

碳和硅

- 碳族元素：碳、硅、锗、锡、铅、铋
- 位于 IVA 族，有 4 个价电子

碳原子	$2s^2 2p^2$
硅原子	$3s^2 3p^2$

碳	<ul style="list-style-type: none"> • 在自然界以不同形式存在，例如金刚石、石墨、二氧化碳、有机物等碳化合物 • 分布广，在大气、陆地、海洋都均有碳元素
硅	<ul style="list-style-type: none"> • 地壳中主要以硅酸盐矿物和石英矿存在
锗	<ul style="list-style-type: none"> • 稀有元素，常以其他金属共生于硫化物矿石中
锡	<ul style="list-style-type: none"> • 来自锡石矿
铅	<ul style="list-style-type: none"> • 来自方铅矿

碳的同素异形体

同素异形象：一种元素形成几种单质的现象

金刚石	<p>特征：无色透明、有光泽的晶体、硬度（世界上最硬的物质）、熔点高、不导电</p> <p>晶体：每个碳原子和相邻的 4 个碳原子形成 4 个共价键，形成空间网状；原子核距离小，C-C 键很强，无自由电子</p> <p>用途：制造钻头、磨削工具、高档装饰品</p>	
石墨	<p>灰黑色、有金属光泽、质软、具有滑腻感、熔点高、良好的导电、导热性</p> <p>晶体：有层装结构，层内每个碳原子跟相邻的 3 个碳原子形成 3 个共价键，形成无数个 6 变形组成的平面网状结构；层内每个碳原子均有 1 个电子未参与形成共价键，可自由移动；层与层之间距离较大，以分子间作用力结合，层间的吸引力较小，各层可相对滑动</p> <p>用途：润滑剂、电极、在核反应堆作为中子减速剂、航天工业等</p>	
富勒烯（巴基球）	<p>C60 分子由 60 个碳原子构成球星，32 个面体，由 12 个五边形和 20 个六边形组成，排列与足球表面相似</p> <p>C60 与碱金属作用形成化合物具有超导性能，临界温度比合金导体高</p> <p>用途：新型催化剂或催化剂的载体、超级润滑剂、用于半导体、高能电池、药物领域</p>	
无定形碳	木炭	<p>多孔、易燃的黑色物质</p> <p>在木材隔绝空气条件下加强热干馏制得</p>

(没有特定形状的固体炭颗粒)		用途：冶炼金属的还原剂，用于燃料和黑火药制作，作于食品工业的吸附剂
	焦炭	干馏煤的产物，灰色、多孔、坚硬、可燃性 用途：冶炼金属、生产水煤气
	炭黑	黑色粉末、由气态碳氢化合物（高温分解制得） 用于黑色颜料、墨汁、油墨、橡胶的耐磨增强剂
	活性炭	经过活化处理后，活化表面积增大，有更强的吸附能力 用途：吸附剂、制作防毒面具、净化空气、脱色、除臭
	碳纤维	由有机高聚物纤维经过碳化而得到、质轻、耐高温 用途：塑料增强剂、体育用品、医疗器械等

化学性质

常温下	化学性质非常稳定，不与周围空气和水反应、不与稀酸和稀碱反应	
高温下	与氧气反应	有可燃性，在氧气或空气中充分燃烧生成二氧化碳，不充分燃烧时生成一氧化碳 $C + O_2 \rightarrow CO_2$ $2C + O_2 \rightarrow 2CO$
	还原性	高温时，碳能与氧化铜(II)、二氧化碳和水蒸气反应 $C + 2CuO \rightarrow 2Cu + CO_2$ $C + CO_2 \rightarrow 2CO$ $C + H_2O \rightarrow H_2 + CO$

碳的氧化物

一氧化碳	碳与氧气在氧气不足条件下发生不完全燃烧，生成一氧化碳 特征：无色、无味、密度比空气小、难溶于水、有毒，使血红蛋白失去结合氧气的的能力 工业采取：水煤气用水蒸气通过灼热的焦炭生成一氧化碳和氢气的混合气体	
	可燃性	在空气燃烧时，火焰呈浅蓝色，释放大量的热 是很好的气体燃料 $2CO + O_2 \rightarrow 2CO_2$
	还原性	可还原铁和铜等金属

