

下册

# 名师讲 高中化学

高二年级用

特级教师  
陆禾编著

中国青年出版社

名师讲

母题

化学



38.7354

LH

=2

名师讲

# 高中化学

(下册)

陆 禾 (特级教师)

中国青年出版社

## 主要作者简介

陆木，北京市特级教师，北京市有突出贡献的科学技术管理专家、全国优秀教师、中国化学会理事(23届)、北京市化学教学研究会副理事长(第3届)、国家教委全国中小学教材审定委员会中学化学科审查委员、原北京市奥林匹克化学学校分校校长。

陆老师长年在在第一线从事化学教学工作，具有系统、翔实、幽默、灵活的教学风格，是北京市综合启发式教学的代表人物之一。他曾于卫星电视《继续教育》栏目、北京电视台、市级讲座中主讲有关教材教法、高中总复习、能力培养等专题，并参与青年教师培训、特长生选拔培训等工作。除此之外，陆老师还著书立说，主编和参加编写了很多关于化学实验和教学的书籍，其中主要著作有《特级教师指导学习·化学》、《高中化学规律与方法》(专著)、《特级教师谈学习策略·化学》(主编)、《新版高中要点、难点解析——高中化学》(主编)、《中学教师化学手册》(部分章节)、《基础化学实验大全》(部分章节)、《中学化学竞赛辅导》、《中国著名特级教师教学思想录——化学卷》(部分章节)。

# 前 言

本书是依据现行高中教材和普通高等学校招生全国统一考试化学科说明的要求而编写的。

高中同学希望掌握知识并使其活化以解决实际问题，使得在能力发展和科学文化素质上都能得到提高。本书针对这一情况在编写时力求能帮助他们加深对重点难点知识的理解、开拓视野和思路、找到一些有效的方法。以促进对化学知识和技能向相应能力的转化。

本书分高中上、下两册，上册针对高一内容，下册针对高二和高三的重点内容，基本按教学进度顺序展开。每一部分都有知识的规律和归纳、例题、练习题，以期能“照纲循本”地较好地解决每一单元的问题，并逐步提高。

对参加本书编写的刘鸿荃、李军、孙文艳、刘景丽等各位老师表示感谢。

本书中定有不妥之处，望不吝批评指教。

**编者**

**1997. 9.**

# 目 录

第一章 硅 .....	(1)
第一节 碳族元素 .....	(1)
第二节 硅及其化合物 .....	(6)
第二章 镁 铝 .....	(15)
第一节 镁及其化合物 .....	(15)
第二节 铝及其化合物 .....	(29)
第三章 铁 .....	(50)
第一节 铁及其化合物 .....	(50)
第二节 铜 锌 锰 .....	(75)
第四章 烃 .....	(91)
第一节 烷 .....	(91)
第二节 烯 .....	(101)
第三节 炔 .....	(113)
第四节 芳香烃 .....	(123)
第五节 石油 煤 .....	(136)
第五章 烃的衍生物 .....	(147)
第一节 卤代烃 .....	(147)
第二节 醇 .....	(154)
第三节 酚 .....	(164)
第四节 醛 .....	(172)
第五节 羧酸 .....	(182)
第六节 酯 .....	(191)

第七节	常用有机基础知识专题·····	(204)
第八节	糖 蛋白质 (选修内容) ·····	(244)
第六章	化学反应速率、化学平衡、 电解质溶液专题节录 (选修内容) ·····	(258)
第一节	化学平衡·····	(258)
第二节	电解质溶液·····	(273)
第三节	原电池 电解·····	(298)
	中学某些常见量的新旧名称、符号对照表 ···	(319)
	1997 年全国及上海市试题拾锦·····	(320)

# 第一章 硅

在对碳族元素了解的基础上，认识硅单质、二氧化硅和重要硅酸盐的性质和用途。并了解玻璃、水泥等硅酸盐工业的基本常识。

## 第一节 碳族元素

### 一、常用规律与归纳

#### 1. 碳族的原子结构与价态

(1) 原子结构要点和价态：碳族元素原子结构均为最外层 4 个电子，次外层达稳定结构，所以价电子只是最外层的电子。最高呈 +4 价，次高正价为 +2 价，其中非金属还有 -4 价。其中非金属元素碳和硅以及金属元素锗在化合物里以共价结合为主。

(2) 稳定价态与不稳定价态：碳、硅、锗、锡在 +4 价时稳定，+2 价时不够稳定，因此有 +2 价向 +4 价转化的倾向，而表现出 +2 价的这些元素以还原性为主。如  $\text{CO}$ 、 $\text{SnCl}_2$  是常见的还原剂。

