



兼得公考

兼渡海中舟，得作岸上人——兼得先生



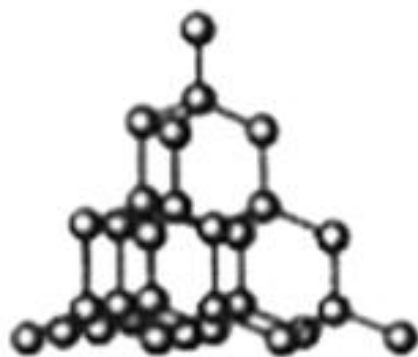
兼得公考

第五节 碳和碳的氧化物

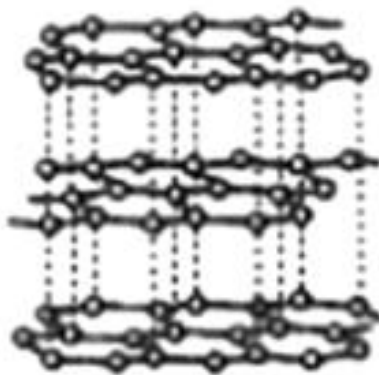


一、碳单质

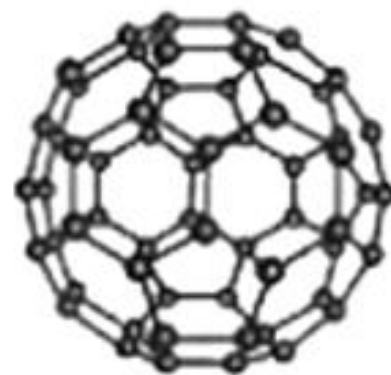
我们知道，丰富多彩的物质世界是由元素组成的。例如，氧气是由氧元素组成的，氢气是由氢元素组成的，水是由氢、氧两种元素组成的。不同的元素组成不同的物质。那么，在物质世界中，有没有一种元素组成不同物质的例子呢？研究表明，透明的金刚石、灰色的石墨和足球状的 C_{60} 都是由碳元素组成的单质，但是由于它们的原子排列方式不同，因此它们的性质存在着明显的差异。



金刚石的结构



石墨的结构



C_{60} 的结构



(一) 金刚石、石墨和C60的比较

		金刚石	石墨	C ₆₀
物理性质	颜色	无色透明	深灰色	—
	状态	正八面体形状的固体	细鳞片状固体	形似足球
	光泽	加工琢磨有夺目光泽	有金属光泽	—
	硬度	天然物质中硬度最大	质软、有滑腻感	—
	导电性	不导电	导电性好	有超导性
	熔点	很高	很高	—
主要用途		可用来裁玻璃、切割大理石、加工坚硬的金属，制作钻探机钻头，作装饰品（钻石）	作铅笔芯、润滑剂、电极等	材料科学、超导体等
相互关系		<div>金刚石 $\xrightleftharpoons[2000\text{ }^{\circ}\text{C} + 5 \times 10^9\text{ Pa}]{\text{隔绝空气} + 1000\text{ }^{\circ}\text{C}}$ 石墨</div>		— <div></div>

（二）无定形碳

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。

木炭具有疏松多孔的结构，因此它具有吸附能力。可以利用木炭的这个性质来吸附一些食品和工业产品里的色素，也可以用它来吸附异味的物质。

活性炭的吸附作用比木炭的还要强，防毒面具里的滤毒罐就是利用活性炭来吸附毒气的，制糖工业中也利用活性炭来脱色以制白糖。随着社会的发展，活性炭的应用范围不断扩大，如城市污水、工业废水和饮用水在深度净化时都要用到活性炭，人们还利用活性炭来吸附装修产生的对人体有害的气体，等等。

无定形碳	用途
木炭	燃料、黑火药、制活性炭、冶炼金属
活性炭	净化多种气体和液体、作防毒面具
焦炭	冶炼金属
炭黑	墨、油墨、油漆、鞋油、燃料等，作橡胶制品的填料



