

## 一、选择题

1. 下列说法不正确的是( )

- A. 储热材料是一类重要的存储物质,单位质量的储热材料在发生熔融或结晶时会吸收或释放较大的热量
- B. Ge(32号元素)的单晶可以作为光电转换材料用于太阳能电池
- C.  $\text{Ba}^{2+}$ 浓度较高时危害健康,但 $\text{BaSO}_4$ 可服入体内,作为造影剂用于X-射线检查肠胃道疾病
- D. 纳米铁粉可以高效地去除被污染水体中的 $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Hg}^{2+}$ 等重金属离子,其本质是纳米铁粉对重金属离子较强的物理吸附

解析: A. 储热材料是一类重要的存储物质,根据能量守恒知,这些物质在熔融时需要吸收热量、在结晶时放出热量,故A正确; B. 32号元素Ge位于金属和非金属交界线处,具有金属和非金属的性质,可以作半导体材料,所以Ge(32号元素)的单晶可以作为光电转换材料用于太阳能电池,故B正确; C.  $\text{Ba}^{2+}$ 浓度较高时危害健康,但 $\text{BaSO}_4$ 不溶于水和胃酸,所以 $\text{BaSO}_4$ 可服入体内,作为造影剂用于X-射线检查肠胃道疾病,故C正确; D. Fe和 $\text{Pb}^{2+}$ 、 $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Hg}^{2+}$ 发生置换反应生成金属单质而治理污染,与吸附性无关,故D错误。

答案: D

2. 下列叙述不正确的是( )

- A. 钾、钠、镁等活泼金属着火时,不能用泡沫灭火器灭火
- B. 探究温度对硫代硫酸钠与硫酸反应速率的影响时,若先将两种溶液混合并计时,再用水浴加热至设定温度,则测得的反应速率偏高
- C. 蒸馏完毕后,应先停止加热,待装置冷却后,停止通水,再拆卸蒸馏装置
- D. 为准确配制一定物质的量浓度的溶液,定容过程中向容量瓶内加蒸馏水至接近刻度线时,改用滴管加蒸馏水至刻度线

解析: A. 过氧化钠、过氧化钾与二氧化碳反应,镁可在二氧化碳中燃烧,则钾、钠、镁等活泼金属着火时,不能用泡沫灭火器灭火,一般可用沙子扑灭,故A正确; B. 该实验要求开始时温度相同,然后改变温度,探究温度对反应速率的影响,应先分别水浴加热硫代硫酸钠溶液、硫酸溶液到一定温度后再混合,若是先将两种溶液混合后再用水浴加热,随着热量的散失,测得的反应速率偏低,故B错误; C. 蒸馏时,应充分冷凝,应先停止加热,待装置冷却后,停止通水,防止温度过高而混入杂质,故C正确; D. 配制溶液时,注意定容时不能使液面超过刻度线,应用胶头滴管滴加,故D正确。

答案: B

3. 短周期主族元素X, Y, Z, W的原子序数依次增大, X原子核外最外层电子数是其电子层数的2倍, X, Y的核电荷数之比为3:4, W<sup>-</sup>的最外层为8电子结构, 金属单质Z在空气中燃烧生成的化合物可与水发生氧化还原反应, 下列说法正确的是( )

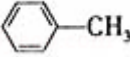
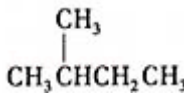
- A. X与Y能形成多种化合物,一般条件下都能与Z的最高价氧化物的水化物发生反应
- B. 原子半径大小:  $X < Y$ ,  $Z > W$
- C. 化合物 $Z_2Y$ 和 $ZWY_3$ 都只存在离子键
- D. Y, W的某些单质或两元素之间形成的某些化合物可作水的消毒剂

解析: 短周期主族元素X、Y、Z、W的原子序数依次增大, X原子核外最外层电子数是其电子层数的2倍, 则X为C元素, X、Y的核电荷数之比为3:4, 则Y为O元素, W<sup>-</sup>的最外层为8电子结构, W为F或Cl元素, 金属单质Z在空气中燃烧生成的化合物可与水发生氧化

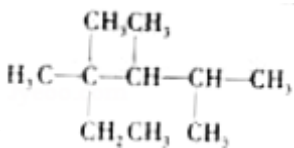
还原反应，则 Z 为 Na 元素，W 只能为 Cl 元素，A. X 与 Y 形成的化合物有 CO、CO<sub>2</sub> 等，Z 的最高价氧化物的水化物为 NaOH，CO 和 NaOH 不反应，故 A 错误；B. 一般说来，电子层数越多，原子半径越大，电子层数相同，质子数越多，半径越小，则原子半径大小 X>Y，Z>W，故 B 错误；C. 化合物 Z<sub>2</sub>Y 和 ZWY<sub>3</sub> 分别为 Na<sub>2</sub>O、NaClO<sub>3</sub>，NaClO<sub>3</sub> 存在离子键和共价键，故 C 错误；D. Y 的单质臭氧，W 的单质氯气，对应的化合物 ClO<sub>2</sub>，可作为水的消毒剂，故 D 正确。

