

贵州省中学试用课本

化 学

高中第三册

目 录

第七章 硅和硅酸盐工业	1
第一节 硅、二氧化硅.....	1
第二节 硅酸盐工业.....	4
〔阅读材料〕 耐火材料.....	10
第八章 脂肪烃	12
第一节 有机化合物.....	12
第二节 甲烷.....	13
第三节 烷烃.....	18
第四节 乙烯 烯烃.....	24
第五节 乙炔 炔烃.....	30
第九章 石油和煤	36
第一节 石油.....	36
第二节 煤.....	43
第三节 苯.....	48
第四节 苯的同系物.....	54
第五节 石油的催化重整和苯的合成.....	56
学生实验	59
实验一 甲烷的制取和性质.....	59
实验二 乙烯、乙炔的制取和性质.....	60
实验三 苯和甲苯的性质.....	62
附表 国际原子量表	64

第七章 硅和硅酸盐工业

第一节 硅、二氧化硅

一、硅

元素符号 Si 原子量 28.086

自然界里硅的分布很广，仅次于氧，约占地壳总重量的27.6%。自然界里只有化合态的硅存在，它是构成粘土、砂子及岩石的重要元素之一。

硅是非金属元素，位于元素周期表的第四主族(IVA)，原子核外有三个能级，最外能级上有四个电子。在化学反应里，它既不容易失去电子，又不容易夺取电子，常常是与其他元素的原子形成4个共价键。

1. 硅的性质

硅的单质有结晶形和无定形两种。结晶硅是灰黑色并具有金属的光泽，硬而脆，熔点为1420°C，它是一种重要的半导体材料。无定形硅是一种褐色粉末。

常温下，硅的化学性质不够活动，在高温下，硅具有较大的化学活动性，大多数物质都可与熔融状态的硅起反应。如硅与碳直接化合，生成一种稳定化合物，叫做碳化硅。



碳化硅又叫做金刚砂，因硬度接近于金刚石，所以用来制造打磨金属的砂轮等。

2. 硅的用途

利用硅能制很多种合金。含硅 4% 的钢叫做硅钢，可以用来制造变压器的铁芯，含硅 15% 以上的钢叫做高硅钢，可作耐酸容器。硅的合金也用于钢铁的冶炼(硅铁可作炼钢的脱氧剂)，在生产球墨铸铁时，硅铁用作球墨剂。

高纯度的单晶硅是较好的半导体材料，可用来做各种整流元件，二极管、三极管、光电池等。用半导体做的晶体管比电子管具有体积小、耗电少、寿命长、可靠性大的优点，因而得到日益广泛的应用，特别是在尖端科学技术中，如电子计算机、火箭、导弹、人造卫星、宇宙飞船等方面已成了必不可少的器件。

3. 硅的制取

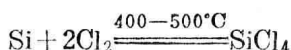
工业上制取硅，是将纯净的二氧化硅(石英石)与适量的木炭混和放在电炉内加热还原而得。



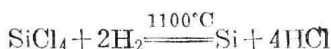
自然界里的石英石虽是较纯的二氧化硅，但制得的粗硅只含硅 96—98%，其余都是杂质。粗硅不能直接用来作半导体器材，必须经过一系列物理化学方法来提纯，得到多晶硅。再将多晶硅拉制成单晶硅，才是优良的半导体材料。

目前，由粗硅制取多晶硅的方法有好几种，这里简单介绍四氯化硅氢还原法。

将粗硅与氯气反应得到四氯化硅:



四氯化硅与杂质铁、铝、钛、硼、磷等混在一起, 由于四氯化硅比杂质易挥发(即沸点低), 采用精馏方法提纯净化, 可制得高纯度的四氯化硅。然后, 进一步用纯氢还原四氯化硅, 制得多晶硅。



