


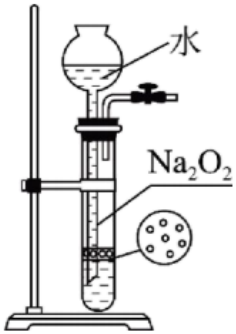
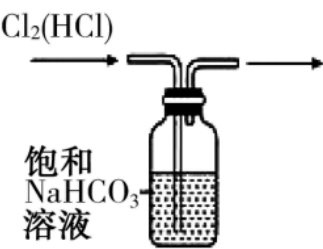
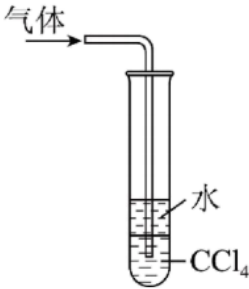
7. 下列有关工业制备的说法, 不正确的是( )

- A. 盐酸是利用  $H_2$  在  $Cl_2$  中燃烧后再溶于水而制得的
- B. 工业上从海产品(如海带等)中提取碘
- C. 工业上电解熔融  $NaCl$ , 以制取氯气
- D. 利用  $Cl_2$  与石灰乳为原料, 制备漂白粉

【答案】C

- A.  $Cl_2$  与  $H_2$  光照易发生爆炸, 应利用  $Cl_2$  与  $H_2$  燃烧化合后再溶于水而制得盐酸, 故 A 正确;
- B. 从海产品含碘元素含量较大, 可灼烧后, 溶解、氧化、萃取、分液、蒸馏提取碘, 故 B 正确;
- C. 在工业上采用电解熔融  $NaCl$  制取金属钠, 而制取氯气工业上采用电解饱和食盐水制得, 故 C 错误;
- D. 氯气与石灰乳制备漂白粉, 而不用石灰水, 因为石灰水中氢氧化钙的浓度太小, 故 D 正确;

8. 下列实验合理的是 ( )

			
A. 证明非金属性 $Cl > C > Si$	B. 制备少量氧气	C. 除去 $Cl_2$ 中的 $HCl$	D. 吸收氨气, 并防止倒吸

【答案】D

- A. 盐酸不是氯元素的最高价含氧酸, 因此不能通过盐酸的酸性大于碳酸的酸性比较  $Cl$  与  $C$  的非金属性强弱, 同时盐酸易挥发, 与硅酸钠反应生成硅酸沉淀, 干扰二氧化碳、水与硅酸钠的反应, 因此图中装置不能说明碳酸的酸性大于硅酸的酸性, 则不能比较  $C$  与  $Si$  的非金属性强弱, 故 A 错误;
- B. 过氧化钠为粉末固体, 隔板不能使固体与液体分离, 关闭止水夹, 不能使反应随时停止, 图中装置不合理, 故 B 错误;
- C. 碳酸氢钠与氯化氢会发生反应生成二氧化碳气体, 引入新的杂质, 应用饱和食盐水, 故 C 错误;
- D. 四氯化碳的密度比水大, 不溶于水, 可使气体与水隔离, 从而可防止倒吸, 故 D 正确;

9. 一定条件下, 中学化学常见物质甲、乙之间存在如下转化关系, 乙是



- A.  $HCl$
- B.  $NaHCO_3$
- C.  $KOH$
- D.  $FeCl_2$

【答案】B

A. 由转化关系可知, 甲为化合物, 不会通过化合反应生成  $\text{HCl}$ , 错误;

B. 若甲为碳酸钠, 与少量盐酸发生复分解反应生成乙(碳酸氢钠), 碳酸钠、水、二氧化碳发生化合反应生成乙(碳酸氢钠), 正确;

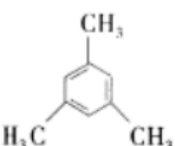
C. 甲为氧化钾或水, 无法通过复分解反应生成氢氧化钾, 错误;

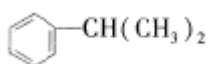
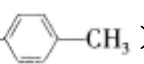
D. 若乙为  $\text{FeCl}_2$ , 甲 $\rightarrow$ 乙的化合反应应属于氧化还原反应, 但不满足甲 $\rightarrow$ 乙发生复分解反应, 错误。

10. “碳九”是在石油提炼时获得的一系列含碳数量在 9 左右的烃, 沸点处于汽油和柴油之间。“碳九”分为裂解碳九和重整碳九两种, 前者主要为烷烃、烯烃等链烃, 后者主要为丙苯、对甲乙苯等芳香烃。下列有关说法错误的是

A. 若将“碳九”添加到汽油中, 可能会使汽油燃烧不充分而形成积炭

B. 用溴水可以区分裂解碳九和重整碳九

C. 均三甲苯 (  ) 的二氯代物有 5 种

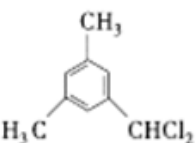
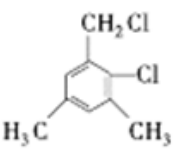
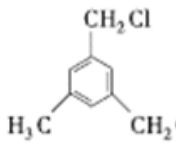
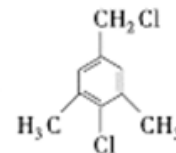
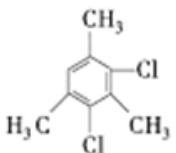
D. 异丙苯[  ] 和对甲乙苯 (  $\text{CH}_3\text{CH}_2$ - ) 互为同系物

