

## 2009 年全国统一高考化学试卷（全国卷 I）

### 一、选择题（共 8 小题，每小题 5 分，满分 40 分）

1. （5 分）下列各组离子，在溶液中能大量共存、加入 NaOH 溶液后加热既有气体放出又有沉淀生成的一组是（ ）
- A.  $\text{Ba}^{2+}$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{Cl}^-$                       B.  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{AlO}_2^-$
- C.  $\text{K}^+$ 、 $\text{Ba}^{2+}$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{HSO}_3^-$                       D.  $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{K}^+$
2. （5 分）将 15mL  $2\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$   $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液逐滴加入到 40mL  $0.5\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$   $\text{MCl}_n$  盐溶液中，恰好将溶液中的  $\text{M}^{n+}$  离子完全沉淀为碳酸盐，则  $\text{MCl}_n$  中 n 值是（ ）
- A. 4                      B. 3                      C. 2                      D. 1
3. （5 分）下列表示溶液中发生反应的化学方程式错误的是（ ）
- A.  $2\text{Al}+2\text{NaOH}+2\text{H}_2\text{O}=2\text{NaAlO}_2+3\text{H}_2\uparrow$
- B.  $\text{KMnO}_4+\text{HCOOH}+\text{KOH}=2\text{K}_2\text{MnO}_4+\text{CO}_2\uparrow+\text{H}_2\text{O}$
- C.  $\text{MnO}_2+4\text{HCl}(\text{浓})\xrightarrow{\Delta}=\text{MnCl}_2+\text{Cl}_2\uparrow+2\text{H}_2\text{O}$
- D.  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7+6\text{FeSO}_4+7\text{H}_2\text{SO}_4=\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3+3\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3+\text{K}_2\text{SO}_4+7\text{H}_2\text{O}$
4. （5 分）现有乙酸和两种链状单烯烃的混合物，若其中氧的质量分数为 a，则碳的质量分数是（ ）
- A.  $\frac{(1-a)}{7}$                       B.  $\frac{3a}{4}$                       C.  $\frac{6}{7}(1-a)$                       D.  $\frac{12}{13}(1-a)$
5. （5 分）用  $0.10\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的盐酸滴定  $0.10\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的氨水，滴定过程中不可能出现的结果是（ ）
- A.  $c(\text{NH}_4^+) > c(\text{Cl}^-)$ ， $c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$
- B.  $c(\text{NH}_4^+) = c(\text{Cl}^-)$ ， $c(\text{OH}^-) = c(\text{H}^+)$
- C.  $c(\text{Cl}^-) > c(\text{NH}_4^+)$ ， $c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$
- D.  $c(\text{Cl}^-) > c(\text{NH}_4^+)$ ， $c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$
6. （5 分）为了检验某含有  $\text{NaHCO}_3$  杂质的  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  样品的纯度，现将  $w_1\text{g}$  样品加热，其质量变为  $w_2\text{g}$ ，则该样品的纯度（质量分数）是（ ）

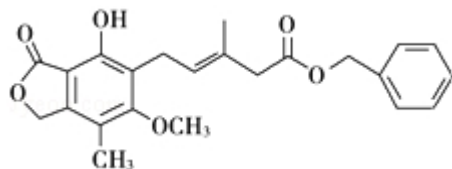
$$A. \frac{84w_2 - 53w_1}{31w_1}$$

$$B. \frac{84(w_1 - w_2)}{31w_1}$$

$$C. \frac{73w_2 - 42w_1}{31w_1}$$

$$D. \frac{115w_2 - 84w_1}{31w_1}$$

7. (5分) 有关下图所示化合物的说法不正确的是 ( )



A. 既可以与  $\text{Br}_2$  的  $\text{CCl}_4$  溶液发生加成反应，又可以在光照下与  $\text{Br}_2$  发生取代反应

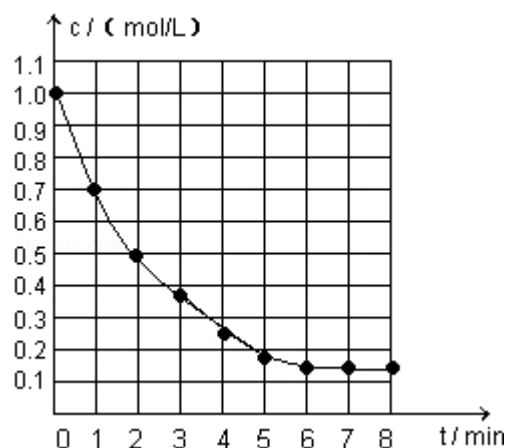
B. 1mol 该化合物最多可以与 3mol  $\text{NaOH}$  反应

C. 既可以催化加氢，又可以使酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液褪色

D. 既可以与  $\text{FeCl}_3$  溶液发生显色反应，又可以与  $\text{NaHCO}_3$  溶液反应放出  $\text{CO}_2$  气体

8. (5分) 右图表示反应  $\text{X}(\text{g}) \rightleftharpoons 4\text{Y}(\text{g}) + \text{Z}(\text{g})$ ,  $\Delta H < 0$ , 在某温度时 X 的浓度随时间变化的曲线:

下列有关该反应的描述正确的是 ( )



A. 第 6min 后，反应就终止了

B. X 的平衡转化率为 85%

C. 若升高温度，X 的平衡转化率将大于 85%

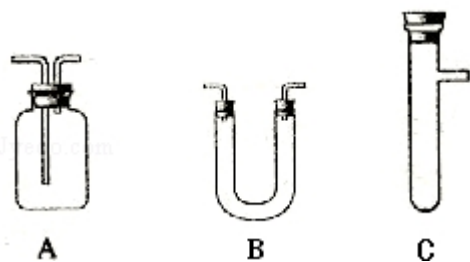
D. 若降低温度， $v_{\text{正}}$  和  $v_{\text{逆}}$  将以同样倍数减小