将多晶硅提制成单晶硅, 它的主要设备是单晶炉。

我国工人阶级遵照毛主席关于“打破洋框框, 走自己工业发展道路”的伟大教导, 狠批了刘少奇一类骗子的反革命修正主义路线, 大搞群众运动, 自己设计和试制成功各种类型的单晶炉, 制得了质量优良的单晶硅, 为我国发展电子工业创造了条件。

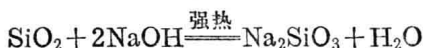
二、二氧化硅

二氧化硅(SiO_2)也叫做硅石, 它是一种坚硬而极难熔的固体。硅石构成了多种矿物和岩石, 广泛地分布在自然界里。砂子主要成分就是二氧化硅。较纯净的二氧化硅叫做石英, 最纯净的无色透明晶体叫做水晶, 有些水晶由于混有少量的杂质而带有不同的颜色, 例如紫水晶、烟水晶等等。另外自然界里分布最广的花岗岩、片麻岩等岩石, 也是由石英石和其他矿物组成的。

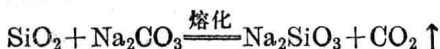
纯净的二氧化硅的晶体, 熔点为 1713°C , 不溶于水, 硬度

大,是制造石英玻璃的最好原料。

二氧化硅是酸性氧化物,它所对应的酸是硅酸(H_2SiO_3)。二氧化硅在高温下,能与钾、钠、钙、铝、铁等金属的碱性氧化物或碱起反应,生成各种硅酸盐。例如:



硅石是不挥发的,这是它的特性。因此,它跟某些盐类一同煅烧时,能把挥发性的酸性氧化物从对应的盐里代换出来。例如纯碱跟硅石混和煅烧,就起下列反应。



把石英加热熔化,然后让它冷却,它就会变成玻璃状的透明物质。这种物质叫做石英玻璃。石英玻璃有能通过紫外线和膨胀系数较小的特性,因此,可作能透紫外线的水银灯和能耐温度急剧变化的化学仪器等。

习 题

1. 硅有哪些用途? 简述制取多晶硅的化学反应原理。
2. 二氧化硅有哪些化学性质? 它有哪些用途?
3. 金刚砂含硅 70%、含碳 30%, 确定它的分子式。

第二节 硅酸盐工业

用天然硅的化合物作为原料,生产各种硅酸盐产品的工业叫做硅酸盐工业。硅酸盐工业的主要产品有水泥、玻璃、

陶瓷、搪瓷、耐火材料、砖瓦等。硅酸盐工业在工农业生产和国防建设方面具有很重要的地位。它的材料和制品除用于人民日常生活外,还是发展冶金、电力、机械、建筑等工业和国防工业以及尖端技术所必需的材料。

一、砖瓦 陶瓷

我国砖瓦、陶瓷具有悠久的历史,它是我国劳动人民的伟大发明,也是我国重要的出口物品。但是解放前,在国民党反动派的统治下,我国陶瓷工业遭到了严重的摧残,处于奄奄一息的衰落状况。解放后,在毛主席革命路线的指引下,陶瓷工业得到了新的发展,新工艺、新产品不断涌现,为我国电子工业、国防工业提供了新的材料。

1. 砖瓦

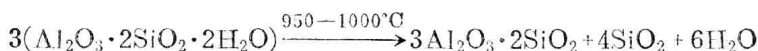
把砂(30%)、粘土(70%)和水混和,压制成砖坯,置于通风处阴干,然后堆放在窑中,煅烧数天,经冷却即得砖。在煅烧时,如果空气充足,燃料完全燃烧,砖因含有三氧化二铁而显红褐色,叫做红砖。若烧到一定程度时,从窑顶向下慢慢浇水,水受热变成水蒸汽将空气隔离,在缺氧的情况下,碳燃烧不完全,而生成一氧化碳,一方面一氧化碳将砖中的三氧化二铁变成氧化亚铁,氧化亚铁是黑色的;另一方面,砖又吸收部分单质碳而显黑色,这种砖叫做青砖。

