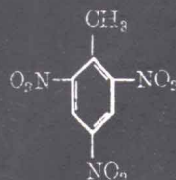
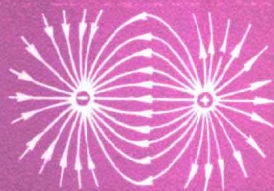
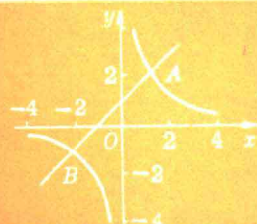


· 中学生课外读物丛书 ·

化学世界

宝石与刚玉等篇



守宗编

上海科学技术出版社

中学生课外读物丛书

化 学 世 界

（宝石与刚玉等篇）

解守宗 编

上海科学技术出版社

中学生课外读物丛书

化 学 世 界

(宝石与刚玉等篇)

解守宗 编

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路450号)

科学书店上海发行所发行 浙江诸暨印刷厂印刷

开本787×1092 1/32 印张2.75 字数56,000

1990年10月第1版 1990年10月第1次印刷

印数1—5,000

ISBN7-5323-1978-4/G·327

定价: 1.00元

编辑出版说明

本《丛书》是一套为广大中学生提供的课外读物。第一批先编辑数学、物理、化学三门学科的分册。目的是为了引导学生开展思维，拓宽知识视野，充实数、理、化各门学科本身的知识及这些知识在实际中的应用。但所涉及的基本知识不超过全日制中学数、理、化教学大纲所规定的范围。

本《丛书》的特点是知识性与趣味性相结合。注意揭示数、理、化知识本身内在的联系与规律；重视联系实际应用，联系邻近学科，使学生学到的知识能融会贯通；同时适当介绍学科领域里的新进展，以帮助学生开阔眼界。

本《丛书》的体例不拘泥于章节编排，而以专题篇目的面貌出现。各篇内容既有相对联系的系统性，又有相对的独立性，既体现生动活泼，又注意科学严谨，适合广大初、高中学生阅读。

在组织编写本《丛书》的过程中得到上海市教育局教研室有关同志的热忱指导和协助，在此表示衷心感谢。由于编写出版时间仓促，《丛书》中的缺点及不当之处在所难免，欢迎广大读者批评指正。

本书适合具有高中二年级文化程度的读者阅读。

目 录

一、硅与胶体

1. 矿物界的主宰——硅·····[1]
2. 在自然界里为什么不存在游离态的硅?·····[3]
3. 硅是重要的半导体材料·····[4]
4. 石英与水晶·····[6]
5. 硅烷种种·····[8]
6. 金刚砂与烟雾剂·····[9]
7. 玻璃上“刻花”·····[10]
8. 水玻璃的应用·····[12]
9. 硅胶·····[13]
10. 玻璃的世界·····[14]
11. 硅油和有机硅橡胶·····[17]
12. 现代陶瓷·····[19]
13. 胶体与分散系·····[21]
14. 我们身边的胶体·····[22]
15. 泡沫的应用·····[24]
16. 乳状液种种·····[25]

二、镁和铝

1. 镁元素的发现·····[27]
2. 海水中的镁·····[28]
3. 氯化镁与粗盐还潮·····[30]
4. 镁与焰火·····[31]
5. 耐火材料的主心骨·····[32]
6. 我们身边的镁元素·····[33]
7. 铝的发现史·····[35]

8. 铝合金的应用	[37]
9. 特别耐腐蚀的材料——铝	[39]
10. 铝与现代科技	[40]
11. 宝石与刚玉	[42]
12. 铝土矿和炼铝	[43]
13. 铝热反应及金属的冶炼	[44]
14. 铝片长毛的奥秘	[47]
15. 铝盐的应用	[48]
16. 铝盐与泡沫灭火器	[49]

