

2020 年高考全国甲卷化学逐题解析

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。

7. 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

【答案】A

【解析】

- A. 胆矾为五水硫酸铜，化学式为 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 描述不准确。故 A 错误，此题选 A。
- B. 湿法冶铜是用铁制取硫酸铜溶液中的铜离子，所以胆矾可作为湿法冶铜的原料。
- C. 该过程是把硫酸铜溶液蒸发浓缩为胆矾，属于浓缩结晶的过程。
- D. 文中涉及反应为铁置换硫酸铜溶液中的铜离子的反应，属于置换反应。

8. 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向溶液中加入碱，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

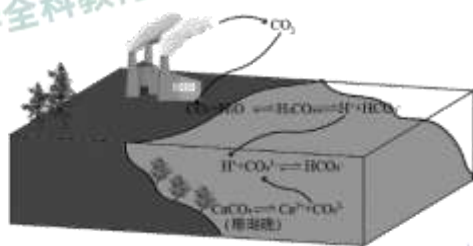
【答案】B

【解析】

现象①该混合物溶于水，得到澄清透明溶液，则说明混合物中不含 CaCO_3 ；现象②焰

色反应，通过钴玻璃可观察到紫色，则混合物中含有K元素，说明含有KCl；现象③向溶液中加入碱，产生白色沉淀，说明混合物中含有MgSO₄，故混合物组成为KCl和MgSO₄，答案为B。

9.二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，其原理如下图所示。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

【答案】C

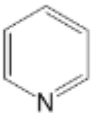
【解析】

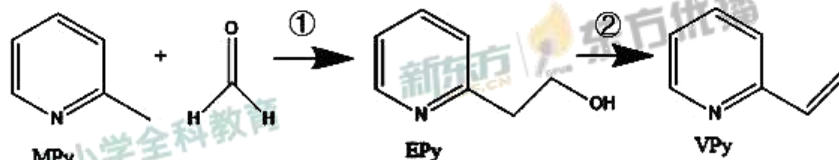
A.海水酸化的过程中发生反应： $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{CO}_3$ ， $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$ ， $\text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-} = \text{HCO}_3^-$ ，反应使得HCO₃⁻浓度增大、CO₃²⁻浓度减小。

B.珊瑚礁的主要成分是CaCO₃，而酸化过程中发生的反应： $\text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-} = \text{HCO}_3^-$ ，使得CO₃²⁻浓度减小，反应 $\text{CaCO}_3 \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-}$ 不断正向进行，从而导致珊瑚礁减少。

C.CO₂能引起海水酸化的主要原理为 $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$ ，它是碳酸的一级电离，程度比二级电离 $\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-}$ 大的多。故C错误，此题选C。

D.使用太阳能、氢能等新能源可以减少CO₂的排放，因此可以防止海水酸化对珊瑚礁损害，从而改善珊瑚的生存环境。

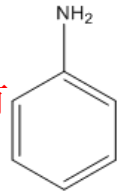
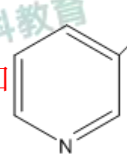
10.吡啶 () 是类似于苯的芳香化合物。2-乙烯基吡啶 (VPy) 是合成治疗矽肺病药物的原料, 可由如下路线合成。下列叙述正确的是 ()