		夺取氧化铁 (III) 和氧化铜 (II) 等金属氧化物的氧元素, 还原金属 $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \rightarrow 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$
	合成化工原料 (甲醇)	在高温、高压并有催化剂下, 一氧化碳和氢气反应合成甲醇 $2\text{H}_2 + \text{CO} \rightarrow \text{CH}_3\text{OH}$
二氧化碳	<p>无色、无味、密度比空气大、能溶于水</p> <p>$\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$ $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$</p> <p>在加压和降温的情况, 二氧化碳会变成无色液体, 进一步变成雪状固体 (干冰), 温度为 -78.5°C, 干冰会生化成二氧化碳气体,</p> <p>性质: 不活泼、不能燃烧、不能助燃</p> <p>用途: 灭火器</p> <p>二氧化碳会使地球暖化, 影响环境和生态平衡</p> <p>制取二氧化碳:</p> <ol style="list-style-type: none"> 石灰石与稀盐酸反应 $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ 石灰石放在石灰窑煅烧 $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$ 燃烧碳氢化合物, 净化、压缩、冷却、凝聚为液态 	
	与水反应	生成碳酸, 使石蕊试液变红色 $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$ 碳酸是不稳定的二元弱酸, 在水溶液中分两步电离, 离出氢离子、碳酸氢根、碳酸根 $\text{H}_2\text{CO}_3 \leftrightarrow \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$ $\text{HCO}_3^- \leftrightarrow \text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-}$
	与碱反应	生成盐和水 例如 氨水吸收二氧化碳生成碳酸氢铵 用途: 碱液可以用于吸收实验室或工厂废气中的二氧化碳, 转化为碳酸盐
	证明二氧化碳存在	澄清的石灰水变浑浊, 再逐渐变澄清 $\text{CO}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ $\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$
	用途: 生产碳酸钠、碳酸氢钠、尿素、汽水、干冰、人工降雨等	
碳酸盐\盐 碳酸氢盐	碳酸钙、 碳酸氢钙	难溶的盐, 如石灰石、大理石、方解石、贝壳、蛋壳、主要成分 是主要的建筑材料如水泥、建筑外墙或内壁

	<p>溶洞：是石灰石中的碳酸钙在水和二氧化碳作用下转化为可溶的碳酸氢钙</p> $\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ <p>当碳酸氢钙的水溶液受热后，又会生产碳酸钙</p> $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ <p>例如：钟乳石和石笋</p>
碳酸钠、碳酸氢钠	<p>来自碱湖、固体碱矿</p> <p>氨碱法产生碳酸钠：用饱和氯化钠溶液吸收氨气和二氧化碳，得到溶解度较小的碳酸氢钠，再将碳酸氢钠煅烧得到碳酸钠</p> $\text{NH}_3 + \text{NaCl} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaHCO}_3 + \text{NH}_4\text{Cl}$ $2\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

碳酸盐和碳酸氢盐的性质

	碳酸盐	碳酸氢盐
在水中的溶解度	除钾、钠、铵的碳酸盐外，都不溶或微溶于水	大多能溶于水
受热时的反应	除钾、钠的碳酸盐，其它都能分解 $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$	受热时分解 $2\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
与 CO ₂ 的反应	在水溶液中与 CO ₂ 反应，生产碳酸氢盐 $\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$	不起作用
与稀酸反应	放出 CO ₂ $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	放出 CO ₂ $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

无机碳化物

碳化钙	<p>无色至灰色、透明、脆硬的晶体</p> <p>电石的主要成分是碳化钙，暗灰色的块状物质，在空气中吸水反应生成灰白色物质，对皮肤有灼伤，电石与水剧烈反应，生成乙炔</p> $\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2$ <p>乙炔（电石气），有机合成的重要原料，用于焊接、切割、照明</p> <p>制取：用焦炭和生石灰在电炉中加热到高温 2000 度制得电石</p> $\text{CaO} + 3\text{C} \rightarrow \text{CaC}_2 + \text{CO}$
二硫化碳	无色、容易挥发、易燃

	<p>能溶解硫、磷、树脂、油脂、橡胶、作溶剂，制造粘胶纤维（人造丝）、玻璃纸</p> <p>制取：用炽热的木炭和硫黄蒸气反应制得</p> $\text{C} + 2\text{S} \rightarrow \text{CS}_2$
碳化硅 (金刚砂)	<p>无色晶体（含杂质时为蓝黑色）</p> <p>结构：与金刚石相识，网状晶体，硬度大，是优良的研磨剂</p> <p>制取：用沙子和焦炭在电炉中加热至高温（2000度）制得</p> $\text{SiO}_2 + 3\text{C} \rightarrow \text{SiC} + 2\text{CO}$

含碳气体燃料：含有小分子烃(Ting)和一氧化碳等可燃气，常混有氮气和二氧化碳

优点：用管道进行远距离输送、燃烧容易控制、燃烧完全、燃烧后无灰烬

缺点：体积大、占据空间

天然气	<p>蕴藏在地层内的可燃性气体，主要成分甲烷，作为燃料</p> <p>少量用来制造炭黑、合成氨、石油和甲醇</p>
水煤气	<p>将水蒸气和空气交替通过炽热的碳（焦炭或无烟煤）制得</p> <p>用作燃料、合成氨、石油、甲醇等</p>
炉煤气	<p>将空气通过炽热的碳（焦炭或无烟煤）制得</p> <p>碳燃烧生成二氧化碳释放出能量，当二氧化碳上升到上面炽热的碳层，被还原为一氧化碳</p> <p>用途：炼钢、炼焦的燃料</p>
石油气	<p>石油炼制过程中产生的低沸点混合物，主要成分是甲烷和丁烷</p> <p>加压后液化装入钢筒，是家庭气体燃料</p>