二、碳单质的化学性

(一) 常温下，碳单质的化学性质稳定

在常温下，碳的化学性质不活泼。碳受日光照射或与空气、水等接触都不容易起变化。实际生活中利用这一性质有以下应用：

1. 需要长期保存的档案材料一般用碳素墨水书写。
2. 木质电线杆埋入地下部分用火烧焦。

(二) 碳能与氧气反应——可燃性

在点燃的条件下，碳可以在氧气（或空气）里燃烧，放出热量。

1. 氧气充足时，完全燃烧：
$$\text{C} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{CO}_2$$

2. 氧气不充足时，不完全燃烧：
$$2\text{C} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{CO}$$

无论碳燃烧是否充分，都会放出热量，因此碳是生活生产中常用的燃料。



二、碳单质的化学性

(三) 碳能与某些金属氧化物反应——还原性

单质碳在高温下可以和某些氧化物反应，夺取这些氧化物中的氧，表现出还原性。

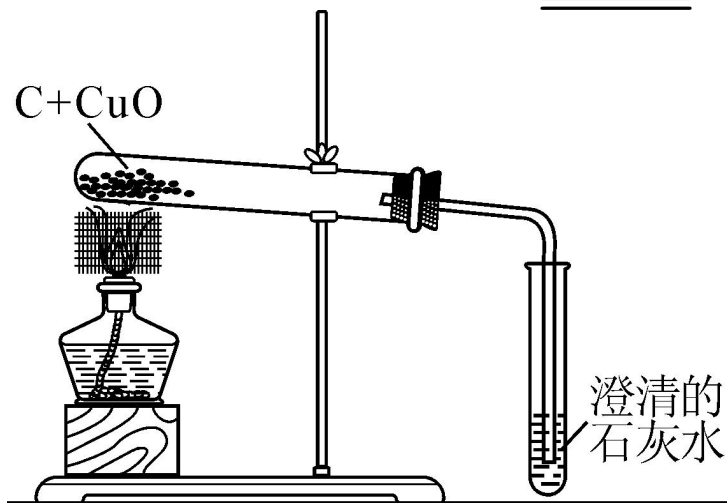
1. 木炭还原氧化铜

(1) 实验现象：澄清的石灰水变浑浊；黑色固体逐渐变成红色。

(2) 实验原理：
$$\text{C} + 2\text{CuO} \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Cu} + \text{CO}_2 \uparrow$$

2. 工业上，用焦炭和铁的氧化物反应冶炼铁：
$$2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{C} \xrightarrow{\text{高温}} 4\text{Fe} + 3\text{CO}_2 \uparrow$$

3. 高温下，木炭还能与二氧化碳反应：
$$\text{C} + \text{CO}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{CO} \uparrow$$



三、一氧化碳

(一) 一氧化碳的物理性质

一氧化碳是一种无色、无味的气体，密度比空气略小，难溶于水。

注意：1. 人在受CO的毒害时不易察觉。而煤气中的主要成分是CO，因此，为了能起到警示作用，而人为加入了一种有特殊气味的物质。

2. 因为一氧化碳难溶于水，所以，一氧化碳气体的收集应采用排水法；又因一氧化碳密度与空气非常接近且有毒，故不可以用向下排空气法收集。



三、一氧化碳

(二) 一氧化碳的化学性质

1. 可燃性

点燃纯净的一氧化碳，在火焰上方罩一个干冷的烧杯。

反应的化学方程式为： $2\text{CO} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{CO}_2 \uparrow$

燃烧时产生蓝色火焰，放出热量，烧杯发烫。将烧杯迅速正立，加入澄清石灰水，澄清石灰水变浑浊。

注意：点燃一氧化碳气体前，一定要检验其纯度。

可燃性气体，可燃性气体在点燃前必须先检验气体的纯度，否则会发生危险(爆炸)



三、一氧化碳

(二) 一氧化碳的化学性质

2. 还原性

(1) 反应原理：
$$\text{CO} + \text{CuO} \xrightarrow{\text{高温}} \text{Cu} + \text{CO}_2$$

