

中等专业学校商贸系列教材

化 学

下册



中国物资出版社

中等专业学校商贸系列教材

化 学

下 册

中国物资出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

化学 (下) /王秉玲主编. -3 版. -北京: 中国物资出版社, 1999. 1

ISBN 7-5047-0124-6

I. 化… II. 王… III. 化学 IV. 06

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 40175 号

中等专业学校商贸系列教材

化 学

(下册)

*

中国物资出版社出版发行

全国新华书店经销

北京四季青印刷厂印刷

开本: 787×1092 1/32 印张: 8.375 字数: 179 千字

1990 年 1 月第 1 版

1999 年 1 月第 3 次印刷

印数: 20101—24100 册

书号: ISBN 7-5047-0123-8/O·0004

定价: 12.80 元

编写说明

本教材是在国内贸易部教育司的领导下,根据国家教委颁布的《中专化学教学大纲》和全国中等专业学校培养目标的要求组织编写的,是国内贸易部教育司推荐教材。供商业、物资、粮食、供销各中等专业学校使用。

本教材包括无机化学、有机化学和实验三部分,分上、下两册,共十四章。教材中安排了选学内容(标有*号),教师可根据不同教学要求,不同专业对象和学时数等具体情况灵活掌握,安排选学或由学生自学。

本教材由王秉铃(南京物资学校)、傅锦华(北京商业学校)任主编,由郑文伯(天津物资学校)、丁尔沛(山东省物资学校)任副主编。参加本书编写的还有:南京物资学校董宗湘同志编写第二、四章;广西壮族自治区物资学校腾绍军同志编写第三、十章;上海市物资学校张宏同志编写第五、七章;安徽省物资学校余卓恩同志编写第六章;河北省物资学校欧阳利华同志编写第八章、十四章;湖南省物资学校盛立彦同志编写第九章;黑龙江省物资学校朱永勤同志编写第十二、十三章。北京师范大学陶卫教授主审。

本教材在编写过程中,浙江省物资学校、山东省物资学校、福建省物资学校的老师对编写大纲提出了宝贵的意见,在此一并表示感谢。

在本教材重印前,由北京市物资贸易学校王可通高级讲师重新审定。

编 者

1999年 1月

目 录

第八章 碳族元素 胶体	(1)
第一节 碳族元素	(1)
第二节 胶体	(10)
第九章 电化学基础知识	(17)
第一节 原电池	(17)
第二节 电极电势	(23)
第三节 电解及其应用	(30)
第四节 金属的腐蚀与防腐	(42)
第五节 化学电源	(52)
第十章 碱土金属和铝	(66)
第一节 金属概论	(66)
第二节 碱土金属	(77)
第三节 铝	(88)
第十一章 过渡元素	(97)
第一节 过渡元素概述	(97)
第二节 络合物	(101)
第三节 铜和锌	(105)
第四节 钛铬锰	(110)
第五节 铁	(114)
* 第六节 铜系元素和钢系元素简述	(122)
第十二章 烃	(128)
第一节 有机物	(128)

第二节	烷烃	(132)
第三节	烯烃	(149)
第四节	炔烃	(159)
第五节	苯 芳香烃	(166)
* 第六节	石油和煤简介	(177)
第十三章	烃的衍生物	(188)
第一节	卤代烃	(188)
第二节	醇 醚 酚	(195)
第三节	醛和酮	(208)
第四节	羧酸 酯 油脂	(215)
第十四章	合成有机高分子化合物 及高分子合成材料	(233)
第一节	概述	(233)
第二节	有机高分子化合物的合成	(238)
第三节	高分子材料简介	(242)
实 验		(252)
实验一	原电池 金属的电化腐蚀	(252)
实验二	铝和氢氧化铝的化学性质 硬水的软化	(254)
实验三	铜和它的化合物的性质 Fe^{2+} 和 Fe^{3+} 离子的检验	(257)
实验四	甲烷的制取和性质	(259)
实验五	乙炔的制取和性质	(260)
实验六	银镜反应	(261)
	元素周期表	