铅较特殊，+2 价时稳定，所以 +4 价铅有得电子倾向呈氧化性，如棕色固体  $\text{PbO}_2$  是强氧化剂，有夺电子转化为 +2 价铅的趋势。

(3)  $\text{Sn}^{2+}$ 、 $\text{Pb}^{2+}$  离子的结构：这些阳离子的最外层为 2 电

子，其电子层数与原子相同，不同于阳离子比原子少一层最外层电子的一般金属阳离子。

## 2. 碳族元素的相似与递变性

碳族元素处于周期表中典型金属与典型非金属的中间地区，其中金属是较弱的两性金属；非金属是弱的非金属。它们均有相同的最高正价(+4)，均有 $H_2RO_3$ 形式的水化物。碳族元素由上而下递变性明显。如：

(1) 单质：颜色大体上非金属 C、Si 由浅变深、金属由深而浅如锗为灰色，锡银白色，铅略特殊呈蓝白色。熔点由高而低，铅略特殊，熔点略高于锡；沸点由高渐低没有例外。导电性则金刚石为绝缘体，石墨为导体，硅和锗为半导体，锡、铅为导体。碳族单质除碳与氢在高温化合外，其它不与氢直接反应。碳族金属元素都呈两性。

(2) 化合物：气态氢化物只有 $CH_4$ 相当稳定，其它均不稳定易于热分解， $SiH_4$ 还自燃。氧化物的水化物除 $H_2CO_3$ 外均难溶于水，酸性依次渐弱。碳族金属的+2价氢氧化物都是两性的，其中 $Ge(OH)_2$ 两性偏酸， $Pb(OH)_2$ 两性偏碱，体现出同主族元素的金属性渐弱，非金属性渐强的递变性。

## 二、典型思路例析

例1 X、Y、Z三种短周期元素，X、Y同族且最高正价与最低负价的绝对值相等。Y、Z为同周期元素，它们的原子序数之和为31。试回答：

(1) 写出元素符号：X \_\_\_\_\_、Y \_\_\_\_\_、Z \_\_\_\_\_。

(2) Y的氢化物的电子式是\_\_\_\_\_，键角是\_\_\_\_\_，它在空气中的现象和有关的化学方程式是\_\_\_\_\_。

(3) X与Z、Y与Z化合哪个更容易\_\_\_\_\_，理由是\_\_\_\_\_。



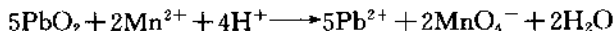
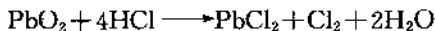
[思路指引] 从XY的正、负价之间的关系确定它们只能是碳族元素中的非金属，因都在短周期只有是碳和硅。从YZ的原子序数之和为31且为同周期元素，设Y为碳，则Z的原子序数为 $31-6=25$ ，超出短周期，予以否定；设Y为硅则 $31-14=17$ ，可知Z为氯。由此推断Y的氢化物是 $\text{SiH}_4$ ，在空气中自燃。氯与碳、硅的反应则碳与氯气难于化合，硅的金属性和还原性都比碳强，所以与氯化合较易。

答：(1) X为C，Y为Si，Z为Cl。(2)  $\text{H} \begin{array}{c} \text{H} \\ \vdots \\ \text{Si} \\ \vdots \\ \text{H} \end{array} \text{H}$ ，键角

$109^\circ 28'$ ，在空气中自燃且有白色固体产生， $\text{SiH}_4 + 2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{自燃}} 2\text{H}_2\text{O} + \text{SiO}_2$ 。(3) 硅与氯化合较易，因硅的还原性和金属性比碳强，应容易跟强非金属和强氧化剂 $\text{Cl}_2$ 反应。

[启示与引伸] 碳族原子的价电子数为4个，而最高正价与最低负价的绝对值相等是重要特点。由此可推论：碳在+4价或-4价时呈共价趋向，硅也应这样；所以碳能在化合物自相连接，硅也可以，但不如碳显著。自然界中碳的化合物极多，人工合成此类“有机硅化合物”也不少就是这道理。