【答案】D

【详解】

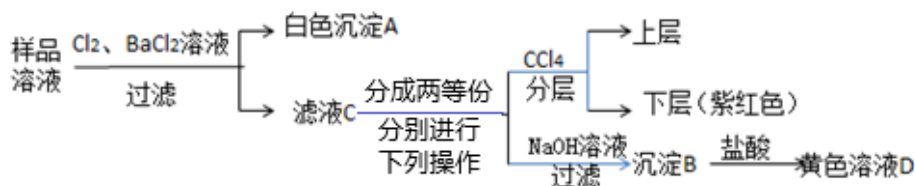
A. 由于碳九中碳原子个数比汽油的多, 所以燃烧时更容易燃烧不充分产生单质碳而形成“积炭”, 故 A 正确;

B. 裂解碳九中含有烯烃, 能与溴水发生加成反应而使其褪色, 故 B 正确;

C. 均三甲苯的二氯代物中, 两个氯原子在同一个碳原子上的有 1 种:  , 在不同碳原子上的有 4 种:  、  、  、  , 共有 5 种, 故 C 正确;

D. 异丙苯与对甲乙苯分子式相同, 不符合同系物中分子组成相差一个或若干个“ $\text{CH}_2$ ”原子团的要求, 故 D 错误;  
故答案为 D。

11. 某澄清透明的溶液中可能含有:  $\text{Na}^+$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{I}^-$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{Cl}^-$ 中的几种, 各离子浓度均为  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。现进行如下实验(所加试剂均过量):



下列说法正确的是( )

A. 样品溶液中肯定存在  $\text{Na}^+$ 、 $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{I}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$

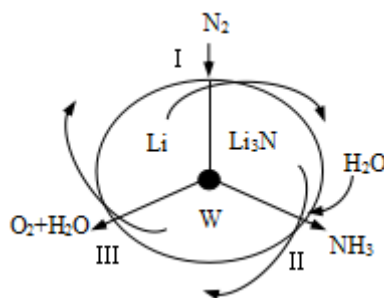
- B. 沉淀 B 中肯定有氢氧化铁，可能含有氢氧化镁
- C. 取 1 L 黄色溶液 D 能恰好溶解铁 1.4 g
- D. 该样品溶液中是否存在  $\text{Cl}^-$  可取滤液 C，滴加硝酸银和稀硝酸进行确定

【答案】B

【详解】

- A、经分析，样品中肯定存在  $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{I}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ ，可能存在  $\text{Na}^+$ ，或者  $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Cl}^-$ ，A 错误；
- B、题中未提及沉淀 B 的信息，故根据“黄色溶液”可推出沉淀 B 中肯定有氢氧化铁，可能含有氢氧化镁，因为  $\text{Mg}^{2+}$  呈无色，不影响  $\text{Fe}^{3+}$  颜色的显示，故 B 正确；
- C、样品溶液中， $n(\text{Fe}^{2+})=0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，则溶液 D 中， $n(\text{Fe}^{3+})=0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，根据反应  $\text{Fe}+2\text{Fe}^{3+}=3\text{Fe}^{2+}$ ，可推出 1L 溶液 D 中，含有  $\text{Fe}^{3+}$  0.1mol，能溶解 Fe 0.05mol，即 2.8g，C 错误；
- D、样品溶液和  $\text{Cl}_2$ 、 $\text{BaCl}_2$  溶液反应后再过滤得到滤液 C，则滤液 C 一定含有  $\text{Cl}^-$ ，故检验到滤液 C 中的  $\text{Cl}^-$ ，无法说明样品溶液含有  $\text{Cl}^-$ ，D 错误；
- 故选 B。

12. 科学工作者研发了一种 SUNCAT 的系统，借助锂循环可持续合成氨，其原理如下图所示。下列说法不正确的是



- A. 过程 I 得到的  $\text{Li}_3\text{N}$  中 N 元素为—3 价
- B. 过程 II 生成 W 的反应为  $\text{Li}_3\text{N}+3\text{H}_2\text{O}===3\text{LiOH}+\text{NH}_3\uparrow$
- C. 过程 III 中能量的转化形式为化学能转化为电能
- D. 过程 III 涉及的反应为  $4\text{OH}^- - 4\text{e}^- = \text{O}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

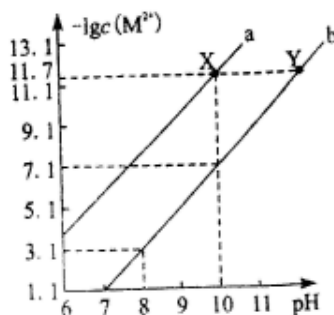
【答案】C

【详解】

- A.  $\text{Li}_3\text{N}$  中锂元素的化合价为+1 价，根据化合物中各元素的代数和为 0 可知，N 元素的化合价为-3 价，A 项正确；
- B. 由原理图可知， $\text{Li}_3\text{N}$  与水反应生成氨气和 W，元素的化合价都无变化，W 为  $\text{LiOH}$ ，反应方程式： $\text{Li}_3\text{N}+3\text{H}_2\text{O}=3\text{LiOH}+\text{NH}_3\uparrow$ ，B 项正确；
- C. 由原理图可知，过程 III 为电解氢氧化锂生成锂单质、氧气和水，电能转化为化学能，C 项错误；
- D. 过程 III 电解  $\text{LiOH}$  产生  $\text{O}_2$ ，阳极反应为  $4\text{OH}^- - 4\text{e}^- = \text{O}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ，D 项正确。

13.  $25^\circ\text{C}$  时， $\text{Fe}(\text{OH})_2$  和  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  的饱和溶液中，金属阳离子的物质的量浓度的负对数  $[-\lg c(\text{M}^{2+})]$  与溶液 pH 的变

