

2020 年全国统一高考化学试卷（新课标 II）

参考答案与试题解析

一、选择题：本题共 7 小题，每小题 6 分，共 42 分。在每小题给出的四个选项中，只有一项是符合题目要求的。

1. (6 分) 北宋沈括《梦溪笔谈》中记载：“信州铅山有苦泉，流以为涧。挹其水熬之则成胆矾，烹胆矾则成铜。熬胆矾铁釜，久之亦化为铜”。下列有关叙述错误的是 ()

- A. 胆矾的化学式为 CuSO_4
- B. 胆矾可作为湿法冶铜的原料
- C. “熬之则成胆矾”是浓缩结晶过程
- D. “熬胆矾铁釜，久之亦化为铜”是发生了置换反应

【分析】“信州铅山县有苦泉，流以为涧。挹其水熬之则成胆矾。烹胆矾则成铜；熬胆矾铁釜，久之亦化为铜。”由题意可知，“苦泉”泉水中含有硫酸铜，硫酸铜溶液蒸发得到硫酸铜晶体，从溶液中获取晶体，熬胆矾铁釜，久之亦化为铜，是发生了： $\text{Fe} + \text{CuSO}_4 = \text{Cu} + \text{FeSO}_4$ ，硫酸铜与 Fe 置换反应生成 Cu，据此解答。

- 【解答】**解：A. 胆矾是硫酸铜晶体，“胆矾”化学式为 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ，故 A 错误；
- B. 胆矾是硫酸铜晶体，熬胆矾铁釜，久之亦化为铜，是发生了： $\text{Fe} + \text{CuSO}_4 = \text{Cu} + \text{FeSO}_4$ ，则胆矾可作为湿法冶铜的原料，故 B 正确；
- C. 挹其水熬之则成胆矾，硫酸铜溶液蒸发得到硫酸铜晶体，是浓缩结晶过程，故 C 正确；
- D. 熬胆矾铁釜，久之亦化为铜，是发生了： $\text{Fe} + \text{CuSO}_4 = \text{Cu} + \text{FeSO}_4$ ，硫酸铜与 Fe 置换反应生成 Cu，属于置换反应，故 D 正确；

故选：A。

【点评】本题为信息题，明确题目中所给的信息以及 Cu 及其化合物的性质是解本题关键，试题侧重基础知识的考查，有利于提高学生获取信息利用信息解答题能力。

2. (6 分) 某白色固体混合物由 NaCl、KCl、 MgSO_4 、 CaCO_3 中的两种组成，进行如下实验
①混合物溶于水，得到澄清透明溶液；②做焰色反应，通过钴玻璃可观察到紫色；③向溶液中加碱，产生白色沉淀。根据实验现象可判断其组成为 ()

- A. KCl、NaCl
- B. KCl、 MgSO_4
- C. KCl、 CaCO_3
- D. MgSO_4 、NaCl

【分析】①混合物溶于水，得到澄清透明溶液，则无 CaCO_3 ；

- ②做焰色反应，通过钴玻璃可观察到紫色，则含有 KCl；
- ③向溶液中加碱，产生白色沉淀，则含有 MgSO₄；
- ④根据白色固体混合物由两种物质组成，则无 NaCl，据此分析解答。

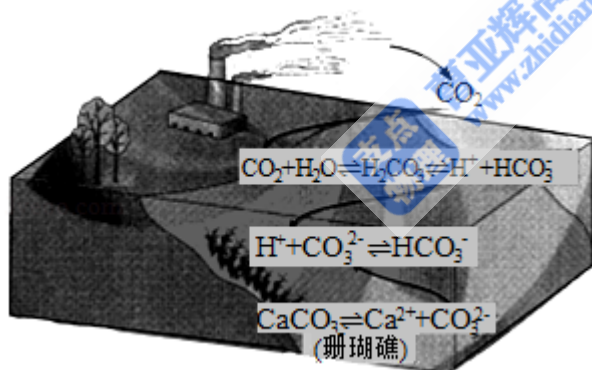
【解答】解：①混合物溶于水，得到澄清透明溶液，则无 CaCO₃；

- ②做焰色反应，通过钴玻璃可观察到紫色，则含有 KCl；
- ③向溶液中加碱，产生白色沉淀，则含有 MgSO₄；
- ④根据白色固体混合物由两种物质组成，则无 NaCl；

综上：白色固体混合物由 KCl、MgSO₄ 两种物质组成，不含有 NaCl、CaCO₃，故 B 正确
故选：B。

【点评】本题考查无机推断，为高频考点，侧重考查学生的分析能力，把握物质的性质及实验中现象与结论的关系为解答的关键，注意物质的性质以及反应的现象，题目难度不大。

3. (6分) 二氧化碳的过量排放可对海洋生物的生存环境造成很大影响，其原理如图所示。下列叙述错误的是 ()



- A. 海水酸化能引起 HCO₃⁻ 浓度增大、CO₃²⁻ 浓度减小
- B. 海水酸化能促进 CaCO₃ 的溶解，导致珊瑚礁减少
- C. CO₂ 能引起海水酸化，其原理为 HCO₃⁻ ⇌ H⁺ + CO₃²⁻
- D. 使用太阳能、氢能等新能源可改善珊瑚的生存环境

【分析】A. 根据海水酸化的反应原理 $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$ ， $\text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^-$ 进行分析；

- B. 海水酸化氢离子浓度增大，导致 $\text{CaCO}_3 \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-}$ 正向移动；
- C. 海水酸化主要原因是二氧化碳与水反应，产生碳酸，碳酸电离出氢离子引起的；
- D. 太阳能、氢能等新能源为清洁能源，可以减少二氧化碳的排放。

【解答】解：A. 海水酸化， H^+ 浓度增大，平衡 $H^+ + CO_3^{2-} \rightleftharpoons HCO_3^-$ 正向移动，导致 CO_3^{2-} 浓度减小， HCO_3^- 浓度增大，故 A 正确；

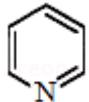
B. 海水酸化， CO_3^{2-} 浓度减小，导致 $CaCO_3$ 溶解平衡正向移动，促进了 $CaCO_3$ 溶解，导致珊瑚礁减少，故 B 正确；

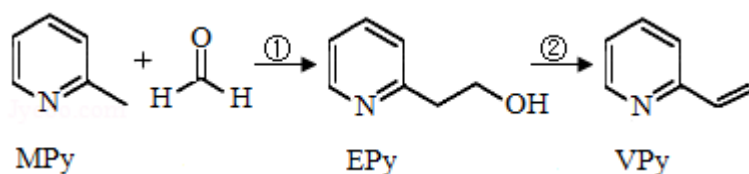
C. CO_2 引起海水酸化的原理为： $CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3 \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^-$ ，导致 H^+ 浓度增大，故 C 错误；

D. 使用太阳能、氢能等新能源，可以减少化石能源的燃烧，从而减少 CO_2 的排放，减弱海水酸化，从而改善珊瑚礁的生存环境，故 D 正确；

故选：C。

【点评】本题考查学生获取信息的能力，涉及到沉淀溶解平衡的影响因素，题目总体难度不大。

4. (6分) 吡啶 () 是类似于苯的芳香化合物。2-乙烯基吡啶 (VPy) 是合成治疗矽肺病药物的原料，可由如下路线合成。下列叙述正确的是 ()