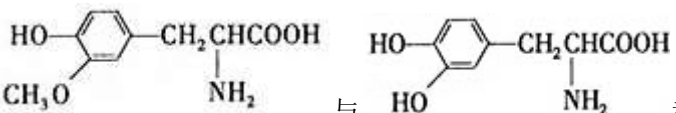
答案：D

4. 下列说法正确的是( )

A.  的一溴代物和  的一溴代物都有4种(不考虑立体异构)

B. CH<sub>3</sub>CH=CHCH<sub>3</sub> 分子中的四个碳原子在同一直线上

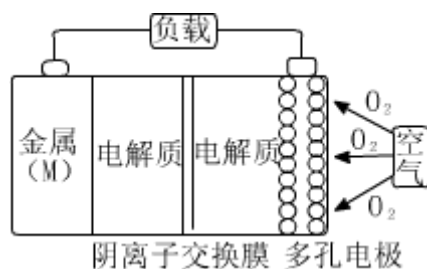
C. 按系统命名法，化合物  的名称是2, 3, 4 - 三甲基 - 2 - 乙基戊烷

D.  都是 α - 氨基酸且互为同系物

解析：A. 有几种氢原子其一溴代物就有几种，甲苯、2 - 甲基丁烷的一溴代物都有 4 种，故 A 正确；B. 该分子结构和乙烯相似，乙烯中所有原子共平面，据此判断该分子结构中四个 C 原子在同一平面上不在同一直线上，故 B 错误；C. 该分子中最长的碳链上有 6 个 C 原子，其名称为 2, 3, 4, 4 - 四甲基己烷，故 C 错误；D. 结构相似、在分子组成上相差一个或 n 个 -CH<sub>2</sub> 原子团的有机物互称同系物，二者结构不相似，所以不是同系物，故 D 错误。

答案：A

5. 金属(M) - 空气电池(如图)具有原料易得，能量密度高等优点，有望成为新能源汽车和移动设备的电源，该类电池放电的总反应方程式为： $4M+nO_2+2nH_2O=4M(OH)_n$ ，已知：电池的“理论比能量”指单位质量的电极材料理论上能释放出的最大电能，下列说法不正确的是( )



A. 采用多孔电极的目的是提高电极与电解质溶液的接触面积，并有利于氧气扩散至电极表面  
B. 比较 Mg, Al, Zn 三种金属 - 空气电池，Al - 空气电池的理论比能量最高  
C. M - 空气电池放电过程的正极反应式： $4M^++nO_2+2nH_2O+4ne^-=4M(OH)_n$

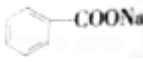
D. 在 Mg - 空气电池中，为防止负极区沉积 Mg(OH)<sub>2</sub>，宜采用中性电解质及阳离子交换膜

解析：A. 反应物接触面积越大，反应速率越快，所以采用多孔电极的目的是提高电极与电解质溶液的接触面积，并有利于氧气扩散至电极表面，从而提高反应速率，故A正确；B. 电池的“理论比能量”指单位质量的电极材料理论上能释放出的最大电能，则单位质量的电极材

料失去电子的物质的量越多则得到的电能越多，假设质量都是1g时，这三种金属转移电子物

质的量分别为  $\frac{1\text{g}}{24\text{g/mol}} \times 2 = \frac{1}{12}\text{mol}$ 、 $\frac{1\text{g}}{27\text{g/mol}} \times 3 = \frac{1}{9}\text{mol}$ 、 $\frac{1\text{g}}{65\text{g/mol}} \times 2 = \frac{1}{32.5}\text{mol}$ ，所以A1 - 空气电池的理论比能量最高，故B正确；C. 正极上氧气得电子和水反应生成 $\text{OH}^-$ ，因为是阴离子交换膜，所以阳离子不能进入正极区域，则正极反应式为 $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- = 4\text{OH}^-$ ，故C错误；D. 负极上Mg失电子生成 $\text{Mg}^{2+}$ ，为防止负极区沉积 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ，则阴极区溶液不能含有大量 $\text{OH}^-$ ，所以宜采用中性电解质及阳离子交换膜，故D正确。

答案：C

6. 苯甲酸钠()，缩写为NaA)可用作饮料的防腐剂，研究表明苯甲酸(HA)的抑菌能力显著高于 $\text{A}^-$ ，已知25℃时，HA的 $K_a = 6.25 \times 10^{-5}$ ， $\text{H}_2\text{CO}_3$ 的 $K_{a1} = 4.17 \times 10^{-7}$ ， $K_{a2} = 4.90 \times 10^{-11}$ ，在生产碳酸饮料的过程中，除了添加NaA外，还需加压冲入 $\text{CO}_2$ 气体，下列说法正确的是(温度为25℃，不考虑饮料中其他成分)( )

- A. 相比于未充 $\text{CO}_2$ 的饮料，碳酸饮料的抑菌能力较低
- B. 提高 $\text{CO}_2$ 充气压力，饮料中 $c(\text{A}^-)$ 不变

C. 当pH为5.0时，饮料中  $\frac{c(\text{HA})}{c(\text{A}^-)} = 0.16$

D. 碳酸饮料中各种粒子的浓度关系为： $c(\text{H}^+) = c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{CO}_3^{2-}) + c(\text{OH}^-) - c(\text{HA})$