(2) 现象：黑色的氧化铜逐渐变成红色，产生的气体能使澄清的石灰水变浑浊。

(3) CO在反应中夺取CuO中氧生成CO₂，表现出CO的还原性，作还原剂；CuO中的氧被夺去发生了还原反应，是反应中的氧化剂。

3. 毒性

(1) 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，会危及生命。

(2) 一氧化碳中毒处理方法：轻度的应呼吸大量的新鲜空气，重度的应立即就医。



三、一氧化碳

(三) 一氧化碳的检验

方案一：点燃待检气体，先用干燥的小烧杯罩在火焰上方，无水珠，再用内壁涂有澄清石灰水的小烧杯罩在火焰上方，若出现白色浑浊物，则为一氧化碳气体。

方案二：将待检气体通过灼热的 CuO ，若出现红色物质，且产生的气体能使澄清石灰水变浑浊，则该待检气体为一氧化碳。

(四) 一氧化碳的用途

- (1) 一氧化碳能燃烧且放出大量的热，可作燃料。
- (2) 一氧化碳具有还原性，可用于冶炼金属。



四、二氧化碳

(一) 二氧化碳的物理性质

1. 在通常状况下，二氧化碳是一种无色、无味的气体，密度比空气大；
2. CO_2 能溶于水，在通常状况下，1体积水约能溶解1体积的 CO_2 ，增大压强还会溶解得更多；
3. CO_2 有三种状态变化；
在一定条件下， CO_2 气体会变成固体，固体 CO_2 叫“干冰”；



四、二氧化碳

(二) 二氧化碳的化学性质

1. 二氧化碳不燃烧 一般情况下也不支持燃烧，不能供给呼吸

- (1) CO_2 不支持燃烧，不是绝对的。如镁可以在 CO_2 中燃烧。
- (2) CO_2 无毒，在二氧化碳浓度过高的环境中，人和动物易缺氧而窒息。
- (3) 进入久未开启的菜窖或深洞时，要进行灯火试验，防止洞内二氧化碳含量太高而使人窒息甚至死亡。



四、二氧化碳

(二) 二氧化碳的化学性质

2. 二氧化碳与水反应

二氧化碳与水化合生成碳酸： $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{CO}_3$ ；碳酸不稳定，只能存在于常温下的稀溶液中，加热或长期放置会分解，化学方程式为： $\text{H}_2\text{CO}_3 = \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$

二氧化碳与水反应生成碳酸，碳酸具有酸性，使紫色石蕊溶液变红。而不是二氧化碳使紫色石蕊试液变红。碳酸不稳定，加热通入二氧化碳的红色石蕊试液，溶液会变成紫色。



四、二氧化碳

(二) 二氧化碳的化学性质

3. 二氧化碳与石灰水反应

将二氧化碳通入澄清石灰水中，石灰水变浑浊，其原因是 CO_2 与 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 发生了反应： $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ ，用这个反应可以鉴别或检验二氧化碳。

4. 二氧化碳具有氧化性

如有反应 $\text{CO}_2 + \text{C} = 2\text{CO}$ 中， CO_2 提供氧将碳氧化为 CO ， CO_2 失去氧被还原为 CO ，所以 CO_2 是氧化剂，具有氧化性。