A. MPy 只有两种芳香同分异构体

B. EPy 中所有原子共平面

C. VPy 是乙烯的同系物

D. 反应②的反应类型是消去反应

【分析】A. MPy 的芳香同分异构体有三种；

B. EPy 中侧链含 2 个四面体结构的 C；

C. VPy 与乙烯的结构不同，且 VPy 含 N 原子；

D. 反应②中 -OH 转化为碳碳双键。

【解答】解：A. MPy 有 3 种芳香同分异构体，分别为：甲基在 N 原子的间位 C 上、甲基在 N 原子的对位 C 上、氨基苯，故 A 错误；

B. EPy 中侧链含 2 个四面体结构的 C，则所有原子不能共面，故 B 错误；

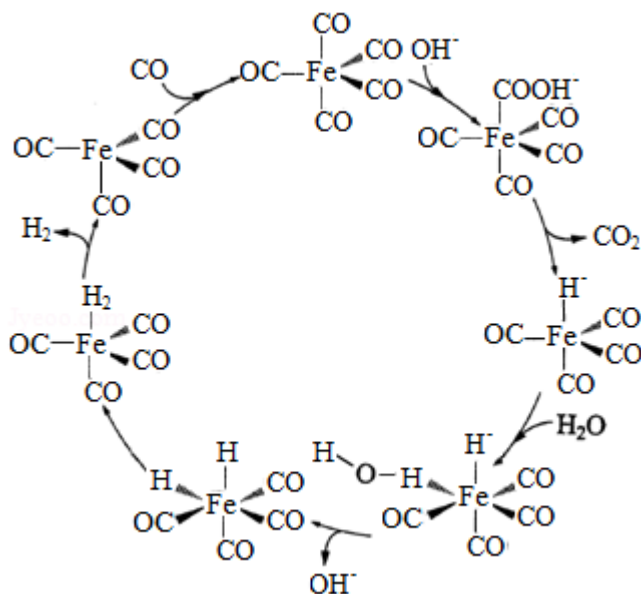
C. VPy 与乙烯的结构不同，且 VPy 含 N 原子，二者不互为同系物，故 C 错误；

D. 反应②中 -OH 转化为碳碳双键，反应类型为消去反应，故 D 正确；

故选：D。

【点评】 本题考查有机物的结构与性质，为高频考点，把握官能团与性质、有机反应、原子共面为解答的关键，侧重分析与应用能力的考查，注意有机物不含苯环，题目难度中等。

5. (6分) 据文献报道： $\text{Fe}(\text{CO})_5$ 催化某反应的一种反应机理如图所示。下列叙述错误的是 ()



- A. OH^- 参与了该催化循环
 B. 该反应可产生清洁燃料 H_2
 C. 该反应可消耗温室气体 CO_2
 D. 该催化循环中 Fe 的成键数目发生变化

【分析】 $\text{Fe}(\text{CO})_5$ 催化反应的一种反应机理为： $\text{Fe}(\text{CO})_5 \xrightarrow{+\text{OH}^-} \text{Fe}(\text{CO})_4\text{COOH}^- \rightarrow \text{Fe}(\text{CO})_4\text{H}^- + \text{CO}_2 \xrightarrow{+\text{H}_2\text{O}} \text{Fe}(\text{CO})_4(\text{HOH})\text{H}^- \rightarrow \text{Fe}(\text{CO})_4(\text{H})_2 + \text{OH}^- \rightarrow \text{Fe}(\text{CO})_4\text{H}_2 \rightarrow \text{Fe}(\text{CO})_4 + \text{H}_2 \xrightarrow{+\text{CO}} \text{Fe}(\text{CO})_5$ ，由反应机理图可知，反应为 $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} = \text{CO}_2 + \text{H}_2$ ，其中 OH^- 参与了该催化循环，生成清洁燃料 H_2 和温室气体 CO_2 ，据此分析解答。

【解答】 解： $\text{Fe}(\text{CO})_5$ 催化反应的一种反应机理为： $\text{Fe}(\text{CO})_5 \xrightarrow{+\text{OH}^-} \text{Fe}(\text{CO})_4\text{COOH}^- \rightarrow \text{Fe}(\text{CO})_4\text{H}^- + \text{CO}_2 \xrightarrow{+\text{H}_2\text{O}} \text{Fe}(\text{CO})_4(\text{HOH})\text{H}^- \rightarrow \text{Fe}(\text{CO})_4(\text{H})_2 + \text{OH}^- \rightarrow \text{Fe}(\text{CO})_4\text{H}_2 \rightarrow \text{Fe}(\text{CO})_4 + \text{H}_2 \xrightarrow{+\text{CO}} \text{Fe}(\text{CO})_5$ ，由反应机理图可知，反应为 $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} = \text{CO}_2 + \text{H}_2$ ，

A、由反应机理中 $\text{Fe}(\text{CO})_5 \xrightarrow{+\text{OH}^-} \text{Fe}(\text{CO})_4\text{COOH}^-$ 和 $\text{Fe}(\text{CO})_4(\text{HOH})\text{H}^- \rightarrow \text{Fe}(\text{CO})_4(\text{H})_2 + \text{OH}^-$ 可知, OH^- 参与了该催化循环, 故 A 正确;

B、总反应为 $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} = \text{CO}_2 + \text{H}_2$, 所以该反应可产生清洁燃料 H_2 , 故 B 正确;

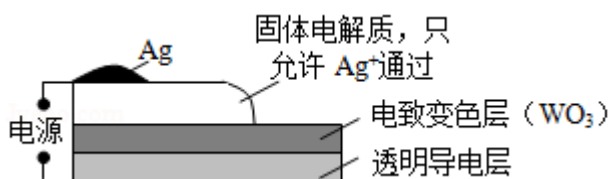
C、总反应为 $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} = \text{CO}_2 + \text{H}_2$, 所以该反应可生成温室气体 CO_2 , 消耗 CO , 没有消耗 CO_2 , 故 C 错误;

D、由反应机理图可知, Fe 的成键数目变化为: 5 个共价键 \rightarrow 6 个共价键 \rightarrow 5 \rightarrow 4 个共价键 \rightarrow 5 个共价键, 即催化循环中 Fe 的成键数目发生变化, 故 D 正确;

故选: C。

【点评】 本题考查反应机理的分析判断、催化剂作用的理解应用、化学键的变化等, 明确反应机理中的各个阶段是解题关键, 掌握化学反应原理等基础知识即可解答, 题目难度不大。

6. (6 分) 电致变色器件可智能调控太阳光透过率, 从而实现节能。如图是某电致变色器件的示意图。当通电时, Ag^+ 注入到无色 WO_3 薄膜中, 生成 Ag_xWO_3 , 器件呈现蓝色, 对于该变化过程, 下列叙述错误的是 ()



- A. Ag 为阳极
 B. Ag^+ 由银电极向变色层迁移
 C. W 元素的化合价升高
 D. 总反应为: $\text{WO}_3 + x\text{Ag} = \text{Ag}_x\text{WO}_3$

【分析】 由图可知这是一个电解池, 银做阳极, 发生的电极反应 $\text{Ag} - \text{e}^- = \text{Ag}^+$, 当通电时, Ag^+ 注入到无色 WO_3 薄膜中生成 Ag_xWO_3 , 电极方程式: $x\text{Ag}^+ + x\text{e}^- + \text{WO}_3 = \text{Ag}_x\text{WO}_3$ 是还原反应, 总的反应方程式: $\text{WO}_3 + x\text{Ag} = \text{Ag}_x\text{WO}_3$, 据此答题。

【解答】 解: A. 由图可知这是一个电解池, 银做阳极, 发生的电极反应 $\text{Ag} - \text{e}^- = \text{Ag}^+$, 故 A 正确;

B. 当通电时, Ag^+ 注入到无色 WO_3 薄膜中生成 Ag_xWO_3 , 故 B 正确;

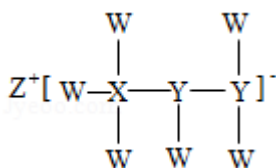
C. 电极方程式: $x\text{Ag}^+ + x\text{e}^- + \text{WO}_3 = \text{Ag}_x\text{WO}_3$, W 由 WO_3 的 +6 价降低到 Ag_xWO_3 中的 + (6 - x) 价 W 的化合价降低是还原反应, 故 C 错误;

D. 阳极反应: $\text{Ag} - \text{e}^- = \text{Ag}^+$, 阴极反应: $x\text{Ag}^+ + x\text{e}^- + \text{WO}_3 = \text{Ag}_x\text{WO}_3$, 二者合并: $\text{WO}_3 + x\text{Ag} = \text{Ag}_x\text{WO}_3$, 故 D 正确;