- 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

【答案】D

【解析】

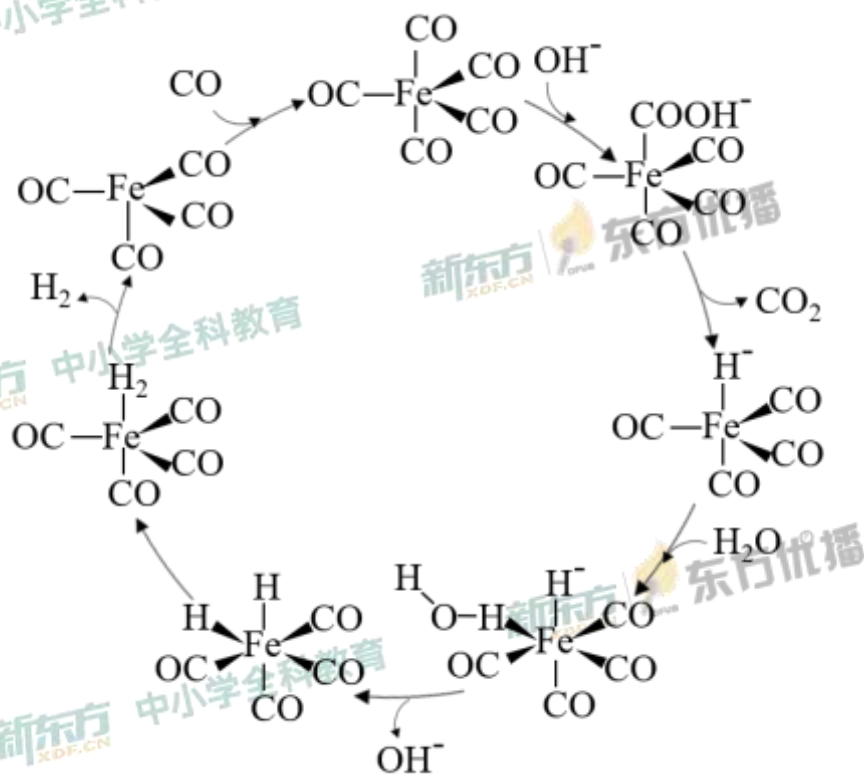
A.若考虑只由 C 元素构成的苯环, 那么只有  一种, 若吡啶也属于芳香族化合物, 则 MPy 的同分异构体还有  和 , 所以 MPy 的同分异构体一共有三种。

B.EPy 中“-CH₂-”结构中所有原子构成四面体型结构, 因而不可能共平面。

C.同系物是指结构相似, 分子式中相差若干个“-CH₂-”, 而 VPy 中还含有 N 元素, 因而不是乙烯的同系物。

D.EPy→VPy 的过程中, 相邻 C 原子上分别脱去“-OH”和“-H”, 从而形成碳碳双键, 是消去反应。故 D 正确, 此题选 D。

11.据文献报道： FeCO_3 催化某反应的一种反应机理如下图所示。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 的成键数目发生了变化

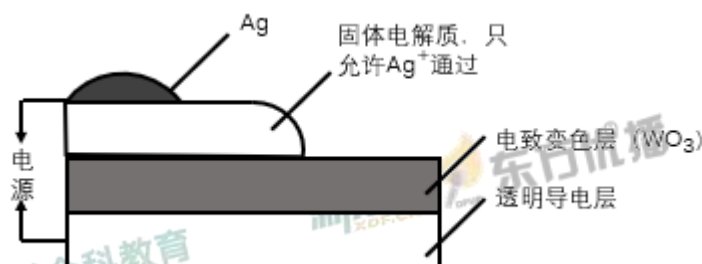
【答案】C

【解析】

根据题意可知，参与反应的物质为 CO 、 OH^- 、 H_2O ，反应生成的物质为 CO_2 、 OH^- 、 H_2 。故总反应为： $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{Fe}_2\text{CO}_3, \text{OH}^-} \text{CO}_2 + \text{H}_2$

- A. OH^- 参与整个反应并可以循环利用。
- B. 根据总反应方程可知， H_2 为反应产物。
- C. 根据总反应方程可知， CO_2 为反应产物，因此 CO_2 会增多。故 C 错误，此题选 C。
- D. 整个循环过程中，Fe 原子的成键数目有 4、5、6 三种情况。

12.电致变色器件可智能调控太阳光透过率，从而实现节能，下图是某电致变色器件示意图，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： $\text{WO}_3 + x\text{Ag} = \text{Ag}_x\text{WO}_3$

【答案】C

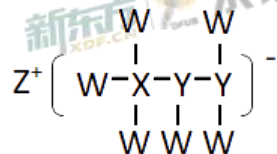
【解析】

该器件为电解池。银电极作为阳极， WO_3 作为阴极，阳极反应为： $\text{Ag} - \text{e}^- = \text{Ag}^+$ ，阴极反应为 $x\text{Ag}^+ + \text{WO}_3 + x\text{e}^- = \text{Ag}_x\text{WO}_3$ ，总反应为 $x\text{Ag} + \text{WO}_3 = \text{Ag}_x\text{WO}_3$ 。据此：

- A. Ag电极为阳极
- B. Ag^+ 由Ag电极失电子产生，通过仅允许 Ag^+ 通过的固体电解质流向变色层（阴极， WO_3 ）
- C. WO_3 作为阴极得电子，W的化合价应降低。故C错误，此题选C。
- D. 总反应为 $x\text{Ag} + \text{WO}_3 = \text{Ag}_x\text{WO}_3$