## 二、解答题（共 4 小题，满分 60 分）

9. （15 分）浓  $\text{H}_2\text{SO}_4$  和木炭在加热时发生反应的化学方程式是



请从图中选用所需的仪器（可重复选用）组成一套进行该反应并要检出反应产物的装置。现提供浓  $\text{H}_2\text{SO}_4$ 、木炭和酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液，其他固、液试剂自选。（连接和固定仪器所用的玻璃管、胶管、铁夹、铁架台及加热装置等均略去）



将所选的仪器连接顺序由上至下依次填入下表，并写出该仪器中应加试剂的名称及其作用。

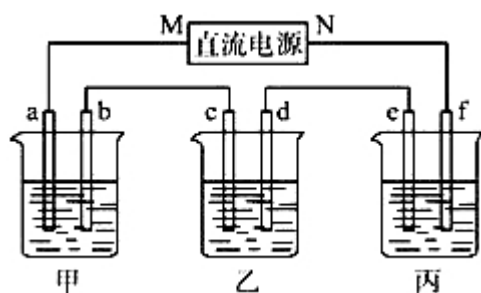
选用的仪器 (填字母)	加入的试剂	作用
_____	_____	_____

10. （15 分）右图所示装置中，甲、乙、丙三个烧杯依次分别盛放 100g 5.00% 的  $\text{NaOH}$  溶液、足量的  $\text{CuSO}_4$  溶液和 100g 10.00% 的  $\text{K}_2\text{SO}_4$  溶液，电极均为石墨电极。

(1) 接通电源，经过一段时间后，测得丙中  $\text{K}_2\text{SO}_4$  浓度为 10.47%，乙中 c 电极质量增加。据此回答问题：

- ①电源的 N 端为\_\_\_\_\_极；
- ②电极 b 上发生的电极反应为\_\_\_\_\_；
- ③列式计算电极 b 上生成的气体在标准状况下的体积：\_\_\_\_\_
- ④电极 c 的质量变化是\_\_\_\_\_g；
- ⑤电解前后各溶液的酸、碱性大小是否发生变化，简述其原因：  
甲溶液\_\_\_\_\_；  
乙溶液\_\_\_\_\_；  
丙溶液\_\_\_\_\_；

(2) 如果电解过程中铜全部析出, 此时电解能否继续进行, 为什么? \_\_\_\_\_.



11. (15 分) 已知周期表中, 元素 R、Q、W、Y 与元素 X 相邻. R 与 Y 同族.

Y 的最高化合价氧化物的水化物是强酸. 回答下列问题:

(1) W 与 Q 可以形成一种高温结构陶瓷材料. W 的氯化物分子呈正四面体结构, W 的氧化物的晶体类型是\_\_\_\_\_;

(2) Q 的具有相同化合价且可以相互转变的氧化物是\_\_\_\_\_;

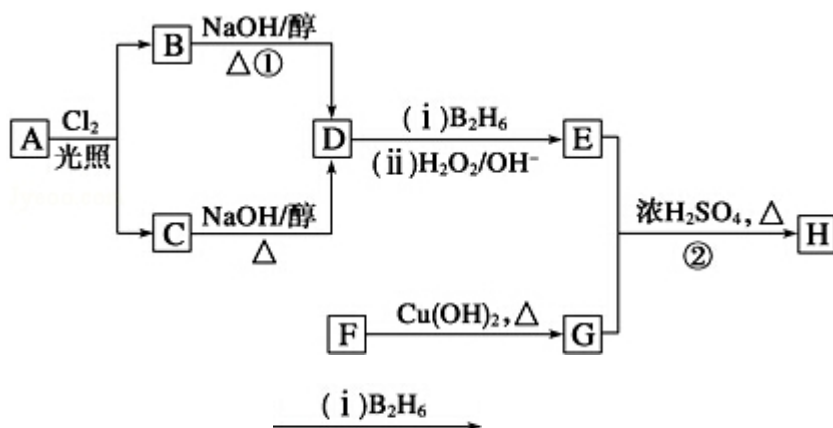
(3) R 和 Y 形成的二种化合物中, Y 呈现最高化合价的化合物是化学式是\_\_\_\_\_;

(4) 这 5 个元素的氢化物分子中, ①立体结构类型相同的氢化物的沸点从高到低排列次序是 (填化学式) \_\_\_\_\_, 其原因是\_\_\_\_\_

②电子总数相同的氢化物的化学式和立体结构分别是\_\_\_\_\_;

(5) W 和 Q 所形成的结构陶瓷材料的一种合成方法如下: W 的氯化物与 Q 的氢化物加热反应, 生成化合物  $W(QH_2)_4$  和 HCl 气体;  $W(QH_2)_4$  在高温下分解生成 Q 的氢化物和该陶瓷材料. 上述相关反应的化学方程式 (各物质用化学式表示) 是\_\_\_\_\_.

12. (15 分) 化合物 H 是一种香料, 存在于金橘中, 可用如下路线合成:



已知:  $R-CH=CH_2 \xrightarrow{(i) B_2H_6, (ii) H_2O_2/OH^-} R-CH_2CH_2OH$  ( $B_2H_6$  为乙硼烷)

回答下列问题:

- (1) 11.2L (标准状况) 的烃 A 在氧气中充分燃烧可以产生 88g  $\text{CO}_2$  和 45g  $\text{H}_2\text{O}$ .  
A 的分子式是\_\_\_\_\_
- (2) B 和 C 均为一氯代烃, 它们的名称 (系统命名) 分别为\_\_\_\_\_;
- (3) 在催化剂存在下 1mol F 与 2mol  $\text{H}_2$  反应, 生成 3- 苯基- 1- 丙醇. F 的结构简式是\_\_\_\_\_
- (4) 反应①的反应类型是\_\_\_\_\_;
- (5) 反应②的化学方程式为\_\_\_\_\_
- (6) 写出所有与 G 具有相同官能团的 G 的芳香类同分异构体的结构简式:  
.