三、铁

1. 我国最早的铁器	[51]
2. 自然界中的铁	[52]
3. 铁磁性物质为什么会有铁磁性?	[54]
4. 四氧化三铁是什么物质?	[56]
5. 铁离子和亚铁离子的氧化还原性	[57]
6. 铁盐用途种种	[59]
7. 人体中的铁	[60]
8. 铁与一氧化碳中毒	[61]
9. 氧化铁与磁粉	[63]
10. 铁盐烂铜绘新图	[64]
11. 用特征试剂检验离子	[65]
12. 普鲁士蓝和滕氏蓝之争	[67]
13. 蓝黑墨水与“退色灵”	[68]
14. 奇妙的除锈剂	[69]
15. 晒图纸变蓝的奥秘	[71]
16. 世界钢铁工业的发展进程	[72]
17. 合金钢的应用	[74]
18. 不锈钢是怎样被发现的	[76]
19. 生铁综述	[77]
20. 钢的热处理	[78]

硅 与 胶 体

1 矿物界的主宰——硅

硅元素，原来的中文名称是矽，这个旧名字很多人很熟悉，现在机电行业仍把硅钢片（做变压器铁芯的铁片）习惯地称为矽钢片。因为矽与锡发音相近，二氧化锡（ SnO_2 ）和二氧化矽（ SiO_2 ）常常容易混淆，因此，1953年我国化学界一致同意把矽改称为硅。

如果说碳元素是动植物界的主宰的话，那么硅元素可以说是矿物界的主宰了。硅是地壳中含量仅次于氧的第二位元素，占地壳总质量的27.74%，它与氧元素结合成的二氧化硅几乎占了地壳质量的87%以上。可以这样说，地壳中绝大多数的无机化合物是二氧化硅或由二氧化硅组成的硅酸盐。无论是长石类、辉石类、角闪石类或者是云母类的岩石都是硅酸盐岩石，它们的成分中都含有二氧化硅或硅的化合物，说硅和氧垄断了整个地壳的矿物界是一点也不过分的。

人类很早就和地壳的矿物打交道，也就是和二氧化硅与硅酸盐打交道。石器时代的人类使用的生产工具就是各式各样的石斧、石刀、石铲、石臼和石针等，这些岩石都是含硅的化合物。相传人类的始祖女娲氏炼五色石补天，这传说中的补天的五色石想来应该全都是硅的化合物。

动植物体内也含有硅，特别是茎秆硬度大的植物体内，硅的含量较大，例如竹子和马尾草等。动物体内含硅较少，

在海绵、羽毛、动物的毛发中含有一些。

尽管硅在地壳中的含量非常丰富，但从矿物中提取出单质的硅并非易事，这是因为硅在矿石中往往与氧结合在一起，这种结合非常牢固（ $\text{Si}-\text{O}$ 键能466千焦/摩），要断裂它们很困难，因此从矿物中提取出单质硅还是19世纪初的事。在这之前，欧洲的科学家把硅元素称为“硅酸基”，他们试图用提取“硼酸基”即硼元素的类似方法去提取“硅酸基”。

最早进行这一努力的是美国化学家戴维。他用强电流分解硅土，但没有成功；又用钾蒸气通过红热的硅土，试图把硅元素置换出来，也没有成功。到1811年，盖·吕萨克和泰纳曾经让四氯化硅和钾蒸气共热，结果发生了激烈反应，生成一种红褐色的粉末，它很活泼，能燃烧，这可能就是最早为人类所提取的单质硅。

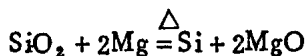
到了1823年，瑞典著名化学家贝齐里乌斯重复盖·吕萨克的实验，也得到了类似的红褐色粉末，他经过耐心反复的洗涤，把混有的硅氟酸钾杂质洗去，终于得到了较纯净的硅粉。可惜这样得到的硅是非晶形的，而且质地仍然不纯。

最先制得晶形硅的也是最先制得纯铝的那位大名鼎鼎的法国化学家德维尔。1854年，他用强电池组电解石英砂和冰晶石（ Na_3AlF_6 ）的熔融物，在阴极上得到一种灰色性脆的粒状金属（其实是硅铝合金，阴极上既有铝，又有硅被还原出来），当这种颗粒状金属冷却时，就会有一种具有金属光泽的片状晶体析出，这就是纯的单质硅晶体。

