

## 第六单元《碳和碳的氧化物》

### 第一节 金刚石、石墨和 C<sub>60</sub>

一、“碳”和“炭”的区别：“碳”指碳元素，不是具体指某种物质；而“炭”指具体的、由碳元素组成的单质。

二、金刚石、石墨、C<sub>60</sub>是由碳元素组成的三种不同的单质。

所以，在一定条件下，将石墨转化为金刚石的变化是化学变化。

### 三、金刚石、石墨的物理性质和用途

	化学式	颜色	形状	硬度	导电性	导热性	润滑性	熔点	用途
金刚石	C	无色透明	正八面体	最硬	无	无	无	高	划玻璃、切割金属、钻探机钻头、制装饰品等
石墨		深灰色、有金属光泽、不透明	细鳞片状	最软之一	优良	良好	良好		电极、铅笔芯、润滑剂等

- 金刚石是天然存在的最硬的物质。
- 无定形碳：由石墨的微小晶体和少量杂质构成，没有固定形状。  
常见的无定形碳：木炭、活性炭、焦炭、炭黑。

	颜色、状态	制法	用途
木炭	灰黑色的多孔性固体	木材隔绝空气加强热	燃料、黑火药、制活性炭、冶炼金属
活性炭	灰黑色多孔颗粒状固体	木炭在高温下用水蒸气处理	净化多种气体和液体、作防毒面具
焦炭	浅灰色多孔性固体	烟煤隔绝空气加强热	冶炼金属
炭黑	极细的黑色粉末	含碳物质不完全燃烧	墨、油墨、油漆、鞋油、燃料等，作橡胶制品的填料

- 木炭、活性炭具有吸附性（物理性质）。活性炭的吸附性更强。

四、C<sub>60</sub>分子是一种由 60 个碳原子构成的分子，它形似足球，这种足球结构的碳分子很稳定。

五、金刚石、石墨、C<sub>60</sub>性质不同的原因：碳原子的排列方式不同。

### 六、碳的化学性质

- 单质碳的物理性质各异，而各种单质碳的化学性质却完全相同
- 在常温下，碳的化学性质不活泼。
- 碳具有可燃性： $C+O_2 \xrightarrow{\text{点燃}} CO_2$ （充分燃烧）       $2C+O_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2CO$ （不充分燃烧）

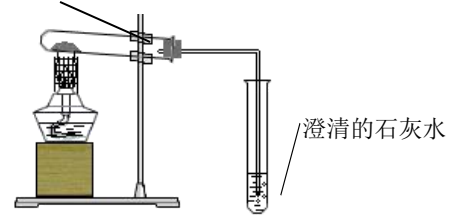
碳在氧气中燃烧的现象：燃烧剧烈，发出白光；放热；生成能使澄清石灰水变浑浊的气体。

■ 碳具有还原性：



单质碳的还原性可用于冶金工业。

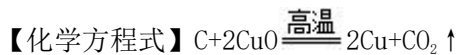
木炭+氧化铜



### 七、木炭还原氧化铜的实验（见右图）

- 【实验操作】① 把刚烘干的木炭粉末和氧化铜粉末混合均匀，小心地铺放进试管；
- ② 将试管固定在铁架台上。试管口装有通入澄清石灰水的导管；
- ③ 集中加热；
- ④ 过几分钟后，先撤出导气管，待试管冷却后再把试管里的粉末倒在纸上。观察现象并分析。

【实验现象】澄清的石灰水变浑浊；黑色固体逐渐变成红色。



- 反应开始的标志：澄清的石灰水变浑浊。
- 在酒精灯上加网罩的目的：使火焰集中并提高温度。
- 配制混合物时木炭粉应稍过量的目的：防止已经还原的铜被氧气重新氧化。
- 实验完毕后先熄灭酒精灯的后果：石灰水倒吸入热的试管中使试管炸裂。

### 八、还原反应：含氧化合物里的氧被夺去的反应，叫做还原反应。

木炭是使氧化铜还原为铜的物质，具有还原性。木炭在反应  $\text{C} + 2\text{CuO} \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Cu} + \text{CO}_2 \uparrow$  中作还原剂。