解析：A. 由题中信息可知，苯甲酸(HA)的抑菌能力显著高于 $\text{A}^-$ ，充 $\text{CO}_2$ 的饮料中HA的浓度较大，所以相比于未充 $\text{CO}_2$ 的饮料，碳酸饮料的抑菌能力较高，故A错误；B. 提高 $\text{CO}_2$ 充气压力，

溶液的酸性增强，溶液中 $c(\text{A}^-)$ 减小，故B错误；C. 当pH为5.0时，饮料中  $\frac{c(\text{HA})}{c(\text{A}^-)} =$

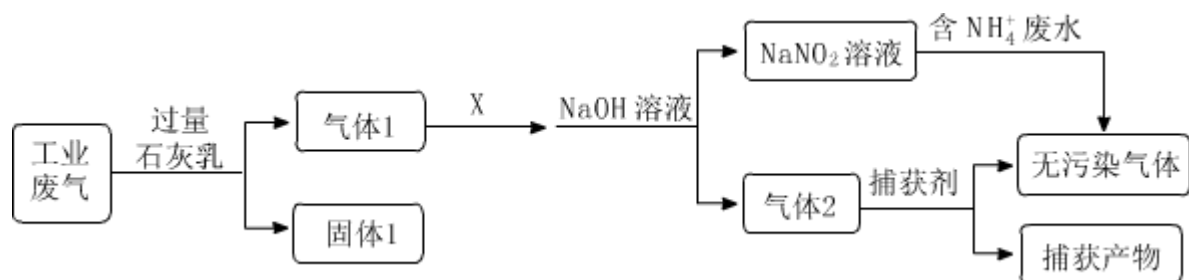
$\frac{c(\text{H}^+)}{K_a} = \frac{10^{-5}}{6.25 \times 10^{-5}} = 0.16$ ，故C正确；D. 碳酸饮料中碳酸电离的氢离子与水电离的氢

离子之和等于溶液中氢离子与 $\text{A}^-$ 结合的氢离子之和，即溶液中存在质子守恒：

$c(\text{H}^+) + c(\text{HA}) = c(\text{HCO}_3^-) + 2c(\text{CO}_3^{2-}) + c(\text{OH}^-)$ ，则各种粒子的浓度关系为： $c(\text{H}^+) = c(\text{HCO}_3^-) + 2c(\text{CO}_3^{2-}) + c(\text{OH}^-) - c(\text{HA})$ ，故D错误。

答案：C

7. 为落实“五水共治”，某工厂拟综合处理含 $\text{NH}_4^+$ 废水和工业废气(主要含 $\text{N}_2$ ， $\text{CO}_2$ ， $\text{SO}_2$ ， $\text{NO}$ ， $\text{CO}$ ，不考虑其他成分)，设计了如下流程：



下列说法不正确的是( )

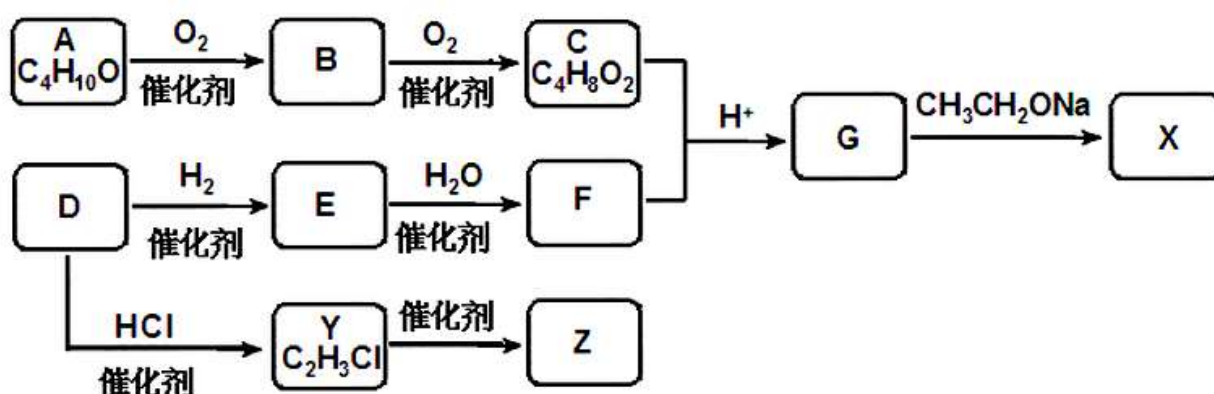
- A. 固体 I 中主要含有  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 、 $\text{CaCO}_3$ 、 $\text{CaSO}_3$   
 B. X 可以是空气，且需过量  
 C. 捕获剂所捕获的气体主要是 CO  
 D. 处理含  $\text{NH}_4^+$  废水时，发生反应的离子方程式为： $\text{NH}_4^+ + \text{NO}_2^- = \text{N}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