现在硅单晶已经可以在工厂里以二氧化硅为原料大规模地制造，其方法是用碳或镁在高温下还原二氧化硅。如用焦炭和石英砂（ SiO_2 ）在电炉内强热，反应方程式为：



如用石英砂与镁粉混合加热，则反应为：



2 在自然界里为什么不存在游离态的硅？

硅是一种不很活动的非金属，但是在自然界里却不存在硅的单质，这是为什么呢？要解答这个问题，我们来看一看硅与氧的反应。硅粉能在纯氧中燃烧，反应十分激烈，放出大量的光和热，反应为：



这是因为生成Si-O单键时会放出466千焦/摩的能量，这说明硅和氧结合成的Si-O键是一种很稳定的键，在二氧化硅和硅酸盐中到处都有Si-O键，硅有一种特殊的亲氧性。在地球形成的时候，内部处于高温状态，在这种高温条件下，硅元素都与氧结合，生成了极稳定的二氧化硅或硅酸盐。二氧化硅是原子晶体，其中Si-O共价键的键能差不多是Si-Si键能的两倍还要多。因此，高温条件下硅和氧化合的趋势极大。在地球初始状态下，地球上的硅元素已全部与氧结合生成稳定的二氧化硅或硅酸盐了，所以人们在地球上再也找不到游离状态的硅单质。这种情况在其他非金属元素中也存在，例如硼的化学性质并不活动，但是自然界也不存在游离态的硼元素。硼元素主要以含氧化合物的形式如硼酸和硼酸盐的形式存在。

一个元素能否以游离态存在于自然界，一方面决定于这

个元素的单质的化学活动性，化学活动性越大，越不易有游离的单质存在于自然界。例如氟气(F_2)和氯气(Cl_2)都是非常活动的非金属单质，它们不可能以游离态存在于自然界；另一方面还决定于它的化合物的稳定性，例如硅、硼等元素本身化学活动性并不大，但是他们的化合物却十分稳定，如 B_2O_3 、 SiO_2 等，因此它们在地壳里也很难有游离态的单质存在。当然，它们单质的化学活动性与单质分子的结构有关，如 N_2 分子中存在稳定的 $N \equiv N$ 叁键，键能很高，尽管氮元素的非金属性并不弱，但氮气的化学活动性却很小。

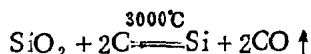
3 硅是重要的半导体材料

硅与电子工业的发展密切相关，纯净的硅晶体（含硅量达99.9999%以上）是重要的半导体材料，与锗(Ge)齐名，但它的来源要比锗广得多，而且是比锗更经得起当今电子器件工艺发展考验的半导体材料，用于这方面的硅已经显著地超过了锗。把单晶硅切成硅片，在上面涂上感光药膜，然后把集成电路缩小而印刷在硅片上，就可以制成集成电路，这种集成电路的集成度越来越高，元件则越做越小，一个直径为75毫米的硅片，可集成几万、几十万甚至几百万个元件，大量用在微型计算机和微处理机上。电镀、电解工厂生产中需要把交流电转变成直流电，若用水银整流器不仅耗电多，可靠性差，对操作工人还有毒害；现在采用硅整流器，不仅可靠性好、无毒性，而且还可节约不少电力。如果在铝衬底上，生长一层10~25微米厚的多晶硅薄膜，就是一种便宜而轻巧的太阳能电池材料，适用于太空和地面上使用。硅还是

同位素电池中换能器的主要材料，换能器是将同位素热源发出的热能转变为电能的装置，硅-锡合金做成的换能器，其工作温度可达1000℃，机械性能和抗氧化性能都很好，高温下不易蒸发和失效，无论在真空中还是空气中都能工作。