第八章 碳族元素 胶体

第一节 碳族元素

一、碳族元素概述

碳族元素位于元素周期表第ⅣA族，包括碳、硅、锗、锡、铅五种元素。

碳族元素原子的价电子结构是 ns^2np^2 ，它们的最高化合价是+4，此外还有+2价。氧化物的通式为 RO_2 ，气态氢化物的通式是 RH_4 。碳族元素的一些重要性质见表8—1。

碳族元素随着电子层和核电荷数的增加，它们的一些重要物理性质和化学性质都发生规律性的变化。从上到下它们由非金属性向金属性递变的趋势比氮族元素更为明显。碳是明显的非金属；硅虽外貌象金属但在化学反应中更多地显非金属性，通常被认为是非金属；锗的金属性比非金属性强；锡和铅都是金属。

在自然界里，碳族元素以不同的形态存在。碳有游离态的碳，如金刚石、石墨、无定形碳等，也有化合态的碳，如各种碳酸盐及大量的有机化合物中的碳。地壳中碳的含量虽然不多，但它是地球上形成化合物种类最多的元素。硅在地壳中主要以含氧化合物矿石的形式存在。锗是不常见的元素，通常它与若干金属同时存在于硫化物矿内。锡和铅两种金属在自然界都以化合态存在。锡的主要矿石是锡石矿

表8-1 碳族元素的一些重要性质

元素名称	元素符号	原子序数	原子量	价电子层结构	主要化合价	原子半径 (10^{-10} 米)	单质			
							颜色状态	熔点 ($^{\circ}\text{C}$)	沸点 ($^{\circ}\text{C}$)	密度 (克/厘米 ³)
碳	C	6	12.01	$2\text{S}^22\text{P}^2$	+2, +4	0.77	无色或黑色固体	$\begin{smallmatrix} 3550 \\ 3652-97 \\ \text{(升华)} \end{smallmatrix}$	4827 4827	$\begin{smallmatrix} 3.51\text{①} \\ 2.25\text{②} \end{smallmatrix}$
硅	Si	14	28.09	$3\text{S}^23\text{P}^2$	+4	1.17	从无色到棕色固体	1410	2355	2.32—2.34
锗	Ge	32	72.59	$4\text{S}^24\text{P}^2$	+2, +4	1.22	灰白色固体	937.4	2830	5.35
锡	Sn	50	118.7	$5\text{S}^25\text{P}^2$	+2, +4	1.41	银白色固体	231.9	2260	7.28
铅	Pb	82	207.2	$6\text{S}^26\text{P}^2$	+2, +4	1.75	蓝白色固体	327.5	1740	11.34

①金刚石 ②石墨

(SnO_2)、铅的主要矿石是方铅矿 (PbS)。

二、硅及其重要化合物

1. 硅

自然界中没有游离的硅，主要以氧化物 (SiO_2) 和各种硅酸盐的形式存在于地壳中。它是构成矿物和岩石的主要元素。硅占地壳总质量的27%，仅次于氧。

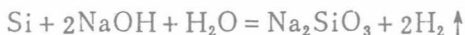
晶体硅的结构与金刚石结构相似，也是一种网状的原子晶体，因此，晶体硅硬度较大，熔点和沸点较高。硅的导电性能介于金属和绝缘体之间。硅是良好的半导体材料，可以用来制造半导体器件。锗和硅相似，也是重要的半导体材料。

硅是非金属元素，硅的许多化学性质和碳相似，它跟其它元素化合时形成共价键。

硅的化学性质不活泼。在常温下，除氟气、氢氟酸和强碱溶液外，其它物质如氧气、氯气、硫酸和硝酸等都不跟硅起反应。在加热条件下，硅能跟一些非金属起反应，例如，把硅研细后加热，它就燃烧生成二氧化硅，同时放出大量的热。



硅能跟强碱溶液作用生成硅酸盐，放出氢气。

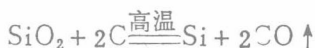


在一般情况下，硅跟氢气不能直接化合。硅的氢化物常用间接方法制得。

硅还能跟某些金属生成硅化物，所以，硅可用来制造合金。如炼钢时常用硅铁合金做脱氧剂来除氧，含硅4%的钢有导磁性，可用来制造变压器的铁芯，含硅15%左右的钢有

耐酸性，可用来制造耐酸设备。

工业上，硅是在电炉里用碳还原二氧化硅而制得的。



这样制得的硅是含少量杂质的粗硅。粗硅提纯后，可制得作为半导体材料的高纯硅。

2. 二氧化硅

二氧化硅是一种坚硬难熔的固体，它和其它矿物构成了多种岩石，广泛地分布在自然界里。天然的二氧化硅分为晶体和无定形两大类。石英的主要成分就是二氧化硅晶体。无色透明的石英是最纯的二氧化硅，叫做水晶。普通的砂是不纯的石英细粒。硅藻土含无定形二氧化硅，它的表面积很大，吸附能力较强，可作吸附剂和催化剂的载体以及保温材料等。