解析：工业废气中  $\text{CO}_2$ 、 $\text{SO}_2$  可被石灰水吸收，生成固体 1 为  $\text{CaCO}_3$ 、 $\text{CaSO}_3$ ，气体 1 是不能被过量石灰水吸收的  $\text{N}_2$ 、 $\text{NO}$ 、 $\text{CO}$ ，气体 1 通入气体 X，用氢氧化钠溶液处理后到的  $\text{NaNO}_2$ ，X 可为空气，但不能过量，否则得到硝酸钠， $\text{NaNO}_2$  与含有  $\text{NH}_4^+$  的溶液反应生成无污染气体，应生成氮气，则气体 2 含有  $\text{CO}$ 、 $\text{N}_2$ ，捕获剂所捕获的气体主要是 CO，A. 工业废气中  $\text{CO}_2$ 、 $\text{SO}_2$  可被石灰水吸收，生成  $\text{CaCO}_3$ 、 $\text{CaSO}_3$ ，因氢氧化钙过量，则固体 1 为主要含有  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 、 $\text{CaCO}_3$ 、 $\text{CaSO}_3$ ，故 A 正确；B. 由分析可知，气体 1 是不能被过量石灰水吸收的  $\text{N}_2$ 、 $\text{NO}$ 、 $\text{CO}$ ，气体 1 通入气体 X，用氢氧化钠溶液处理后到的  $\text{NaNO}_2$ ，X 可为空气，但不能过量，否则得到硝酸钠，故 B 错误；C. 气体 2 含有  $\text{CO}$ 、 $\text{N}_2$ ，经捕获剂得到氮气和 CO，所捕获的气体主要是 CO，防止污染空气，故 C 正确；D.  $\text{NaNO}_2$  与含有  $\text{NH}_4^+$  的溶液反应生成无污染气体，应生成氮气，发生氧化还原反应，离子方程式为  $\text{NH}_4^+ + \text{NO}_2^- = \text{N}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ，故 D 正确。

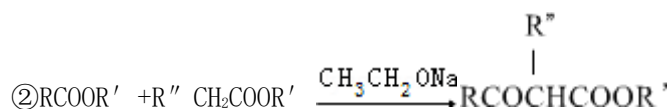
答案：B

## 二、非选择题

8. 化合物 X 是一种有机合成中间体，Z 是常见的高分子化合物，某研究小组采用如下路线合成 X 和 Z：



已知：①化合物 A 的结构中有 2 个甲基

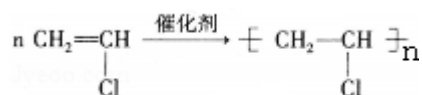


请回答：

(1) 写出化合物 E 的结构简式\_\_\_\_\_，F 中官能团的名称是\_\_\_\_\_；

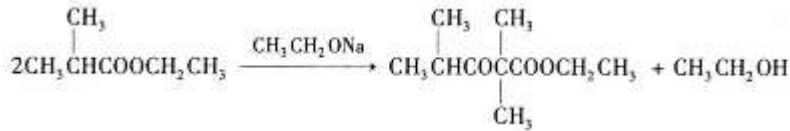
答案： $\text{CH}_2=\text{CH}_2$  羟基

(2) Y→Z 的化学方程式是\_\_\_\_\_；



答案：

(3) G→X 的化学方程式是\_\_\_\_\_，反应类型是\_\_\_\_\_。



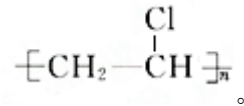
答案:

取代反应

(4) 若 C 中混有 B, 请用化学方法检验 B 的存在(要求写出操作、现象和结论)\_\_\_\_\_

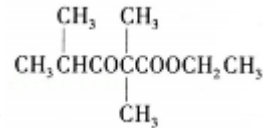
答案: 取适量试样于试管中, 先用 NaOH 溶液中和, 再加入新制的氢氧化铜悬浊液, 加热, 若产生砖红色沉淀, 则有 B 存在。

解析: A 可以连续发生氧化反应, 结合分子式可知 A 属于饱和一元醇, 化合物 A 的结构中有 2 个甲基, 则 A 为  $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{OH}$ , 故 B 为  $(\text{CH}_3)_2\text{CHCHO}$ , C 为  $(\text{CH}_3)_2\text{CHCOOH}$ 。由 Y 的分子式可知, Y



的结构简式为  $\text{CH}_2=\text{CHCl}$ , 可知 D 为  $\text{HC}\equiv\text{CH}$ , Y 发生加聚反应生成高分子 Z 为

结合信息②可知 G 为酯, F 属于醇, D 与氢气发生加成反应生成 E 为  $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ , E 能与水发生加成

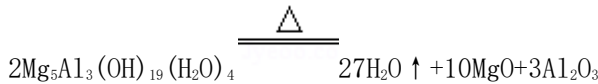


反应生成 F 为  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ , 故 G 为  $(\text{CH}_3)_2\text{CHCOOCH}_2\text{CH}_3$ , X 为

。B 为  $(\text{CH}_3)_2\text{CHCHO}$ ,

C 为  $(\text{CH}_3)_2\text{CHCOOH}$ , 检验 C 中含有 B, 只需检验醛基即可, 取适量试样于试管中, 先用 NaOH 溶液中和, 再加入新制的氢氧化铜悬浊液, 加热, 若产生砖红色沉淀, 则有 B 存在。

9. 化合物  $\text{Mg}_5\text{Al}_3(\text{OH})_{19}(\text{H}_2\text{O})_4$  可作环保型阻燃材料, 受热时按如下化学方程式分解:



