

第13讲 碳、硅及其化合物

【复习目标】

- 1.了解碳、硅及其化合物的主要性质和重要应用。
- 2.了解粗硅的冶炼方法(从沙子到单晶硅)。
- 3.了解陶瓷、水泥、玻璃、光导纤维和单晶硅等无机非金属材料;碳材料和纳米材料及其应用。

目录索引

考点1 碳、硅单质

考点2 碳、硅的氧化物

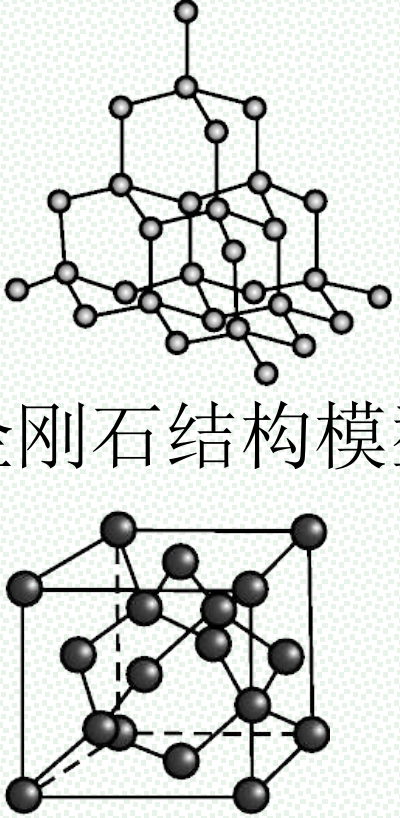
考点3 硅酸及硅酸盐

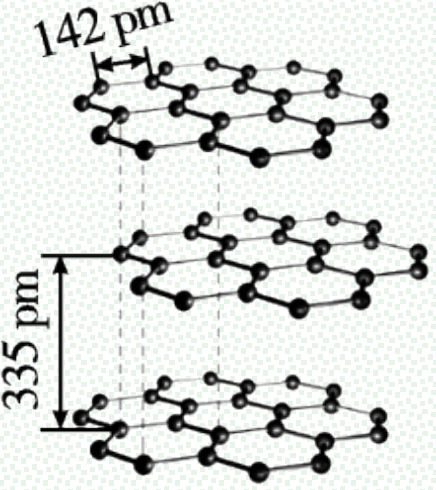
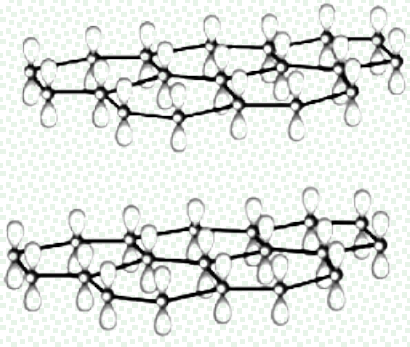
考点1 碳、硅单质

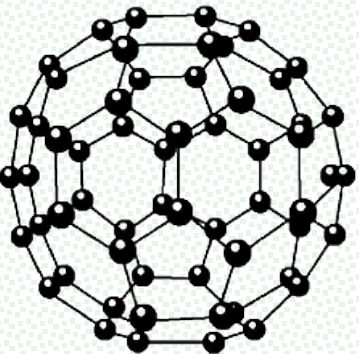
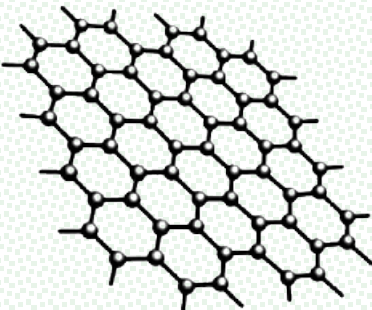
一、C、Si单质的结构、物理性质及用途