# 2009 年全国统一高考化学试卷（全国卷 I）

参考答案与试题解析

## 一、选择题（共 8 小题，每小题 5 分，满分 40 分）

1. （5 分）下列各组离子，在溶液中能大量共存、加入 NaOH 溶液后加热既有气体放出又有沉淀生成的一组是（ ）

- A.  $\text{Ba}^{2+}$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{Cl}^-$                       B.  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{AlO}_2^-$   
C.  $\text{K}^+$ 、 $\text{Ba}^{2+}$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{HSO}_3^-$                       D.  $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{K}^+$

【考点】DP：离子共存问题.

【专题】21：热点问题；52：元素及其化合物.

【分析】根据溶液中离子之间不能结合生成水、气体、沉淀、弱电解质，不能发生氧化还原反应、不能促进电离来分析离子在溶液中能大量共存；然后根据溶液中的离子与 NaOH 溶液反应既有气体放出又有沉淀生成的即为正确答案.

【解答】解：A、因该组离子之间不反应，则离子能大量共存，当加入 NaOH 会与  $\text{NH}_4^+$  反应产生  $\text{NH}_3$ ，但没有沉淀，故 A 错误；

B、因  $\text{AlO}_2^-$  能促进  $\text{HCO}_3^-$  的电离，生成  $\text{Al}(\text{OH})_3$  沉淀和碳酸根离子，则该组离子不能大量共存，故 B 错误；

C、因该组离子之间不反应，则离子能大量共存，当加入 NaOH 会与  $\text{HSO}_3^-$  生成  $\text{SO}_3^{2-}$ ， $\text{SO}_3^{2-}$  与  $\text{Ba}^{2+}$  可生成  $\text{BaSO}_3$  沉淀，但无气体生成，故 C 错误；

D、因该组离子之间不反应，则离子能大量共存，当加入 NaOH 后， $\text{OH}^-$  与  $\text{NH}_4^+$  产生  $\text{NH}_3$ ， $\text{OH}^-$  与  $\text{Mg}^{2+}$  会产生  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  沉淀，符合题意，故 D 正确；

故选：D。

【点评】本题考查离子的共存问题及复分解反应，明确题意中原离子组能共存，当加入碱既有气体又有沉淀生成两个条件来分析解答，熟悉离子的性质及常

见离子之间的反应是解答的关键。

2. (5分) 将  $15\text{mL } 2\text{mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液逐滴加入到  $40\text{mL } 0.5\text{mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{MCl}_n$  盐溶液中, 恰好将溶液中的  $\text{M}^{n+}$  离子完全沉淀为碳酸盐, 则  $\text{MCl}_n$  中  $n$  值是 ( )
- A. 4                      B. 3                      C. 2                      D. 1

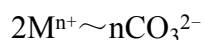
【考点】5B: 离子方程式的有关计算。

【分析】根据  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液与  $\text{MCl}_n$  盐溶液反应时, 恰好将溶液中的  $\text{M}^{n+}$  离子完全沉淀为碳酸盐, 利用化合价得出  $\text{M}^{n+}$  离子与  $n\text{CO}_3^{2-}$  离子的关系, 然后利用物质的量来计算解答。

【解答】解:  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液中  $\text{CO}_3^{2-}$  离子的物质的量为  $15\text{mL} \times 10^{-3} \times 2\text{mol}\cdot\text{L}^{-1} = 0.03\text{mol}$ ,

$\text{MCl}_n$  盐溶液中  $\text{M}^{n+}$  离子的物质的量为  $40\text{mL} \times 10^{-3} \times 0.5\text{mol}\cdot\text{L}^{-1} = 0.02\text{mol}$ ,

由反应中恰好将溶液中的  $\text{M}^{n+}$  离子完全沉淀为碳酸盐, 及  $\text{M}$  的化合价为  $+n$ , 则  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  与  $\text{MCl}_n$  反应对应的关系式为:

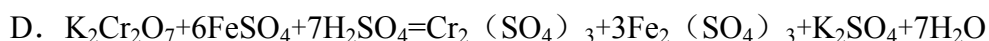


$$\frac{2}{n} = \frac{0.02\text{mol}}{0.03\text{mol}}, \text{ 解得 } n=3,$$

故选: B。

【点评】本题考查学生利用溶液中的离子之间的反应来进行简单计算, 明确离子之间的关系是解答的关键, 并应熟悉离子的物质的量的计算来解答即可。

3. (5分) 下列表示溶液中发生反应的化学方程式错误的是 ( )
- A.  $2\text{Al} + 2\text{NaOH} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{NaAlO}_2 + 3\text{H}_2\uparrow$
- B.  $\text{KMnO}_4 + \text{HCOOH} + \text{KOH} = 2\text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$



【考点】45：分子式；48：化学方程式的书写；49：离子方程式的书写。

【分析】根据所学元素化合物的知识及氧化还原反应的基本规律，并且具有对简单氧化还原反应运用化合价的升降配平的技能等来解答此题；

【解答】解：A、因铝既能与强酸反应又能与强碱反应，则铝与氢氧化钠反应生成偏铝酸钠和氢气，遵循质量守恒定律及氧化还原反应中电子守恒，故 A 对；  
B、由化学方程式要遵循质量守恒定律，B 项没配平；或应知在碱性条件下，不可能产生  $\text{CO}_2$  气体，而应是  $\text{CO}_3^{2-}$ ，故 B 错；

C、实验室制取氯气的反应原理可知，二氧化锰与浓盐酸反应制取氯气，遵循质量守恒定律及氧化还原反应中电子守恒，故 C 对；

D、根据常见氧化剂、还原剂以及转化规律，D 中发生氧化还原反应，遵循质量守恒定律及氧化还原反应中电子守恒，故 D 对；

故选：B。

【点评】本题考查了化学方程式的问题，实则为元素化合物的知识以及氧化还原反应等知识点，本考点为高中化学的主干知识，为必考考点，但也是难点；学习过程中应重视元素化合物知识及氧化还原反应的基本规律。