普通粘土的组成为: SiO_2 (50—80%)、 Al_2O_3 (7—23%)、 Fe_2O_3 (2—8%)、 CaO (10—14%)及少量的 MgO 、 Na_2O 、 K_2O 和有机物。就含量来说, SiO_2 和 Al_2O_3 是主要的,这两种氧化

物发生作用,以水化硅酸铝($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)的状态存在,叫做高岭石。所以,粘土是以高岭石为主要成分的多种矿物的复杂混和物。

烧砖的主要反应原理如下:

高岭石($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)在加热到 $950-1000^\circ\text{C}$ 生成莫来石($3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$)。



莫来石是柱状或针状晶体,它是砖的主要成分,也是提高砖的机械强度、热稳定性和对水的化学稳定性的主要因素。

把砂、粘土和水的混和物放在转盘上做成瓦坯,照青砖的烧法,就可以烧成青瓦。

2. 陶瓷

陶瓷即陶器和瓷器。它们的原料和反应过程同砖瓦相似。先制成各种坯体阴干后煅烧,即得陶器。陶器表面粗糙,多孔,容易渗水。砖实际上就是陶器中的一种。为了弥补这种缺点,常常在陶器的表面涂上一层透明的保护物,叫做釉。长石、石英、石灰石、硼砂、氧化锌等物质都可做釉的原料。通常涂釉的方法是先把釉的原料研成细末,用水调和成稀浆,用浸渍、喷涂等方法,使釉附着于陶器的表面,然后再经煅烧而成。烧成后,釉成流质在坯体表面形成光滑的、玻璃状不渗水的釉层,增加坯体的机械强度和不渗透性。

用最纯净的粘土(高岭土,也叫瓷土)、长石和石英可以烧制成瓷器。制造瓷器的方法比制陶器的复杂。在制造瓷器的

时候，先把瓷土淘洗，然后加入一定比例的石英和长石的粉末，再把它们搅和均匀，塑成一定形状的坯体，经干燥、上釉，然后放在窑里煅烧。烧制瓷器的温度比陶器要高得多，一般在 $1200-1400^{\circ}\text{C}$ 。

二、水泥

水泥是工业、民用建筑、水利工程和国防战备工程等所不可缺少的重要建筑材料。

水泥的种类很多。以标号分类的有 300、400、500、600、800 等标号水泥〔注〕。500 号以上的叫做高标号水泥。还可按用料和特性分类，如矿渣硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥；耐酸水泥、耐热水泥、膨胀水泥等。

普通水泥的主要成分是硅酸三钙 ($3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$)。硬结过程最基本的作用就是硅酸三钙与水反应，即：



生成的水化硅酸二钙 ($2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2\cdot\text{H}_2\text{O}$) 与氢氧化钙呈胶粘状物质析出，固体颗粒开始互相靠近和连结，氢氧化钙的颗粒逐渐合并而变成针状晶体，伸入其他颗粒内，紧密地连结成一体。但只用水泥与水混和使用，在硬结时容易发生裂缝，为了克服这一缺点，可加入砂子、碎石、钢筋来增强它的承受

〔注〕 水泥的标号方法是把一分水泥和三分砂(重量比)配合，加入相当于水泥重量 60% 的水，做成边长约 7 厘米的立方体，28 天后测定它的耐压强度，每平方厘米能承受多少公斤压力，就是多少号水泥。例如，每平方厘米可承受 400 公斤的压力，就叫 400 号水泥。

力和拉力。建筑工程上常把水泥、砂子和水混和使用,这种混和物叫做水泥砂浆,它是粘结砖、石等物的粘合剂。水泥和砂、碎石的混和物叫做混凝土,是巨大建筑物的必要材料。混凝土内加入钢筋叫做钢筋混凝土,它的机械强度大,能承受较大的压力和拉力,所以它是最牢固的建筑材料。