化关系如图所示，已知该温度下  $K_{sp}[\text{Cu}(\text{OH})_2] < K_{sp}[\text{Fe}(\text{OH})_2]$ 。下列说法正确的是（ ）



- A. 曲线 b 表示  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  饱和溶液中的变化关系
- B. 除去  $\text{CuSO}_4$  溶液中含有的少量  $\text{Fe}^{2+}$ ，可加入适量  $\text{CuO}$
- C. 当  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  和  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  沉淀共存时，溶液中  $c(\text{Fe}^{2+}) : c(\text{Cu}^{2+}) = 10^{4.6} : 1$
- D. 向 X 点对应的饱和溶液中加入少量  $\text{NaOH}$  固体，可转化为 Y 点对应的溶液

【答案】C

【详解】

- A. 根据图像， $\text{pH}=10$  时， $c(\text{OH}^-)=10^{-4} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，曲线 b 上对应的  $-\lg c(\text{M}^{2+})=7.1$ ， $c(\text{M}^{2+})=10^{-7.1} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ， $K_{sp1}=10^{-7.1}\times(10^{-4})^2=10^{-15.1}$ ，曲线 a 上对应的  $-\lg c(\text{M}^{2+})=11.7$ ， $c(\text{M}^{2+})=10^{-11.7} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ， $K_{sp2}=10^{-11.7}\times(10^{-4})^2=10^{-19.7}$ ， $K_{sp1} > K_{sp2}$ ，故曲线 a 表示  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  饱和溶液中的变化关系，曲线 b 表示  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  饱和溶液中的变化关系
- B. 加入适量  $\text{CuO}$  调节 pH， $\text{Cu}^{2+}$  先沉淀，B 错误；
- C. 当  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  和  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  沉淀共存时，溶液中  $c(\text{Fe}^{2+}) : c(\text{Cu}^{2+}) = K_{sp}[\text{Fe}(\text{OH})_2] : K_{sp}[\text{Cu}(\text{OH})_2] = 10^{-15.1} : 10^{-19.7} = 10^{4.6} : 1$ ，C 正确；
- D. 向 X 点对应的  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  饱和溶液中加入少量  $\text{NaOH}$  固体， $c(\text{OH}^-)$  增大， $K_{sp}[\text{Cu}(\text{OH})_2]$  不变，则  $c(\text{Cu}^{2+})$  变小，而 Y 点对应的溶液中  $c(\text{Cu}^{2+})$  与 X 点相同，D 错误；

26. 淀粉水解的产物 ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) 用硝酸氧化可以制备草酸，装置如图 1 所示（加热、搅拌和仪器固定装置均已略去）：实验过程如下：

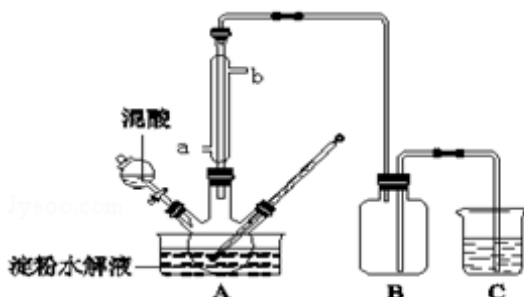


图 1

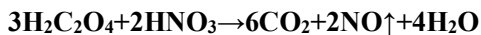
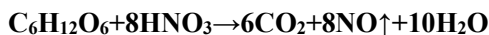


图 2

- ①将 1: 1 的淀粉水乳液与少许硫酸（98%）加入烧杯中，水浴加热至  $85^\circ\text{C} \sim 90^\circ\text{C}$ ，保持 30min，然后逐渐将温度降至  $60^\circ\text{C}$  左右；
- ②将一定量的淀粉水解液加入三颈烧瓶中；

③控制反应液温度在 55~60℃条件下,边搅拌边缓慢滴加一定量含有适量催化剂的混酸(65% $\text{HNO}_3$ 与 98% $\text{H}_2\text{SO}_4$ 的质量比为 2: 1.5) 溶液;

④反应 3h 左右,冷却,减压过滤后再重结晶得草酸晶体,硝酸氧化淀粉水解液过程中可发生下列反应:

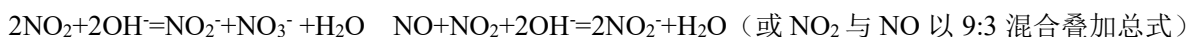


请回答下列问题:

- (1) 实验①加入 98%硫酸少许的作用是: \_\_\_\_\_;
- (2) 实验中若混酸滴加过快,将导致草酸产量下降,其原因是\_\_\_\_\_;
- (3) 装置 B 的作用为\_\_\_\_\_; C 中发生的离子反应有\_\_\_\_\_;
- (4) 草酸重结晶过程中,减压过滤的作用是 \_\_\_\_\_;
- (5) 将产品在恒温箱内约 90℃以下烘干至恒重,得到二水合草酸.用  $\text{KMnO}_4$  标准溶液滴定,该反应的离子方程式为:  $2\text{MnO}_4^- + 5\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 6\text{H}^+ = 2\text{Mn}^{2+} + 10\text{CO}_2\uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$  称取该样品 0.12g,加适量水完全溶解,然后用  $0.020\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液滴定至终点(杂质不参与反应),此时溶液颜色变化为\_\_\_\_\_,滴定前后滴定管中的液面读数如图 2 所示,则该草酸晶体样品中二水合草酸的质量分数为\_\_\_\_\_。

【答案】(14 分,每空 2 分)

- (1) 催化剂的作用
- (2) 温度过高,硝酸浓度过大,导致  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  进一步被氧化
- (3) 防倒吸安全瓶