1.自然界中碳元素既有游离态,又有化合态,而硅元素因有亲氧性,所以仅有_____态。

2.C、Si单质的结构、物理性质与用途

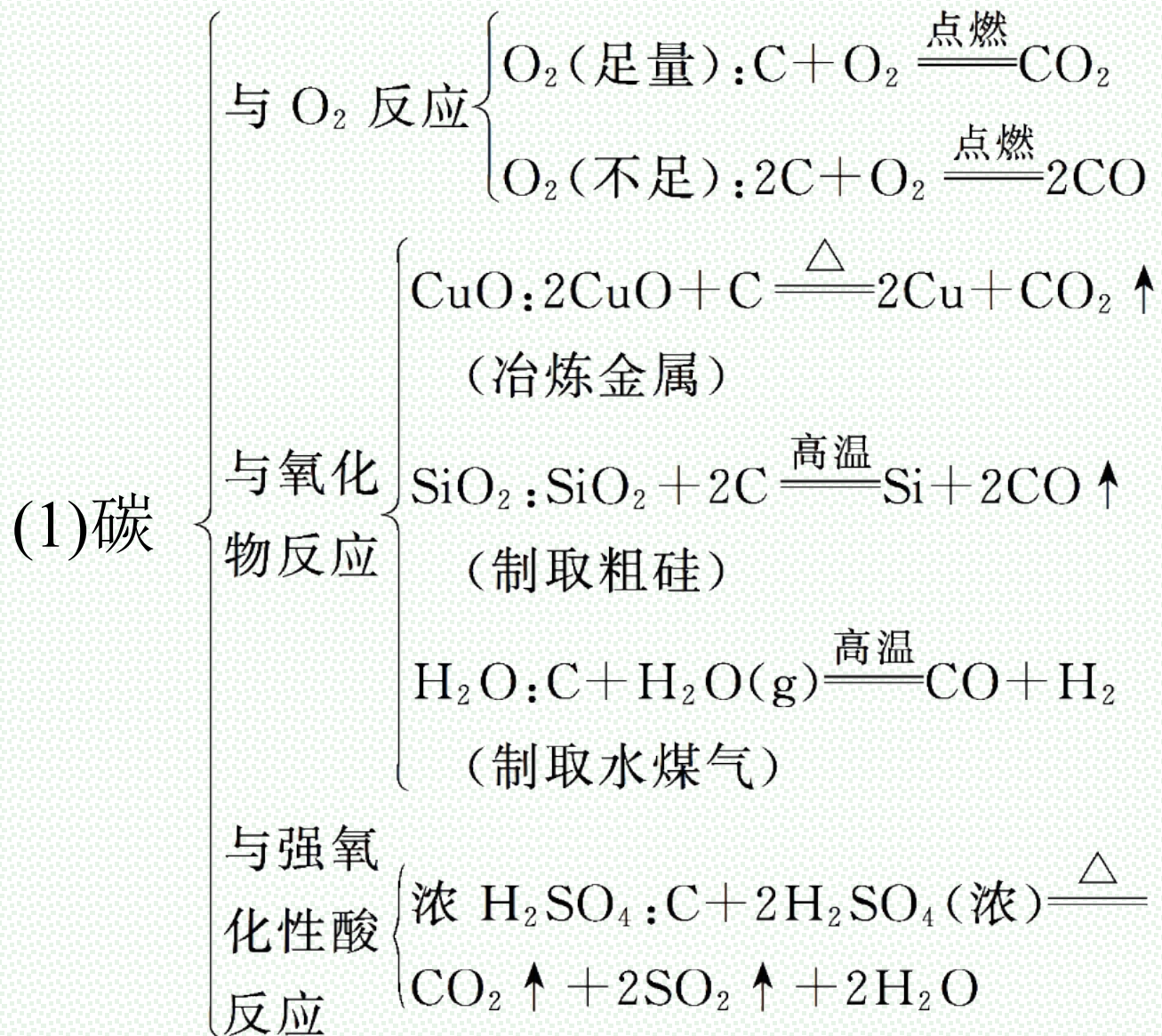
名称	结构图	结构特点	物理性质与用途
金刚石 (共价晶体)	 <p data-bbox="333 678 853 749">金刚石结构模型</p> <p data-bbox="333 1120 700 1192">金刚石晶胞</p>	<p>(1)每个碳与相邻4个碳以共价键结合,形成正四面体结构,C原子为__杂化,键长相等,键角为$109^{\circ} 28'$,熔融时破坏共价键;</p> <p>(2)最小碳环由6个C组成且六原子不在同一平面内;</p> <p>(3)C原子数与C—C键数之比为__,1 mol 金刚石含有__mol C—C键;</p> <p>(4)金刚石晶胞中C原子有__个;</p> <p>(5)晶体硅的结构与金刚石类似</p>	<p>(1)金刚石:熔点高、硬度大(可作为切割刀具);</p> <p>(2)晶体硅:灰黑色固体,有金属光泽、硬度大、熔点高。(晶体硅用作半导体材料、硅芯片和硅太阳能电池)</p>