(1) 写出该化合物作阻燃剂的两条依据\_\_\_\_\_。

解析:  $2\text{Mg}_5\text{Al}_3(\text{OH})_{19}(\text{H}_2\text{O})_4 \xrightarrow{\Delta} 27\text{H}_2\text{O} \uparrow + 10\text{MgO} + 3\text{Al}_2\text{O}_3$ , 分解反应是吸热反应, 降低温度, 生成的氧化镁和氧化铝都是熔点很高的氧化物, 附着表面会阻止燃烧, 水蒸气稀释空气。

答案: 反应吸热降低温度 固体氧化物隔绝空气 水蒸气稀释空气

(2) 用离子方程式表示除去固体产物中  $\text{Al}_2\text{O}_3$  的原理\_\_\_\_\_。

解析: 氧化镁是碱性氧化物溶于酸, 氧化铝是两性氧化物溶于酸、碱, 加入氢氧化钠溶于溶解后过滤除去, 反应的离子方程式为:  $\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{OH}^- = 2\text{AlO}_2^- + \text{H}_2\text{O}$ 。

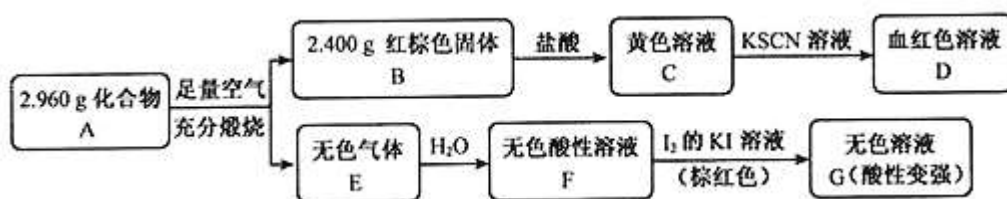
答案:  $\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{OH}^- = 2\text{AlO}_2^- + \text{H}_2\text{O}$

(3) 已知 MgO 可溶于  $\text{NH}_4\text{Cl}$  的水溶液, 用化学方程式表示其原理\_\_\_\_\_。

解析: 氯化铵溶液中铵根离子水解溶液显酸性, 氧化镁溶于水水解生成的酸, 反应的化学方程式为:  $\text{MgO} + 2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{H}_2\text{O} = \text{MgCl}_2 + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 。

答案:  $\text{MgO} + 2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{H}_2\text{O} = \text{MgCl}_2 + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$

10. (12 分) 磁性材料 A 是由两种元素组成的化合物, 某研究小组按如图流程探究其组成:



请回答：

(1) A 的组成元素为\_\_\_\_\_ (用化学符号表示)，化学式为\_\_\_\_\_；

解析：C 加入 KSCN，D 为血红色溶液，可知 C 为  $\text{FeCl}_3$ ，D 为  $\text{Fe}(\text{SCN})_3$  等，可知 B 为  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ，且  $n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = \frac{2.400\text{g}}{160\text{g/mol}} = 0.015\text{mol}$ ， $n(\text{Fe}) = 0.03\text{mol}$ ， $m(\text{Fe}) = 0.03\text{mol} \times 56\text{g/mol} = 1.68\text{g}$ ，A 燃烧生成的无色气体 E 溶于水得到酸性溶液，加入碘的 KI 溶液，得到无色溶液，说明碘可氧化 E 的水溶液，E 应为  $\text{SO}_2$ ，F 为  $\text{H}_2\text{SO}_3$ ，G 含有  $\text{H}_2\text{SO}_4$  和 HI，可知 A 含有 Fe、S 元素，且  $m(\text{S}) = 2.96\text{g} - 1.68\text{g} = 1.28\text{g}$ ，

$n(\text{S}) = \frac{1.28\text{g}}{32\text{g/mol}} = 0.04\text{mol}$ ，可知  $n(\text{Fe}) > n(\text{S}) = 3:4$ ，应为  $\text{Fe}_3\text{S}_4$ ，由以上分析可知，A 组成元素为 Fe、S，为  $\text{Fe}_3\text{S}_4$ 。

答案：Fe、S  $\text{Fe}_3\text{S}_4$

(2) C 溶液可溶解铜片，例举该反应的一个实际应用\_\_\_\_\_。

解析：铁离子具有强氧化性，可氧化铜，常用于刻饰铜线路板。

答案：刻饰铜线路板。

(3) 已知化合物 A 能与稀硫酸反应，生成一种淡黄色不溶物和一种气体 (标况下的密度为  $1.518\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ )，该气体分子的电子式为\_\_\_\_\_，写出该反应的离子方程式\_\_\_\_\_。

解析：化合物 A 能与稀硫酸反应，生成一种淡黄色不溶物和一种气体 (标况下的密度为  $1.518\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ )，淡黄色不溶物为 S，气体的相对分子质量为  $1.518 \times 22.4\text{L} = 34$ ，为  $\text{H}_2\text{S}$  气体，电子式为  $\text{H}:\ddot{\text{S}}:\text{H}$ ，反应的离子方程式为  $\text{Fe}_3\text{S}_4 + 6\text{H}^+ = 3\text{Fe}^{2+} + \text{S} + 3\text{H}_2\text{S} \uparrow$ 。