纯硅和锗一样，都是典型的半导体。如果在纯硅晶体中掺入微量的砷、锑等元素，则晶体中的少数硅原子被砷或锑原子置换，由于砷和锑的最外层电子数比硅多，这样晶体中自由电子就增多，在电压作用下会产生电子流动，导电率就会明显增大，这种半导体称为N型半导体；反之，如果在纯硅晶体中掺入微量的硼或镓等缺电子原子（最外层电子数少于最外层轨道数的原子），则晶体中由于电子相对数少于轨道数而产生“空穴”，这个“空穴”应带有正电荷，当邻近的硅原子的最外层电子来填补这个“空穴”时，那个硅原子由于失去一个电子而又形成了新的空穴，相当于空穴从一个原子移动到另一个原子，于是由于空穴的移动而产生空穴电流，而使导电率增加，这种半导体则称为P型半导体。所以硅半导体既可以做成N型的，也可以做成P型的。

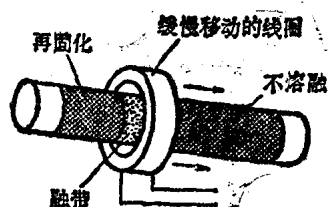
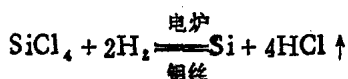
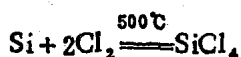
半导体工业上需用的硅晶体是怎样制造的呢？其中一种方法是用碳还原石英砂，但由于碳的还原性不够强，只能在电炉的高温下进行，反应为：



由于工业上用焦炭和石英砂还原而得的硅纯度不高，含有较多杂质，不能直接用作半导体材料，也不能用作硅整流器和太阳能电池，还必须将其提纯。方法是：让硅与氯气在500℃高温下反应生成挥发性的液体四氯化硅，然后将四氯化硅进行蒸馏，以与杂质分离，再将蒸馏过的四氯化硅在电

〔5〕

炉高温下用氢气还原，就可得到较纯的硅晶体。其反应为：



另外还可以用区域熔融的方法来提取纯硅，这个方法的基本原理是：将要提纯的硅晶体放进一个装有移动式加热线圈的套管里，加热线圈的强热使一个小区域的硅晶体熔融，形成一个熔融

带，如上图所示：

将线圈沿管路缓慢地移动，熔融带会随线圈而前进，一般来说，混和物的熔点较组成混合物的纯物质的熔点低，如含63%锡的焊锡（一种铅锡合金）的熔点只有180℃，这比铅（329℃）和锡（232℃）的熔点低，所以，当熔融带重新冷却凝固时，固体的组成中硅的含量就会比熔融态时高些，杂质则较多地汇集在熔融的液体中，随线圈的移动而集中于管子的末端，这样反复操作若干次，就能把硅晶体中的杂质除去，而制成高纯度的硅晶体（杂质含量可低于 $10^{-10}\%$ ）。此法也可以用于镓、锗和某些高熔点金属的提纯。

4 石英与水晶

世界上天然存在的二氧化硅晶体称为石英，有近200种，天然透明的二氧化硅则称为水晶，它是一种无色的晶体，可

以从石英矿中开采而得。它非常坚硬，呈六方柱状。日常所见到的水晶图章就是用它刻制而成的，这种图章美观耐用，而且是一种可供观赏的工艺品，因此价格很贵。如果水晶内含有某些金属的化合物或单质，则会使水晶带上颜色，或带上某些奇特的花纹，这就是紫水晶和烟水晶，紫水晶呈紫色，烟水晶为淡黄色、金黄色或褐色，它们可以制成各种美丽的装饰品，如戒指、耳坠、烟壶等，还有一种黑色的几乎不透明的墨晶十分名贵。另有不透明的石英晶体，如浅灰黑色的燧石，天青色、黄褐色的玉髓和呈带状的玛瑙等。石英的折光率大，特别是能透过紫外光，在光学上具有重要的用途，大量用来制造紫外灯和光学仪器。水晶薄片可作无线电工业中的滤波器，石英砂可作冶金工业的铸钢砂模。玛瑙还可制乳钵、研棒和天平梁的刀口等。石英在 1600°C 熔化而成粘稠液体，内部结构变得无规则，再遇冷时因为粘度大而不易再结晶，就形成一种过冷液体——石英玻璃，石英玻璃的热膨胀系数极小，急骤的温度变化只能引起微小的体积变化，因此石英玻璃能经受温度的剧变。把石英玻璃烧到红热立即投入冷水也不会爆裂。普通玻璃当然根本做不到这点，因此石英玻璃常用来制造某些高级的化学仪器，如石英坩埚。石英耐酸的腐蚀，但不耐碱，因此石英也可用作化工厂的耐酸设备。