13.一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

【答案】D

【解析】

Z 离子含有一个正电荷，由于 W, X, Y, Z 短周期元素中原子序数依次增大，因此 Z 只可能为 Na 元素，则 W, X, Y 原子序数之和为 13，且由图可知，离子团带有一个负电荷，可推测 W, X, Y 分别为 H, B, N。

A. 根据图像，W, X, Y 之间均形成了共用电子对，以共价键相连。

B. Z 为 Na 元素，既可以与水也可以与醇类物质反应。

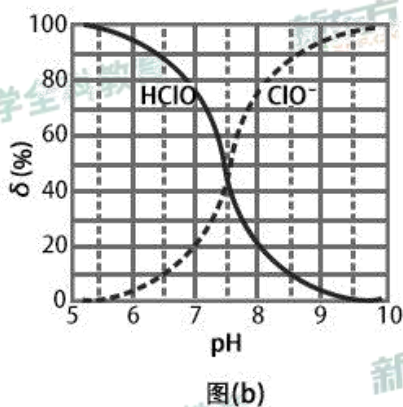
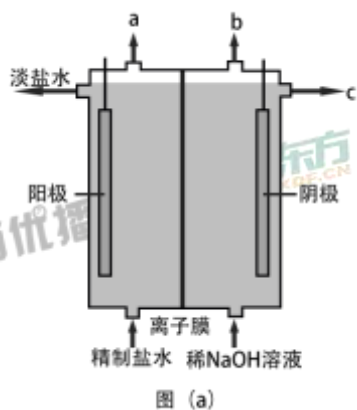
C. Y 为 N 元素，最高价氧化物的水化物为 HNO_3 ，是强酸。

D. X 为 B 元素， BF_3 中 F 为 8 电子结构，B 为 6 电子结构。故 D 错误，此题选 D。

26. (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_____通过，氯气的逸出口是_____ (填标号)



(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成分

数 $\delta[\delta(X) = \frac{c(X)}{c(\text{HClO})+c(\text{ClO}^-)}$, 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_____。

(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_____。

(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 消耗的 NaClO_2 量为_____mol; 产生“气泡”的化学方程式为_____。

(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_____ (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_____kg (保留整数)。

【答案】

(1) Na^+ , a

(2) $10^{-7.5}$

(3) $2\text{Cl}_2 + \text{HgO} = \text{HgCl}_2 + \text{Cl}_2\text{O}$

(4) 1.25mol, $\text{NaHCO}_3 + \text{NaHSO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

(5) $\text{ClO}^- + \text{Cl}^- + 2\text{H}^+ = \text{Cl}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$, 203

【解析】

(1) 阳极所在的区域溶液为精制盐水, 故阳极区的反应为 $2\text{Cl}^- - 2e^- = \text{Cl}_2 \uparrow$, 生成的 Cl_2 从 a 口逸出; 同时反应剩下的 Na^+ 经过离子膜转移至阴极区。

(2) 题干中给出了新的概念, 叫组成分数 δ , 其中 $\delta(X) = \frac{c(X)}{c(\text{HClO})+c(\text{ClO}^-)}$, X 为 HClO

或 ClO^- ，根据此信息，代入图(b)发现图中存在一处交点，且交点位置恰好为 $\delta=50\%$ ，即此时 $c(\text{HClO})=c(\text{ClO}^-)$ ，根据方程式 $\text{HClO} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{ClO}^-$ 知 $K_a = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{ClO}^-)}{c(\text{HClO})}$ ，而 K_a 本身仅与温度有关，故可用此交点计算 HClO 的 K_a ，此时 $K_a=c(\text{H}^+)$ ，对应交点处 $\text{pH}=7.5$ ，故 $c(\text{H}^+)=10^{-7.5} \text{ mol/L}$ ，即 $K_a=10^{-7.5} \text{ mol/L}$ 。由于题目只要求填写 K_a 的数值，所以最终答案是 $10^{-7.5}$

(3) 反应为歧化反应，已知反应物为 Cl_2 和 HgO ，且其中一种产物为 Cl_2O (Cl 的化合价升高)，知发生歧化反应的元素为 Cl，故 Cl_2 对应的另一种产物中的 Cl 化合价降低，只能为 -1 价，故： $2\text{Cl}_2 + \text{HgO} = \text{HgCl}_2 + \text{Cl}_2\text{O}$