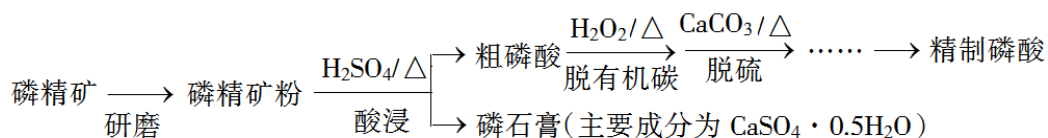
- (4) 减压过滤可加速过滤,并使沉淀抽吸得较干燥
- (5) 无色突变为淡紫红色且半分钟不褪色 84%

【详解】

- (1) 淀粉水解需要浓硫酸作催化剂,即浓硫酸的作用是提高淀粉水解的速度(或起到催化剂的作用)。
- (2) 由于温度过高、硝酸浓度过大,会导致产物  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  进一步被氧化,所以不能滴入的过快。
- (3) 用强碱溶液吸收气体产物。
- (4) 减压过滤可加速过滤,并使沉淀抽吸得较干燥
- (5) 由于酸性高锰酸钾溶液是显紫红色的,所以当反应达到终点时,溶液颜色由无色突变为淡紫红色且半分钟不褪色。根据滴定管的读数可知,消耗高锰酸钾溶液是  $18.50\text{ml} - 2.50\text{ml} = 16.00\text{ml}$ 。根据方程式可知,草酸的物质的量是  $0.020\text{mol}\cdot\text{L}^{-1} \times 0.016\text{L} \times 5/2 = 0.0008\text{mol}$ ,则草酸晶体样品中二水合草酸的质量分数为

$$\frac{0.0008 \times 126}{0.12} \times 100\% = 84.0\%。$$

27. 磷精矿湿法制备磷酸的一种工艺流程如下:

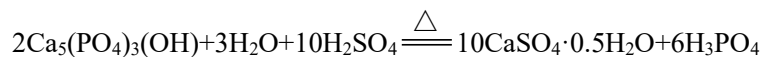


已知：磷精矿主要成分为 $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$ ，还含有 $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ 和有机碳等。

溶解度： $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH}) < \text{CaSO}_4 \cdot 0.5\text{H}_2\text{O}$

(1) 上述流程中能加快反应速率的措施有\_\_\_\_\_。

(2) 磷精矿粉酸浸时发生反应：

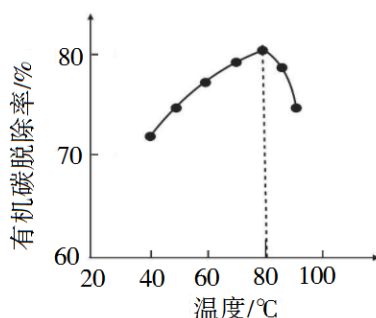


①该反应体现出酸性关系： $\text{H}_3\text{PO}_4$ \_\_\_\_\_  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (填“>”或“<”)。

②结合元素周期律解释①中结论：P和S电子层数相同，\_\_\_\_\_。

(3) 酸浸时，磷精矿中 $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ 所含氟转化为HF，并进一步转化为 $\text{SiF}_4$ 除去。写出生成HF的化学方程式：\_\_\_\_\_。

(4)  $\text{H}_2\text{O}_2$ 将粗磷酸中的有机碳氧化为 $\text{CO}_2$ 脱除，同时自身也会发生分解。相同投料比、相同反应时间，不同温度下的有机碳脱除率如图所示。80℃后脱除率变化的原因：\_\_\_\_\_。



(5) 脱硫时， $\text{CaCO}_3$ 稍过量，充分反应后仍有 $\text{SO}_4^{2-}$ 残留，原因是\_\_\_\_\_；加入 $\text{BaCO}_3$ 可进一步提高硫的脱除率，其离子方程式是\_\_\_\_\_。

(6) 取a g 所得精制磷酸，加适量水稀释，以百里香酚酞作指示剂，用 $b \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  NaOH 溶液滴定至终点时生成 $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ，消耗 NaOH 溶液 c mL。精制磷酸中 $\text{H}_3\text{PO}_4$ 的质量分数是\_\_\_\_\_。(已知： $\text{H}_3\text{PO}_4$ 摩尔质量为 $98 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ )

【答案】(14 分，除标注外每空 2 分)

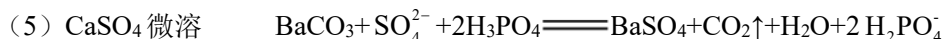
(1) 研磨、加热 (1 分)

(2) ①< (1 分)

②核电荷数  $\text{P} < \text{S}$ ，原子半径  $\text{P} > \text{S}$ ，得电子能力  $\text{P} < \text{S}$ ，非金属性  $\text{P} < \text{S}$



(4) 80℃后， $\text{H}_2\text{O}_2$ 分解速率大，浓度显著降低



(6)  $\frac{0.049bc}{a}$

【解析】(1) 研磨能增大反应物的接触面积, 加快反应速率, 加热, 升高温度加快反应速率; 流程中能加快反应速率的措施有: 研磨、加热。

(2) ①根据“强酸制弱酸”的复分解反应规律, 酸性:  $\text{H}_3\text{PO}_4 < \text{H}_2\text{SO}_4$ 。

②用元素周期律解释酸性:  $\text{H}_3\text{PO}_4 < \text{H}_2\text{SO}_4$ , P 和 S 电子层数相同, 核电荷数  $\text{P} < \text{S}$ , 原子半径  $\text{P} > \text{S}$ , 得电子能力  $\text{P} < \text{S}$ , 非金属性  $\text{P} < \text{S}$ 。