## 第二节 二氧化碳制取的研究

### 一、实验室制取二氧化碳

- 原料：大理石或石灰石、稀盐酸。
  - ◆ 不用稀硫酸代替稀盐酸的原因：稀硫酸与大理石反应生成微溶于水的硫酸钙，阻碍反应的继续进行。
  - ◆ 不用浓盐酸代替稀盐酸的原因：浓盐酸易挥发，使生成的二氧化碳中混有氯化

氢气体而不纯。

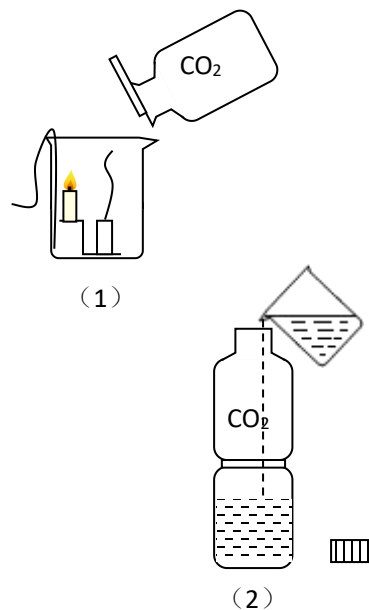
- ◆ 不用纯碳酸钙或碳酸钠等代替大理石、石灰石的原因：它们与稀盐酸反应速率太快，不容易控制和收集，且成本较高。
- 反应原理： $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$
- 发生装置：同分解过氧化氢溶液制取氧气的发生装置（原因：固体和液体混合，在常温下反应生成气体）
- 收集装置：向上排空气法收集气体的装置（原因：二氧化碳能溶于水，且密度比空气密度大）
- 检查装置的气密性：用长颈漏斗插入液面内的气体发生装置，紧闭导气管出口，从漏斗中加水。如果液面稳定后水面下降，则表明漏气；若水面不下降，则表明不漏气。
- 验满：把燃着的木条放在集气瓶口（不要伸入瓶内），如果火焰熄灭，证明二氧化碳已经收集满了。
- 检验：把气体通入澄清的石灰水中，如果澄清的石灰水变浑浊，就证明收集的气体是二氧化碳。
- 净化：如果制取的二氧化碳中混有少量氯化氢气体和水蒸气时，可先将气体通过盛有碳酸氢钠溶液的洗气瓶（除去氯化氢），再通过盛有浓硫酸的洗气瓶（除去水蒸气并进行干燥）。
- 注意事项见第二单元。

二、二氧化碳和氧化钙的工业制法： $\text{CaCO}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{CaO} + \text{CO}_2 \uparrow$

### 第三节 一氧化碳和二氧化碳

#### 一、二氧化碳的物理性质及对应的探究实验：

- 无色无味，常温常压下为气体。
- 一般情况下，二氧化碳的密度比空气的密度大。  
【实验操作】如右图（1），将  $\text{CO}_2$  气体慢慢倒入杯中。  
【实验现象】蜡烛自下而上依次熄灭。  
【实验分析】二氧化碳气体沿烧杯内壁流下，先聚集在底部，然后逐渐上升，把杯内的空气自下而上排出。



【实验结论】① 一般情况下，二氧化碳既不能燃烧，也不能支持燃烧；

② 一般情况下，二氧化碳的密度比空气的密度大。

■ 二氧化碳能溶于水。

【实验操作】如右上图（2）向一个收集满二氧化碳气体的质地较软的塑料瓶中加入约 1/3 体积的水，立即旋紧瓶盖，振荡。

【实验现象】瓶体变瘪。

【实验分析】二氧化碳溶于水时，使瓶内的气体体积减小，因而压强减小，外界大气压把瓶子压瘪了。

【实验结论】二氧化碳能溶于水。

## 二、二氧化碳的化学性质

■ 一般情况下，二氧化碳既不能燃烧，也不能支持燃烧。

■ 二氧化碳不能供给呼吸。（注意：二氧化碳没有毒性）

■ 二氧化碳能与水反应生成碳酸。

【实验操作】取四朵用石蕊溶液染成紫色的干燥的纸花。第一朵纸花喷上稀醋酸，第二朵纸花喷上水，第三朵纸花直接放入盛满二氧化碳的集气瓶中，第四朵纸花喷上水之后，再放入盛满二氧化碳的集气瓶中，观察四朵纸花的颜色变化。然后将第四朵纸花取出，小心烘烤，观察现象。