4. (5 分) 现有乙酸和两种链状单烯烃的混合物，若其中氧的质量分数为  $a$ ，则碳的质量分数是 ( )

A.  $\frac{(1-a)}{7}$

B.  $\frac{3a}{4}$

C.  $\frac{6}{7}(1-a)$

D.  $\frac{12}{13}(1-a)$

【考点】5E：元素质量分数的计算。

【专题】536：有机物分子组成通式的应用规律。

【分析】根据乙酸的化学式为  $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ ，烯烃的通式为  $\text{C}_n\text{H}_{2n}$ ，则在混合物中碳、氢存在固定的质量比，混合物中一共有三种元素，氧的质量分数为  $a$ ，碳、氢元素的质量分数之和为  $1-a$ ，然后可计算出碳元素的质量分数。



**【解答】**解：由乙酸的化学式为  $C_2H_4O_2$ ，而单烯烃的通式为  $C_nH_{2n}$ ，

则从化学式可以发现两者中，C 与 H 之间的数目比为 1：2，其质量比为  $12 \times 1$ ：

$$1 \times 2 = 6 : 1,$$

又混合物中共三种元素，氧的质量分数为  $a$ ，碳、氢元素的质量分数之和为  $1 - a$

,

则碳元素的质量分数为  $\frac{6}{6+1} \times (1 - a) = \frac{6}{7}(1 - a)$ ，

故选：C。

**【点评】**本题考查学生利用有机物的组成来进行计算，明确碳、氢的固定组成是解答的关键，较好的训练学生分析问题、解决问题的能力。

5. (5 分) 用  $0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的盐酸滴定  $0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的氨水，滴定过程中不可能出现的结果是 ( )

A.  $c(\text{NH}_4^+) > c(\text{Cl}^-)$ ， $c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$

B.  $c(\text{NH}_4^+) = c(\text{Cl}^-)$ ， $c(\text{OH}^-) = c(\text{H}^+)$

C.  $c(\text{Cl}^-) > c(\text{NH}_4^+)$ ， $c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$

D.  $c(\text{Cl}^-) > c(\text{NH}_4^+)$ ， $c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$

**【考点】**DN：离子浓度大小的比较；DO：酸碱混合时的定性判断及有关 pH 的计算。

**【分析】**根据酸碱滴定中，无论溶液中的溶质是氯化铵、氯化铵和氯化氢、氯化铵和一水合氨，该溶液一定不显电性，则利用遵循电荷守恒来分析解答。

**【解答】**解：A、若滴定后溶液中的溶质为氯化铵和一水合氨，则一般溶液显碱性，即  $c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$ ，溶液中弱电解质的电离  $>$  盐的水解，即  $c(\text{NH}_4^+) > c(\text{Cl}^-)$ ，则符合电荷守恒，故 A 是可能出现的结果；

B、若滴定后溶液中的溶质为氯化铵和一水合氨，当溶液中弱电解质的电离程度与盐的水解程度相同时，溶液为中性，则

$c(\text{OH}^-) = c(\text{H}^+)$ ，由电荷守恒可知  $c(\text{NH}_4^+) = c(\text{Cl}^-)$ ，故 B 是可能出现的结果；

C、当  $c(\text{Cl}^-) > c(\text{NH}_4^+)$ ， $c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$ ，则溶液中阴离子带的电荷总数就大于阳离子带的电荷总数，显然与电荷守恒矛盾，故 C 是不可能出现的结果；

D、若滴定后溶液中的溶质为氯化铵，由铵根离子水解则溶液显酸性，即  $c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$ ，又水解的程度很弱，则

$c(\text{Cl}^-) > c(\text{NH}_4^+)$ ，且符合电荷守恒，故 D 是可能出现的结果；

故选：C。

**【点评】** 本题考查酸碱滴定后溶液中离子浓度的关系，明确溶液中的弱电解质的电离及盐的水解来分析，利用电荷守恒则可知溶液中不可能出现阴离子均大于阳离子的情况即可解答。

6. (5 分) 为了检验某含有  $\text{NaHCO}_3$  杂质的  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  样品的纯度，现将  $w_1 \text{ g}$  样品加热，其质量变为  $w_2 \text{ g}$ ，则该样品的纯度(质量分数)是 ( )

A.  $\frac{84w_2 - 53w_1}{31w_1}$

B.  $\frac{84(w_1 - w_2)}{31w_1}$

C.  $\frac{73w_2 - 42w_1}{31w_1}$

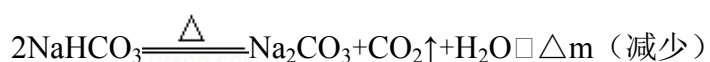
D.  $\frac{115w_2 - 84w_1}{31w_1}$

**【考点】** GF：钠的重要化合物；M3：有关混合物反应的计算。

**【专题】** 1A：计算题；45：差量法。

**【分析】** 根据碳酸氢钠加热分解，而碳酸钠在加热时不反应，则利用反应前后固体的质量差来计算碳酸氢钠的质量，再计算碳酸钠样品的纯度。

**【解答】** 解：设样品中含有  $\text{NaHCO}_3$  杂质的质量为  $x$ ，则



$$2 \times 84$$

$$106$$

$$62$$

$$x$$

$$(w_1 - w_2)$$

$$\frac{2 \times 84}{x} = \frac{62}{(w_1 g - w_2 g)},$$

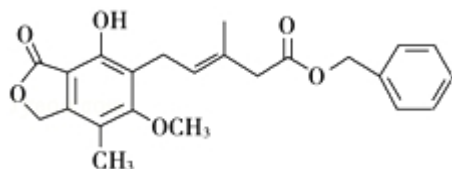
$$\text{解得 } x = \frac{84(w_1 - w_2)}{31},$$

$$\text{则 } w(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{w_1 - x}{w_1} = \frac{84w_2 - 53w_1}{31w_1},$$