(4) 生成 ClO_2 的反应为歧化反应，且反应物为 ClO_2^- ，所以有比例关系： $5\text{ClO}_2^- \sim 4\text{ClO}_2$ ，即生成 4mol ClO_2 ，需要 5 mol ClO_2^- ，所以生成 1mol ClO_2 ，需要 $5/4 \text{ mol ClO}_2^-$ 即 1.25 mol NaClO_2 ，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) NaClO 和 Cl 在酸性条件下发生归中反应： $\text{ClO}^- + \text{Cl}^- + 2\text{H}^+ = \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ，溶液中最终含有质量分数为 1% 的 NaOH ，反应液为 30% 的 NaOH 溶液，故设参与反应的 NaOH 的质量为 $x\text{g}$ ，反应所用的 NaOH 溶液的质量为 $y\text{g}$ ，根据反应 $\text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$ ，知：原溶液中一种含有 $30\%y\text{g NaOH}$ ， $x\text{g NaOH}$ 一共吸收了 $\frac{1}{2} \times \frac{x}{40} \times 71 = \frac{71}{80}g \text{ Cl}_2$ 且反应体系最终总重为 1000kg

有① $\frac{0.3y-x}{\frac{x}{40} \times \frac{1}{2} \times 71 + y} = 1\%$ (NaOH 的质量分数为 1%)

② $\frac{x}{40} \times \frac{1}{2} \times 71 + y = 1000 \times 1000$ (g) (反应后溶液总重量 1000kg)

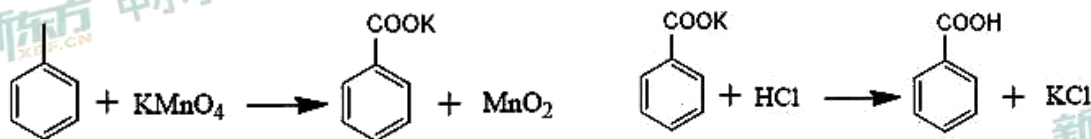
①②联立得： $\begin{cases} x = 229022.7048 \\ y = 796742.3495 \end{cases}$

故消耗 Cl_2 的质量为 $\frac{71}{80}x = 203257.6505\text{g} \approx 203\text{kg}$

故答案为 203。

27. (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/ $^{\circ}\text{C}$	沸点/ $^{\circ}\text{C}$	密度/ $(\text{g}\cdot\text{mL}^{-1})$	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：

(1) 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 0.03 mol) 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。

(2) 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 1.0 g。

(3) 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 $0.01000 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 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_____（填标号）。

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

(2) 在反应装置中应选用_____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_____。

(3) 加入适量饱和亚硫酸氢钠溶液的目的是_____；
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_____。

(4) “用少量热水洗涤滤渣”一步中滤渣的主要成分是_____。

(5) 干燥苯甲酸晶体时，若温度过高，可能出现的结果是_____。

(6) 本实验制备的苯甲酸的纯度为_____；据此估算本实验中苯甲酸的产率最接近于_____（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_____的方法提纯。

【答案】

(1) B

(2) 球形，无油珠说明不溶于水的甲苯已经被完全氧化。

(3) 除去过量的高锰酸钾，避免用盐酸酸化生成氯气。



(4) MnO_2

(5) 苯甲酸升华而损失

(6) 86.0% C

(7) 重结晶

【解析】

(1) 加入液体总量略大于 100ml, 因此选 B。

(2) 选用球形冷凝管可以使得气体更快地冷凝回流, 使得反应充分进行。甲苯不溶于水, 而反应后的苯甲酸易溶于热水, 因此回流液中无油珠可说明该反应已经反应完全, 甲苯完全被氧化。

(3) 亚硫酸氢钠中硫为+4价, 可以被反应装置中过量的氧化剂高锰酸钾氧化为+6价, 若不除去强氧化性的高锰酸钾, 后续盐酸酸化时氯离子会被高锰酸钾氧化为氯气。草酸 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 中碳为+3价, 1分子的草酸被氧化得到的产物为2分子的+4价的 CO_2 , 化合价上升2; 高锰酸钾 KMnO_4 中 Mn 的化合价为+7价, 被还原得到等摩尔的 Mn^{2+} , 化合价下降5。2和5最小公倍数为10, 因此反应物中 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 与 KMnO_4 的系数为5:2, 又由于需要书写离子方程式, 弱酸草酸不用拆开, 高锰酸根和锰离子均需要写为离子形式, 最后在产物中加水配平, 使得原子数守恒。