故选: C。

【点评】 本题考查电解原理的应用, 虽情景新颖, 但是考查内容基础, 注意电极材料和离子移动是解这道题的关键, 难度不大。

7. (6分) 一种由短周期主族元素组成的化合物(如图所示), 具有良好的储氢性能, 其中元素 W、X、Y、Z 的原子序数依次增大、且总和为 24。下列有关叙述错误的是 ()



- A. 该化合物中, W、X、Y 之间均为共价键
 B. Z 的单质既能与水反应, 也可与甲醇反应
 C. Y 的最高化合价氧化物的水化物为强酸
 D. X 的氟化物 XF_3 中原子均为 8 电子稳定结构

【分析】 由短周期主族元素组成的化合物, Z 的原子序数最大、且可形成 +1 价阳离子, Z 为 Na; X 可形成 4 个共价键, W 可形成 1 个共价键, Y 形成 3 个共价键, 且 W、X、Y、Z 的原子序数依次增大、总和为 24, 可知 W 为 H、X 为 B、Y 为 N, 满足 $1+5+7+11=24$, 以此来解答。

【解答】 解: 由上述分析可知, W 为 H、X 为 B、Y 为 N、Z 为 Na,

- A. H、B、N 均以共价键结合, 故 A 正确;
 B. Na 与水、甲醇均反应生成氢气, 故 B 正确;
 C. Y 的最高化合价氧化物的水化物为硝酸, 属于强酸, 故 C 正确;
 D. XF_3 中 B 的最外层电子数为 $3+3=6$, 故 D 错误;

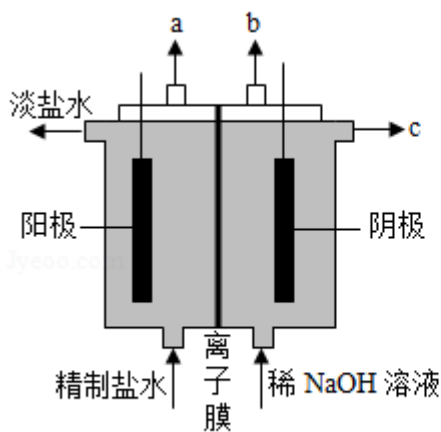
故选: D。

【点评】 本题考查原子结构与元素周期律, 为高频考点, 把握化学键的形成及 X 为 B 时形成配位键为解答的关键, 侧重分析与应用能力的考查, 注意化学键的判断, 题目难度中等。

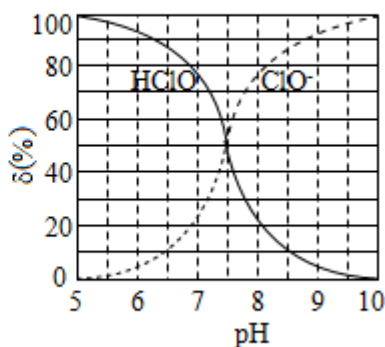
二、非选择题: 共 58 分。第 8~10 题为必考题, 每个试题考生都必须作答。第 11~12 题为选考题, 考生根据要求作答。(一) 必考题: 共 43 分。

8. (14分) 化学工业为疫情防控提供了强有力的物质支撑。氯的许多化合物既是重要化工原料, 又是高效、广谱的灭菌消毒剂。回答下列问题:

(1) 氯气是制备系列含氯化合物的主要原料, 可采用如图(a)所示的装置来制取。装置中的离子膜只允许 Na^+ 离子通过, 氯气的逸出口是 a (填标号)。



图(a)



图(b)

(2) 次氯酸为一元弱酸, 具有漂白和杀菌作用, 其电离平衡体系中各成分的组成分数 δ [$\delta(X) = \frac{c(X)}{c(\text{HClO}) + c(\text{ClO}^-)}$, X 为 HClO 或 ClO^-] 与 pH 的关系如图(b)所示。HClO 的电离常数 K_a 值为 $10^{-7.5}$ 。

(3) Cl_2O 为淡棕黄色气体, 是次氯酸的酸酐, 可由新制的 HgO 和 Cl_2 反应来制备, 该反应为歧化反应(氧化剂和还原剂为同一种物质的反应)。上述制备 Cl_2O 的化学方程式为 $2\text{Cl}_2 + \text{HgO} = \text{Cl}_2\text{O} + \text{HgCl}_2$ 。

(4) ClO_2 常温下为黄色气体, 易溶于水, 其水溶液是一种广谱杀菌剂。一种有效成分为 NaClO_2 、 NaHSO_4 、 NaHCO_3 的“二氧化氯泡腾片”, 能快速溶于水, 溢出大量气泡, 得到 ClO_2 溶液。上述过程中, 生成 ClO_2 的反应属于歧化反应, 每生成 1mol ClO_2 消耗 NaClO_2 的量为 1.25 mol; 产生“气泡”的化学方程式为 $\text{NaHCO}_3 + \text{NaHSO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。

(5) “84 消毒液”的有效成分为 NaClO , 不可与酸性清洁剂混用的原因是 $\text{ClO}^- + \text{Cl}^- + 2\text{H}^+ = \text{Cl}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ (用离子方程式表示)。工业上是将氯气通入到 30% 的 NaOH 溶液中来制备 NaClO 溶液, 若 NaClO 溶液中 NaOH 的质量分数为 1%, 则生产 1000kg 该溶液需消耗氯气的质量为 203 kg (保留整数)。

【分析】(1) 电解精制盐水, 阳极阴离子 Cl^- 失电子发生氧化反应生成 Cl_2 , 阴极 H^+ 得电子发生还原反应生成 H_2 , Na^+ 透过离子膜阴极移动;

(2) HClO 的电离常数 $K_a = \frac{c(\text{ClO}^-)c(\text{H}^+)}{c(\text{HClO})}$;

(3) 根据化合价只有 Cl_2 的化合价可以升高也可以降低, 0 价的 Cl 分别生成 -1 价的 HgCl_2 中的 Cl 和 Cl_2O 中 +1 价的 Cl, 根据电子转移守恒和质量守恒写出方程式;

(4) 根据化合价变化, NaClO_2 中 +3 价的 Cl 发生歧化反应, 化合价升高和化合价降低, 根据得失电子守恒, 配平离子方程式: 1mol ClO_2 消耗 NaClO_2 的量为 $\frac{5}{4}\text{mol}$, 即 1.25mol;

NaHSO_4 与 NaHCO_3 反应产生气体 CO_2 气体;

(5) 混用时发生 Cl 的化合价向中间靠拢, 根据 NaOH 质量守恒计算。

【解答】解: (1) 电解精制盐水, 阳极阴离子 Cl^- 失电子发生氧化反应生成 Cl_2 , 由 a 口逸出; 阴极 H^+ 得电子发生还原反应生成 H_2 , Na^+ 透过离子膜阴极移动, 离子膜防止 OH^- 透过与阳极生成的 Cl_2 反应, 也防止 H_2 和 Cl_2 混合而发生爆炸。

故答案为: Na^+ ; a;

(2) HClO 的电离常数 $K_a = \frac{c(\text{ClO}^-)c(\text{H}^+)}{c(\text{HClO})}$, 取 ClO^- 与 HClO 相交的点, 即 $\text{pH} = 7.5$, $c(\text{ClO}^-) = c(\text{HClO})$; $K_a = \frac{c(\text{ClO}^-)c(\text{H}^+)}{c(\text{HClO})} = c(\text{H}^+) = 10^{-7.5}$ 。

故答案为: $10^{-7.5}$;

(3) 新制的 HgO 和 Cl_2 反应, 根据化合价只有 Cl_2 的化合价可以升高也可以降低, HgO 中两种元素的化合价不变; 再根据电子转移守恒, 0 价的 Cl 分别生成 -1 价的 HgCl_2 中的 Cl 和 Cl_2O 中 +1 价的 Cl, 根据质量守恒写出方程式为: $2\text{Cl}_2 + \text{HgO} = \text{Cl}_2\text{O} + \text{HgCl}_2$,

故答案为: $2\text{Cl}_2 + \text{HgO} = \text{Cl}_2\text{O} + \text{HgCl}_2$;