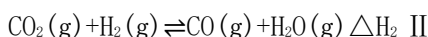
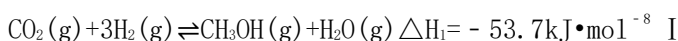
答案： $\text{H}:\ddot{\text{S}}:\text{H}$   $\text{Fe}_3\text{S}_4 + 6\text{H}^+ = 3\text{Fe}^{2+} + \text{S} + 3\text{H}_2\text{S} \uparrow$

(4) 写出  $\text{F} \rightarrow \text{G}$  反应的化学方程式，设计实验方案探究溶液 G 中的主要微粒 (不考虑  $\text{H}_2\text{O}$ ， $\text{H}^+$ ， $\text{K}^+$ ， $\text{I}^-$ )  $\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HI}$ ；取溶液 G，加入过量  $\text{BaCl}_2$  溶液，若产生白色沉淀，则有  $\text{SO}_4^{2-}$ ；过滤后取滤液，滴加  $\text{H}_2\text{O}_2$  溶液，若再产生白色沉淀，则有  $\text{H}_2\text{SO}_3$ 。

解析： $\text{F} \rightarrow \text{G}$  反应的化学方程式为  $\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HI}$ ，溶液 G 中的主要微粒 (不考虑  $\text{H}_2\text{O}$ ， $\text{H}^+$ ， $\text{K}^+$ ， $\text{I}^-$ ) 为  $\text{SO}_4^{2-}$  和  $\text{H}_2\text{SO}_3$ ，可先检验  $\text{SO}_4^{2-}$ ，后检验有  $\text{H}_2\text{SO}_3$ ，具体操作为：取溶液 G，加入过量  $\text{BaCl}_2$  溶液，若产生白色沉淀，则有  $\text{SO}_4^{2-}$ ；过滤后取滤液，滴加  $\text{H}_2\text{O}_2$  溶液，若再产生白色沉淀，则有  $\text{H}_2\text{SO}_3$ 。

答案： $\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HI}$ ；取溶液 G，加入过量  $\text{BaCl}_2$  溶液，若产生白色沉淀，则有  $\text{SO}_4^{2-}$ ；过滤后取滤液，滴加  $\text{H}_2\text{O}_2$  溶液，若再产生白色沉淀，则有  $\text{H}_2\text{SO}_3$ 。

11. 催化还原  $\text{CO}_2$  是解决温室效应及能源问题的重要手段之一，研究表明，在  $\text{Cu}/\text{ZnO}$  催化剂存在下， $\text{CO}_2$  和  $\text{H}_2$  可发生两个平行反应，分别生成  $\text{CH}_3\text{OH}$  和  $\text{CO}$ ，反应的热化学方程式如下：



某实验室控制  $\text{CO}_2$  和  $\text{H}_2$  初始投料比为 1:2.2，在相同压强下，经过相同反应时间测得如下实验数据：

T (K)	催化剂	$\text{CO}_2$ 转化率 (%)	甲醇选择性 (%)
543	Cat. 1	12.3	42.3
543	Cat. 2	10.9	72.7
553	Cat. 1	15.3	39.1
553	Cat. 2	12.0	71.6

[备注]Cat. 1: Cu/ZnO 纳米棒; Cat. 2: Cu/ZnO 纳米片; 甲醇选择性; 转化的 CO<sub>2</sub> 中生成甲醇的百分比

已知: ①CO 和 H<sub>2</sub> 的标准燃烧热分别为 - 283. 0kJ•mol<sup>-1</sup> 和 - 285. 8kJ•mol<sup>-1</sup>.

②H<sub>2</sub>O(l) ⇌ H<sub>2</sub>O(g) ΔH<sub>3</sub> = 44. 0kJ•mol<sup>-1</sup>

请回答(不考虑温度对 ΔH 的影响):

(1) 反应 I 的平衡常数表达式 K = \_\_\_\_\_; 反应 II 的 ΔH<sub>2</sub> = +41. 2 kJ•mol<sup>-1</sup>.

解析: 平衡常数为生成物浓度幂之积与反应物浓度幂之积的比值, K =

$$\frac{c(\text{CH}_3\text{OH}) \cdot c(\text{H}_2\text{O})}{c(\text{CO}_2) \cdot c^3(\text{H}_2)}$$

, 已知: CO 和 H<sub>2</sub> 的标准燃烧热分别为 - 283. 0kJ•mol<sup>-1</sup> 和 -

285. 8kJ•mol<sup>-1</sup>, ②H<sub>2</sub>O(l) ⇌ H<sub>2</sub>O(g) ΔH<sub>3</sub> = 44. 0kJ•mol<sup>-1</sup>, 可知热化学方程式 A. CO(g) +  $\frac{1}{2}$

O<sub>2</sub>(g) = CO<sub>2</sub>(g) ΔH = - 283. 0kJ•mol<sup>-1</sup>, B. H<sub>2</sub>(g) +  $\frac{1}{2}$ O<sub>2</sub>(g) = H<sub>2</sub>O(l) ΔH = - 285. 8kJ•mol<sup>-1</sup>,