二氧化硅晶体是由硅原子和氧原子按 1 : 2 的比率所组成的立体网状的原子晶体。二氧化硅的熔点很高，硬度也很大，化学性质十分稳定。

二氧化硅是酸性氧化物，不溶于水，不能跟水起反应生成酸。不和酸（氢氟酸除外）起反应。二氧化硅能和氢氟酸作用，生成四氟化硅气体。



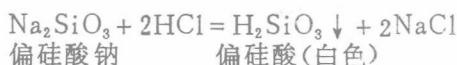
在较高的温度下， SiO_2 能和碱性氧化物或强碱共融生成盐。



二氧化硅的用途很广。自然界里比较稀少的水晶可用于制造电子工业的重要部件、光学仪器和工艺品。二氧化硅是制造光导纤维的重要原料。一般较纯净的石英可用来制造石英玻璃。石英玻璃的膨胀系数很小，相当于普通玻璃的1/18，能经受温度的剧变，耐酸性能好（除HF外）。因此，石英玻璃常用来制造耐高温的化学仪器。

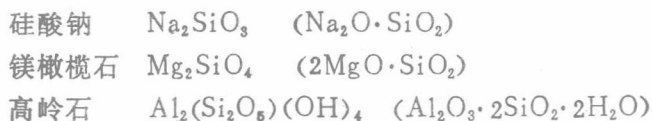
3. 硅酸、硅酸盐

硅酸有多种，如偏硅酸 H_2SiO_3 、正硅酸 H_4SiO_4 和焦硅酸 $\text{H}_6\text{Si}_2\text{O}_7$ 等。其中主要的是偏硅酸。硅酸不能用 SiO_2 与水直接作用制得，只能用相应的可溶性硅酸盐与酸作用生成。



偏硅酸在水中溶解度很小，生成的偏硅酸并不立即沉淀，当偏硅酸浓度大时，则呈凝胶状沉淀或冻胶。从偏硅酸中除去大部分水，可得到白色稍透明的固体，工业上称为硅胶。

各种硅酸相对应的盐，统称硅酸盐。例如，硅酸钠 (Na_2SiO_3)、镁橄榄石 (Mg_2SiO_4) 等都是硅酸盐。硅酸盐种类很多，结构也很复杂，它是构成地壳岩石的最主要成分。我们可以用二氧化硅和金属氧化物的形式表示硅酸盐的组成。例如：



许多硅酸盐都是难溶于水的。可溶性硅酸盐中，最常见的是 Na_2SiO_3 ，它的浓溶液又叫水玻璃，俗名泡花碱。水玻

璃是无色粘调的液体，是一种矿物胶，它既不能燃烧也不受腐蚀，在建筑工业上可用作粘合剂、耐酸水泥掺料等。木材、织物浸过水玻璃后，具有防腐蚀性能，且不得着火。水玻璃还可用作耐火材料。

粘土的成分也是硅酸盐。花岗岩里的正长石($KAlSi_3O_8$)在二氧化碳和水的作用下，分解而生成粘土等物质。粘土的种类很多，成分也很复杂（主要是高岭石），它是土壤里矿物质的主要部分。常见的有高岭土（又叫瓷土，主要由高岭石的微细晶体组成，因盛产于我国江西景德镇的高岭而得名）和一般粘土。前者含杂质较少，后者含杂质较多。

*三、硅酸盐工业简介

以含硅物质为原料，经过加热制成硅酸盐产品的工业，如制造耐火材料、玻璃、陶瓷、水泥等产品的工业，叫做硅酸盐工业。它在国民经济中占有重要的地位。

1. 耐火材料

耐火材料是指在高温下(1580°C 以上)不会改变它的机械性质（强度、硬度等）的材料，并在高温下能耐各种气体、熔融炉渣、熔融金属等物质的作用，而具有一定强度的材料。