(4) 根据化合价变化, NaClO_2 中 +3 价的 Cl 发生歧化反应, 化合价升高 1 生成 ClO_2 中 +4 价的 Cl, 必然有 NaClO_2 中 +3 价的 Cl 化合价降低 4, 生成稳定价态 -1 价; 根据得失电子守恒, 配平离子方程式: $5\text{ClO}_2^- + 4\text{H}^+ = \text{Cl}^- + 4\text{ClO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$; 1mol ClO_2 消耗 NaClO_2 的量为: $\frac{5}{4}\text{mol}$, 即 1.25mol; NaHSO_4 与 NaHCO_3 反应产生 CO_2 气体: NaHSO_4 电离出

H^+ 与 HCO_3^- 生成气体 CO_2 , 反应方程式为: $\text{NaHCO}_3 + \text{NaHSO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$,

故答案为: 1.25; $\text{NaHCO}_3 + \text{NaHSO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$;

(5) “84 消毒液”的有效成分为 NaClO , 与酸性清洁剂盐酸混用, 根据氧化还原反应, 发生化合价向中间靠拢, ClO^- 中 +1 价的 Cl 与 Cl^- 化合价向中间靠拢生成 0 价 Cl_2 , 所以反应的离子方程式为: $\text{ClO}^- + \text{Cl}^- + 2\text{H}^+ = \text{Cl}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$;

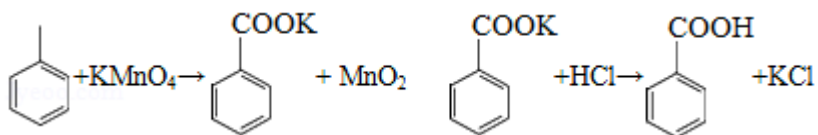
根据反应: $\text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaClO} + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$, 设氯气质量为 x, 消耗的 NaOH 的质量为

$$\frac{80}{71}x, \text{ 溶液中剩余 NaOH 为 } 1000\text{kg} \times 1\% = 10\text{kg}, \frac{\frac{80}{71}x+10}{1000-x} = 30\%, \text{ 解得: } x=203\text{kg}.$$

故答案为: $\text{ClO}^- + \text{Cl}^- + 2\text{H}^+ = \text{Cl}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$; 203。

【点评】本题考查学生对以氯为中心的有关化学实验的理解和掌握, 题目难度中等, 掌握电解食盐水原理、电离平衡常数的计算、氧化还原反应方程式的书写、分析“气泡”原因等, 明确电解原理、电离常数的计算、氧化还原反应是解题关键。同时考查学生阅读题目获取新信息的能力, 需要学生具备扎实的基础与综合运用知识、信息分析解决问题能力。

9. (15分) 苯甲酸可用作食品防腐剂。实验室可通过甲苯氧化制苯甲酸, 其反应原理简示如下:



名称	相对分子质量	熔点/°C	沸点/°C	密度/(g·mL ⁻¹)	溶解性
甲苯	92	-95	110.6	0.867	不溶于水, 易溶于乙醇
苯甲酸	122	122.4 (100°C左右开始升华)	248	- -	微溶于冷水, 易溶于乙醇、热水

实验步骤:

- 在装有温度计、冷凝管和搅拌器的三颈烧瓶中加入 1.5mL 甲苯、100mL 水和 4.8g (约 0.03mol) 高锰酸钾, 慢慢开启搅拌器, 并加热回流至回流液不再出现油珠。
- 停止加热, 继续搅拌, 冷却片刻后, 从冷凝管上口慢慢加入适量饱和亚硫酸氢钠溶液, 并将反应混合物趁热过滤, 用少量热水洗涤滤渣。合并滤液和洗涤液, 于冰水浴中冷却, 然后用浓盐酸酸化至苯甲酸析出完全。将析出的苯甲酸过滤, 用少量冷水洗涤, 放在沸水浴上干燥。称量, 粗产品为 1.0g。
- 纯度测定: 称取 0.122g 粗产品, 配成乙醇溶液, 于 100mL 容量瓶中定容。每次移取 25.00mL 溶液, 用 0.01000mol·L⁻¹ 的 KOH 标准溶液滴定, 三次滴定平均消耗 21.50mL 的 KOH 标准溶液。

回答下列问题:

(1) 根据上述实验药品的用量，三颈烧瓶的最适宜规格为 B (填标号)。

A.100mL B.250mL C.500mL D.1000mL

(2) 在反应装置中应选用 球形 冷凝管 (填“直形”或“球形”)，当回流液不再出现油珠即可判断反应已完成，其判断理由是 无油珠表明不溶于水的甲苯已被完全氧化。

(3) 加入适量饱和亚硫酸氢钠溶液的目的是 除去多余的高锰酸钾，避免加盐酸时生成有毒的氯气；该步骤亦可用草酸在酸性条件下处理，请用反应的离子方程式表达其原理 $2\text{MnO}_4^- + 5\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 6\text{H}^+ = 2\text{Mn}^{2+} + 10\text{CO}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$ 。

(4) “用少量热水洗涤滤渣”一步中滤渣的主要成分是 MnO_2 。

(5) 干燥苯甲酸晶体时，若温度过高，可能出现的结果是 苯甲酸易升华而损失。

(6) 本实验制备的苯甲酸的纯度为 86.0%；据此估算本实验中苯甲酸的产率最接近于 C (填标号)。

A.70% B.60% C.50% D.40%

(7) 若要得到纯度更高的苯甲酸，可通过在水中 重结晶 的方法提纯。

【分析】(1) 根据上述实验药品的用量，三颈烧瓶的最适宜规格，根据超量接近的原则选择；

(2) 直形冷凝管一般用于蒸馏、球形冷凝管一般用于反应装置，冷凝回流效果好使反应更充分；根据表中数据油珠是甲苯，没有油珠表明甲苯反应完全；

(3) 加入适量饱和亚硫酸氢钠溶液的目的在于还原多余的高锰酸钾，草酸还原高锰酸根，草酸被氧化为二氧化碳，高锰酸钾被还原为二价锰离子；

(4) “用少量热水洗涤滤渣”一步中滤渣的主要成分是第一步反应生成的二氧化锰；

(5) 苯甲酸 100℃ 以上升华，干燥苯甲酸晶体时，若温度过高，可能出现的结果是产率降低；

(6) 本实验制备的苯甲酸的纯度为

$$n(\text{KOH}) = 0.01000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.02150 \text{ L} = 2.15 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

$$n(\text{苯甲酸}) = 4 \times 2.15 \times 10^{-4} \text{ mol} = 8.6 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

$$\text{苯甲酸的纯度} = \frac{m(\text{苯甲酸})}{m(\text{产品})} \times 100\% = \frac{8.6 \times 10^{-4} \times 122}{0.122} \times 100\% = 86.0\%$$

$$\text{苯甲酸的产率} = \frac{\text{实际产量}}{\text{理论产量}} \times 100\% \text{ 带入数据求解；}$$

(7) 根据苯甲酸微溶于冷水，易溶于热水，可见苯甲酸的溶解度受温度影响大，可通降

温结晶的方法提纯，若要得到纯度更高的苯甲酸可以再结晶一次。

【解答】解：（1）根据上述实验药品的用量，三颈烧瓶的最适宜规格，根据超量接近的原则选择，反应液的体积稍大于 100mL，所以选 B；

故答案为：B；

（2）直形冷凝管一般用于蒸馏、球形冷凝管一般用于反应装置，冷凝回流效果好使反应更充分，所以选择球形冷凝管；根据表中数据甲苯的熔点 - 95℃，甲苯的沸点 110.6℃，可知油珠是甲苯，没有油珠，表明甲苯反应完全；

故答案为：球形冷凝管；无油珠表明不溶于水的甲苯已被完全氧化；

（3）加入适量饱和亚硫酸氢钠溶液的目的在于还原多余的高锰酸钾，防止加盐酸时生成有毒的氯气，草酸还原高锰酸根，草酸被氧化为二氧化碳，高锰酸钾被还原为二价锰离子
方程式： $2\text{MnO}_4^- + 5\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 6\text{H}^+ = 2\text{Mn}^{2+} + 10\text{CO}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$ ；