(3) 根据“强酸制弱酸”的复分解反应规律,  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$  与  $\text{H}_2\text{SO}_4$  反应生成 HF、磷石膏和磷酸, 生成 HF 的化学方程式为  $2\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F} + 10\text{H}_2\text{SO}_4 + 5\text{H}_2\text{O} \rightarrow 10\text{CaSO}_4 \cdot 0.5\text{H}_2\text{O} + 6\text{H}_3\text{PO}_4 + 2\text{HF} \uparrow$ 。

(4) 图示是相同投料比、相同反应时间, 不同温度下的有机碳脱除率,  $80^\circ\text{C}$  前温度升高反应速率加快, 相同时间内有机碳脱除率增大;  $80^\circ\text{C}$  后温度升高,  $\text{H}_2\text{O}_2$  分解速率大,  $\text{H}_2\text{O}_2$  浓度显著降低, 反应速率减慢, 相同条件下有机碳脱除率减小。

(5) 脱硫时,  $\text{CaCO}_3$  稍过量, 充分反应后仍有  $\text{SO}_4^{2-}$  残留, 原因是:  $\text{CaSO}_4$  微溶于水。加入  $\text{BaCO}_3$  可进一步提高硫的脱除率, 因为  $\text{BaSO}_4$  难溶于水, 其中  $\text{SO}_4^{2-}$  与  $\text{BaCO}_3$  生成更难溶的  $\text{BaSO}_4$  和  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$  的酸性强于  $\text{H}_2\text{CO}_3$ , 在粗磷酸中  $\text{CO}_3^{2-}$  转化成  $\text{H}_2\text{O}$  和  $\text{CO}_2$ , 反应的离子方程式为  $\text{BaCO}_3 + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}_3\text{PO}_4 = \text{BaSO}_4 + \text{CO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{PO}_4^- + \text{H}_2\text{O}$ 。

(6) 滴定终点生成  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ , 则消耗的  $\text{H}_3\text{PO}_4$  与  $\text{NaOH}$  物质的量之比为 1: 2,  $n(\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{1}{2} n(\text{NaOH}) = \frac{1}{2} \times b \text{ mol/L} \times c \times 10^{-3} \text{ L} = \frac{bc}{2000} \text{ mol}$ ,  $m(\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{bc}{2000} \text{ mol} \times 98 \text{ g/mol} = \frac{49bc}{1000} \text{ g} = 0.049bc \text{ g}$ , 精制磷酸中  $\text{H}_3\text{PO}_4$  的质量分数为  $\frac{0.049bc}{a}$ 。

28. 能源问题是人类社会面临的重大问题, 合理的开发利用至关重要。

(1) 丁烯是石油化工中的重要产物, 正丁烷脱氢可制备 1-丁烯:  $\text{C}_4\text{H}_{10}(\text{g}) = \text{C}_4\text{H}_8(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \Delta H$ 。下表为该反应中所涉及物质的键能数据:

化学键	C—C	C—H	H—H	C=C
键能/(kJ·mol <sup>-1</sup> )	348	414	436	615

则  $\Delta H =$  \_\_\_\_\_

(2) 甲醇是未来重要的绿色能源之一, 常见的合成反应为  $\text{CO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) \Delta H < 0$ ; 为了探究反应物的浓度对反应速率的影响, 进行了相关实验, 测得的实验数据如下表所示:

组别	起始浓度/(mol·L <sup>-1</sup> )		初始速率/(mol·L <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> )
	CO	H <sub>2</sub>	
1	0.24	0.48	0.361
2	0.24	0.96	0.720
3	0.48	0.48	0.719

该反应速率的通式为  $v_{\text{正}} = k_{\text{正}} c^m(\text{CO}) \cdot c^n(\text{H}_2)$  ( $k$  是与温度有关的速率常数)。由表中数据可确定反应速率通式中  $m$  和  $n$  分别 \_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_ (取正整数)。

(3) 合成甲醇的原料气既可由煤气化提供, 也可由天然气与水蒸气通过下列反应制备:  $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}$



(g) + 3H<sub>2</sub>(g) ΔH>0。向 100 L 刚性密闭容器中充入 1 mol CH<sub>4</sub>和 3 mol 水蒸气进行反应,不同温度和压强下平衡体系中 CH<sub>4</sub>的平衡转化率情况如图 1 所示:

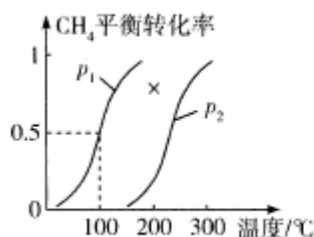


图1

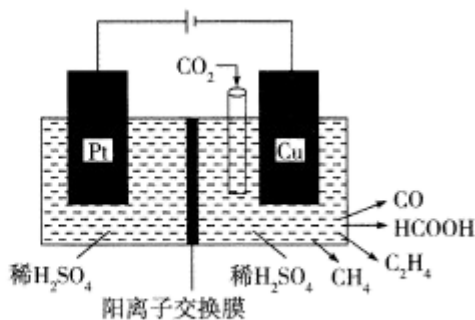


图2

①p<sub>1</sub>\_\_\_\_p<sub>2</sub> (填“<”“>”或“=”)。

②已知压强为 P<sub>1</sub>,温度为 100°C 时,反应达到平衡所需的时间为 5min,则 0~5min 内用 H<sub>2</sub>表示的平均反应速率为\_\_\_\_\_;  
该温度下的平衡常数 K=\_\_\_\_\_mol<sup>2</sup>·L<sup>-2</sup>。