【实验现象】① 第一朵小花变红；② 第二朵小花不变色；③ 第三朵小花不变色；④ 第四朵小花变红；⑤ 第四朵小花被烘烤后由红色变成紫色。

【实验分析】① 醋酸能使紫色小花变红，说明酸（溶液）可以使紫色石蕊变红；② 水不能使紫色石蕊变红；③ 二氧化碳不能使紫色石蕊变红；④ 二氧化碳与水反应生成碳酸，碳酸能使紫色石蕊变红；⑤ 说明碳酸被分解了。

【化学方程式】 $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{CO}_3$  和  $\text{H}_2\text{CO}_3 = \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$

【注意事项】

① 第二朵、第三朵纸花可以说明：水不能使紫色石蕊变红，二氧化碳不能使紫色石蕊变红，二氧化碳与水反应生成碳酸，碳酸能使紫色石蕊变红。

② 纸花必须是干燥的。如果纸花不是干燥的，那么在把第三朵纸花放入水中时， $\text{CO}_2$  会与纸花里的水分反应生成碳酸使纸花变红，这样就起不到对照的作用。

③ 二氧化碳不能使紫色石蕊变红，但二氧化碳能使紫色石蕊溶液变红。

■ 二氧化碳能使澄清的石灰水变浑浊： $\text{CO}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$

- 
- 二氧化碳能与灼热的碳反应生成一氧化碳： $\text{CO}_2 + \text{C} \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{CO}$

该反应是吸热反应。该反应既是化合反应，又是氧化还原反应（ $\text{CO}_2$ 是氧化剂，C是还原剂）。

该反应是二氧化碳变为一氧化碳的一种方法。

### 三、二氧化碳的用途

- 灭火（既利用了二氧化碳的物理性质，又利用了二氧化碳的化学性质）

原因：① 二氧化碳的密度比空气大；② 一般情况下，二氧化碳既不能燃烧，也不能支持燃烧。

灭火器原理： $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} = 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$

- 干冰（固体二氧化碳）：干冰升华吸收大量的热，因此干冰可用于人工降雨、制冷剂。
- 光合作用：作气体肥料，可以提高农作物的产量。

### 四、二氧化碳对环境的影响：造成温室效应

【能导致温室效应的气体】二氧化碳、臭氧（ $\text{O}_3$ ）、甲烷（ $\text{CH}_4$ ）、氟氯代烷等。

### 五、一氧化碳的物理性质：无色、无味的气体，难溶于水，密度比空气略小。

一氧化碳只能用排水法收集，不能用向下排空气法收集。

### 六、一氧化碳的化学性质

- 一氧化碳具有可燃性： $2\text{CO} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{CO}_2$

【燃烧的现象】① 发出蓝色火焰；② 放热；③ 生成能使澄清石灰水变浑浊的气体。

煤炉从上至下，常发生的三个反应： $2\text{CO} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{CO}_2$ 、 $\text{CO}_2 + \text{C} \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{CO}$ 、 $\text{C} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{CO}_2$

- 一氧化碳具有毒性。

原因：一氧化碳极易与血液中的血红蛋白结合，造成生物体内缺氧，严重时危及生命。

正常的血液呈深红色，当通入一氧化碳后，血液由深红色变成浅红色。

- 一氧化碳具有还原性。

### 七、一氧化碳的用途：

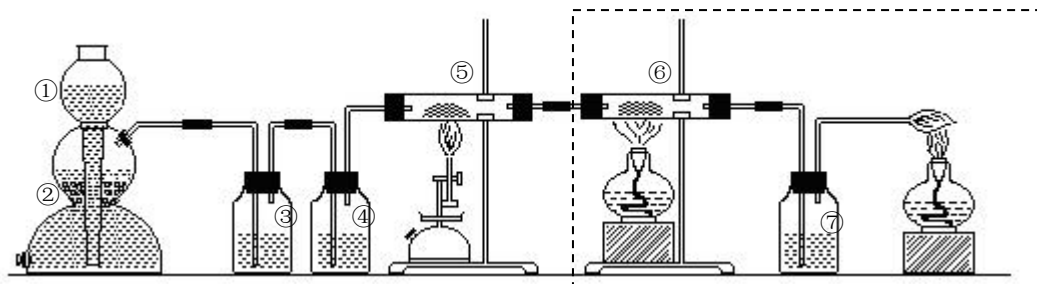
- 可燃性：作气体燃料（ $2\text{CO} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{CO}_2$ ）。