故答案为：除去多余的高锰酸钾，避免加盐酸时生成有毒的氯气； $2\text{MnO}_4^- + 5\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 6\text{H}^+ = 2\text{Mn}^{2+} + 10\text{CO}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$ ；

（4）“用少量热水洗涤滤渣”一步中滤渣的主要成分是第一步反应生成的二氧化锰；

故答案为： MnO_2 ；

（5）苯甲酸 100℃ 以上升华，干燥苯甲酸晶体时，若温度过高，可能出现的结果是产率降低；

故答案为：苯甲酸易升华而损失；

（6）本实验制备的苯甲酸的纯度为

$$n(\text{KOH}) = 0.01000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.02150 \text{ L} = 2.15 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

$$n(\text{苯甲酸}) = 4 \times 2.15 \times 10^{-4} \text{ mol} = 8.6 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

$$\text{苯甲酸的纯度} = \frac{m(\text{苯甲酸})}{m(\text{产品})} \times 100\% = \frac{8.6 \times 10^{-4} \times 122}{0.122} \times 100\% = 86.0\%$$

$$\text{苯甲酸的产率} = \frac{\text{实际产量}}{\text{理论产量}} \times 100\%$$

$$\text{实际产量}：1.0\text{g} \times 0.86 = 0.86\text{g}；$$

理论产量：设理论上生成苯甲酸的质量为 m，有：

甲苯 ~ 苯甲酸

92

122

$$1.5\text{mL} \times 0.867\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$$

m

$$m = \frac{1.5 \times 0.867 \times 122}{92} = 1.72\text{g}, \text{ 故产率为: } \frac{0.86\text{g}}{1.72\text{g}} \times 100\% = 50.0\%;$$

故答案为: 86.0%; C;

(7) 根据苯甲酸微溶于冷水, 易溶于热水, 可见苯甲酸的溶解度受温度影响大, 可通过降温结晶的方法提纯, 若要得到纯度更高的苯甲酸可以再结晶一次;

故答案为: 重结晶。

【点评】 本题考查了实验仪器的使用、实验现象的分析、误差分析、产率的计算、产品的提纯等实验知识, 重视过程的分析, 是综合实验题, 难度中等, 重视分析问题的能力和计算能力的培养。

10. (14分) 天然气的主要成分为 CH_4 , 一般还含有 C_2H_6 等烃类, 是重要的燃料和化工原料。

(1) 乙烷在一定条件可发生如下反应: $\text{C}_2\text{H}_6(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \Delta H_1$, 相关物质的燃烧热数据如下表所示:

物质	$\text{C}_2\text{H}_6(\text{g})$	$\text{C}_2\text{H}_4(\text{g})$	$\text{H}_2(\text{g})$
燃烧热 $\Delta H / (\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1})$	-1560	-1411	-286
1)			

① $\Delta H_1 = \underline{137} \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

② 提高该反应平衡转化率的方法有 升高温度、减少压强(增大体积)。

③ 容器中通入等物质的量的乙烷和氢气, 在等压下 (p) 发生上述反应, 乙烷的平衡转化率为 α . 反应的平衡常数 $K_p = \underline{\frac{\alpha(1+\alpha)}{(2+\alpha)(1-\alpha)}} \times p$ (用平衡分压代替平衡浓度计算, 分压 = 总压 \times 物质的量分数)。

(2) 高温下, 甲烷生成乙烷的反应如下: $2\text{CH}_4 \xrightarrow{\text{高温}} \text{C}_2\text{H}_6 + \text{H}_2$. 反应在初期阶段的速率方程为: $r = k \times c^2\text{CH}_4$, 其中 k 为反应速率常数。

① 设反应开始时的反应速率为 r_1 , 甲烷的转化率为 α 时的反应速率为 r_2 , 则 $r_2 = \underline{1 - \alpha} r_1$ 。

② 对于处于初期阶段的该反应, 下列说法正确的是 AD。

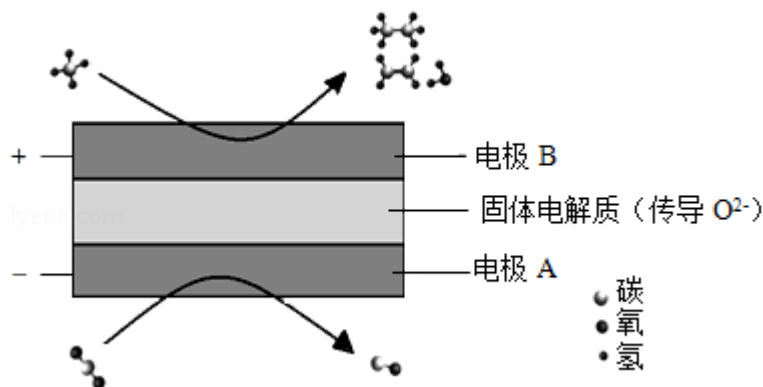
A. 增加甲烷浓度, r 增大

B. 增加 H_2 浓度, r 增大

C. 乙烷的生成速率逐渐增大

D. 降低反应温度，k 减小

(3) CH_4 和 CO_2 都是比较稳定的分子，科学家利用电化学装置实现两种分子的耦合转化，其原理如图所示：



①阴极上的反应式为 $\text{CO}_2 + 2\text{e}^- = \text{CO} + \text{O}^{2-}$ 。

②若生成的乙烯和乙烷的体积比为 2:1，则消耗的 CH_4 和 CO_2 体积比为 6:5。

【分析】(1) ①燃烧热是指 1mol 燃料充分燃烧生成温度氧化物所释放的热量，写出乙烷、乙烯和氢气燃烧热写出热化学方程式：

根据盖斯定律，合并方程式得 $\text{C}_2\text{H}_6(\text{g}) = \text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \quad \Delta H_1 = 137\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

②根据反应的特点，是一个气体计量数增大的放热反应，提高该反应平衡转化率，就是使化学平衡右移，可以采用的措施有升高温度、减小压强（增大体积）；

③利用三段式求出平衡时的总物质的量和各物质量，根据阿伏伽德罗定律的推论，压强之比等于物质的量比，求出反应后各物质的分压； $K_p = \frac{P(\text{H}_2)P(\text{C}_2\text{H}_4)}{P(\text{C}_2\text{H}_6)}$ 求解；

(2) ①根据反应在初期阶段的速率方程为： $r = k \times c\text{CH}_4$ ，其中 k 为反应速率常数，c (CH_4) 为甲烷的即时浓度，代入数据求解；

②对于处于初期阶段的该反应，根据速率方程为： $r = k \times c\text{CH}_4$ ，看出速率与甲烷的浓度成正比，与氢气的浓度无关，速率常数 k 受温度影响；

(3) CH_4 和 CO_2 都是比较稳定的分子，科学家利用电化学装置实现两种分子的耦合转化，其原理如图所示：由图象知阴极： $\text{CO}_2 + 2\text{e}^- = \text{CO} + \text{O}^{2-}$ ，

阳极甲烷变成乙烷、乙烯和水，再根据电荷守恒，和电解池中离子的移动解题。

【解答】解：(1) ①燃烧热是指 1mol 燃料充分燃烧生成温度氧化物所释放的热量，利用燃烧热写出热化学方程式：

I 乙烷的燃烧： $\text{C}_2\text{H}_6(\text{g}) + 3.5\text{O}_2 = 2\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -1560\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

II 乙烯的燃烧: $C_2H_4(g) + 3O_2 = 2CO_2(g) + 2H_2O(l) \quad \Delta H = -1411 kJ \cdot mol^{-1}$

III 氢气的燃烧: $2H_2(g) + 0.5O_2 = H_2O(l) \quad \Delta H = -286 kJ \cdot mol^{-1}$

根据盖斯定律, I - II - III 得 $C_2H_6(g) = C_2H_4(g) + H_2(g) \quad \Delta H_1 = 137 kJ \cdot mol^{-1}$

故答案为: 137;