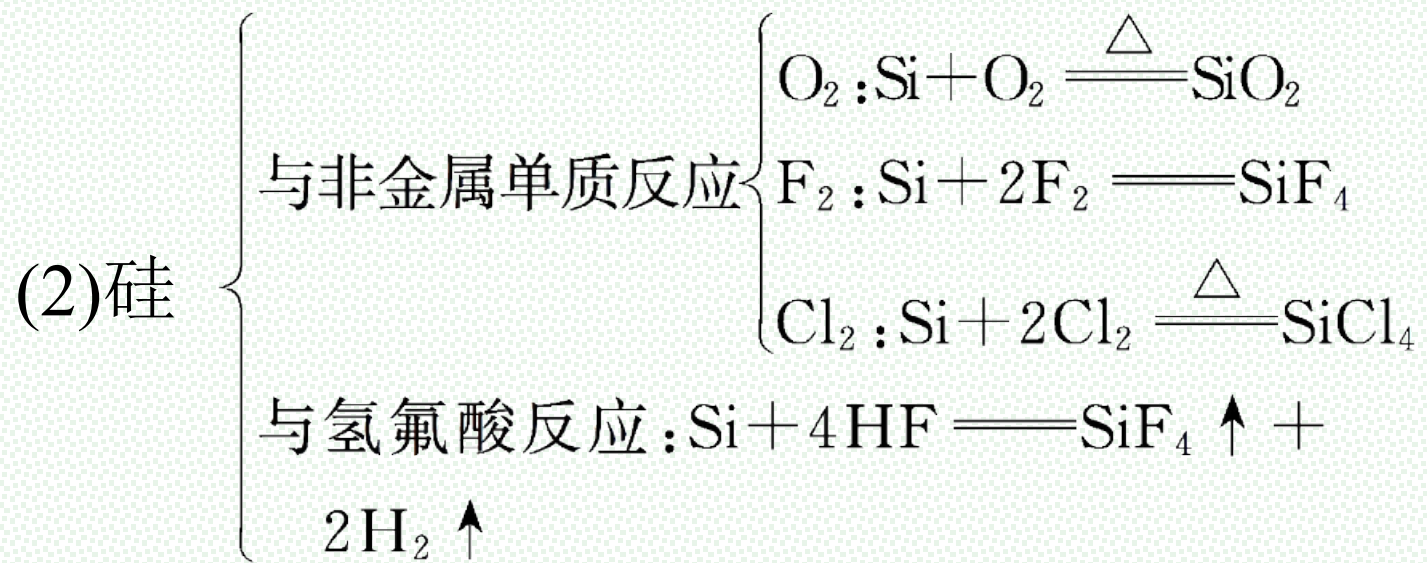
名称	结构图	结构特点	物理性质与用途
石墨 (混合型 晶体)	 <p>石墨结构模型</p>  <p>石墨晶体中的π键</p>	<p>(1)石墨层状晶体中,层内碳原子之间以_____结合,碳原子采取的杂化方式是____。碳原子能形成4个价电子,有3个形成共价键,还有1个2p电子。这些p轨道形成相互重叠,形成大π键;</p> <p>(2)层与层之间的作用是_____,平均每个正六边形含有的碳原子个数是___个,1 mol石墨中含有_____mol碳碳键,碳原子数与碳碳键数目之比为_____</p>	<p>熔点高、质软(用作铅笔芯),有滑腻感、能导电(石墨用作电极)</p>