(4) 反应物中高锰酸钾已经被亚硫酸氢钠溶液还原, 因此滤渣主要成分为生成的 MnO_2

(5) 苯甲酸的熔点为 122.4°C , 但是其会在 100°C 左右加热升华, 不会熔化得到液体。

(6) 滴定实验中, 苯甲酸与 KOH 溶液 1:1 反应, 因此苯甲酸%

$$= \frac{\text{苯甲酸物质的量} \times \text{苯甲酸的摩尔质量}}{\text{样品总重量}} \times 100\%$$

$$= \frac{4 \times 0.01000 \left(\frac{\text{mol}}{\text{l}}\right) \times 21.50 \times 0.001 \times 122 \left(\frac{\text{g}}{\text{mol}}\right)}{0.122 \text{g}} \times 100\% = 86.0\%$$

$$n(\text{苯甲酸}) = \frac{1.0 \text{g}}{0.122 \text{g}} \times 8.6 \times 10^{-4} \text{mol} = 0.007 \text{mol}$$

$$n(\text{甲苯}) = \frac{m(\text{甲苯})}{M(\text{甲苯})} = \frac{1.5 \text{ml} \times 0.867 \text{g/ml}}{92 \text{g/mol}} = 0.014 \text{mol}$$

因此产率最接近 50%。

(7) 苯甲酸中含有亚硫酸钠杂质, 亚硫酸钠在水中溶解度很大, 而苯甲酸在水中的溶

解度随温度升高显著增大，因此可以用重结晶的方法提纯苯甲酸。

28. (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： $\text{C}_2\text{H}_6(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \quad \Delta H_1$ ，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 $H_1 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。

② 提高该反应平衡转化率的方法有 、 。

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 $K_p = \underline{\hspace{2cm}}$ (用平衡分压代替平衡浓度计算，分压=总压 \times 物质的量分数)。

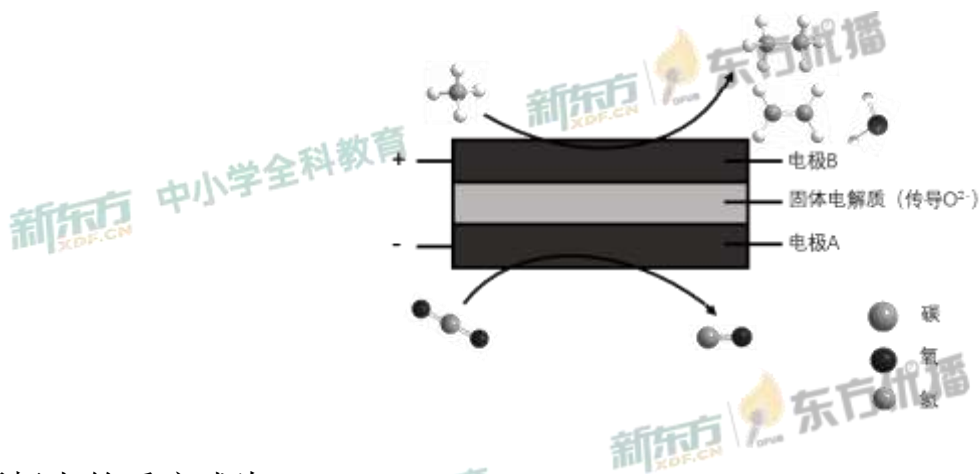
(2) 高温下，甲烷生成乙烷的反应如下： $2\text{CH}_4 \xrightarrow{\text{高温}} \text{C}_2\text{H}_6 + \text{H}_2$ 。反应在初期阶段的速率方程为： $r = k \times c_{\text{CH}_4}$ ，其中 k 为反应速率常数。

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 $r_2 = \underline{\hspace{2cm}} r_1$ 。

② 对于处于初期阶段的该反应，下列说法正确的是 。

- 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，其原理如下图所示：



①阴极上的反应式为_____。

②若生成的乙烯和乙烷的体积比为 2: 1, 则消耗的 CH₄ 和 CO₂ 体积比为_____。

【答案】

(1) ①137 ②升高温度、减小压强 (增大体积) ③ $\frac{\alpha(1+\alpha)}{(2+\alpha)(1-\alpha)} \times p$

(2) ①1- α ②AD

(3) ① $\text{CO}_2 + 2\text{e}^- = \text{CO} + \text{O}^{2-}$ ②6:5

【解析】

(1) ①由于燃烧热是指 1mol 燃料燃烧生成稳定氧化物释放的热量, 故该反应 ΔH 相当于 C₂H₆ 燃烧热 - C₂H₄ 燃烧热 - H₂ 燃烧热, $\Delta H = -1560 - (-1411) - (-286) = +137 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