② $C_2H_6(g) \rightleftharpoons C_2H_4(g) + H_2(g) \quad \Delta H_1 = 137 kJ \cdot mol^{-1}$ 是一个气体计量数增大的放热反应, 提高该反应平衡转化率, 就是使化学平衡右移, 可以采用的措施有升高温度、减小压强(增大体积)等;

故答案为: 升高温度; 减小压强(增大体积);

③ 设容器中通入乙烷和氢气的物质的量为 m

	$C_2H_6 \rightleftharpoons C_2H_4 + H_2$		
开始	m	0	m
变化	αm	αm	αm
平衡	$m - \alpha m$	αm	$m + \alpha m$

平衡时的总物质的量 = $m - \alpha m + \alpha m + m + \alpha m = 2m + \alpha m$

在等压下 (p) 发生上述反应, 反应后各物质的分压: $P(H_2) = \frac{m + \alpha m}{2m + \alpha m} P = \frac{1 + \alpha}{2 + \alpha} P$

同理 $P(C_2H_4) = \frac{\alpha}{2 + \alpha} P$, $P(C_2H_6) = \frac{1 - \alpha}{2 + \alpha} P$

$$K_p = \frac{P(H_2)P(C_2H_4)}{P(C_2H_6)} = \frac{\alpha(1 + \alpha)}{(2 + \alpha)(1 - \alpha)} \times p;$$

故答案为: $\frac{\alpha(1 + \alpha)}{(2 + \alpha)(1 - \alpha)} \times p$;

(2) ① 根据反应在初期阶段的速率方程为: $r = k \times cCH_4$, 其中 k 为反应速率常数, $r_1 = kc(CH_4)$, $r_2 = kc(CH_4)(1 - \alpha)$, 由于 k 不受反应物浓度影响, 所以 $r_2 = r_1(1 - \alpha)$, 故答案为: $1 - \alpha$;

② A. 根据速率方程 $r = k \times cCH_4$, 反应速率与甲烷的浓度成正比, 增加甲烷浓度, r 增大, 故 A 正确;

B. 根据速率方程 $r = k \times cCH_4$, 反应速率与氢气的浓度成无关, 增加 H_2 浓度, r 不变, 故 B 错误;

C. 乙烷的生成速率逐渐增大, 随着反应的进行, 甲烷的浓度减小, 反应速率下降, 故 C 错误;

D. 无论反应是吸热还是放热, 速率常数随温度升高增大, 随反应温度降低, k 减小, 故

D 正确;

故选: AD;

(3) CH_4 和 CO_2 都是比较稳定的分子, 科学家利用电化学装置实现两种分子的耦合转化, 其原理如图所示: 由图象知

阴极: $\text{CO}_2 + 2\text{e}^- = \text{CO} + \text{O}^{2-}$, 生成的乙烯和乙烷的体积比为 2: 1 的阳极反应: $6\text{CH}_4 + 5\text{O}^{2-} - 10\text{e}^- = 2\text{C}_2\text{H}_4 + \text{C}_2\text{H}_6 + 5\text{H}_2\text{O}$, 根据电荷守恒知道消耗的 CH_4 和 CO_2 体积比为 6: 5。

故答案为: $\text{CO}_2 + 2\text{e}^- = \text{CO} + \text{O}^{2-}$; 6: 5。

【点评】 本题考查了热化学方程式、盖斯定律、影响平衡的因素、化学平衡常数的计算、速率的计算、电解池原理的应用, 题目综合性强, 难度较大, 考查读表能力、计算能力、读图能力、表达能力, 注重能力培养。

(二) 选考题: 共 15 分。请考生从 2 道化学题中任选一题作答。如果多做, 则按所做的第一题计分。[化学--选修 3: 物质结构与性质] (15 分)

11. (15 分) 钙钛矿 (CaTiO_3) 型化合物是一类可用于生产太阳能电池、传感器、固体电阻器等的功能材料。回答下列问题:

(1) 基态 Ti 原子的核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^2 4s^2$ 。

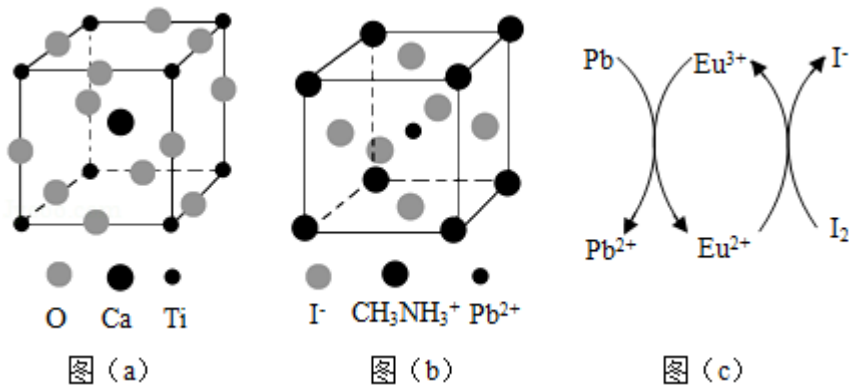
(2) Ti 的四卤化物熔点如下表所示, TiF_4 熔点高于其他三种卤化物, 自 TiCl_4 至 TiI_4 熔点依次升高, 原因是 TiF_4 为离子化合物, 熔点高, 其他三种均为共价化合物, 随相对分子质量的增大, 分子间作用力增大, 熔点逐渐升高。

化合物	TiF_4	TiCl_4	TiBr_4	TiI_4
熔点/ $^\circ\text{C}$	377	-24.12	38.3	155

(3) CaTiO_3 的晶胞如图 (a) 所示, 其组成元素的电负性大小顺序是 $\text{O} > \text{Ti} > \text{Ca}$; 金属离子与氧离子间的作用力为 离子键, Ca^{2+} 的配位数是 12。

(4) 一种立方钙钛矿结构的金属卤化物光电材料的组成为 Pb^{2+} 、 I^- 和有机碱离子 CH_3NH_3^+ , 其晶胞如图 (b) 所示。其中 Pb^{2+} 与图 (a) 中 Ti^{4+} 的空间位置相同, 有机碱 CH_3NH_3^+ 中, N 原子的杂化轨道类型是 sp^3 ; 若晶胞参数为 $a\text{nm}$, 则晶体密度为

$\frac{620}{a^3 \times N_A} \times 10^{21} \text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ (列出计算式)。



(5) 用上述金属卤化物光电材料制作的太阳能电池在使用过程中会产生单质铅和碘，降低了器件效率和使用寿命。我国科学家巧妙地在此材料中引入稀土铕 (Eu) 盐，提升了太阳能电池的效率和使用寿命，其作用原理如图 (c) 所示，用离子方程式表示该原理 $2\text{Eu}^{3+} + \text{Pb} = 2\text{Eu}^{2+} + \text{Pb}^{2+}$ 、 $2\text{Eu}^{2+} + \text{I}_2 = 2\text{Eu}^{3+} + 2\text{I}^-$ 。

【分析】(1) 22 号 Ti 位于第四周期的过渡元素，有 4 个电子层，前 3 层全满；

(2) 一般晶体的熔沸点：离子晶体大于分子晶体；第 V II A 族元素，由上向下得电子能力依次减弱，F 原子得电子能力最强；

(3) 电负性用来描述不同元素原子对键合电子吸引力的大小，周期表从左向右，由下到上元素的电负性依次增大；非金属氧电负性大，Ca 在 Ti 的左边，周期表从左向右元素的电负性依次增大；金属阳离子与氧的阴离子成为离子键；离子晶体中的配位数是指距离最近的带相反电荷的离子有多少个；

(4) 将图 (b) 周围紧邻的八个晶胞的体心连接，就能变成图 (a) 所示晶胞；有机碱 CH_3NH_3^+ 中，N 原子形成 4 个 σ 键，

(5) 如图根据箭头的方向及电子转移守恒、电荷守恒写出离子方程式。

【解答】解：(1) 22 号 Ti 位于第四周期的过渡元素，有 4 个电子层，前 3 层全满；基态 Ti 原子的核外电子排布式为： $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^2 4s^2$ ，