名称	结构图	结构特点	物理性质与用途
C ₆₀ (分子晶体)		<p>C₆₀由60个C原子形成的封闭笼状分子,形似足球的32面体,有20个六边形和12个五边形; C₆₀中碳原子数与碳碳键数目之比为_____</p> <p>C₆₀中有60个C—C,30个C=C</p>	—
石墨烯		<p>石墨烯是一种由碳原子以sp²杂化连接形成的单原子层二维晶体,每个碳原子除了以σ键与其他三个碳原子相连之外,剩余的π电子与其他碳原子的π电子形成大π键,电子可在此区域内自由移动</p>	有优异的导电性能

二、碳、硅单质的化学性质

碳、硅在参与化学反应时,一般表现还原性。

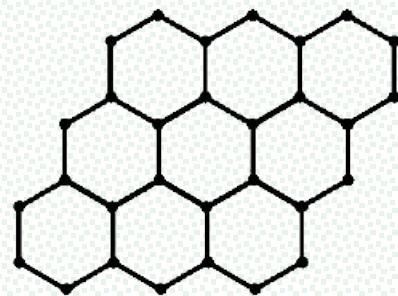




关键能力·提升

考向1 新材料、新技术下C、Si的考查

典例1 石墨烯的结构示意图如图所示,下列关于石墨烯的叙述正确的是



(B)

A. 石墨烯可以导电,说明它是电解质

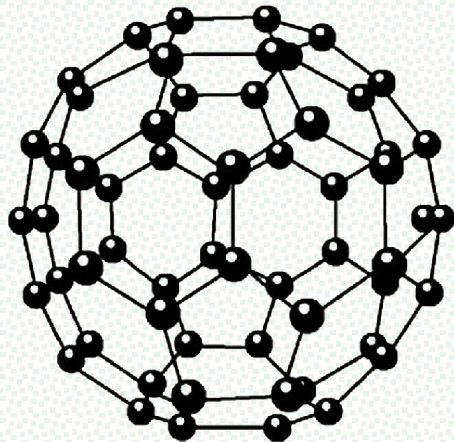
B. 石墨烯、金刚石、 C_{60} 、“碳纳米泡沫”四种物质都是碳的单质

C. 由于 $C(\text{石墨},s) \rightleftharpoons C(\text{金刚石},s) \quad \Delta H = +1.9 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 知金刚石比石墨烯稳定

D. 尽量使用含 ${}^1_6\text{C}$ 的产品,减少使用含 ${}^{13}_6\text{C}$ 的产品,此举符合“促进低碳经济”的宗旨

解析 “石墨烯可由石墨剥离而成”故石墨烯是可以导电的非金属单质,它既不是电解质,也不是非电解质,A项错;石墨烯、金刚石、 C_{60} 、“碳纳米泡沫”都是由碳元素形成的不同的单质,它们互为同素异形体,B项正确;C项中由于石墨转化为金刚石的 $\Delta H > 0$,是吸热过程,即石墨的能量较金刚石低,因而石墨烯稳定,C项错; 1_6C 和 ${}^{13}_6C$ 都是碳元素,故 D 项错。

[对点训练1]碳材料产品丰富,应用广泛,让人感到“碳为观止”。下列叙述正确的是(**B**)



富勒烯(C_{60})结构模型

- A. 金刚石与石墨互为同位素
- B. 石墨烯是一种有发展前途的导电材料
- C. 碳纤维、合成纤维、光导纤维都属于高分子材料
- D. 富勒烯是由60个碳原子以碳碳单键构成的分子