故选：A。

**【点评】** 本题考查学生利用反应前后的固体的质量差来进行计算，明确发生的化学反应及固体质量差的应用是解答的关键。

7. (5 分) 有关下图所示化合物的说法不正确的是 ( )



- A. 既可以与  $\text{Br}_2$  的  $\text{CCl}_4$  溶液发生加成反应，又可以在光照下与  $\text{Br}_2$  发生取代反应
- B. 1mol 该化合物最多可以与 3mol  $\text{NaOH}$  反应
- C. 既可以催化加氢，又可以使酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液褪色
- D. 既可以与  $\text{FeCl}_3$  溶液发生显色反应，又可以与  $\text{NaHCO}_3$  溶液反应放出  $\text{CO}_2$  气体

**【考点】** HD：有机物的结构和性质。

**【专题】** 16：压轴题。

**【分析】** A、含有碳碳双键，可以与  $\text{Br}_2$  发生加成反应；

B、酯基可以和氢氧化钠溶液发生水解反应；

C、苯环可以被氢加成，碳碳双键可以使  $\text{KMnO}_4$  褪色；

D、羧基能与  $\text{NaHCO}_3$  放出  $\text{CO}_2$  气体，酚羟基可以与  $\text{FeCl}_3$  溶液发生显色反应。

**【解答】** 解：A、有机物含有碳碳双键，故可以与  $\text{Br}_2$  发生加成反应，又含有甲基，故可以与  $\text{Br}_2$  光照发生取代反应，故 A 正确；

B、酚羟基要消耗一个  $\text{NaOH}$ ，两个酯基要消耗两个  $\text{NaOH}$ ，1mol 该化合物最多可以与 3mol  $\text{NaOH}$  反应，故 B 正确；

C、苯环可以催化加氢，碳碳双键可以使  $\text{KMnO}_4$  褪色，故 C 正确；

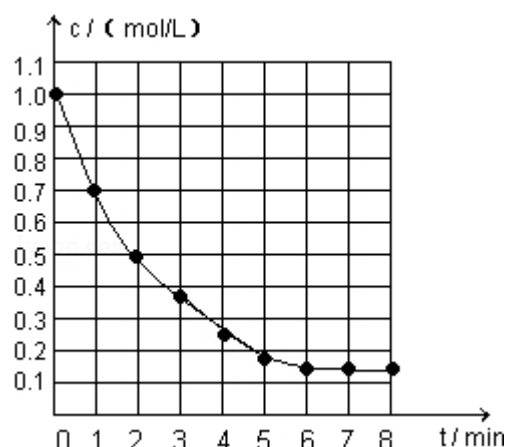
D、该有机物中不存在羧基，并且酚羟基酸性比碳酸弱，故不能与  $\text{NaHCO}_3$  放出  $\text{CO}_2$  气体，故 D 错误。

故选：D。

【点评】本题考查学生有关官能团决定性质的知识，要要求学生熟记官能团具有的性质，并熟练运用。

8. (5 分) 右图表示反应  $\text{X}(\text{g}) \rightleftharpoons 4\text{Y}(\text{g}) + \text{Z}(\text{g})$ ， $\Delta H < 0$ ，在某温度时 X 的浓度随时间变化的曲线：

下列有关该反应的描述正确的是 ( )



A. 第 6min 后，反应就终止了

B. X 的平衡转化率为 85%

C. 若升高温度，X 的平衡转化率将大于 85%

D. 若降低温度， $v_{\text{正}}$  和  $v_{\text{逆}}$  将以同样倍数减小

【考点】CK：物质的量或浓度随时间的变化曲线。

【专题】13：图像图表题；16：压轴题；36：平衡思想；51E：化学平衡专题。

【分析】根据图可知，X 的浓度在随时间逐渐减少，到第 6min 浓度不再变化，则反应达到化学平衡；利用 X 变化的量来计算转化率，再利用温度对反应的影响来分析转化率的变化及反应速率的变化。

【解答】解：A、6min 时反应达平衡，但未停止，故 A 错；

B、X 的变化量为  $1\text{mol/L} - 0.15\text{mol/L} = 0.85\text{mol/L}$ ，则 X 的转化率为  $\frac{0.85\text{mol/L}}{1.0\text{mol/L}} \times 100\%$

100%=85%，故 B 正确；

C、 $\Delta H < 0$ ，反应为放热，故升高温度，平衡将逆向移动，则 X 的转化率减小，故 C 错；

D、降温时，正、逆反应速率同时减小，但是降温平衡正向移动，故  $V_{\text{正}} > V_{\text{逆}}$ ，即逆反应减小的倍数大，故 D 错误；

故选：B。

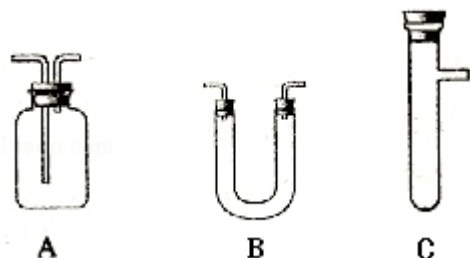
**【点评】** 本题考查物质的浓度随时间的变化图象，明确纵横坐标的意义及影响化学平衡和化学反应速率的因素是解答的关键，尤其注意温度对反应速率及平衡移动的影响，不可混淆。

## 二、解答题（共 4 小题，满分 60 分）

9. （15 分）浓  $\text{H}_2\text{SO}_4$  和木炭在加热时发生反应的化学方程式是



请从图中选用所需的仪器（可重复选用）组成一套进行该反应并要检出反应产物的装置。现提供浓  $\text{H}_2\text{SO}_4$ 、木炭和酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液，其他固、液试剂自选。（连接和固定仪器所用的玻璃管、胶管、铁夹、铁架台及加热装置等均略去）



将所选的仪器连接顺序由上至下依次填入下表，并写出该仪器中应加试剂的名称及其作用。

选用的仪器 (填字母)	加入的试剂	作用
<u>C</u>	<u>浓硫酸和木炭</u>	<u>产生反应物</u>

**【考点】** PF：常见气体的检验；Q4：气体的净化和干燥；S6：浓硫酸的性质实验。

【专题】523：氧族元素.