5. 光合作用

二氧化碳在叶绿体的作用下能发生光合作用：

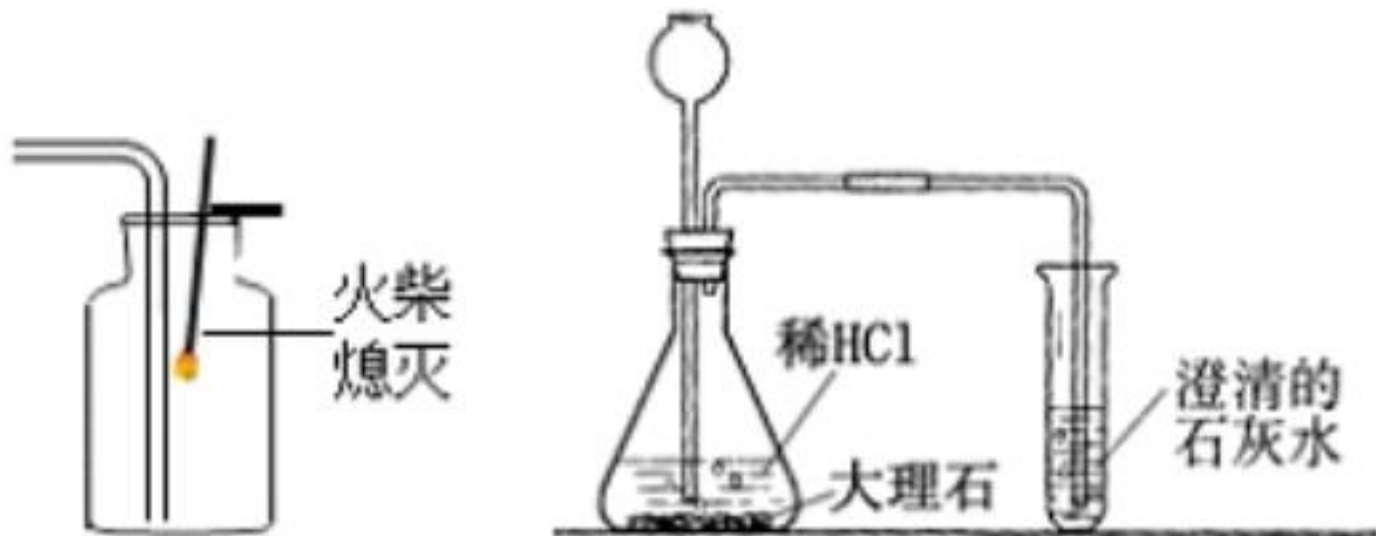


四、二氧化碳

(三) 二氧化碳的检验

燃烧的火柴深入到集满二氧化碳的集气瓶中，火柴熄灭，能够说明二氧化碳不支持燃烧，但不能用该实验现象来鉴别二氧化碳。

检验二氧化碳的方法是：将气体通入到澄清石灰水中，若石灰水变浑浊，说明该气体为二氧化碳。



四、二氧化碳

(四) 二氧化碳的用途

1. 由于二氧化碳不燃烧，一般情况下，也不能支持燃烧，且密度比空气大，所以可以用来灭火。
2. “干冰”可作制冷剂，用来保存食品和进行人工降雨。
3. 二氧化碳是一种工业原料，可用来制纯碱、尿素和汽水等。
4. 植物进行光合作用，需要二氧化碳。在温室里可施用二氧化碳作肥料。

(五) 二氧化碳对环境的影响

1. 二氧化碳对环境的影响

- (1) 有利的方面是：它能促进绿色植物进行光合作用，满足人和动物所需的有机物的合成和对氧气的需求；以及空气中氧气含量的相对稳定和自然界的碳、氧的循环。
- (2) 不利的方面是：二氧化碳含量猛增，导致温室效应增强，使全球变暖。