例2 二氧化铅( $\text{PbO}_2$ )是棕褐色固体，它有下列反应：



(1) 排出 $\text{Cl}_2$ 、 $\text{MnO}_4^{2-}$ 、 $\text{Pb}_2\text{O}$ 氧化性由强到弱的顺序。

(2) 用 $\text{CO}_2$ 代替 $\text{PbO}_2$ 能否发生类似反应，简述理由。

[思路指引] 题给的两反应式中 $\text{PbO}_2$ 均为氧化剂。根据氧化还原反应中相对强的氧化剂和还原剂反应生成相对弱的氧化剂和还原剂的规律性，知氧化剂的氧化性必强于氧化产

物。所以氧化性： $\text{PbO}_2 > \text{Cl}_2$ ； $\text{PbO}_2 > \text{MnO}_4^-$ ，但  $\text{Cl}_2$  与  $\text{MnO}_4^-$  无另外反应比较，这需运用  $\text{KMnO}_4$  与盐酸制取氯气的已学知识得出  $\text{MnO}_4^-$  氧化剂的氧化性比  $\text{Cl}_2$  强的结论。用  $\text{CO}_2$  不能代替  $\text{PbO}_2$ ，因  $\overset{+4}{\text{C}}$  比  $\overset{+2}{\text{C}}$  稳定而  $\overset{+2}{\text{Pb}}$  比  $\overset{+4}{\text{Pb}}$  稳定，所以  $\text{CO}_2$  的氧化性比  $\text{PbO}_2$  弱得多。

答：(1) 氧化性： $\text{PbO}_2 > \text{MnO}_4^- > \text{Cl}_2$ 。

(2) 不能。因  $\text{CO}_2$  中 C 为 +4 价已达稳定价态不易还原为  $\overset{+2}{\text{C}}$ ，而  $\text{PbO}_2$  中  $\text{Pb}^{+4}$  价为不稳定价态易于还原为  $\overset{+2}{\text{Pb}}$ ，而  $\text{PbO}_2$  的氧化性远远强于  $\text{CO}_2$  的氧化性。

### 三、巩固提高训练

(一) 选择题 (每小题有 1 或 2 个选项符合题意。)

1. 有关碳族元素的叙述正确的是 ( )。

- (A) 碳族元素只有碳可以形成同素异形体
- (B) 碳族元素均有 +4、+2 和 -4 价
- (C)  $\text{SnCl}_2$  既具氧化性又有明显还原性
- (D)  $\text{PbO}_2$  具强氧化性而  $\text{PbO}$  具强还原性

2. 关于锗的叙述正确的是 ( )。

- (A) 锗单质是半导体材料
- (B)  $\text{Ge}(\text{OH})_2$  具两性而  $\text{H}_2\text{GeO}_3$  具酸性
- (C) 四氯化锗固态时是离子晶体
- (D) 锗、锡、铅都是银白色金属

3. 下面的顺序排列正确的是 ( )。

- (A) 熔点和沸点： $\text{C} > \text{Si} > \text{Ge} > \text{Sn} > \text{Pb}$
- (B) 密度： $\text{C} < \text{Si} < \text{Ge} < \text{Sn} < \text{Pb}$
- (C) 还原性： $\text{C} > \text{Si} > \text{Ge} > \text{Sn} > \text{Pb}$
- (D) 气态氢化物稳定性： $\text{C} < \text{Si} < \text{Ge} < \text{Sn} < \text{Pb}$

## (二) 填空和简答题

4. 常用的红色防锈底漆中用铅丹又叫红铅的四氧化三铅为颜料。它的化学式为  $Pb_3O_4$ ，据测定其中有的铅呈 +2 价，有的铅呈 +4 价。

(1) 若用二价氧化物与四价氧化物的形式表示， $Pb_3O_4$  应写为\_\_\_\_\_。

(2) 若用盐的形式表示  $Pb_3O_4$  应写为\_\_\_\_\_。

5. 做为颜料用的金粉实际上是  $SnS_2$ ，它是金黄色细小鳞片状晶体。它可用硫与锡加热反应制取，也可以从通  $H_2S$  气于稳定的  $SnCl_4 \cdot 5H_2O$  溶液中制得。 $SnS_2$  在  $600^\circ C$  分解。

(1) 写出  $H_2S$  与  $SnCl_4 \cdot 5H_2O$  溶液反应的化学方程式\_\_\_\_\_。

(2) 资料上叙述不纯的  $SnS_2$  可用加热法提纯，在提纯时的环境要求和主要反应是\_\_\_\_\_。

### 参考答案

1. C (碳族单质有同素异形体较普遍，这与它们原子的 4 个价电子可以用不同方式结合成单质有关。如硅有晶体硅和无定形硅等) 2. AB ( $GeCl_4$  处于锗的最高价态应以共价为主，是共价化合物)。 3. BD (熔点中 Pb 比 Sn 高是特殊情况)。