(4) 近年来,有人研究用温室气体二氧化碳通过电催化生成多种燃料,其工作原理如图 2 所示。

①写出 Cu 电极上产生乙烯的电极反应式:\_\_\_\_\_; 如果 Cu 电极上生成 0.17molCO 和 0.33molHCOOH,则 Pt 电极上产生 O<sub>2</sub>的物质的量为\_\_\_\_\_mol。

②HCOOH 为一元弱酸,常温下将 0.1mol·L<sup>-1</sup>HCOOH 溶液与 0.1mol·L<sup>-1</sup>NaOH 溶液按体积比 a:b 混合(忽略溶液体积的变化),混合后溶液恰好显中性,则 HCOOH 的电离常数为\_\_\_\_\_ (用含 a、b 的代数式表示)。

【答案】(15 分)

(1) +125kJ/mol

(2) 1 1

(3) ①< (1 分) ②0.003 mol/(L·min) ③1.35×10<sup>-4</sup>

(4) ①2CO<sub>2</sub>+12H<sup>+</sup>+12e<sup>-</sup>====C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>+4H<sub>2</sub>O 0.25 ② $\frac{b}{a-b} \times 10^{-7}$

【详解】

(1)ΔH=反应物键能-生成物键能

=(10×414kJ/mol+3×348kJ/mol)-(8×414kJ/mol+2×348kJ/mol+615kJ/mol+436kJ/mol)=+125kJ/mol, 故答案为: +125kJ/mol;

(2) $v_{\text{正}}=k_{\text{正}}c^m(\text{CO}) \cdot c^n(\text{H}_2)$ 可知①中  $0.361\text{mol}/(\text{L} \cdot \text{min})=k_{\text{正}} \times (0.24\text{mol}/\text{L})^m \times (0.48\text{mol}/\text{L})^n$ ; ②中:  $0.720\text{mol}/(\text{L} \cdot \text{min})=k_{\text{正}} \times (0.24\text{mol}/\text{L})^m \times (0.96\text{mol}/\text{L})^n$ ; ③中:  $0.719\text{mol}/(\text{L} \cdot \text{min})=k_{\text{正}} \times (0.48\text{mol}/\text{L})^m \times (0.48\text{mol}/\text{L})^n$ ; 则②/①可得  $2=2^n$ , 即 n=1;

③/①得  $2=2^m$ , 则 m=1, 故答案为: 1; 1;

(3)①该反应为压强增大的反应, 同温度下压强越大甲烷的转化率越低, 所以 p<sub>1</sub><p<sub>2</sub>, 故答案为: <;

②据图可知压强为 P<sub>1</sub>, 温度为 100°C 时, 反应达到平衡时甲烷的转化率为 50%, 所以平衡时  $c(\text{CH}_4)=\frac{0.5\text{mol}}{100\text{L}}$

=0.005mol/L, 所以  $v(\text{CH}_4)=\frac{0.005\text{mol/L}}{5\text{min}}=0.001\text{mol}/(\text{L} \cdot \text{min})$ ,  $v(\text{H}_2)=3v(\text{CH}_4)=0.003\text{mol}/(\text{L} \cdot \text{min})$ ,

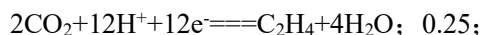
平衡时  $c(\text{CH}_4)=0.005\text{mol}/\text{L}$ , 反应了甲烷 0.5mol, 根据反应方程式  $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g})$ 可知平衡时



$$c(\text{H}_2\text{O}) = \frac{3\text{mol} - 0.5\text{mol}}{100\text{L}} = 0.025\text{mol/L}, \quad c(\text{CO}) = c(\text{CH}_4) = 0.005\text{mol/L}, \quad c(\text{H}_2) = 3c(\text{CH}_4) = 0.015\text{mol/L},$$

所以平衡常数  $K = \frac{0.015^3 \times 0.005}{0.005 \times 0.025} \text{mol}^2 \cdot \text{L}^{-2} = 1.35 \times 10^{-4} \text{mol}^2 \cdot \text{L}^{-2}$ , 故答案为:  $0.003 \text{mol}/(\text{L} \cdot \text{min})$ ;  $1.35 \times 10^{-4}$ ;

(4)①铜电极与电源负极相连为阴极,  $\text{CO}_2$  得电子被还原生成  $\text{C}_2\text{H}_4$ , 根据电荷守恒元素守恒可知电极反应方程式为:  
 $2\text{CO}_2 + 12\text{H}^+ + 12\text{e}^- = \text{C}_2\text{H}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{CO}$  和  $\text{HCOOH}$  中碳均为 +2 价,  $\text{CO}_2$  转化成  $\text{CO}$  或  $\text{HCOOH}$  化合价均降低 2 价, 所以生成  $0.17\text{mol CO}$  和  $0.33\text{mol HCOOH}$  时转移的电子为  $1\text{mol}$ , 则生成的氧气为  $0.25\text{mol}$ , 故答案为:



②混合后溶液呈中性, 所以  $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-) = 10^{-7}\text{mol/L}$ , 根据电荷可知  $c(\text{HCOO}^-) = c(\text{Na}^+) = \frac{0.1b}{a+b} \text{mol/L}$ , 根据物料守恒