2. 温室效应

- (1) 温室气体：二氧化碳、臭氧、甲烷、氟氯代烷（氟利昂）等。



五、一氧化碳和二氧化碳的比较

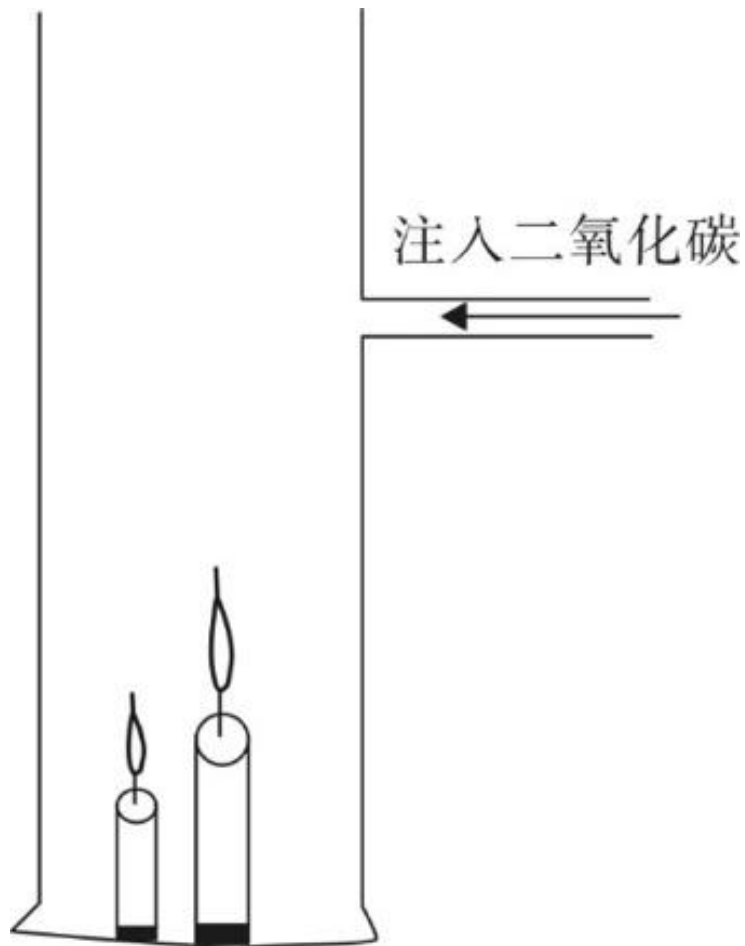
		一氧化碳	二氧化碳
物理性质	色态	无色无味气体	无色无味气体
	密度	比空气略小	比空气大
	水溶性	难溶于水	能溶于水
化学性质	可燃性	$2\text{CO} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{CO}_2$	不能燃烧，也不支持燃烧
	还原性	$\text{CO} + \text{CuO} \xrightarrow{\text{高温}} \text{Cu} + \text{CO}_2$	不具有还原性
	氧化性	不具有氧化性	有弱氧化性 $\text{C} + \text{CO}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{CO}$
	与水反应	不能和水反应	能和水反应 $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{点燃}} \text{H}_2\text{CO}_3$
	与石灰水反应	不能和石灰水反应	能反应 $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$
	毒性	有毒	无毒
碳元素的化合价		2	4
用途		燃料、冶炼金属	灭火、制冷剂、化工原料、温室肥料



例1（2019 广东）

如图所示，将点燃的一高一矮两只蜡烛放入圆筒，圆筒顶端不封闭，并从圆筒侧壁缓慢注入二氧化碳气体。则最可能发生的情况是（ ）。

- A. 高蜡烛先熄灭
- B. 矮蜡烛先熄灭
- C. 两只蜡烛的火苗没有变化
- D. 两支蜡烛的火苗都变矮并逐渐熄灭



例1（2019 广东）

【解析】

本题考查化学中二氧化碳的性质。

第二步，结合二氧化碳的浓度变化分析过程。

由于二氧化碳的密度大于空气，所以在圆筒中会下沉，但是由于浓度不够，所以在下降经过高蜡烛的过程中不会导致蜡烛熄灭，会首先下降到圆筒底部，随着二氧化碳的不断注入，同时蜡烛燃烧生成二氧化碳，底部二氧化碳浓度逐渐增大，所以矮蜡烛会首先熄灭。

【答案】B



例2

金刚石、石墨和C₆₀都是由碳元素组成的单质，下列有关说法正确的是

- A. 硬度相同
- B. 都是黑色固体
- C. 碳原子的排列方式相同
- D. 完全燃烧都生成二氧化碳



例2

【解析】

- A. 三种碳单质的硬度不同，故该选项说法错误；
- B. 纯净的金刚石是无色透明的，并非都是黑色的，C60是紫红色固体，故该选项说法错误；
- C. 三种物质是碳的不同单质，它们的碳原子的排列方式不同，故该选项说法错误；
- D. 三种物质都是碳的单质，因此完全燃烧都生成二氧化碳，故该选项说法正确；

【答案】D



例3

中国年轻学者曹原，因对石墨烯超导的重大发现，成为2018年度影响世界的十大科学人物榜首。单层石墨称为石墨烯，这种“只有一个碳原子厚的碳薄片”被公认为是目前世界上最薄、最坚硬、传导电子速度最快的新型材料，下列关于石墨烯的叙述中不正确的是

- A. 石墨烯完全燃烧的产物为 CO_2
- B. 石墨烯属于单质
- C. 石墨烯具有导电性
- D. 石墨烯中碳元素的化合价为+4



例3

【解析】

- A. 石墨烯只由碳元素组成，完全燃烧的产物为 CO_2 ；故选项正确，但不符合题意；
- B. 石墨烯是只由碳元素组成的纯净物，属于单质；故选项正确，但不符合题意；
- C. 石墨烯具有导电性；故选项正确，但不符合题意；
- D. 石墨烯属于单质，单质化合价为0；故选项错误，但符合题意；