典型的耐火材料的耐火度见表 8—2。

表8—2

典型耐火材料的耐火度

	耐 火 度	主 要 组 成
硅 砖	$1710-1750^{\circ}\text{C}$	含 SiO_2 在93%以上的酸性耐火材料
粘土砖	$1670-1750^{\circ}\text{C}$	含 Al_2O_3 在30%以上的中性耐火材料
镁 砖	2000°C 以上	含 MgO 在85%以上的碱性耐火材料

耐火材料的生产是把原料粉碎、过筛、配料，用少量水调匀，压制成型，干燥后，入窑中煅烧而成。煅烧温度随材料种类不同而不同，一般低于耐火材料的耐火度。

耐火材料是现代工业上的重要材料。例如冶金工业中的高炉、平炉、电炉、热风炉，化学工业中的炼焦炉、煤气炉、陶瓷窑、石灰窑和日常生活中的暖气锅炉等，都必须使用耐火材料。

2. 陶瓷

陶瓷种类甚多，如砖、瓦、盆、碗、瓷管、耐酸瓷、电瓷等，广泛用于建筑工程、日常生活、化学工业和电气工业中。

陶瓷主要原料是粘土。把粘土、长石和石英研成细粉，按一定比例配合，加水调成泥状或浆状，压制成型、阴干、煅烧后，变成非常坚硬的物质，就是我们常用的瓦、盆、罐等陶器制品。陶器是一种多孔的物质，容易渗水。常在陶器的表面上，涂上一层釉（通常用长石、石英、石灰石、硼砂、氧化锌等作成的浆状物）。如用纯粘土（高岭土）、长石、石英塑成型，干燥后，在高温（ 1200°C ）下煅烧成素瓷。素瓷经过上釉，再加热到 1400°C 左右即得瓷器。陶瓷的主要化学成分是 $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ 。

陶瓷是我国古代劳动人民首先创造的，远在唐代，已很发达。畅销国外，深受欢迎。我国瓷器以江西景德镇和湖南醴陵的产品最著名。

3. 玻璃

制造普通玻璃的主要原料是纯碱（ Na_2CO_3 ）、石灰石（ CaCO_3 ）和石英（ SiO_2 ），有些特种玻璃原料中还包含氧

化铅 (PbO) 和硼砂 ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$)。生产玻璃时,把原料粉碎,按适当比例混和以后,放入玻璃熔炉里,加强热。原料熔融后发生了比较复杂的物理、化学变化,其中主要的反应是二氧化硅跟碳酸钠和碳酸钙起反应生成硅酸盐和二氧化碳:



在原料里石英的用量是较多的。所以,普通玻璃是 Na_2SiO_3 、 CaSiO_3 和 SiO_2 熔化在一起所得到的物质。这种物质不是晶体,称作玻璃态物质,它没有一定的熔点,而是在某一温度范围内逐渐软化。在软化状态时,玻璃可以制成任何形状的制品。

玻璃的种类很多,除上述普通玻璃外,还有硼酸盐玻璃,它是耐热仪器玻璃,膨胀系数小,能够耐骤冷、骤热,化学稳定性好,能耐酸、碱的腐蚀,可用于制造化学仪器。铅玻璃折光率强,常用于制作光学仪器等。制造有色玻璃,一般是在原料里加入某些金属氧化物,使金属氧化物均匀地分散到玻璃态的物质里,使玻璃呈现出特征颜色。例如,加氧化钴 (Co_2O_3) 呈蓝色;加氧化亚铜 (Cu_2O) 呈红色,等等。

把普通玻璃放入电炉里加热至接近软化点,然后急速冷却,得到钢化玻璃。钢化玻璃的机械强度比普通玻璃大 4 ~ 6 倍,不易破碎。破碎时碎块没有尖锐的棱角,不易伤人,可用来制造汽车或火车的车窗等。