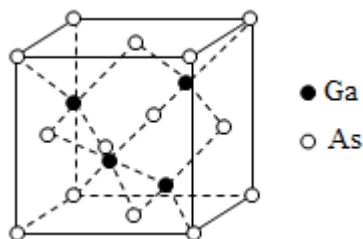
$$\text{有: } c(\text{HCOO}^-) + c(\text{HCOOH}) = \frac{0.1a}{a+b} \text{mol/L}, \text{ 所以 } c(\text{HCOOH}) = \frac{0.1a}{a+b} \text{mol/L} - \frac{0.1b}{a+b} \text{mol/L} = \frac{0.1(a-b)}{a+b} \text{mol/L}, \text{ 电离平衡}$$

$$\text{常数 } K = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{HCOO}^-)}{c(\text{HCOOH})} = \frac{10^{-7} \times \frac{0.1b}{a+b}}{\frac{0.1(a-b)}{a+b}} = \frac{b}{a-b} \times 10^{-7}, \text{ 故答案为: } \frac{b}{a-b} \times 10^{-7}.$$

### 35. [化学——选修 3: 物质结构与性质]

铜、镓、砷等元素形成的化合物在现代工业中有广泛的用途, 回答下列问题:

- (1) 基态铜原子的核外电子占有的能级数为\_\_\_\_\_, 轨道数为\_\_\_\_\_。
- (2) 根据元素周期律, 原子半径  $\text{Ga}$  \_\_\_\_\_  $\text{As}$ , 第一电离能  $\text{Ga}$  \_\_\_\_\_  $\text{As}$ 。(填“大于”或“小于”)
- (3)  $\text{AsCl}_3$  分子的立体构型为\_\_\_\_\_, 其中  $\text{As}$  的杂化轨道类型为\_\_\_\_\_。
- (4) 铜与  $\text{CN}^-$  可形成络合离子  $[\text{Cu}(\text{CN})_4]^{2-}$ , 写出一种与  $\text{CN}^-$  等电子体的分子化学式\_\_\_\_\_; 若将  $[\text{Cu}(\text{CN})_4]^{2-}$  中二个  $\text{CN}^-$  换为  $\text{Cl}^-$ , 只有一种结构, 则  $[\text{Cu}(\text{CN})_4]^{2-}$  中 4 个氮原子所处空间位置关系为\_\_\_\_\_。
- (5)  $\text{GaAs}$  的熔点为  $1238^\circ\text{C}$ , 密度为  $\rho \text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ , 其晶胞结构如图所示。该晶体的类型为\_\_\_\_\_,  $\text{Ga}$  与  $\text{As}$  以\_\_\_\_\_键键合。 $\text{Ga}$  和  $\text{As}$  的摩尔质量分别为  $M_{\text{Ga}} \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$  和  $M_{\text{As}} \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ , 原子半径分别为  $r_{\text{Ga}} \text{pm}$  和  $r_{\text{As}} \text{pm}$ , 阿伏加德罗常数值为  $N_A$ , 则  $\text{GaAs}$  晶胞中原子的体积占晶胞体积的百分率为\_\_\_\_\_。



【答案】(15 分)

7 (1 分)      15 (1 分)      大于 (1 分)      小于 (1 分)      三角锥形 (1 分)       $\text{sp}^3$  (1 分)       $\text{N}_2$  或  $\text{CO}$  (1 分)  
 正四面体      原子晶体      共价       $\frac{4\pi \times 10^{-30} N_A \rho (r_{\text{Ga}}^3 + r_{\text{As}}^3)}{3(M_{\text{Ga}} + M_{\text{As}})} \times 100\%$

【详解】

(1)基态铜的电子排布为  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$ , 所以有 7 个能级, 轨道数为 15;

(2) Ga 和 As 位于第四周期, 前者核电荷数小, 所以根据元素周期律分析, 同周期元素, 随着核电荷数增大, 半径减小, 第一电离能增大;

(3)  $AsCl_3$  分子中 As 原子价层电子对个数为  $3 + \frac{5-3 \times 1}{2} = 4$  且含有一个孤电子对, 根据价层电子对互斥理论判断该分子的空间构型为三角锥形, As 原子杂化类型为  $sp^3$ ;

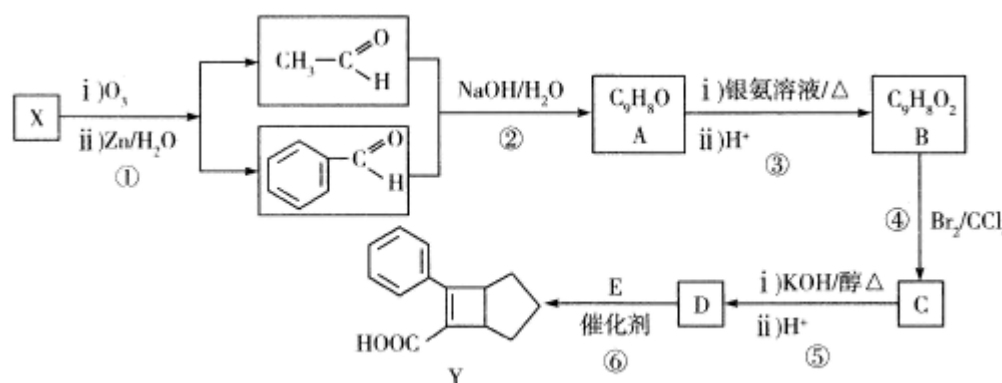
(4)等电子体是指原子总数相同, 价电子总数也相同的微粒, 根据  $CN^-$  分析, 可以是  $N_2$  或  $CO$ ; 若将  $[Cu(CN^-)_4]^{2-}$  中二个  $CN^-$  换为  $Cl^-$ , 只有一种结构, 说明则  $[Cu(CN^-)_4]^{2-}$  中  $CN^-$  处于相同的位置, 即 4 个氮原子所处空间位置关系为正四面体;