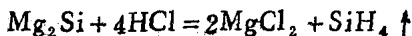
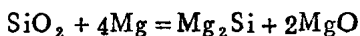
石英玻璃不仅光学性能好，而且强度大。透明的石英玻璃的抗压强度可达到 $80000\text{N}/\text{cm}^2$ ，它的机械强度随温度升高反而增大，这一特性使它倍受人们的青睐。用它制造许多高强度的设备，如化工厂中的冷凝管、预热器，燃烧管、过滤器，反应釜窥视窗等。用它还可以制造电器除尘装置中的高频绝缘子，阴极射线管和高频振荡管中的零件以及高压钠灯

和碘钨灯的外壳等。在现代科技方面，紫外光学石英玻璃用来制造摄谱仪、分光光度计等光学仪器，还可用它制成各种透镜、反射镜等，甚至在火箭导弹和航天飞机上也能找到它的身影。当今医用激光器配置的光能传输系统是用石英光导纤维制取的，它不仅细巧轻便，灵活自如，而且可将激光能量传入人体内脏器官进行医疗。

5 硅烷种种

你听说过硅烷这个名字吗？可能你只知道甲烷吧。甲烷是一种最简单的碳氢化合物，是一种碳烷。硅烷则是硅的氢化物。碳氢化合物的种类极多，除了甲烷外，还有乙烷、丙烷、丁烷等，这是因为碳原子和碳原子之间能以共价键相连而形成若干碳原子组成的碳链，但是硅的情况要不同一些。由于硅自相连接成链的能力比碳低得多，生成的硅烷的种类也就少得多。到目前为止，只制得了含一个到六个硅原子的硅烷，其中最简单的是一硅烷，又称为甲硅烷。

甲硅烷分子式为 SiH_4 ，是一种无色的气体，在实验室中它可以用下面的方法来制取：将白净的细砂(SiO_2)与镁粉混和，灼烧到反应物完全转变为灰黑色的硅化镁(Mg_2Si)和白色的氧化镁(MgO)后，在混和物里小心滴加稀盐酸，立即就可见到气体逸出，并迅速地自燃。这气体就是硅烷的混合物，其中大部分是甲硅烷。反应可以表示为：



甲硅烷能自燃，说明它的化学性质很活泼，它自燃后的产物

是二氧化硅：



不仅如此，它还能与其他氧化剂激烈反应，如能使高锰酸钾溶液退色，它遇到氯气能反应而爆炸。硅烷都有毒，它们是合成硅有机化合物的原料，例如，让硅烷与干燥氯化氢气体在催化剂作用下反应，得到氯硅烷，氯硅烷水解的产物再经缩合（分子彼此间缩去某些小分子化合物而生成高分子化合物的反应叫缩合）就能得到名为硅烷氧的一类有机硅高分子化合物（又称硅油），它在工农业生产上有重要应用，我们将在本章下面的题目中详细叙述。

6 金刚砂与烟雾剂

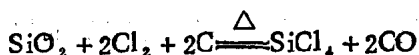
硅的化合物除了二氧化硅和硅酸盐之外，值得一提的还有碳化硅和四氯化硅。碳化硅分子式为 SiC ，它是将砂子（不纯的 SiO_2 ）和大量的炭的混合物在电炉中高温加热反应而成，俗名叫金刚砂：