玻璃还可以制成纤维。它具有较高的强度,可作隔音、隔

热、电气绝缘材料，也可制造玻璃纤维增强塑料等等。

4. 水泥

水泥种类很多，如硅酸盐水泥、铝酸盐水泥、硫酸盐水泥、磷酸盐水泥等。其中以硅酸盐水泥应用最广。

硅酸盐水泥的主要原料是粘土和石灰石。其制法是：把粘土、石灰石以及辅助原料按适当比例混合，磨细成生料；将生料入窑在高温（1400—1500℃）下煅烧至部分熔融状态，即成为熟料；熟料冷却后，加入适量石膏（调节水泥硬化速度）磨成细粉，即制成硅酸盐水泥。原料在煅烧过程中发生了复杂的物理、化学变化。这种水泥的主要成分有：

硅酸三钙 $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$

硅酸二钙 $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$

铝酸三钙 $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$

其中硅酸三钙和硅酸二钙的含量占了大部分，因此称做硅酸盐水泥。

水泥与水调成浆状后，不仅能在空气中硬化，而且能在水中硬化，还能将砂、石等松散材料胶结在一块，成为坚硬的“人造石”。这是水泥的一种优良特性。因此，它是建筑上不可缺少的材料。

使用水泥时，常将其和砂子用水调和成浆，叫做水泥砂浆。建筑工程上用水泥砂浆作粘合材料，将砖、石等粘结起来。把水泥、砂子、碎石等按一定比例配合，用水调和，硬化后叫做混凝土。混凝土耐压不耐拉，限制了它的使用范围。钢材可以承受很大的拉力，而且热膨胀系数几乎跟混凝土一样。混凝土以钢筋作骨干，叫做钢筋混凝土。它非常坚固，广泛用于厂房、桥梁等大型建筑工程。

习 题

1. 说明碳、硅的化合物为什么大多数以共价键相结合。
2. 怎样用石英和其他物质制取偏硅酸？写出相应的化学方程式。
3. 什么叫做水玻璃？它有什么用途？
4. 水泥砂浆、混凝土和钢筋混凝土有什么区别？各有什么用途？

第二节 胶 体

一、分散系

如果一种物质被分散成细小的粒子，散布在另一种物质中，则所组成的整个体系叫做分散系。我们在初中化学里已经学过的溶液、悬浊液和乳浊液都属于分散系。在分散系中，被分散的物质叫做分散质，在它周围的介质叫做分散剂。例如：在氯化钠溶液这个分散系中，氯化钠（溶质）是分散质，水（溶剂）是分散剂。将粘土分散到水中，粘土和水形成的悬浊液也是一个分散系，其中粘土是分散质，水是分散剂。

下面将要介绍另一种分散系。

二、胶体

胶体也是一种分散系，在这种分散系里，分散质微粒直径的大小介于溶液中溶质的分子或离子的直径（一般小于 10^{-9} 米）和悬浊液或乳浊液中分散质微粒的直径（一般大于 10^{-7} 米）之间。一般地说，分散质微粒的直径大小在 10^{-9} —

10^{-7} 米之间的分散系叫做胶体。

有些物质在一定条件下可形成胶体。例如，硅酸在水里形成的透明冻胶，某些金属氧化物分散到玻璃态物质里形成有色玻璃等。

从胶体中分散物质的颗粒大小来看，制取胶体的途径有两个，即把较粗的颗粒（如构成悬浊液的颗粒）弄细；或从分子聚集成胶体微粒来制成。具体方法如下：

分散法：即把粗大的粒子粉碎为较小的粒子。通常是用胶体磨把要分散的物质同分散剂一起反复地研磨，直到所要求的分散程度。如工业上常采用胶体磨来制备胶体石墨等。

凝聚法：即使分子聚集成较大的粒子。一般利用能在某种介质中形成不溶物质的化学反应来实现。如凡能生成不溶物质的水解、复分解反应等都可以通过调节反应时的条件（如浓度、温度等），使生成的分子聚集成较大的粒子而制得胶体。例如：

水解反应 FeCl_3 （稀溶液）



复分解反应 KI （稀溶液） + AgNO_3 （稀溶液）



胶体的种类很多，按照分散剂的不同，可分为液溶胶、气溶胶和固溶胶。分散剂是液体的，叫做液溶胶（也叫溶液），例如，上面提到的 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 和 AgI 胶体。分散剂是气体的，叫做气溶胶，例如，雾、云、烟等。分散剂是固体的，叫做固溶胶，例如，烟水晶、有色玻璃等。