(5) GaAs 的熔点为  $1238^\circ C$ , 熔点较高, 以共价键结合形成的属于原子晶体, 密度为  $\rho \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ , 根据均摊法计算, As 的个数为  $8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$ , Ga 的个数为  $4 \times 1 = 4$ , 故其晶胞中原子所占的体积  $V_1 = (\frac{4}{3}\pi r_{As}^3 \times 4 + \frac{4}{3}\pi r_{Ga}^3 \times 4) \times 10^{-30}$ ,

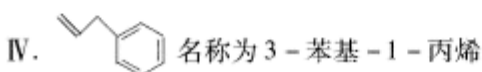
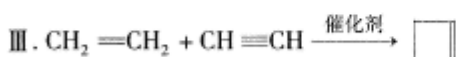
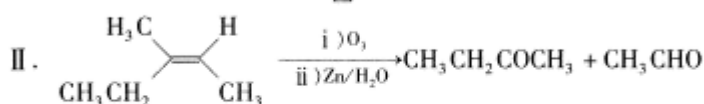
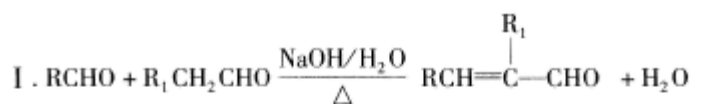
晶胞的体积  $V_2 = \frac{m}{\rho} = \frac{4 \times (M_{Ga} + M_{As})}{\rho}$ , 故 GaAs 晶胞中原子的体积的百分率为  $V_1/V_2 \times 100\%$ , 将  $V_1$ 、 $V_2$  带入计算得

$$\text{百分率} = \frac{4\pi \times 10^{-30} N_A \rho (r_{Ga}^3 + r_{As}^3)}{3(M_{Ga} + M_{As})} \times 100\%.$$

36. 由芳香烃 X 为原料合成某有机物 Y 的一种流程如下:



已知部分信息如下:



请回答下列问题:

(1) X 的名称为 \_\_\_\_\_, C 的结构简式为 \_\_\_\_\_。


(2) 反应⑥的反应类型为 \_\_\_\_\_。

(3) B中含有的官能团名称是\_\_\_\_\_ ;X分子中最多有\_\_\_\_\_个原子共平面。

(4) D和E反应生成Y的化学方程式为\_\_\_\_\_。

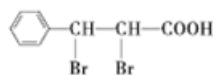
(5) Z是D的同分异构体,同时具备下列条件的Z的结构有\_\_\_\_\_种。

①能与新制氢氧化铜浊液共热产生红色固体;②含碳碳三键;③遇氯化铁溶液发生显色反应。

(6) 设计由  $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2$  制备  的合成路线 (其他试剂任选) 。 \_\_\_\_\_。

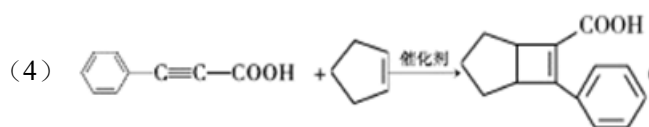
【答案】(15分)

(1) 1—苯基—1—丙烯



(2) 加成反应 (1分)

(3) 羧基、碳碳双键 (1分) 17

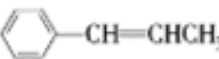
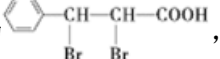


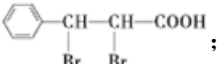
(5) 13



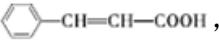
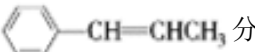
【解析】

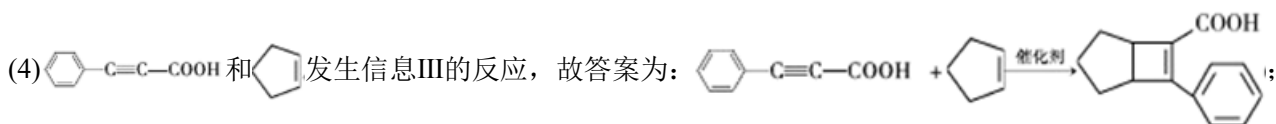
【详解】

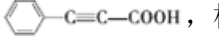
(1)根据信息IV可知  的名称为 1—苯基—1—丙烯;根据分析可知 C 的结构简式为  ,

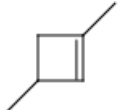
故答案为: 1—苯基—1—丙烯;  ;

(2)反应⑥发生的是信息III的反应,为加成反应,故答案为: 加成反应;

(3)B为  ,所含官能因为羧基、碳碳双键;根据苯环中 12 个原子共面,乙烯中 6 个原子共面、单键可以旋转,可知  分子中最多有 17 个原子共平面,故答案为: 羧基、碳碳双键; 17;



(5)D是  ,根据同分异构体满足的三个条件可知 Z 分子中有醛基、碳碳三键以及酚羟基。满足以上条件的结构有:苯环上有两个侧链,分别是  $\text{—C}\equiv\text{C—CHO}$  和  $\text{—OH}$ ,按邻、间、对排列 3 种情况;苯环上有  $\text{—C}\equiv\text{CH}$ 、 $\text{—CHO}$  和  $\text{—OH}$  三个侧链,三个侧链在苯环上有 10 种排列方式。综上所述,共有 13 种,故答案为: 13;

(6) $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2$  为原料合成  ,结合题目信息,可先将丙烯与溴加成生成 1,2—二溴丙烷,然后 1,2—二溴丙