- 还原性：冶炼金属 ( $3\text{CO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$ 、 $\text{CO} + \text{CuO} \xrightarrow{\Delta} \text{Cu} + \text{CO}_2$ )。

## 八、一氧化碳的还原性

- 一氧化碳还原氧化铜的实验：

【实验装置】见下图（这是整套装置，但只需掌握虚线框中内容，并且下文的操作、现象、结论仅针对虚线框内的实验装置）。



1-稀盐酸 2-大理石 3-碳酸氢钠溶液 4-浓硫酸 5-木炭 6-氧化铜 7-氢氧化钙溶液

### 【实验操作】

- ① 先通入一氧化碳，在加热前必须先检验一氧化碳的纯度；
- ② 点燃酒精灯给玻璃管内的物质加热；
- ③ 实验完毕，先熄灭酒精灯；
- ④ 再通入一会儿一氧化碳直到试管冷却。

【实验现象】黑色粉末变成红色，生成的气体使澄清的石灰水变浑浊。

【实验结论】一氧化碳能使氧化铜还原成铜，同时生成二氧化碳。

【化学方程式】 $\text{CO} + \text{CuO} \xrightarrow{\Delta} \text{Cu} + \text{CO}_2$

### 【注意事项】

- ① 检验一氧化碳纯度的目的：防止加热空气和一氧化碳的混合气体引起爆炸。
- ② 一氧化碳“早来晚走”，酒精灯“迟到早退”。
- ③ 一氧化碳“早来”，酒精灯“迟到”的目的：排净装置内的空气，防止加热空气和一氧化碳的混合气体引起爆炸。
- ④ 一氧化碳“晚走”，酒精灯“早退”的目的：防止灼热的铜重新被空气中的氧气氧化



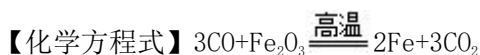
⑤ 因为一氧化碳有毒，随意排放会造成空气污染，所以必须进行尾气处理。

⑥ 7 溶液的目的：① 证明反应生成二氧化碳；② 除去装置内的二氧化碳。

■ 一氧化碳还原氧化铁

【实验装置和实验操作】与上面的实验类似（⑥ 下的酒精灯要换成酒精喷灯）

【实现现象】红色粉末逐渐变黑，生成的气体使澄清的石灰水变浑浊。



【注意事项】铁块是银白色的，但铁粉是黑色的。

■

■ 水煤气（一氧化碳和氢气的混合气体）： $\text{C} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{高温}} \text{CO} + \text{H}_2$

■ 在我们学过的还原剂还原金属氧化物的反应中，只有两个反应的条件是“加热”，其他的都是“高温”：



### 九、一氧化碳和二氧化碳的性质比较

	一氧化碳	二氧化碳
物理性质	无色无味的气体，密度比空气略小，难溶于水	无色无味的气体，密度比空气大，能溶于水
化学性质	可燃性、还原性、毒性	① 二氧化碳能和水反应生成碳酸 ② 二氧化碳可以和四大强碱反应生成盐和水 ③ 二氧化碳能和碳单质反应 ④ 二氧化碳能参与光合作用
检验方法	通过灼热的氧化铜粉末，粉末由黑色逐渐变成红色，产生的气体能使澄清石灰水变浑浊	通入澄清石灰水中，澄清石灰水变浑浊
主要用途	做燃料、冶炼金属	灭火、制汽水、人工降雨

十、三大还原剂： $\text{H}_2$ 、C、CO——共同性质：可燃性、还原性。

十一、三大可燃性气体及燃烧时的火焰颜色： $\text{H}_2$ （淡蓝色）、CO（蓝色）、 $\text{CH}_4$ （明亮的蓝）

十二、当碳与氧化剂不充分反应时，会生成一氧化碳。