故答案为： $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^2 4s^2$ ；

(2) 一般晶体的熔沸点：离子晶体大于分子晶体；第 V II A 族元素，由上向下得电子能力依次减弱，F 原子得电子能力最强； TiF_4 为离子化合物，熔点最高，其他三种均为共价化合物，为分子晶体，对于组成和结构相似的物质，随相对分子质量的增大，分子间作用力增大，熔点逐渐升高，

故答案为： TiF_4 为离子晶体，熔点高，其他三种均为分子晶体，随相对分子质量的增大，分子间作用力增大，熔点逐渐升高；

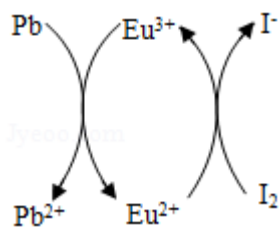
(3) Ca 和 Ti 为同周期的金属元素, Ca 在 Ti 的左边, 周期表从左向右元素的电负性依次增大, 所以 $Ti > Ca$, O 为非金属性元素, 得电子能力强, 电负性最大, 即 $O > Ti > Ca$; 金属阳离子与氧的阴离子成为离子键; 离子晶体中的配位数是指距离最近的带相反电荷的离子有多少个, 由图可知, 与 Ca^{2+} 最近的等距离的氧离子位于经过 Ca^{2+} 的三个相互垂直的面上, 每个面上有 4 个, 则 $3 \times 4 = 12$ 个,

故答案为: $O > Ti > Ca$; 离子键; 12;

(4) 观察晶胞 (a) (b), 将图 (b) 周围紧邻的八个晶胞的体心连接, 就能变成图 (a) 所示晶胞, 图 (b) 体心上的 Pb^{2+} 就是 8 个顶点, 即图 (a) 中的 Ti^{4+} , 图 (b) 顶点中的 I^- 就为体心, 即图 (a) 的 Ca^{2+} 的位置, 图 (b) 面心上的 $CH_3NH_3^+$ 就是棱心, 即图 (a) 中的 O^{2-} 的位置; 所以图 (b) Pb^{2+} 与图 (a) 中 Ti^{4+} 的空间位置相同; 有机碱 $CH_3NH_3^+$ 中, N 原子形成 4 个 σ 键, 即 N 的杂化轨道类型为 sp^3 ; 观察图 (b) 晶胞中含有 1 个 Pb^{2+} 位于体心, I^- 位于面心, 共有: $\frac{1}{2} \times 6 = 3$, $CH_3NH_3^+$ 位于顶点, 共有: $\frac{1}{8} \times 8 = 1$; 根据:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{(207 + 3 \times 127 + 12 + 14 + 6)}{N_A \times (a \times 10^{-7})^3} g \cdot cm^{-3} = \frac{620}{a^3 \times N_A} \times 10^{21} g \cdot cm^{-3},$$

故答案为: Ti^{4+} ; sp^3 ; $\frac{620}{a^3 \times N_A} \times 10^{21}$;



(5) 由图可知 Pb^{2+} Eu^{2+} I_2 , 离子方程式表示该原理为: $2Eu^{3+} + Pb = 2Eu^{2+} + Pb^{2+}$; $2Eu^{2+} + I_2 = 2Eu^{3+} + 2I^-$,

故答案为: $2Eu^{3+} + Pb = 2Eu^{2+} + Pb^{2+}$; $2Eu^{2+} + I_2 = 2Eu^{3+} + 2I^-$ 。

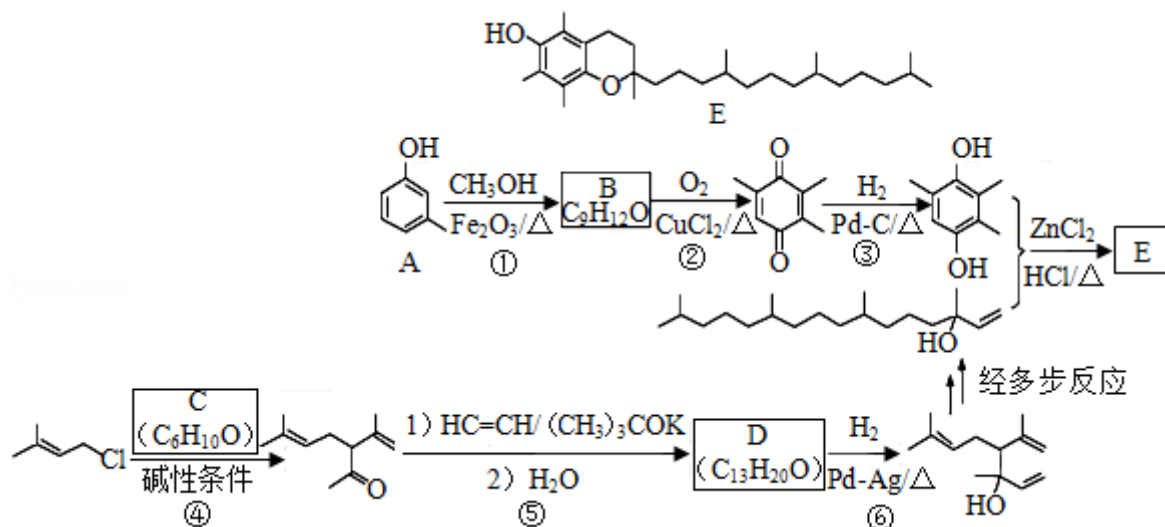
【点评】 本题考查学生对原子结构和性质的理解和掌握, 题目难度中等, 掌握常见的基态原子的电子排布、电负性、杂化方式、晶胞的计算等, 明确原子杂化原理和晶胞计算方法是解题关键。同时考查阅读题目获取新信息能力, 需要学生具备扎实的基础与综合运用知识、信息分析解决问题能力。

[化学--选修 5: 有机化学基础] (15 分)

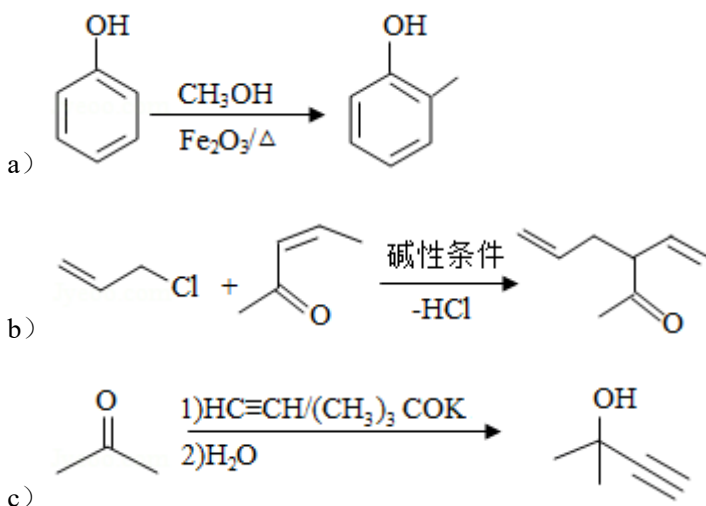
12. 维生素 E 是一种人体必需的脂溶性维生素, 现已广泛应用于医药、营养品、化妆品等。