【分析】该反应为固液加热，故选用 C 带有支管的试管做反应容器，加入浓硫酸和木炭；检验产物水可用无水硫酸铜；检验二氧化硫，可用品红溶液；在洗气瓶中装有酸性高锰酸钾溶液用来吸收余下二氧化硫；在洗气瓶中装有澄清石灰水溶液用来检验二氧化碳。在检验时要考虑检验的顺序。

【解答】解：成套装置包括反应装置，检验装置和尾气处理装置。C 中加入浓硫酸和木炭作为反应物的发生器，产物中必须先检验水，因为在检验其他物质时会在其它试剂中混入水，可选用装置 B，放入无水硫酸铜，若变蓝则说明有水。接着检验  $\text{SO}_2$  气体，用装置 A，放入品红检验，若品红褪色，则说明有  $\text{SO}_2$  气体产生，再用装置 A，放入酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液以除去  $\text{SO}_2$ ，然后再用装置 A，放入品红，检验品红是否除尽，因为  $\text{CO}_2$  是用澄清石灰水来检验的，而  $\text{SO}_2$  也可以使澄清石灰水变浑，故先要除去  $\text{SO}_2$ 。最后洗气瓶中装有澄清石灰水溶液用来检验二氧化碳。

故答案为：

所选用仪器的名称（填字母）	加入的试剂名称	作用
C	浓硫酸和木炭	产生反应物
B	无水硫酸铜	检验是否有水
A	品红溶液	检验 $\text{SO}_2$
A	酸性 $\text{KMnO}_4$	除去 $\text{SO}_2$
A	品红溶液	检验 $\text{SO}_2$ 是否除尽
A	澄清石灰水	检验 $\text{CO}_2$ 的存在

【点评】本题考查浓硫酸的性质，掌握相关产物的检验是解题的关键。易错点是检验的顺序的选择。

10. （15 分）右图所示装置中，甲、乙、丙三个烧杯依次分别盛放 100g 5.00% 的  $\text{NaOH}$  溶液、足量的  $\text{CuSO}_4$  溶液和 100g 10.00% 的  $\text{K}_2\text{SO}_4$  溶液，电极均为石墨电极。

（1）接通电源，经过一段时间后，测得丙中  $\text{K}_2\text{SO}_4$  浓度为 10.47%，乙中 c 电极质量增加。据此回答问题：

①电源的 N 端为 正 极；

②电极 b 上发生的电极反应为  $4\text{OH}^- - 4\text{e}^- = 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2\uparrow$ ；

③列式计算电极 b 上生成的气体在标准状况下的体积：2.8L

④电极 c 的质量变化是 16 g；

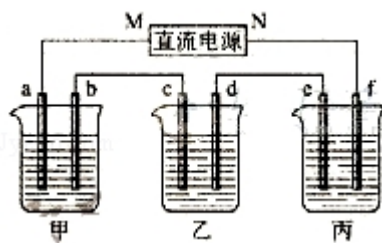
⑤电解前后各溶液的酸、碱性大小是否发生变化，简述其原因：

甲溶液 甲增大，因为相当于电解水；

乙溶液 乙减小， $\text{OH}^-$  放电， $\text{H}^+$  增多；

丙溶液 丙不变，相当于电解水；

(2) 如果电解过程中铜全部析出，此时电解能否继续进行，为什么？可以，铜全部析出，可以继续电解  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ，有电解液即可电解。

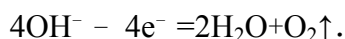


**【考点】** DI: 电解原理.

**【分析】** (1) ①乙中 C 电极质量增加，则 c 处发生的反应为： $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Cu}$ ，

即 C 处为阴极，由此可推出 b 为阳极，a 为阴极，M 为负极，N 为正极。丙中为  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ，相当于电解水，设电解的水的质量为 x。由电解前后溶质质量相等有， $100 \times 10\% = (100 - x) \times 10.47\%$ ，得  $x = 4.5\text{g}$ ，故为  $0.25\text{mol}$ 。由方程式  $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$  可知，生成  $2\text{mol H}_2\text{O}$ ，转移  $4\text{mol}$  电子，所以整个反应中转化  $0.5\text{mol}$  电子，而整个电路是串联的，故每个烧杯中的电极上转移电子数是相等的。

②甲中为  $\text{NaOH}$ ，相当于电解  $\text{H}_2\text{O}$ ，阳极 b 处为阴离子  $\text{OH}^-$  放电，即



③转移  $0.5\text{mol}$  电子，则生成  $\text{O}_2$  为  $0.5/4 = 0.125\text{mol}$ ，标况下的体积为  $0.125 \times 22.4 = 2.8\text{L}$ 。

④ $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Cu}$ ，转移 0.5mol 电子，则生成的  $m(\text{Cu}) = \frac{0.5}{2} \times 64 = 16\text{g}$ 。

⑤甲中相当于电解水，故 NaOH 的浓度增大，pH 变大。乙中阴极为  $\text{Cu}^{2+}$  放电，阳极为  $\text{OH}^-$  放电，所以  $\text{H}^+$  增多，故 pH 减小。丙中为电解水，对于  $\text{K}_2\text{SO}_4$  而言，其 pH 几乎不变。

(2) 铜全部析出，可以继续电解  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ，有电解液即可电解。

**【解答】**解 (1) ①乙杯中 c 质量增加，说明 Cu 沉积在 c 电极上，电子是从 b→c 移动，M 是负极，N 为正极，故答案为：正极；

②甲中为 NaOH，相当于电解  $\text{H}_2\text{O}$ ，阳极 b 处为阴离子  $\text{OH}^-$  放电，即  $4\text{OH}^- - 4\text{e}^- = 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2\uparrow$ ，故答案为： $4\text{OH}^- - 4\text{e}^- = 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2\uparrow$ ；

