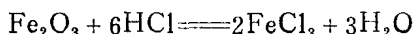
(2) 氯化铁(FeCl_3):

氯气从热铁上通过就生成棕黑色的固体, 无水 FeCl_3 , 常见的是含有 6 个结晶水的深黄色晶体($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), 容易潮解。

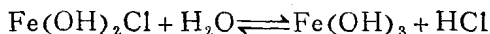
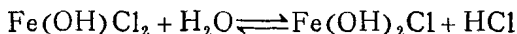
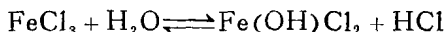
FeCl_3 溶液遇某些还原剂(如 H_2 、 Fe 等)能被还原生成氯化亚铁



氯化铁可用氧化铁跟盐酸反应或由氯化亚铁跟氯气反应而制得



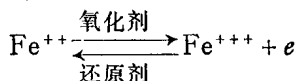
FeCl_3 易溶于水。在水溶液中容易水解, 生成碱式氯化铁和氢氧化铁, 而使溶液带棕色



Fe^{+++} 离子本身几乎没有颜色, 但是 +3 价的铁盐溶液常带有棕黄色, 这是由于水解生成碱式盐或氢氧化铁的缘故。

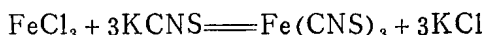
FeCl_3 在医药上用作伤口止血剂, 在染料工业上用作氧化剂。

从氯化铁的性质和制法中我们看到，在某些还原剂的作用下可以变成氯化亚铁，氯化亚铁在某些氧化剂的作用下又可变成氯化铁。这一事实说明 +2 价铁和 +3 价铁在一定条件下是可以相互转化的



4. 铁盐的检验

我们可以利用无色的硫氰化钾(KCNS)的溶液来检验可溶性铁盐(也就是检验 Fe^{+++} 离子)。在铁盐溶液里滴入几滴硫氰化钾溶液，铁盐溶液立刻变成深红色，这是由于生成了深红色的硫氰化铁 $[\text{Fe}(\text{CNS})_3]$ 的缘故。这个反应的方程式如下：

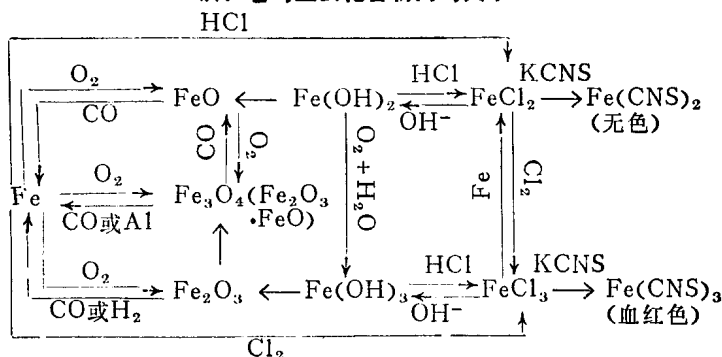


简化离子方程式是： $\text{Fe}^{+++} + 3\text{CNS}^- = \text{Fe}(\text{CNS})_3$

亚铁盐溶液遇硫氰化钾溶液不显红色，仍然是无色的。

这种检验方法特灵，即使溶液中只有微量的 Fe^{+++} 离子也能检验出来。

铁和它的主要化合物间的关系



三、铁的合金

铁和其它金属或非金属组成的合金，最重要的有生铁、熟铁和钢。

1. 生铁 含碳量在1.7%以上的铁的合金叫做生铁。生铁里除含碳以外，还含有硅、锰及少量的硫和磷。生铁又分为炼钢生铁和铸造生铁(简称铸铁)两种。

(1) 炼钢生铁里的碳常以碳化铁(Fe_3C)的形式存在，它的断口常呈银白色，故又称白口铁。这种生铁质硬而脆，很难进行机械加工，只宜作炼钢的原料。

(3) 铸铁里的碳是以片状石墨而存在的，它的断口呈灰色，故又称灰口铁。这种生铁质较软，易加工，熔化后易于流动，能很好地充满砂模，宜于用来制造铸件。

将熔化的铸铁用镁和硅处理后，铸铁中的片状石墨会变成球状。这种铸铁叫做球墨铸铁。它的好些机械性能都比普通铸铁好，接近于钢，而制取比钢简单，成本低，所以在生产上常用它来代替某些钢材。