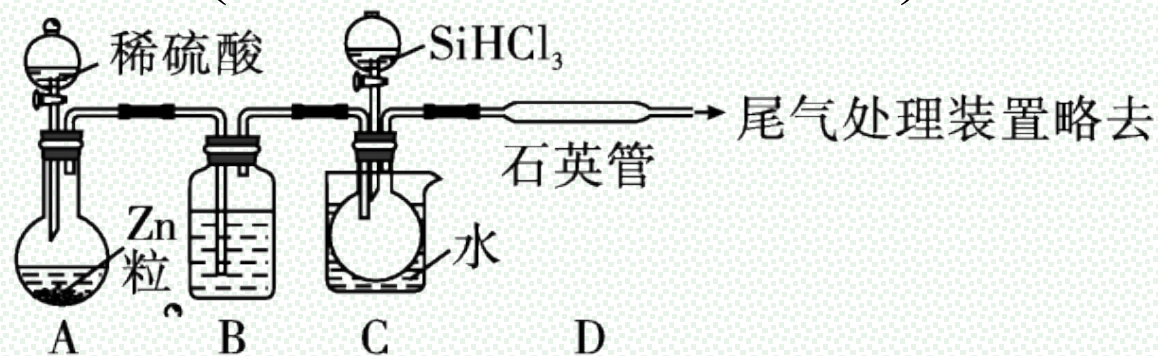
解析 同一种元素的不同核素互为同位素,而金刚石和石墨属于同素异形体,A错误;光导纤维主要成分为 SiO_2 ,属于新型无机非金属材料,C错误;图中可以看出每个碳原子和另外3个碳原子相连,碳能形成4个共价键,既有碳碳单键,也有碳碳双键,D错误。

(3)用 SiHCl_3 与过量 H_2 反应制备纯硅的装置如下(热源及夹持装置略去)。

①装置B中的试剂是浓硫酸。

装置C中的烧瓶需要加热,其目的是

使滴入烧瓶中的 SiHCl_3 气化。



②反应一段时间后,装置D中观察到的现象是有固体物质生成,装置D不能采用普通玻璃管的原因是在反应温度下,普通玻璃会软化,装置

D中发生反应的化学方程式为 $\text{SiHCl}_3 + \text{H}_2 \xrightarrow{1\ 000 \sim 1\ 100\ ^\circ\text{C}} \text{Si} + 3\text{HCl}$ 。

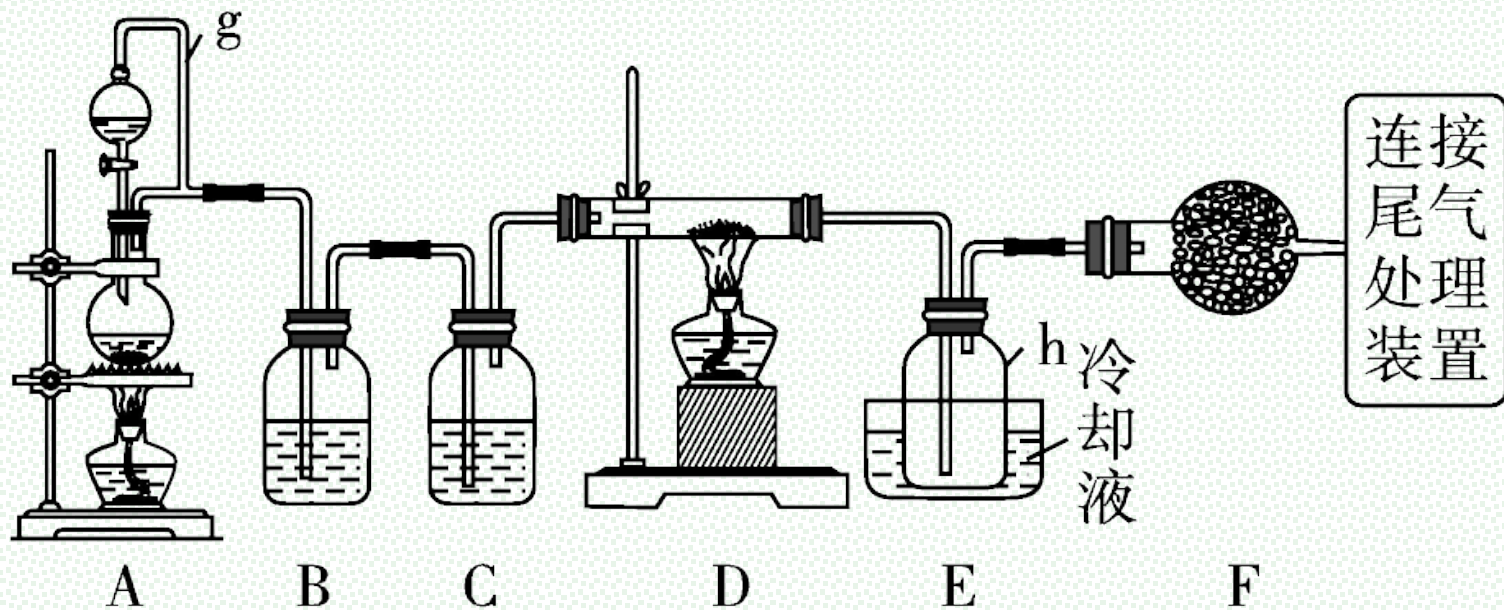
③为保证制备纯硅实验的成功,操作的关键是检查实验装置的气密性、控制好反应温度以及排尽装置中的空气。