4. (1)  $2PbO \cdot PbO_2$  (2)  $Pb_2(PbO_4)$

5. (1)  $2H_2S + SnCl_4 \rightarrow SnS_2 \downarrow + 4HCl$

(2) 要求隔绝空气，否则 Sn 或 S 都与氧化合。过程是加热至  $600^\circ C$  以上  $SnS_2$  分解，冷却到一定程度 Sn 与硫又化合为  $SnS_2$ 。 $SnS_2 \xrightarrow{600^\circ C} Sn + 2S$ ,  $Sn + 2S \xrightarrow{\Delta} SnS_2$ 。

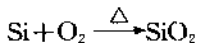
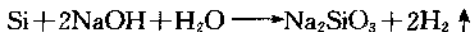
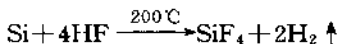
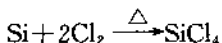
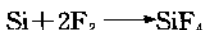
## 第二节 硅及其化合物

### 一、常用规律与归纳

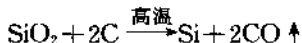
#### 1. 硅的性质要点

晶体硅为原子晶体，符合原子晶体的规律性，具有高熔点和较大硬度。但虽晶体结构似金刚石，而 Si—Si 键比 C—C 键长、键能小，所以熔、沸点和硬度都低于金刚石。溶解性则符合原子晶体的情况，即硅难溶于水和一般溶剂。

常温下硅不与水、空气、酸反应，但能与碱反应，缓缓逸出氢气和溶成硅酸盐。重要反应有：



工业上制取粗硅可用石英与焦炭高温制取：



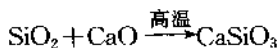
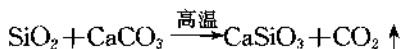
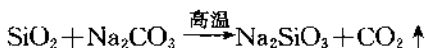
若焦炭过量还发生反应： $\text{Si} + \text{C} \longrightarrow \text{SiC}$ （金刚砂）。

#### 2. 二氧化硅性质要点

$\text{SiO}_2$  是原子晶体不同于一般非金属氧化物。因此二氧化硅性质稳定，难溶于水也不与水反应。它还有高熔、沸点和高硬度，其膨胀系数微小，红热的  $\text{SiO}_2$  制品遇冷水不会炸裂。

二氧化硅是高熔点酸酐，在高温下与碱、碱性氧化物、某

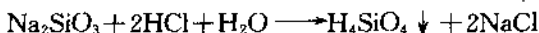
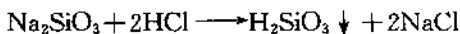
些具碱性的盐反应显著，如：



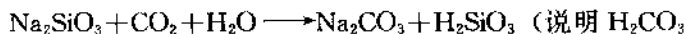
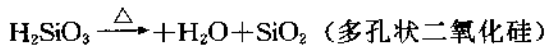
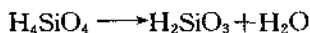
$\text{SiO}_2$  与盐的反应，形式上是高熔点酸酐代换出低熔、沸点酸酐，实际上生成更稳定的热稳定性好的硅酸盐是反应的关键。常温  $\text{SiO}_2$  与强碱反应可忽略，但  $\text{NaOH}$  溶液腐蚀磨口玻塞因生成痕量的硅酸钠而粘住玻塞，所以  $\text{NaOH}$  溶液只能用橡胶塞瓶保存。

### 3. 硅酸的要点

硅酸是很弱的酸，难溶于水却可与水形成胶体。实验室用可溶性硅酸盐溶液与酸反应制取：



应注意：若向硅酸钠溶液滴入盐酸或通入二氧化碳，则立即出现白色沉淀状的胶冻；若向盐酸中滴入硅酸钠溶液常不出现白色沉淀而出现无色透明的胶体。常见有关反应有：



强于  $\text{H}_2\text{SiO}_3$ )



### 4. 硅酸盐的要点

(1) 简单硅酸盐：钠和钾的简单硅酸盐溶于水，其它难

溶于水。常见的有  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ，其水溶液叫水玻璃，是无机粘合剂，耐火，呈碱性。保存时必须用橡胶塞以防粘结磨口玻塞，应密闭以防空气中  $\text{CO}_2$  与其反应产生硅胶。