水泥主要是用石灰石和粘土烧制成的。先把石灰石与粘土按适当的比例混和,另外加少量的助熔剂(铁矿粉),碾成粉末,成为生料,然后放在窑里煅烧,得到的块状物质叫做熟料。熟料冷后加适量的石膏(用来调节水泥硬结的时间),磨成细粉,就得到水泥。

生产水泥有两种窑,即回转窑和立窑。回转窑如图(7-1),它的主要部分是一个倾斜的钢筒,内衬耐火砖,横卧在托轮上,由电动机带动旋转。生料从较高一端装入,煤粉从较低一端吹入燃烧。煅烧温度为 1400°C 左右。由于回转窑转动,生料慢慢移动,跟燃料成逆流,煅烧成块后,从较低一端放出。

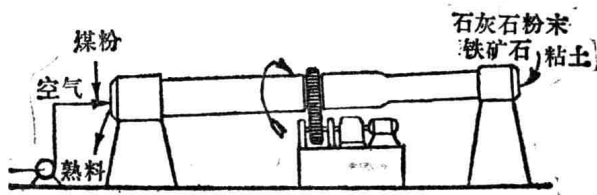


图 7-1 回转窑示意图

立窑外形呈圆柱形,如图(7-2)。内砌耐火砖,将原料和煤做成生料球,由加料口投入,生料降落被烧成熟料,由窑底取出。窑内温度可达 $1300-1500^{\circ}\text{C}$ 。

回转窑的优点是：连续生产，机械化程度高，水泥产量高，质量稳定。但设备复杂，投资大，适用于大厂。

立窑的优点是：设备简单，投资少，建厂快，操作方便，适合于地方兴办。

在毛主席无产阶级革命路线的指引下，我国水泥厂的广大职工大搞群众运动，创造了多种简易水泥窑。使水泥的数量和品种逐日增多，基本上满足了工农业生产的需要。我省新建的水泥厂，犹如雨后春笋般的涌现出来，而且水泥的质量也有很大提高，为我省农田水利建设和基本建设，提供了有利条件。

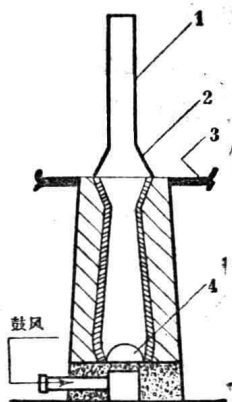


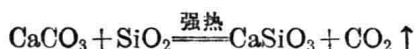
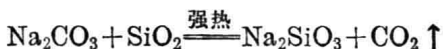
图 7-2 立窑示意图

1. 烟囱 2. 加料口 3. 操作台 4. 出料口

三、玻璃

玻璃具有透明、化学性质稳定、热稳定等特点，多用于化学、医药、建筑、电气、国防等工业以及科学研究部门。

玻璃大都是硅酸盐和二氧化硅所组成的无定形固体。普通的玻璃是把纯碱、石灰石、二氧化硅等原料分别研成粉末，混和后加强热(1400°C)熔化成玻璃液。它的主要反应如下：



玻璃液经过成型、退火、加工后，即得各种玻璃器具和平

板玻璃。

用纯净的原料制出的玻璃是无色透明的，但原料中往往含有铁，因而制得的玻璃带有青绿色。若在原料中加入少量的金属氧化物，便可以制得有色玻璃，因为这些金属的硅酸盐具有特殊的颜色。例如加入氧化亚铜就可以得到红色玻璃。

玻璃的种类很多，用不同的原料，能制成多种多样的玻璃。常见的有下列几种：用纯碱、石灰石、二氧化硅作原料，制成钠玻璃（又叫做软玻璃）。它的成分是硅酸钠、硅酸钙和二氧化硅。如窗玻璃、玻璃瓶和普通玻璃器具等都是钠玻璃。用碳酸钾代替纯碱能制成钾玻璃。钾玻璃质硬，耐高温。化学仪器大部分都是用它制成的。用碳酸钾代替纯碱，用一氧化铅代替石灰石能制成铅玻璃，它的特点是折光率很大，因此多用于制作光学仪器。另外还有耐热玻璃、钢化玻璃等。它们多用于制造化工设备，飞机、汽车、工厂和高层建筑物的窗用玻璃等。