③丙中为  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ，相当于电解水，设电解的水的质量为 x。由电解前后溶质质量相等有， $100 \times 10\% = (100 - x) \times 10.47\%$ ，得  $x = 4.5\text{g}$ ，故为 0.25mol。由方程式  $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$  可知，生成

2mol  $\text{H}_2\text{O}$ ，转移 4mol 电子，所以整个反应中转化 0.5mol 电子，则生成  $\text{O}_2$  为  $0.5/4 = 0.125\text{mol}$ ，标况下的体积为  $0.125 \times 22.4 = 2.8\text{L}$ ，故答案为：答案 2.8L；

④整个电路是串联的，所以每个烧杯中的电极上转移电子数是相等的，根据电极反应： $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Cu}$ ，可知转移 0.5mol 电子生成的  $m(\text{Cu}) = \frac{0.5}{2} \times 64 = 16\text{g}$ ，故答案为：16；

⑤甲中相当于电解水，故 NaOH 的浓度增大，pH 变大。乙中阴极为  $\text{Cu}^{2+}$  放电，阳极为  $\text{OH}^-$  放电，电解方程式为： $2\text{CuSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{通电}} 2\text{Cu} + \text{O}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{SO}_4$ ，所以  $\text{H}^+$  增多，故 pH 减小。丙中为电解水，对于  $\text{K}_2\text{SO}_4$  而言，其 pH 几乎不变。

故答案为：甲增大，因为相当于电解水；乙减小， $\text{OH}^-$  放电， $\text{H}^+$  增多。丙不变，相当于电解水；

(2) 当铜全部析出时，溶液中仍有电解质硫酸，可以继续电解，故答案为：可以；铜全部析出，可以继续电解  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ，有电解液即可电解。

**【点评】**本题为电化学知识的综合应用，做题时要注意根据电极反应现象判断出



电解池的阴阳级，进而判断出电源的正负极，要注意三个电解池为串联电路，各电极上得失电子的数目相等。做题时要正确写出电极方程式，准确判断两极上离子的放电顺序。

11. (15分) 已知周期表中，元素 R、Q、W、Y 与元素 X 相邻。R 与 Y 同族。

Y 的最高化合价氧化物的水化物是强酸。回答下列问题：

- (1) W 与 Q 可以形成一种高温结构陶瓷材料。W 的氯化物分子呈正四面体结构，W 的氧化物的晶体类型是 原子晶体；
- (2) Q 的具有相同化合价且可以相互转变的氧化物是  $\text{NO}_2$  和  $\text{N}_2\text{O}_4$ ；
- (3) R 和 Y 形成的二种化合物中，Y 呈现最高化合价的化合物是化学式是  $\text{SO}_3$ ；
- (4) 这 5 个元素的氢化物分子中，①立体结构类型相同的氢化物的沸点从高到低排列次序是（填化学式）  $\text{NH}_3 > \text{PH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{O} > \text{H}_2\text{S}$ ，其原因是 因为前者中含有氢键
- ②电子总数相同的氢化物的化学式和立体结构分别是  $\text{NH}_3$  和  $\text{H}_2\text{O}$  分别为三角锥和 V 形； $\text{SiH}_4$ 、 $\text{PH}_3$  和  $\text{H}_2\text{S}$  结构分别为正四面体，三角锥和 V 形；
- (5) W 和 Q 所形成的结构陶瓷材料的一种合成方法如下：W 的氯化物与 Q 的氢化物加热反应，生成化合物  $\text{W}(\text{QH}_2)_4$  和  $\text{HCl}$  气体； $\text{W}(\text{QH}_2)_4$  在高温下分解生成 Q 的氢化物和该陶瓷材料。上述相关反应的化学方程式（各物质用化学式表示）是  $\text{SiCl}_4 + 4\text{NH}_3 = \text{Si}(\text{NH}_2)_4 + 4\text{HCl}$ ,  $3\text{Si}(\text{NH}_2)_4 = 8\text{NH}_3 + \text{Si}_3\text{N}_4$ 。

【考点】8J：位置结构性质的相互关系应用。

【专题】16：压轴题。

【分析】(1) 根据 W 与 Q 可以形成一种高温结构陶瓷材料，及 W 的氯化物分子呈正四面体结构可知 W 为硅，然后分析二氧化硅的晶体类型；

(2) 根据高温结构陶瓷材料可知 Q 可能为氮元素，则二氧化氮与四氧化二氮可以相互转变；

(3) 根据位置及 Y 的最高化合价氧化物的水化物是强酸、R 和 Y 形成的二价化

合物来推断 R；

(4) 根据氢键的存在来比较氢化物的沸点，并根据最外层电子数来分析结构；

(5) 根据 W 的氯化物与 Q 的氢化物加热反应，生成化合物  $W(QH_2)_4$  和 HCl 气； $W(QH_2)_4$  在高温下分解生成 Q 的氢化物和该陶瓷材料，利用反应物与生成物来书写化学反应方程式。

**【解答】**解：(1) W 的氯化物为正四面体型，则应为  $SiCl_4$  或  $CCl_4$ ，又 W 与 Q 形成高温陶瓷，故可推断 W 为 Si，W 的氧化物为  $SiO_2$ ，原子之间以共价键结合成空间网状结构，则为原子晶体，

故答案为：原子晶体；

(2) 高温陶瓷可联想到  $Si_3N_4$ ，Q 为 N，则有  $NO_2$  与  $N_2O_4$  之间的相互转化关系，故答案为： $NO_2$  和  $N_2O_4$ ；