②正反应为吸热反应, 气体增多, 升高温度或减小压强 (增大体积) 可提高平衡转化率

③列三段式: $\text{C}_2\text{H}_6 (\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_4 (\text{g}) + \text{H}_2 (\text{g})$

1	0	1
α	α	α
1- α	α	1+ α

总: $1-\alpha+\alpha+1+\alpha=2+\alpha$ 故 $p_{\text{C}_2\text{H}_6} = \frac{1-\alpha}{2+\alpha} p$, $p_{\text{C}_2\text{H}_4} = \frac{\alpha}{2+\alpha} p$, $p_{\text{H}_2} = \frac{1+\alpha}{2+\alpha} p$, $k = \frac{\alpha(1+\alpha)}{(2+\alpha)(1-\alpha)} \times p$

(2) ①r 与 c_{CH₄} 成正比, 故当转化率为 α 时, CH₄ 浓度变为初始的 1- α , r₂ 也变为 r₁ 的 1- α , r₂=(1- α)r₁

②由 $r=k \times c_{\text{CH}_4}$ 可知, c_{CH₄} 增大, r 增大, C_{H₂} 对 r 无影响; 随着反应的进行, c_{CH₄} 逐渐减少,

r 降低；降低温度，k 减小，r 也降低。

(3) ① 阴极 CO_2 生成 CO , 电解质传导 O^{2-} , $\text{CO}_2 + 2\text{e}^- = \text{CO} + \text{O}^{2-}$

② $2\text{C}_2\text{H}_4 \sim 4\text{CH}_4$ 升高 8 个化合价

$\text{C}_2\text{H}_6 \sim 2\text{CH}_4$ 升高 2 个化合价

消耗 $4+2=6\text{molCO}_2$ 阳极失去 10mol e^- , 对应 5molCO_2

故 $V(\text{CH}_4):V(\text{CO}_2)=6:5$

35.[化学-选修 3: 物质结构与性质] (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_____。

(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_____。

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_____; 金属离子与阴离子的作用力为_____, Ca^{2+} 的配位数是_____。

(4) 一种立方体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_____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_____; 若晶胞参数为 a nm, 则晶体密度为_____ g/cm^3 (列出计算式)。

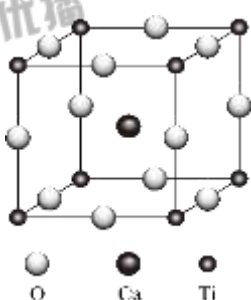


图 (a)

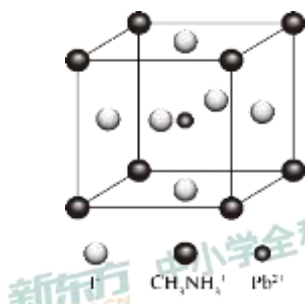


图 (b)

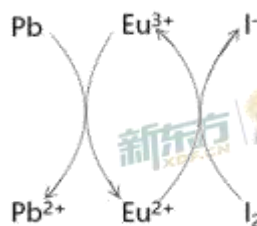


图 (c)

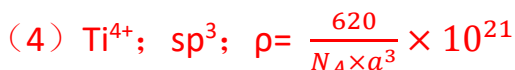
(5) 用上述金属卤化物光电材料制成光电材料制作的太阳能电池在使用过程中会产生单质铅和碘，降低了器件效率和使用寿命。我国科学家巧妙地在此材料中引入稀土铕(Eu)盐，提升了太阳能电池的效率和使用寿命，起作用原理如图(c)所示，用离子方程式表示该原理_____、_____。

【答案】



(2) 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。

(3) $\text{O} > \text{Ti} > \text{Ca}$ ；离子键；12



【解析】

(1) Ti 原子序数为 22，核外电子排布为 $[\text{Ar}]3d^24s^2$ 或 $1s^22s^22p^63s^23p^63d^24s^2$

(2) TiF_4 为离子化合物，熔点高， TiCl_4 ， TiBr_4 ， TiI_4 均为共价化合物，相对分子质量依次增大，分子间作用力逐渐增强，熔点依次升高。

(3) 电负性 $\text{O} > \text{Ti} > \text{Ca}$ ；金属离子与非金属离子间作用力为离子键；离 Ca^{2+} 最近的 O^{2-} 个数为 12 个，因此 Ca^{2+} 配位数为 12