从电炉中所得的金刚砂是呈蓝黑色而发珠光的一种晶体，它也是原子晶体，可以认为是金刚石晶体中一半的碳原子被硅原子替换而得到的产物。它的晶体结构酷似金刚石，硬度极大，近似于金刚石，并且在高温下很稳定，要 2200°C 以上高温时才会分解。把这种晶体粉碎后筛选成大小一致的微粒，混入粘土或硅酸钠（水玻璃）粘合剂，压铸成不同形状的砂轮，然后高温焙烧，就成了很好的切削、研磨和抛光的研磨

材料，在工业生产上有极广泛的应用。近年来金刚砂作为耐火材料的应用也日趋多见，它还能用作高温气冷原子反应堆的结构部件（用作核燃料元件的容器）。

四氯化硅是一种沸点近57℃的无色液体，它可以用单质硅与氯气直接反应制取，也可以用二氧化硅、氯气和碳一起混和加热来制取：

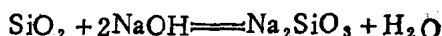


四氯化硅有一个很特殊的性质，它不能与水相遇，否则就会强烈水解。它在潮湿空气中会强烈水解而发烟。因为水解结果产生微细分散的硅酸，这种硅酸颗粒就形成了浓厚的白烟，同时水解的另一产物盐酸也会形成白色酸雾。利用这一性质，军事上可用它制烟雾剂，特别是海战时，水汽多，形成的烟雾更浓。虽然用白磷燃烧也可以产生烟雾，但使用四氯化硅要比白磷价格低廉，适用的范围也更广。当然在化学实验室保存四氯化硅液体时，就要保证绝对干燥，不能与潮湿空气相接触。

7 玻璃上“刻花”

你见过在玻璃上刻花吗？毕业生赠送给母校的大玻璃立镜上就有留念性的题字和刻花。在玻璃上刻花有两种方法，一种是机械的方法，在机床上利用车刀、刨刀往玻璃器皿上直接镂刻上花卉虫鸟。我国玻璃刻花师傅的精湛技艺曾经使五洲四海的国际友人为之倾倒。另外一种方法则是用化学腐蚀的方法在玻璃上留下各种花纹。

但是玻璃是比较耐腐蚀的，一般的酸和氧化剂都奈何它不得。能腐蚀玻璃的一般只有浓强碱溶液和氢氟酸两种物质。浓强碱溶液能腐蚀玻璃这是我们都知道的。在化学实验室里，实验员都知道装浓氢氧化钠溶液的玻璃瓶不能使用磨口玻璃瓶塞，因为玻璃的成分中含有二氧化硅，时间久了，浓氢氧化钠与二氧化硅反应能生成具有胶粘作用的硅酸钠，它能把玻璃瓶塞子和瓶颈粘结在一起，以后玻璃瓶子就很难再打开了。此反应为：



这个反应速度太慢，如用它来给玻璃刻花，效果很不理想。

氢氟酸则是玻璃的克星，它能将玻璃成分中的二氧化硅转变成可以挥发的四氟化硅，反应为：



或者与玻璃中的硅酸盐（如 CaSiO_3 ）反应，生成挥发性的四氟化硅，反应是：



具体的方法是：将要刻花的玻璃先用蜡处理，在玻璃表面涂上一层薄薄的石蜡，将花纹刻在石蜡层上，有花纹的地方就露出了玻璃，其他部分仍被石蜡覆盖着。然后在一只铅皿中放入少许氟化钙固体（俗名萤石）和少量浓硫酸，微微加热，氟化钙和浓硫酸加热反应能产生氟化氢，铅不怕氟化氢的腐蚀（表面反应生成了氟化铅沉淀而将铅保护了起来），所以要用铅皿。将刻好花纹的玻璃覆盖于铅皿上，片刻后，用清水将玻璃片洗净，然后刮去石蜡层，玻璃片上的花纹就清晰可见了。当然，因为氟化氢有毒，这个实验真要做起来要十分小心，并且要在通风橱内才能进行。