C. H<sub>2</sub>O(l) ⇌ H<sub>2</sub>O(g) ΔH<sub>3</sub> = 44. 0kJ•mol<sup>-1</sup>, 由盖斯定律将 b - a + c 可得

CO<sub>2</sub>(g) + H<sub>2</sub>(g) ⇌ CO(g) + H<sub>2</sub>O(g) ΔH<sub>2</sub> = (- 285. 8 + 283. 0 + 44) kJ•mol<sup>-1</sup> = +41. 2kJ•mol<sup>-1</sup>.

$$\frac{c(\text{CH}_3\text{OH}) \cdot c(\text{H}_2\text{O})}{c(\text{CO}_2) \cdot c^3(\text{H}_2)} + 41. 2$$

答案:

(2) 有利于提高 CO<sub>2</sub> 转化为 CH<sub>3</sub>OH 平衡转化率的措施有 \_\_\_\_\_。

- A. 使用催化剂 Cat. 1
- B. 使用催化剂 Cat. 2
- C. 降低反应温度
- D. 投料比不变, 增加反应物的浓度
- E. 增大 CO<sub>2</sub> 和 H<sub>2</sub> 的初始投料比

解析: A. 使用催化剂 Cat. 1, 平衡不移动, 不能提高转化率, 故 A 错误; B. 使用催化剂 Cat. 2, 不能提高转化率, 故 B 错误; C. 降低反应温度, 平衡正向移动, 可增大转化率, 故 C 正确; D. 投料比不变, 增加反应物的浓度, 平衡正向移动, 可增大转化率, 故 D 正确; E. 增大 CO<sub>2</sub> 和 H<sub>2</sub> 的初始投料比, 可增大氢气的转化率, 二氧化碳的转化率减小, 故 E 错误。

答案: CD

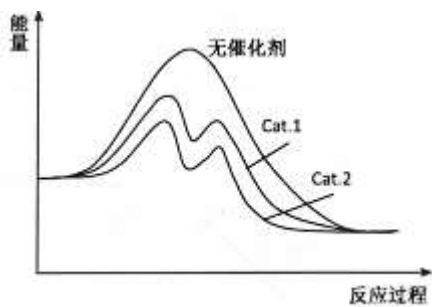
(3) 表中实验数据表明, 在相同温度下不同的催化剂对 CO<sub>2</sub> 转化成 CH<sub>3</sub>OH 的选择性有显著的影响, 其原因是 \_\_\_\_\_。

解析: 从表中数据分析, 在相同温度下, 不同的催化剂二氧化碳的转化率不同, 说明不同的催化剂的催化能力不同, 相同的催化剂不同的温度, 二氧化碳的转化率不同, 且温度高的转化率大, 因为正反应为放热反应, 说明表中数据是未达到平衡数据。

答案: 表中数据表明此时未达到平衡, 不同的催化剂对反应 I 的催化能力不同, 因而再该时刻下对甲醇选择性有影响。

(4) 在如图中分别画出反应 I 在无催化剂、有 Cat. 1 和有 Cat. 2 三种情况下“反应过程 - 能量”示意图。

解析: 从表中数据分析, 在催化剂 Cat. 2 的作用下, 甲醇的选择性更大, 说明催化剂 Cat. 2 对反应 I 催化效果更好, 催化剂能降低反应的活化能, 说明使用催化剂 Cat. 2 的反应过程中活化能更低。



答案:

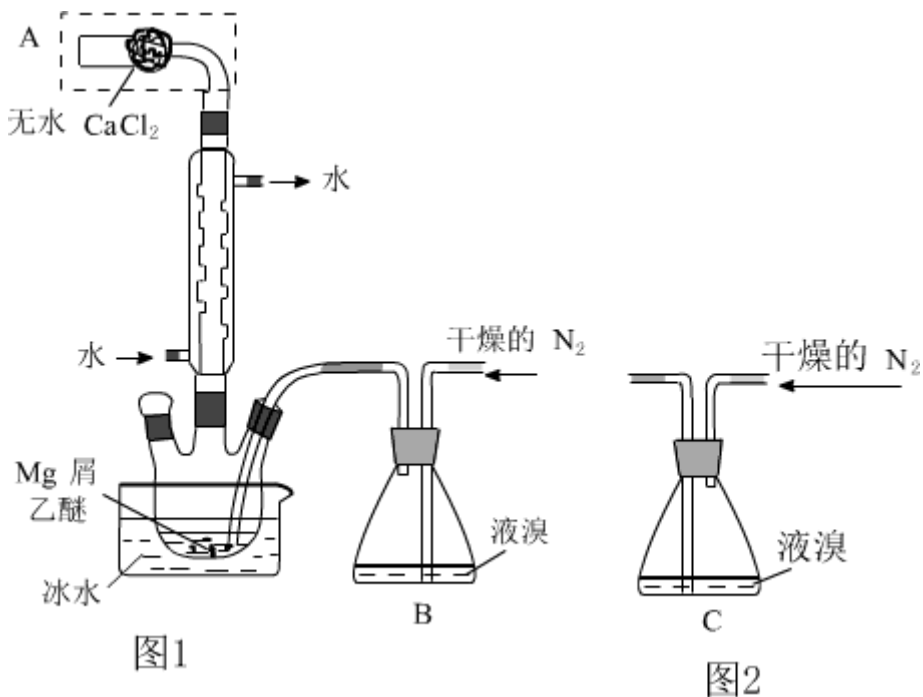
(5) 研究证实,  $\text{CO}_2$  也可在酸性水溶液中通过电解生成甲醇, 则生成甲醇的反应发生在\_\_\_\_\_极, 该电极反应式是\_\_\_\_\_。