(2) 复杂硅酸盐：均难溶于水，常用氧化物形式表示其化学式，如正长石  $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$  可表示为  $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$ 。硅酸盐的热稳定性好为其特点。

## 5. 硅酸盐工业中的玻璃和水泥

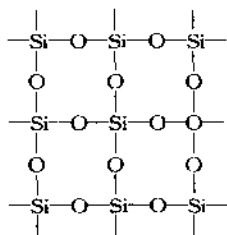
(1) 玻璃：一般是碱金属硅酸盐、ⅠA 金属硅酸盐和二氧化硅熔成的混合物，高级玻璃中还有硼酸盐成分。玻璃为非晶体，又称玻璃体。没有熔点，只受热逐渐软化而渐粘稠渐成为流动性液体。制窗玻璃原料为石英、纯碱和石灰石，反应主要是  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 、 $\text{CaCO}_3$  与  $\text{SiO}_2$  于高温生成  $\text{CO}_2$  和  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ 、 $\text{CaSiO}_3$  的反应。

(2) 水泥：原料为石灰石和粘土，使它们于高温烧窑，再加工粉碎而成。主要成分为硅酸二钙 ( $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ )、硅酸三钙 ( $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ) 和铝酸三钙 ( $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ )。水泥具水硬性，它硬化时不需空气。水泥与水硬化时其与水形成胶体与针状晶体的胶合而凝固。为防止水泥和水反应后过快硬化而要加入适量石膏为“调速剂”。

## 二、典型思路例析

例 1 右图是石英晶体平面示意图，它实际上是立体的网状结构，其中硅、氧原子数之比为\_\_\_\_\_。原硅酸根离子  $\text{SiO}_4^{4-}$  的结

构可表示为  $\left[ \begin{array}{c} \text{O} \\ | \\ \text{O}-\text{Si}-\text{O} \\ | \\ \text{O} \end{array} \right]^{4-}$  ; 二聚硅



酸根离子  $\text{Si}_2\text{O}_7^{6-}$  中只有硅氧键，它的结构可表示为 \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_。(1996 年高考题)

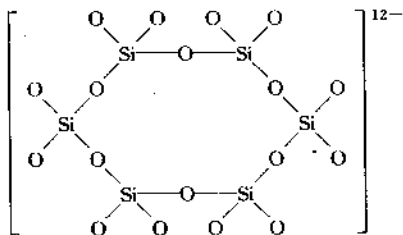
**[思路指引]** 由题给二氧化硅和原硅酸根的示意图示，可见当硅、氧结合时，并未出现 Si—Si 键或 O—O 键，而是 Si—O 键。由于每个硅原子与氧原子以四个共同电子对结合，每个氧原子与硅原子以两个共同电子对结合，网状结构的石英晶体必为  $n$  个硅原子与  $2n$  个氧原子结合，原子数比为 1 : 2。题给二聚硅酸根离子的化学式：“ $\text{Si}_2\text{O}_7^{6-}$ ”。写其结构式时，首先抓住其中必有硅氧键，其两个硅原子的连接必为

“ $\text{O}-\text{Si}-\text{O}-\text{Si}-\text{O}$ ”形式，然后将所余的价键连接上氧原

子，而成为  $\left[ \begin{array}{c} \text{O} \quad \quad \text{O} \\ | \quad \quad | \\ \text{O}-\text{Si}-\text{O}-\text{Si}-\text{O} \\ | \quad \quad | \\ \text{O} \quad \quad \text{O} \end{array} \right]^{6-}$  形式。写出后要检查离子

电荷数是否合理：2 个硅原子共 +8 价，7 个氧原子共 -14 价，所以二聚硅酸根离子带有 -6 个电荷。

**[启示与引伸]** 从自学题给信息抓住关键，如本题的硅氧键，再由已学过的硅、氧价态即易解决。更复杂的也可由上述方法得出，如六聚硅酸根  $[\text{Si}_6\text{O}_{18}]^{12-}$ ，则为：



若引伸到某些“聚酸根”也可抓住酸根的关键。如“已

知磷酸的结构为  $\begin{array}{c} \text{H-O} \\ | \\ \text{H-O}-\text{P}-\text{O} \\ | \\ \text{H-O} \end{array}$  写出三聚磷酸根  $\text{P}_3\text{O}_{10}^{5-}$  的结

构”，解题时可以抓住 P 与 O 结构的有 P—O 键和 P=O 键的要点，得出  $\left[ \begin{array}{ccc} \text{O} & \text{O} & \text{O} \\ || & || & || \\ \text{O}-\text{P} & -\text{O}-\text{P} & -\text{O}-\text{P}-\text{O} \\ || & || & || \\ \text{O} & \text{O} & \text{O} \end{array} \right]^{5-}$  的结构式。