〔阅读材料〕 耐火材料

工业上通常把能耐 1580°C 以上高温的，并在这样的高温下仍能保持其基本使用性能的材料叫做耐火材料。

耐火材料是冶金工业上建造高炉、平炉、电炉以及化学工业中的炼焦炉、水泥窑、玻璃窑和其他热加工工业及动力工业所不可缺少的材料。随着原子能、喷气式飞机、火箭、难熔金属和稀有金属的熔炼等新技术的发展，促进了耐火材料的不断

断改进。

耐火材料的原料有耐火粘土、石英、高铝矾土、菱镁矿、白云石等。由于原料不同，制得的耐火材料的性质也各不相同。一般使用的耐火砖有粘土耐火砖、硅砖、高铝砖、镁砖等。

生产耐火材料的方法，同生产陶瓷器的方法基本相似，也分为原料的配制、制坯、干燥、锻烧等四个阶段。只是所用原料上有些不同，同时锻烧的温度也比较高，在 1500°C 以上。

粘土耐火砖是目前生产量较大，用途较广的耐火材料。原料主要是用耐火粘土。耐火粘土的主要成分是二氧化硅和三氧化二铝，这两种氧化物在高温下所生成的物质熔点较高，一般在 1700°C 以上，所以制成的耐火材料有较高的耐火度。若用不含二氧化硅和三氧化二铝的粘土制成的砖，性质刚好相反，在 1150°C 的温度下就能生成熔融状态的硅酸盐，不能耐高温。所以普通砖不能用来作耐火材料。

习 题

1. 什么叫硅酸盐工业？它在三大革命运动中有什么重要意义？
2. 简述玻璃的制造方法。并写出有关化学反应方程式。
3. 简述水泥的制造方法。
4. 普通玻璃含有 13% 的氧化钠，11.7% 的氧化钙和 75.3% 的二氧化硅。用化学式表示普通玻璃的组成（用各种氧化物相结合的形式来表示）。

第八章 脂肪烃

第一节 有机化合物

毛主席教导我们：“科学研究的区分，就是根据科学对象所具有的特殊的矛盾性。”

自然界中的物质千千万万，根据它们分子组成的特点可以区分为两大类：一类是在它们的分子组成中不含碳的物质，称为无机物；另一类是在它们的分子组成中含有碳的物质，称为有机物。研究无机物的化学叫做无机化学；研究有机物的化学叫做有机化学。二氧化碳、一氧化碳、碳酸和碳酸盐等几种普通的含碳化合物，因为它们的结构和性质与一般的无机物相似，仍列为无机物。对立的统一是有条件的、暂时的、相对的。有机物与无机物之间并没有绝对的界限。在一定条件下，无机物与有机物也可以互相转变。例如用无机物二氧化碳和氨可以合成有机物尿素；有机物酒精燃烧以后可以生成无机物二氧化碳和水等。

为什么要把有机物和无机物分开来学习呢？有机物种类繁多，现在已知的有机物有两百万种以上，而无机物的数目不过几万种。此外，有机物还具有一些不同于无机物的特性。有机物一般都较容易燃烧；熔点、沸点都较低；难溶于水，水

溶液不能导电；化学反应进行得比较缓慢等。

随着生产斗争和科学技术的发展，人们不但认识和利用了越来越多的天然有机物，还用人工合成的方法制取了许多有机物。制取有机物的原料，主要来源于石油、天然气、煤和农林产品。今天，染料、医药、炸药、农药、塑料、橡胶、纤维等有机化学工业，已成为国民经济的重要部门，对国防的巩固、工农业生产的发展以及人民生活水平的提高，都起着重要的作用。