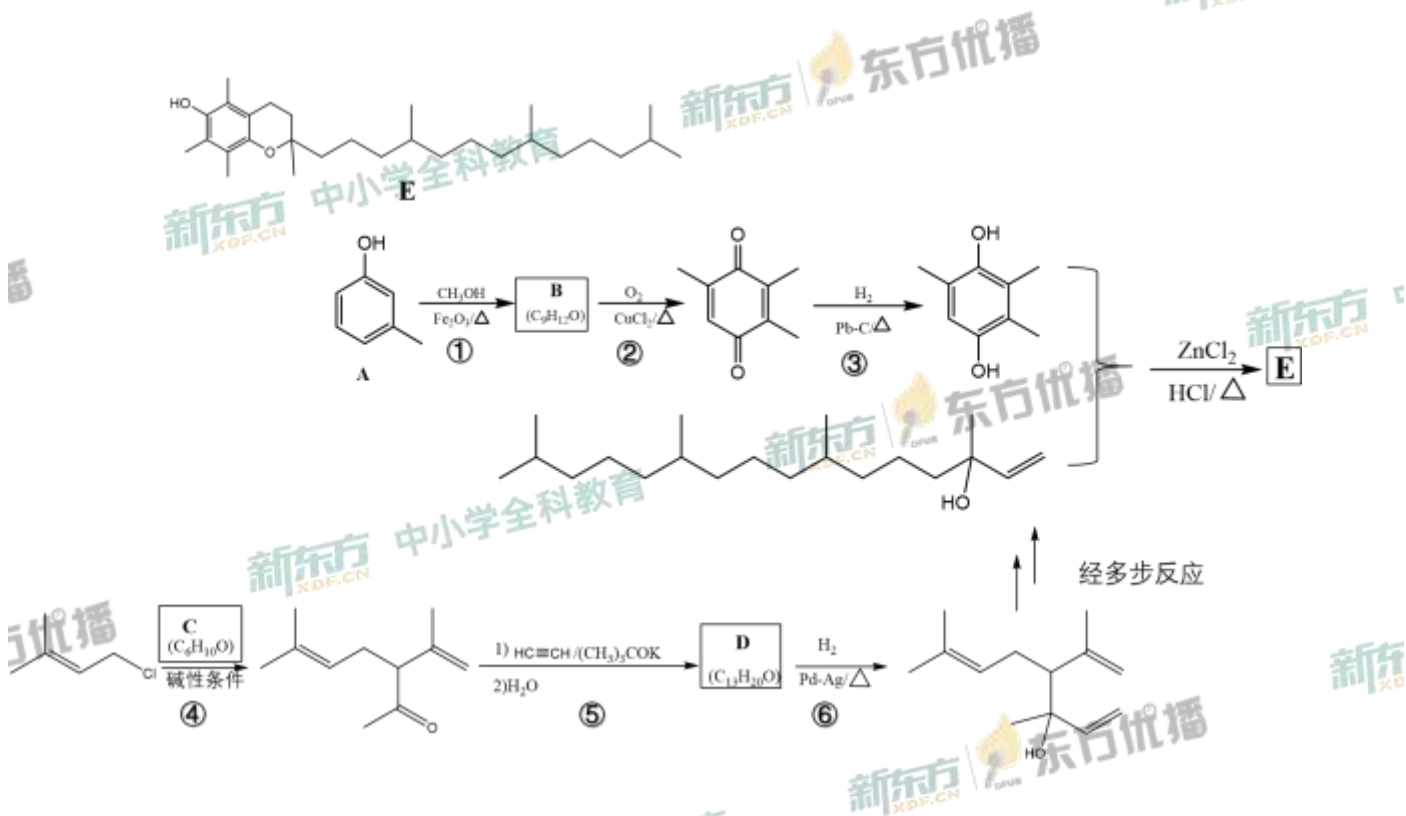
(4) Pb^{2+} 在空间位置中处于晶胞的体心，因此与图(a)中 Ti 相同；N 原子形成 4 个共价键，因此为 sp^3 杂化，晶胞中 I 为 3 个， CH_3NH_3^+ 为 1 个， Pb^{2+} 为 1 个，一个晶胞质量为 $m = \frac{3 \times 127 + 32 + 207}{N_A} = \frac{620}{N_A} \text{g}$ ，晶胞体积 $V = (a \times 10^{-7})^3$ ，因此 $\rho = \frac{m}{V} = \frac{620}{a^3 N_A} \times 10^{21} \text{g/cm}^3$