化合价是物质中的原子得失的电子数或共用电子对偏移的数目。化合价表示原子之间互相化合时原子得失电子的数目。化合价也是元素在形成化合物时表现出的一种性质。元素在相互化合时，反应物原子的个数比并不是一定的，而是根据原子的最外层电子数决定的。比如，一个钠离子(化合价为+1，失去一个电子)一定是和一个氯离子(化合价为-1，得到一个电子)结合。而一个镁离子(化合价为+2，失去两个电子)一定是和2个氯离子结合。如果形成的化合物的离子的化合价代数和不为零，就不能使构成离子化合物的阴阳离子和构成共价化合物分子的原子的最外电子层成为稳定结构。也就不能形成稳定的化合物。

【答案】D



例4

下列关于二氧化碳的说法错误的是

- A. 二氧化碳是引起温室效应的主要气体之一
- B. 大气中的二氧化碳是植物进行光合作用必需的物质
- C. 固态二氧化碳俗称干冰，可用于人工降雨
- D. 二氧化碳有毒，量多会致人死亡



例4

【解析】

- A. 大气中二氧化碳的含量过高会引起温室效应，正确；
- B. 二氧化碳气体是植物进行光合作用的主要成分，正确；
- C. 固态二氧化碳是干冰，干冰易升华吸热，可以进行人工降雨，正确；
- D. 二氧化碳没有毒，错误。

【答案】D

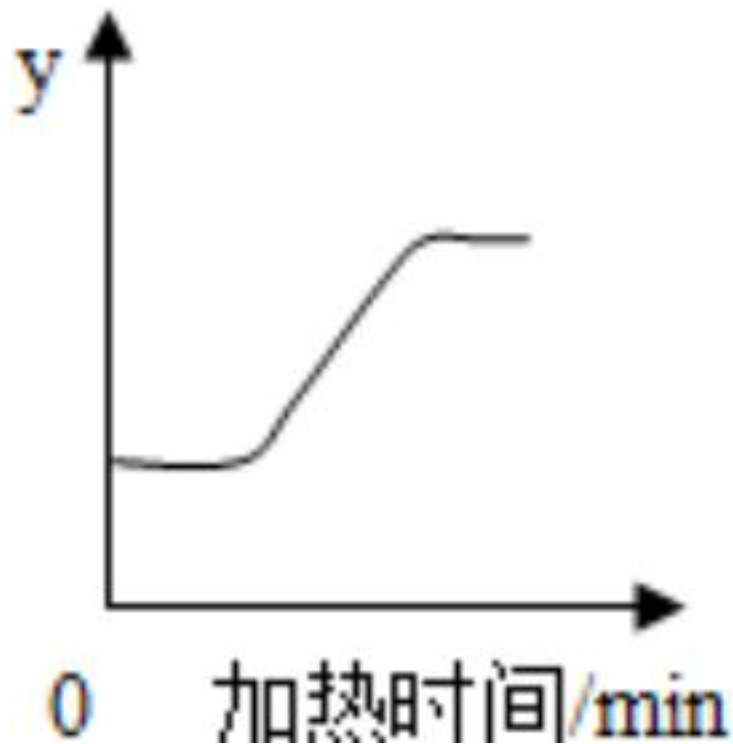


例5

已知： $\text{C} + 2\text{CuO} \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Cu} + \text{CO}_2 \uparrow$ ；

如图表示一定量的木炭和氧化铜固体混合物受热过程中，某变量y随加热时间的变化趋势，其中纵坐标y表示

- A. 固体的质量
- B. 固体中氧化铜的质量
- C. 二氧化碳的质量
- D. 固体中铜元素的质量分数



例5

【解析】

- A. 氧化铜和碳反应生成铜和二氧化碳，固体质量逐渐减小，错误；
- B. 氧化铜的质量逐渐减小到零，错误；
- C. 二氧化碳的质量应该从零开始不断增加，错误；
- D. 铜元素质量不变，固体质量逐渐减小，所以固体中铜元素的质量分数逐渐增加，然后不变，正确。