④为鉴定产品硅中是否含微量铁单质,将试样用稀盐酸溶解,取上层清液后需再加入的试剂(填写字母代号)是bd。

a.碘水 b.氯水 c.NaOH溶液 d.KSCN溶液 e. Na_2SO_3 溶液

解析 (1)根据题给信息,粗硅可以用碳还原二氧化硅的办法来制得,故反应方程式为 $\text{SiO}_2+2\text{C} \xrightarrow{\text{高温}} \text{Si}+2\text{CO}\uparrow$ 。(2)因HCl易溶于水,而 SiHCl_3 与 H_2O 强烈反应,故提纯 SiHCl_3 的方法只能在水的条件下利用它们的沸点不同,采用分馏的方法进行。(3)①因 SiHCl_3 与水强烈反应,故A中产生的 H_2 必须干燥,故B中的液体一定为浓 H_2SO_4 ,且C中烧瓶需加热,其目的是使 SiHCl_3 气化,加快与 H_2 的反应。②根据题给信息石英管中产生的物质应为硅,故D中现象应有固体产生,由题给信息,制纯硅的反应条件为 $1\ 000\sim 1\ 100\text{ }^\circ\text{C}$,此温度下普通玻璃容易软化。③因高温下 H_2 与 O_2 容易反应而爆炸,故还应排尽装置中的空气。④铁与盐酸反应产生 Fe^{2+} ,其检验方法常常采用先将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} 然后再加入KSCN溶液看是否变红色来检验。

[对点训练2]单晶硅是信息产业中重要的基础材料。通常用碳在高温下还原二氧化硅制得粗硅(含铁、铝、硼、磷等杂质),粗硅与氯气反应生成四氯化硅(反应温度 $450\sim 500\text{ }^{\circ}\text{C}$),四氯化硅经提纯后用氢气还原可得高纯硅。以下是实验室制备四氯化硅的装置示意图。



相关信息如下:

a.四氯化硅遇水极易水解;

b.硼、铝、铁、磷在高温下均能与氯气直接反应生成相应的氯化物;

c.有关物质的物理常数见下表。

物质	SiCl_4	BCl_3	AlCl_3	FeCl_3	PCl_5
沸点/ $^{\circ}\text{C}$	57.7	12.8	—	315	—
熔点/ $^{\circ}\text{C}$	-70.0	-107.2	—	—	—
升华温度/ $^{\circ}\text{C}$	—	—	180	300	162

请回答下列问题:

(1)写出装置A中发生反应的离子方程式:
$$\underline{\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{Cl}^- \xrightarrow{\Delta} \text{Mn}^{2+} + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}}$$

(2)装置A中g管的作用是 平衡气压;装置C中的试剂是 浓H₂SO₄;