习 题

1. 什么叫有机物？
2. 无机物与有机物之间有无绝对的界限？
3. 有机物与无机物比较，有机物有哪些特性？

第二节 甲 烷

一、甲烷的物理性质和它在自然界里的存在

甲烷是无色、无味的可燃性气体，它的密度是0.716克/升，大约是空气的一半。难溶于水。

甲烷俗称沼气，这是因为池沼的底部常有甲烷逸出的缘故。甲烷也叫坑气，因为矿坑的煤层里也有甲烷放出。这都是由于植物残体在隔绝空气的情况下分解而成的。此外，甲烷又是天然气的主要成分（含量达85—90%）。天然气是一种蕴藏在地下的可燃性气体，它常与石油共存，也有单独埋藏在地层里的。我国的四川省是世界上著名的天然气产地。

二、甲烷的制法

在实验室里，甲烷是用无水醋酸钠(CH_3COONa)和碱石灰混和加热而制得的。

【演示实验 8-1】 在试管里装入无水醋酸钠和碱石灰，加热，待试管里的空气排出后，用排水集气法收集甲烷。装置如图[8-1(I)]。

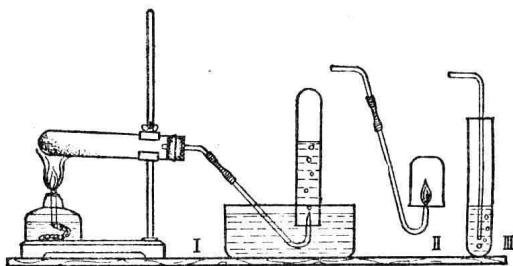


图 8-1 甲烷的制取和性质实验的装置

I 甲烷的制取 II 甲烷的燃烧 III 把甲烷通入高锰酸钾溶液

碱石灰是氢氧化钠和消石灰的混和物，消石灰是吸湿剂，醋酸钠与氢氧化钠起反应。



工业上需用的甲烷常从天然气中取得，有时也从炼焦煤气里提取。

三、甲烷的化学性质

1. 氧化反应

【演示实验 8-2】 实验装置如图[8-1(II)]。点燃从导管

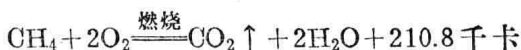
口放出的甲烷，燃烧时发生无色火焰。在甲烷火焰的上方罩一个干燥的烧杯，烧杯壁上有水珠出现。再用石灰水湿润过的烧杯，罩在甲烷的火焰上，石灰水变浑浊。

实验证明，甲烷在空气中燃烧时，有水和二氧化碳生成，证明甲烷的分子组成中有碳和氢。科学实验进一步证明，甲烷只含有这两种元素。

从甲烷的密度可以算出一克分子甲烷重 16.043 克 ($0.716 \text{ 克/升} \times 22.4 \text{ 升}$)，可见甲烷的分子量等于 16。根据甲烷的分子量，我们就很容易推断出甲烷只含有一个碳原子和 4 个氢原子 ($16 - 12 = 4$)，所以甲烷的分子式是 CH_4 。

我们将分子中只含有碳和氢两种元素的化合物统称为烃，也叫做碳氢化合物。

甲烷燃烧时放出大量的热。



空气里混有 5—14% 的甲烷时，遇火会发生爆炸。在旧社会，煤矿井经常发生“瓦斯”爆炸，就是因为空气中混有甲烷，而煤矿井的安全设备又很差的缘故。

【演示实验 8-3】 装置如图 [8-1(Ⅲ)]。把甲烷通入盛有酸性高锰酸钾溶液(加少量硫酸)的试管里，观察到溶液的颜色并无变化。

实验表明，甲烷与高锰酸钾溶液不起反应。

2. 取代反应

在通常状况下，甲烷是一种很稳定的气体，它与酸、碱或氧化剂都不起反应。但是，甲烷的稳定性是相对的、有条件的，