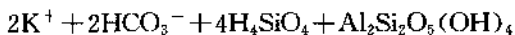
**例 2** 矿泉水一般是由岩石风化后被地下水溶出其中可溶部分生成的。风化作用是指矿物与水和二氧化碳同时作用的过程。例如钾长石 ( $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$ )、中长石 ( $\text{Na}_{0.5}\text{Ca}_{0.5}\text{Al}_{1.5}\text{Si}_{2.5}\text{O}_8$ ) 等风化均有水和碳酸为反应物，溶出有碱金属和碱土金属离子以及  $\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{H}_4\text{SiO}_4$  和高岭土  $[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4]$ 。试回答：

(1) 写出钾长石、中长石风化的离子方程式并配平。

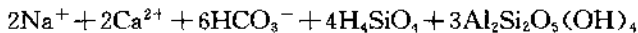
(2) 简述为什么这些反应能够发生（虽然极慢）？

**[思路指引]** 要根据题中所给的反应物、生成物写出未配平的离子方程式，并根据电荷数与原子数配平。它们虽未发生氧化还原反应，但应更注意系数的调整。在解释风化原因时，因无电子得失，只有从“酸、碱、盐”反应为思路，即主要是“强酸分解弱酸盐”的类似反应。

答：(1) ①  $2\text{KAlSi}_3\text{O}_8 + 2\text{H}_2\text{CO}_3 + 9\text{H}_2\text{O} \longrightarrow$



②  $4\text{Na}_{0.5}\text{Ca}_{0.5}\text{Al}_{1.5}\text{Si}_{2.5}\text{O}_8 + 6\text{H}_2\text{CO}_3 + 11\text{H}_2\text{O} \longrightarrow$



(2) 较强的酸取代较弱的酸， $\text{H}_2\text{CO}_3$  的酸性比  $\text{H}_4\text{SiO}_4$  强些，所以能缓慢发生反应。

**[启示与引伸]** 遇带小数的原子数的化学式于有关化学方程式中，在配平时可以将其先化为整数于配平后再复原。这



在遇到一些合金的化学式时常有出现。有时结合新科技还会出现一些非整比化合物，如吸氢材料或贮氮材料： $\text{TiFeH}_{1.95}$ 。

**例3** 工业上用焦炭、磷酸钙和石英砂混合后在电炉里密闭隔绝空气强热，于炉顶逸出的气态物质通过水池于池底逐渐出现油状液体，未被水溶去的气体导出具有可燃性，点燃时火焰呈蓝色；炉底流出灰黑色玻璃状熔渣。

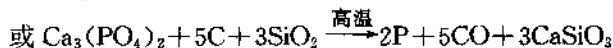
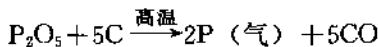
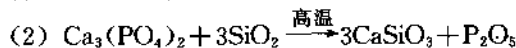
(1) 此工厂主要生产哪种产品？

(2) 在电炉的主要反应有哪些，分别写出它们的化学方程式。

(3) 题述涉及的有关盐类热稳定性的顺序是什么？

[思路指引] 题给信息表明是高温下的反应，且从  $\text{SiO}_2$  性质可见，应该  $\text{SiO}_2$  与许多盐于高温时作用生成热稳定性好的硅酸盐，如制玻璃时  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 、 $\text{CaCO}_3$  与  $\text{SiO}_2$  生成  $\text{CaSiO}_3$ 、 $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ 、 $\text{CO}_2$  的反应。据此由“玻璃状熔渣”知有  $\text{CaSiO}_3$  生成，其色灰黑是因掺入了炭等杂质。再由从水中导出的火焰呈蓝色的可燃气体，从原料组成元素角度分析，该气体只能是一氧化碳。于水下的油状液体，也由元素组成分析，只可能是低熔点的白磷。生成白磷的反应结合其前反应为：①  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  与  $\text{SiO}_2$  生成  $\text{P}_2\text{O}_5$  与  $\text{CaSiO}_3$ ，②  $\text{P}_2\text{O}_5$  与焦炭在高温下反应生成磷蒸气和一氧化碳。

答：(1) 白磷



(3)  $\text{CaSiO}_3$  的热稳定性大于  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$

[启示与引伸] 热稳定性对高温反应很重要，如  $\text{KClO}_3$  热