装置E中的h瓶需要冷却的理由是 SiCl₄沸点较低,用冷却液可得到液态SiCl₄

(3)装置E中h瓶收集到的粗产物可通过精馏(类似多次蒸馏)得到高纯度四氯化硅,精馏后的残留物中,除铁元素外可能还含有的杂质元素是

Al、B、P (填写元素符号)。

解析 依题中信息可知A为Cl₂的发生装置,B、C为Cl₂净化装置,D中发生反应
$$2\text{Cl}_2 + \text{Si} \xrightarrow{\Delta} \text{SiCl}_4$$
,生成SiCl₄用E收集,B中为饱和食盐水将氯化氢气体除去,C中应为浓H₂SO₄除水,由表中数据可知SiCl₄沸点较低,用冷却液可得到液态SiCl₄;由题中信息粗硅(含铁、铝、硼、磷等杂质),即可轻松完成第(3)问。

考点2 碳、硅的氧化物

必备知识·梳理

一、一氧化碳性质

(1)物理性质: __色气体, __溶于水。

(2)化学性质

①燃烧: $2\text{CO} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{CO}_2$, _____ 火焰;

②还原 CuO: $\text{CuO} + \text{CO} \xrightarrow{\Delta} \text{Cu} + \text{CO}_2$ (冶炼金属)。

二、二氧化碳和二氧化硅的比较

物质		二氧化硅	二氧化碳
结构		_____结构,不存在单个分子	存在单个CO ₂ 分子
主要物理性质		硬度____,熔、沸点____,常温下为____体,不溶于水	熔、沸点____,常温下为气体,微溶于水
化学性质	①与水反应	不反应	$\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3$
	②与酸反应	只与氢氟酸反应: $\text{SiO}_2 + 4\text{HF} = \text{SiF}_4\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$	不反应

物质	二氧化硅	二氧化碳
化学性质	③与碱反应 $\text{SiO}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ (盛碱液的试剂瓶用____塞)	CO ₂ 少量: $\text{CO}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ 、 CO ₂ 过量: $\text{CO}_2 + \text{NaOH} = \text{NaHCO}_3$
	④与盐反应 如与Na ₂ CO ₃ 反应: $\text{SiO}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow$	如与Na ₂ SiO ₃ 反应: $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ (不足量) $= \text{H}_2\text{SiO}_3 \downarrow + \text{Na}_2\text{CO}_3$ 或 $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{CO}_2$ (足量) = $\text{H}_2\text{SiO}_3 \downarrow + 2\text{NaHCO}_3$
	⑤与碱性氧化物反应 如与CaO反应: $\text{SiO}_2 + \text{CaO} \xrightarrow{\text{高温}} \text{CaSiO}_3$	如与Na ₂ O反应: $\text{Na}_2\text{O} + \text{CO}_2 = \text{Na}_2\text{CO}_3$
用途	制光导纤维、光学仪器、电子部件	制饮料、制碳酸盐

【常考归纳】

- ①CO₂中的CO用红热的CuO除去。
- ②Si晶体是半导体材料,可用于制造硅芯片和硅太阳能电池。SiO₂是制造光导纤维的主要材料。
- ③石英、水晶、沙子的主要成分是二氧化硅。
- ④SiO₂是酸性氧化物,不与强酸(盐酸、硫酸、硝酸)反应,但能与氢氟酸反应,生成四氟化硅气体。所以可以利用氢氟酸在玻璃上刻字绘画。
- ⑤SiO₂是酸性氧化物,能与NaOH反应,生成硅酸钠。硅酸钠是一种黏合剂,所以保存氢氧化钠溶液、氢氧化钾溶液、Na₂CO₃等碱性溶液时,不能装在带磨口玻璃塞的玻璃瓶内,而要用橡胶塞。

关键能力·提升

考向1 二氧化硅和二氧化碳的结构与性质

典例1 下列说法正确的是()

- A. 二氧化硅不与任何酸反应,可用石英制造耐酸容器
- B. SiO_2 与 CO_2 晶体结构类型相同
- C. 二氧化硅是生产光纤制品的基本原料
- D. 二氧化硅的分子式是 SiO_2

答案 C

解析 二氧化硅与氢氟酸反应,不可用来制造氢氟酸的容器,A不正确; SiO_2 为共价晶体, CO_2 为分子晶体,B不正确;二氧化硅为共价晶体,晶体微粒为原子,D不正确。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：
<https://d.book118.com/638121012074006141>