质量分数指溶液中溶质质量与溶液质量之比，也指混合物中某种物质质量占总质量的百分比

【答案】D

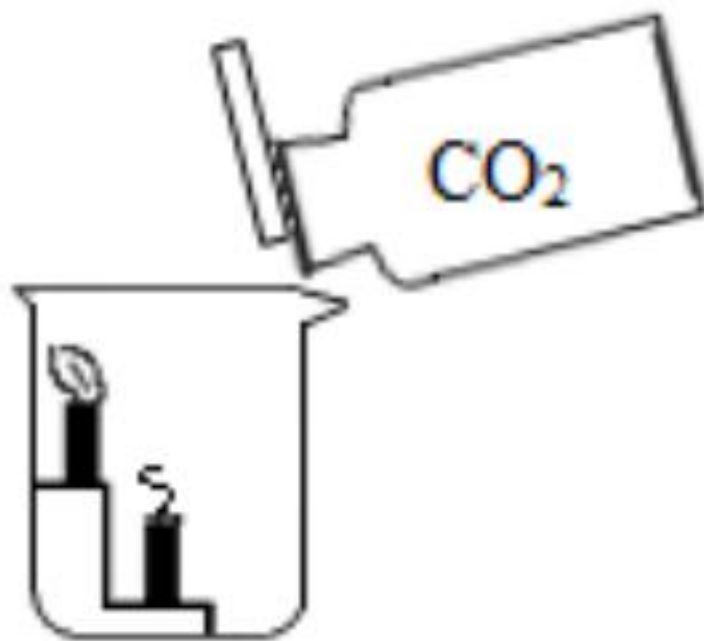


例6

如图所示实验能够说明二氧化碳具有的性质有

- ①不能燃烧
- ②不能支持燃烧
- ③还原性
- ④密度比空气大
- ⑤密度比空气小

- A. ①②③
- B. ②③④
- C. ①②④
- D. ①②⑤



例6

【解析】

图示实验现象为下面的蜡烛先熄灭，然后上面的蜡烛才熄灭，这一实验现象证明了二氧化碳的性质：密度大于空气；不能燃烧，也不支持燃烧；但不能证明二氧化碳是否具有还原性。

【答案】C



例7

下列有关CO与CO₂ 的叙述正确的是

- A. CO与CO₂ 都会污染环境
- B. CO与CO₂ 中碳元素的化合价相同
- C. 在一定条件下，CO与CO₂ 可以互相转化
- D. 将燃着的木条伸入集气瓶内，火焰立即熄灭，证明瓶内原有气体就是CO₂