2. 熟铁 又叫锻铁，它含碳量很少，一般在0.03~0.04%左右，并几乎不含有其他杂质。熟铁富延展性，易弯曲，不易折断，可以锻接。

3. 钢 钢的含碳量一般在0.04~1.7%之间。质坚硬，有弹性和延展性，可以锻打、压延，也可以铸造。

钢的物理性质和机械性能会随着加热处理的温度和冷却方法的不同而有改变。在一定条件下对钢进行加热和冷却，从而改善钢的物理性质和机械性能的方法叫做钢的热处理。

钢的热处理方法常见的有：

(1) 淬火：把钢加热到 $760\sim 900^{\circ}\text{C}$ ，然后立刻投入冷水或油中，让它迅速冷却。这样处理的钢硬度就很大，但比较脆。

(2) 退火：把钢加热到 900°C 以上，然后让它慢慢冷却。经过这样处理的钢，硬度就较小，而韧性和延性增大。

(3) 回火：把淬火处理的钢加热到 $100\sim 650^{\circ}\text{C}$ ，然后让它冷却。经回火处理后，可以增加钢的韧性，降低钢的硬度。

按照化学成分又可将钢分为碳钢和合金钢两大类。

(1) 碳钢所含的碳、硅、锰比生铁少得多，几乎不含有硫和磷。含碳量越多的钢硬度越大，含碳量低的钢韧性较强。根据含碳量的多少可把钢分为：

a. 高碳钢：含碳量在 0.6% 以上，可以用来制造工具等。

b. 中碳钢：含碳量在 $0.4\sim 0.6$ 之间，可以用来制造机器零件、管子、钉子等。

c. 低碳钢：含碳量在 0.4% 以下，可用来制造机器零件、钉子等。

(2) 合金钢：在钢里增加硅、锰、钼、钨、钒、镍、铬等元素，使钢的机械性能、物理和化学性质发生变化，因而制造得各种具有特殊性能的钢，叫做合金钢，又称特种钢。例如：

钨钢、锰钢，硬度很大，用作金属加工工具，拖拉机履带和车轴等。

钼钢，抗高温，用来制造飞机的曲轴，特硬的工具。

锰硅钢，韧性特强，用来制造弹簧片、圈。

钨铬钢(高速钢)，硬度、韧性都很强，用来制造车刀。

镍铬钢(不锈钢)，不受酸的侵蚀、不易氧化，用来制造化工厂的耐酸塔、医疗器械、日常用具等。

四、生铁的冶炼

1. 炼铁的原料 铁矿石、焦炭、熔剂和空气。

(1) 炼铁用的铁矿石，主要有赤铁矿和磁铁矿等。要求含铁量越多越好，含硫、磷等杂质越少越好，因此，一般不直接用黄铁矿来炼铁。

(2) 焦炭，用作燃料和还原剂。

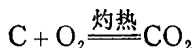
(3) 熔剂，最常用的熔剂是石灰石 (CaCO_3) 或白云石 ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$)。熔剂在受热的情况下能跟铁矿石中的脉石形成熔点较低的炉渣。

(4) 空气，是供给焦炭燃烧所需的氧气。

2. 炼铁的原理

从铁矿石里提炼生铁是一个氧化—还原过程。主要是用一氧化碳作为还原剂把铁从铁的氧化物里还原出来。对铁来说，是一个还原过程。

(1) 还原剂的生成：炼铁时，首先是焦炭在灼热情况下跟空气里的氧气起反应生成二氧化碳，二氧化碳再被灼热的焦炭还原成一氧化碳。



(2) 铁的还原：从矿石里还原出铁的反应是逐步进行的。首先是赤铁矿 (Fe_2O_3) 被 CO 还原成 Fe_3O_4