(5) 由图可看出 $\text{Pb} + 2\text{Eu}^{3+} = \text{Pb}^{2+} + 2\text{Eu}^{2+}$ ； $2\text{Eu}^{2+} + \text{I}_2 = 2\text{I}^- + 2\text{Eu}^{3+}$

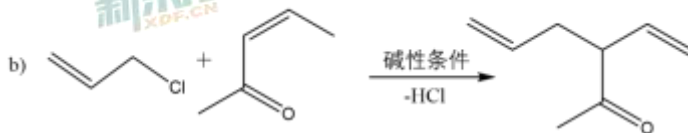
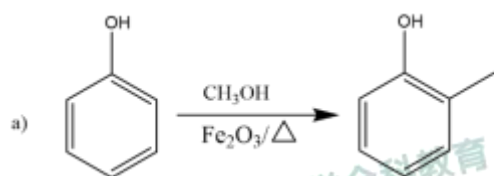
36. [化学—选修 5: 有机化学基础] (15 分)

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_____。

(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_____。

(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_____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

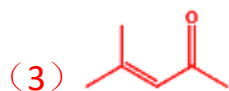
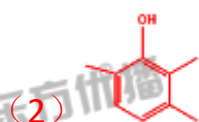
(c) 8

(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_____。

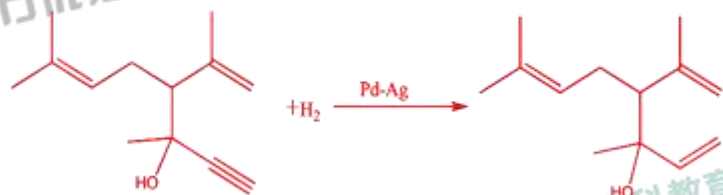
【答案】

(1) 3-甲基苯酚（或间甲基苯酚）。

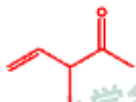


(4) 加成反应

(5)



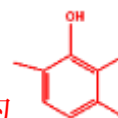
(6) c



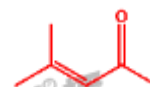
【解析】

(1) 3-甲基苯酚 (或间甲基苯酚)

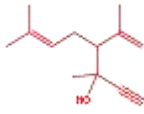
(2) 由已知信息 a 可知苯酚和甲醛在 Fe_2O_3 和加热条件下可发生取代反应, 取代位置为酚羟基的邻位, 再根据反应①和 B 的分子式可知 B 的结构简式为

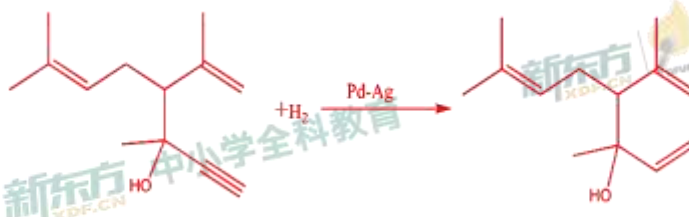


(3) 由已知信息 b 和反应④可知, C 的结构简式为

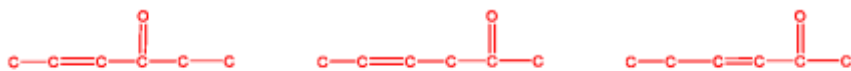


(4) 由题意可知, 反应④为碳碳三键和碳氧双键发生加成反应变成碳氧单键和碳碳双键, 所以反应⑤为加成反应。

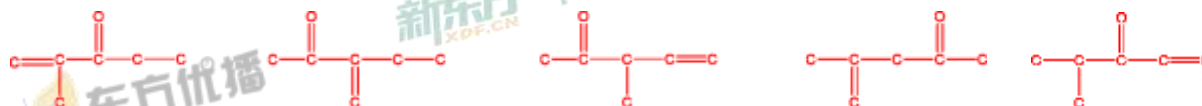
(5) 由已知信息 c 和反应⑤可知, D 的结构简式为:  所以反应⑥的方程式为:



(6) 由题意可知 C 中有 6 个碳, 所以当主链为 6 个碳时的同分异构体有



主链为 5 个碳时的同分异构体有



所以符合条件的 C 的同分异构体共有 8 种, 选 c

其中含手性碳的结构为