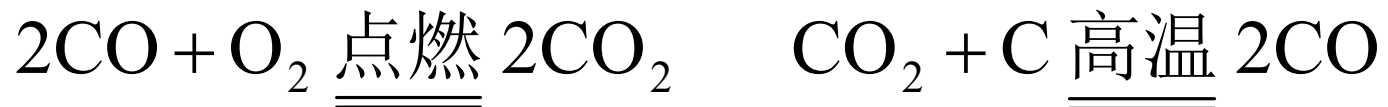
例7

【解析】

A. CO有毒，是大气污染物，会污染环境；CO₂ 无毒，不会污染环境；

B. CO中碳元素的化合价为+2，CO₂ 中碳元素的化合价为+4；

C. 在一定条件下，CO与CO₂ 可以互相转化，正确；



D. 氮气和二氧化碳都不支持燃烧，将燃着的木条伸入集气瓶，火焰立即熄灭，不能证明瓶内原有气体就是二氧化碳；

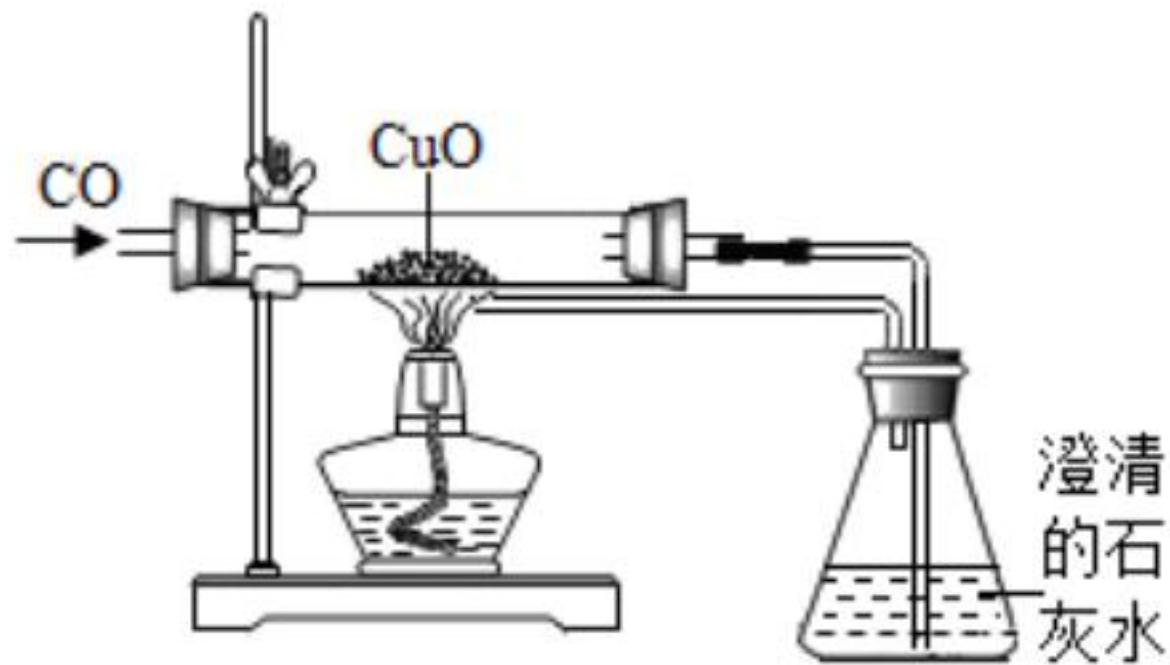
【答案】C



例8

如图是CO与CuO反应的实验装置，下列关于该实验的说法不正确的是

- A. 澄清石灰水变浑浊
- B. CuO发生了还原反应
- C. 碳元素的化合价不变
- D. 既能有效防止CO污染空气，又能充分利用能源



例8

【解析】

- A. 澄清石灰水变浑浊，正确；
- B. CuO 发生了还原反应，正确；
- C. 碳元素的化合价不变，错误；
- D. 既能有效防止CO污染空气，又能充分利用能源，正确；

【答案】C



例9

下列实验操作能达到实验目的是

选项	实验目的	实验操作
A	鉴别木炭粉和铁粉	加稀盐酸，观察有无气泡产生
B	鉴别氮气和二氧化碳	将燃着的木条分别伸入盛气体的集气瓶中
C	除去一氧化碳中的氧气	将气体缓慢通过灼热的铜网
D	除去 FeSO_4 溶液中少量的 CuSO_4	加入足量锌粉，充分反应后过滤



例9

【解析】

A. 鉴别木炭粉和铁粉，加稀盐酸，木炭不反应，铁与稀盐酸的反应为：



B. 氮气和二氧化碳都不燃烧且不支持燃烧，将燃着的木条分别伸入盛气体的集气瓶中，木条都熄灭，故B错误；

C. $\text{O}_2 + 2\text{Cu} \xrightarrow{\triangle} 2\text{CuO}$ ， $\text{Zn} + \text{CuSO}_4 = \text{ZnSO}_4 + \text{Cu}$ ，一氧化碳会与生成的氧化铜发生反应生成二氧化碳，故除去一氧化碳中的氧气不能通过灼热的铜网，得到的气体不纯，故C错误；

D. $\text{Zn} + \text{FeSO}_4 = \text{Fe} + \text{ZnSO}_4$ ， $\text{CO} + \text{CuO} \xrightarrow{\triangle} \text{CO}_2 \uparrow + \text{Cu}$ ，锌与硫酸亚铁、硫酸铜都会发生反应，故D错误。

常见金属活动性顺序由强到弱为：钾、钙、钠、镁、铝、锌、铁、锡、铅、氢、铜、汞、银、铂、金。金属的活动性是反映金属在水溶液里形成水合离子倾向的大小，也就是反映金属在水溶液里起氧化反应的难易，它是以金属的标准电极电位为依据的。

【答案】A



课程到此结束，谢谢大家！
如有疑问，请添加我的微信：
87228835