解析:  $\text{CO}_2$  也可在酸性水溶液中通过电解生成甲醇, C 元素化合价降低, 被还原, 应为电解池的阴极反应, 电极方程式为  $\text{CO}_2 + 6\text{H}^+ + 6\text{e}^- = \text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$ 。

答案: 阴  $\text{CO}_2 + 6\text{H}^+ + 6\text{e}^- = \text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$

12. 无水  $\text{MgBr}_2$  可用作催化剂。实验室采用镁屑与液溴为原料制备无水  $\text{MgBr}_2$ , 装置如图 1, 主要步骤如下:



步骤 1 三颈瓶中装入 10g 镁屑和 150mL 无水乙醚; 装置 B 中加入 15mL 液溴。

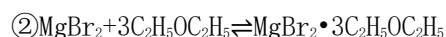
步骤 2 缓慢通入干燥的氮气, 直至溴完全导入三颈瓶中。



步骤3 反应完毕后恢复至常温，过滤，滤液转移至另一干燥的烧瓶中，冷却至0℃，析出晶体，再过滤得三乙醚溴化镁粗品。

步骤4 室温下用苯溶解粗品，冷却至0℃，析出晶体，过滤，洗涤得三乙醚合溴化镁，加热至160℃分解得无水MgBr<sub>2</sub>产品。

已知：①Mg与Br<sub>2</sub>反应剧烈放热；MgBr<sub>2</sub>具有强吸水性。



请回答：

(1) 仪器A的名称是\_\_\_\_\_。实验中不能用干燥空气代替干燥N<sub>2</sub>，原因是\_\_\_\_\_。

解析：仪器A为干燥管，本实验要用镁屑和液溴反应生成溴化镁，所以装置中不能有能与镁反应的气体，例如氧气，所以不能用干燥的空气代替干燥的氮气，故答案为：防止镁屑与氧气反应生成的氧化镁阻碍Mg和Br<sub>2</sub>的反应。

答案：干燥管 防止镁屑与氧气反应，生成的MgO阻碍Mg和Br<sub>2</sub>的反应

(2) 如将装置B改为装置C(图2)，可能会导致的后果是\_\_\_\_\_。

解析：将装置B改为C装置，当干燥的氮气通入，会使气压变大，将液溴快速压入三颈瓶，反应过快大量放热存在安全隐患，装置B是利用干燥的氮气将溴蒸气带入三颈瓶中，反应可以容易控制防止反应过快，

答案：会将液溴快速压入三颈瓶，反应过快大量放热而存在安全隐患

(3) 步骤3中，第一次过滤除去的物质是\_\_\_\_\_。

解析：步骤3过滤出去的是不溶于水的镁屑。

答案：镁屑

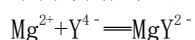
(4) 有关步骤4的说法，正确的是\_\_\_\_\_。

- A. 可用95%的乙醇代替苯溶解粗品
- B. 洗涤晶体可选用0℃的苯
- C. 加热至160℃的主要目的是除去苯
- D. 该步骤的目的是除去乙醚和可能残留的溴

解析：A. 95%的乙醇中含有水，溴化镁有强烈的吸水性，故A错误；B. 加入苯的目的是除去乙醚和溴，洗涤晶体用0℃的苯，可以减少产品的溶解，故B正确；C. 加热至160℃的主要目的是分解三乙醚合溴化镁得到溴化镁，不是为了除去苯，故C错误；D. 该步骤是为了除去乙醚和溴，故D正确。

答案：BD

(5) 为测定产品的纯度，可用EDTA(简称为Y)标准溶液滴定，反应的离子方程式：



① 滴定前润洗滴定管的操作方法是\_\_\_\_\_。

② 测定时，先称取0.2500g无水MgBr<sub>2</sub>产品，溶解后，用0.0500mol·L<sup>-1</sup>的EDTA标准溶液滴定至终点，消耗EDTA标准溶液26.50mL，则测得无水MgBr<sub>2</sub>产品的纯度是\_\_\_\_\_ (以质量分数表示)。

解析：① 滴定前润洗滴定管是需要从滴定管上口加入少量待测液，倾斜着转动滴定管，使液体湿润内壁，然后从下步放出，重复2-3次，② 依据方程式Mg<sup>2+</sup>+Y<sup>4-</sup>⇌MgY<sup>2-</sup>分析，溴化镁的物质的量=0.0500mol/L×0.02650L=0.001325mol，则溴化镁的质量为

$$\underline{0.2438\text{g}}$$

0.001325mol×184g/mol=0.2438g，溴化镁的产品的纯度= $\frac{0.2438\text{g}}{0.2500\text{g}} \times 100\% = 97.5\%$ 。

答案：从滴定管上口加入少量待测液，倾斜着转动滴定管，使液体润湿内壁，然后从下部放出，重复2-3次 97.5%