天然的维生素 E 由多种生育酚组成, 其中 α -生育酚 (化合物 E) 含量最高, 生理活性

也最高。下面是化合物 E 的一种合成路线，其中部分反应略去。



已知以下信息：



回答下列问题：

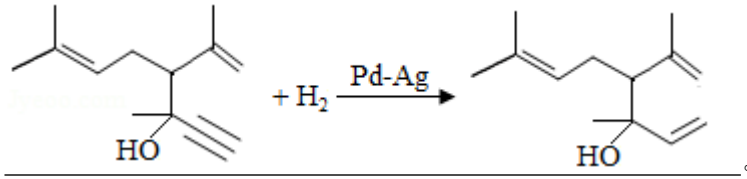
(1) A 的化学名称为 3-甲基苯酚（或间甲基苯酚）。

(2) B 的结构简式为

(3) 反应物 C 含有三个甲基，其结构简式为

(4) 反应⑤的反应类型为 加成反应。

(5) 反 应 ⑥ 的 化 学 方 程 式 为

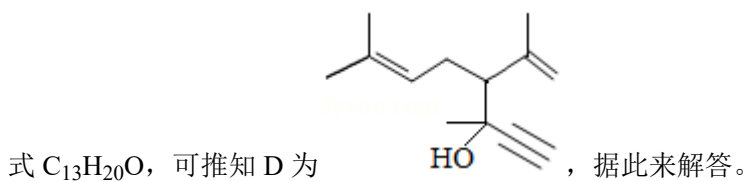
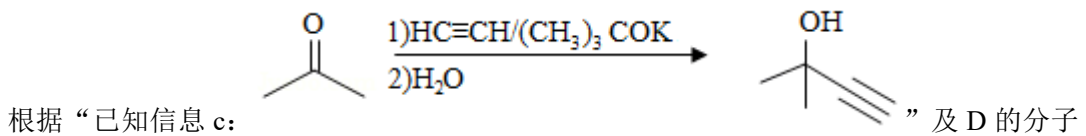
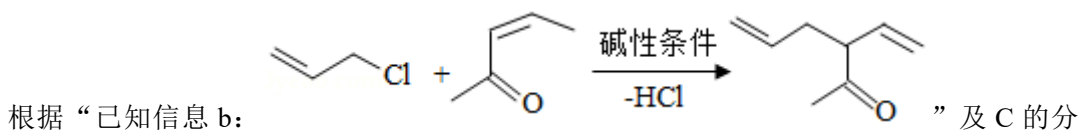
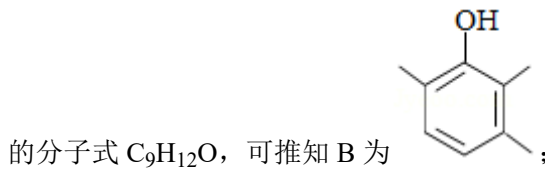
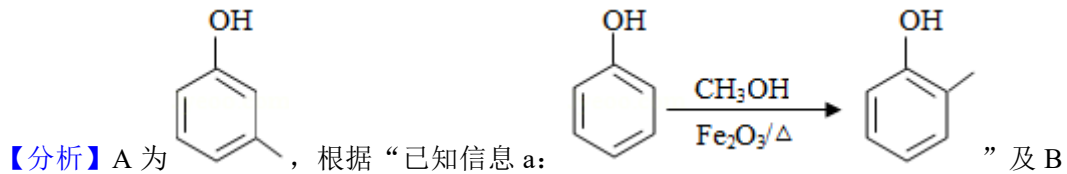
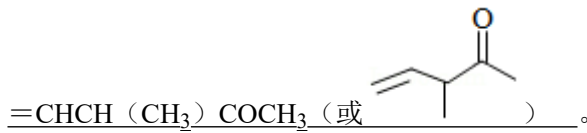


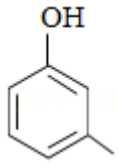
(6) 化合物 C 的同分异构体中能同时满足以下三个条件的有 c 个 (不考虑立体异构体, 填标号)。

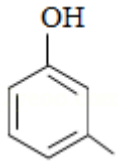
(i) 含有两个甲基; (ii) 含有酮羰基 (但不含 $C=C=O$); (iii) 不含有环状结构。

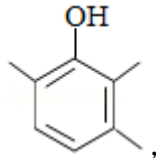
(a) 4 (b) 6 (c) 8 (d) 10

其中, 含有手性碳 (注: 连有四个不同的原子或基团的碳) 的化合物的结构简式为 CH_2

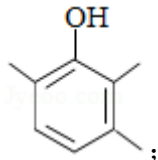




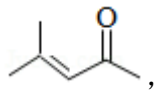
【解答】解：(1) A 为 ，羟基所连的碳为“1”号碳，甲基连在苯环的“3”号碳上，所以化学名称 3 - 甲基苯酚（或间甲基苯酚），故答案为：3 - 甲基苯酚（或间甲基苯酚）；



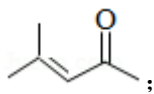
(2) 由分析可知，B 的结构简式为：



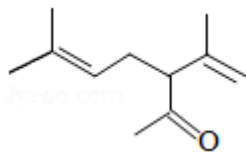
故答案为：



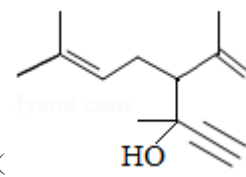
(3) 由分析可知，C 的结构简式为

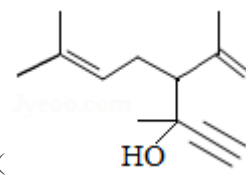


故答案为：

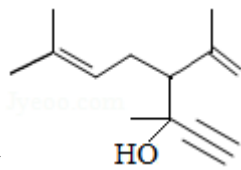


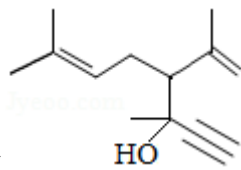
(4) 与① $\text{HC}\equiv\text{CH}/(\text{CH}_3)_3\text{COK}$ ，② H_2O 反应， $\text{HC}\equiv\text{CH}$ 的三键

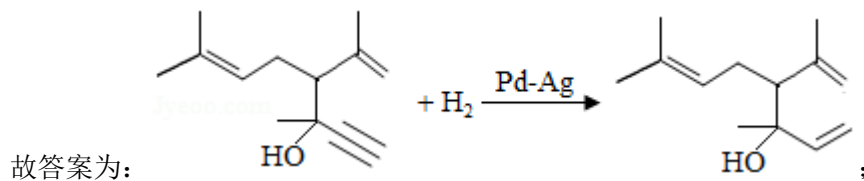
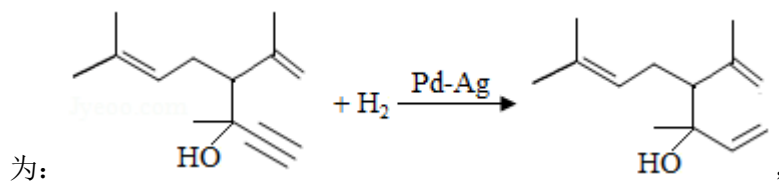


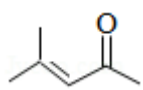
碳上的 H 加在羰基的 O 上，乙炔基加在羰基的 C 上，生成 D ()，发生了加成反应，

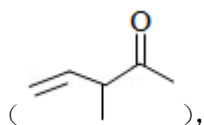
故答案为：加成反应；

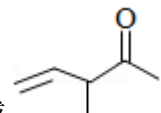


(5) 反应⑥为  中的碳碳三键和 H_2 按 1: 1 加成，反应的化学方程式



(6) C 为 , 有 2 个不饱和度, 含羰基但不含环状结构, 则分子中含一个碳碳双键, 一个羰基, 和 2 个甲基, 符合条件的有 8 种: $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCOCH}_2\text{CH}_3$ 、 $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{COCH}_3$ 、 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CHCOCH}_3$ 、 $\text{CH}_2=\text{CHCH}(\text{CH}_3)\text{COCH}_3$ 、 $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_2\text{CH}_3)\text{COCH}_3$ 、 $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{COCH}_2\text{CH}_3$ 、 $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{COCH}_3$ 、 $\text{CH}_2=\text{CHCOCH}(\text{CH}_3)_2$, 其中, 含有手性碳的为 $\text{CH}_2=\text{CHCH}(\text{CH}_3)\text{COCH}_3$



故答案为: c; $\text{CH}_2=\text{CHCH}(\text{CH}_3)\text{COCH}_3$ (或 )。

【点评】 本题考查学生对有机化学基础的理解和掌握, 题目难度中等, 掌握有机物的命名、反应类型、化学反应原理、同分异构等, 明确化学反应及同分异构的书写是解题关键。同时考查了阅读题目获取新信息的能力, 需要学生具备扎实的基础与综合运用知识、信息分析解决问题能力。