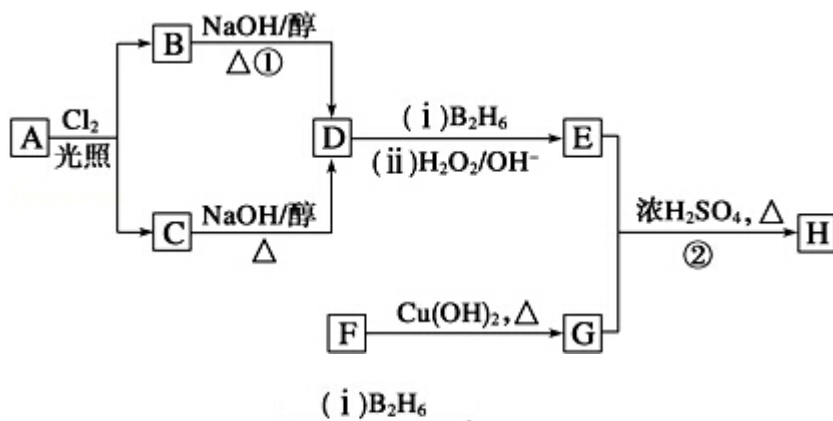
(3) Y 的最高价氧化的水化物为强酸，且与 Si 相邻，则 R 只能是 O，Y 为 S，其最外层电子数为 6，则最高化合价为 +6，所以 Y 的最高价化合物应为  $SO_3$ ，故答案为： $SO_3$ ；

(4) Q、R、W、Y 与元素 X 相邻，W 为 Si，Q 为 N，R 为 O，Y 为 S，则 X 为 P 元素，①氢化物沸点顺序为  $NH_3 > PH_3$ ， $H_2O > H_2S$ ，因为前者中含有氢键。② $NH_3$  和  $H_2O$  的电子数均为 10，结构分别为三角锥和 V 形， $SiH_4$ 、 $PH_3$  和  $H_2S$  的电子数均为 18，结构分别为正四面体，三角锥和 V 形，故答案为： $NH_3 > PH_3$ ， $H_2O > H_2S$ ；因为前者中含有氢键  $NH_3$  和  $H_2O$  分别为三角锥和 V 形； $SiH_4$ 、 $PH_3$  和  $H_2S$  结构分别为正四面体，三角锥和 V 形；

(5) 由信息可知，四氯化硅与氨气反应生成  $W(QH_2)_4$  和 HCl， $Si(NH_2)_4$  在高温下分解生成氨气和氮化硅，故答案为： $SiCl_4 + 4NH_3 = Si(NH_2)_4 + 4HCl$ ， $3Si(NH_2)_4 = 8NH_3 + Si_3N_4$ 。

**【点评】**本题考查位置、结构、性质的关系及应用，明确物质的性质及元素的位置来推断元素是解答的关键，并注意与元素化合物知识、原子结构与性质相联系来分析解答即可。

12. (15 分) 化合物 H 是一种香料，存在于金橘中，可用如下路线合成：



已知： $R-CH=CH_2 \xrightarrow{(i) B_2H_6, (ii) H_2O_2/OH^-} R-CH_2CH_2OH$  ( $B_2H_6$  为乙硼烷)

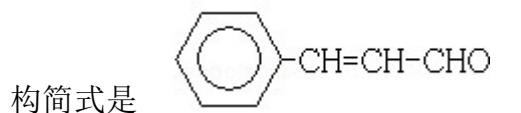
回答下列问题：

(1) 11.2L (标准状况) 的烃 A 在氧气中充分燃烧可以产生 88g  $CO_2$  和 45g  $H_2O$

A 的分子式是  $C_4H_{10}$

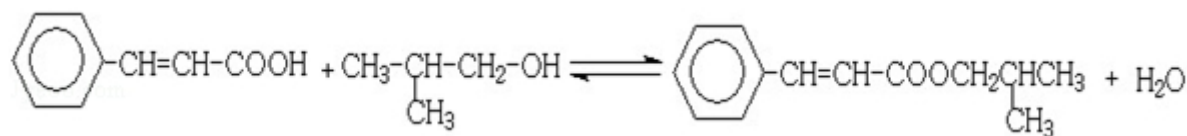
(2) B 和 C 均为一氯代烃，它们的名称 (系统命名) 分别为 2-甲基-1-氯丙烷、2-甲基-2-氯丙烷；

(3) 在催化剂存在下 1mol F 与 2mol  $H_2$  反应，生成 3-苯基-1-丙醇。F 的结

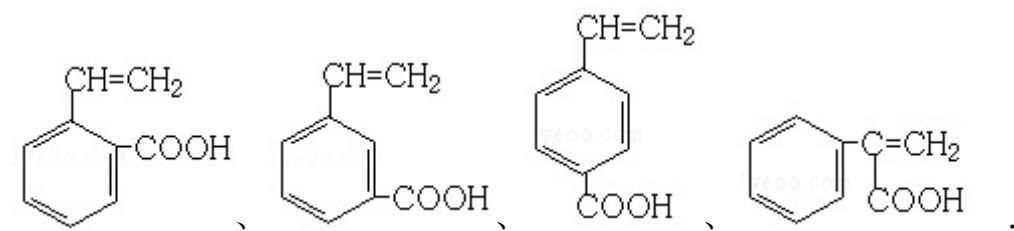


(4) 反应①的反应类型是 消去反应；

(5) 反应②的化学方程式为



(6) 写出所有与 G 具有相同官能团的 G 的芳香类同分异构体的结构简式：



【考点】HB：有机物的推断；HC：有机物的合成。

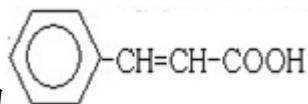
【专题】16：压轴题；534：有机物的化学性质及推断。

【分析】（1）分别计算 A、CO<sub>2</sub> 和 H<sub>2</sub>O 的物质的量，则可求得 C、H、O 的原子个数比，进而求得化学式；

（2）C<sub>4</sub>H<sub>10</sub> 存在正丁烷和异丁烷两种，A 与 Cl<sub>2</sub> 光照取代时有两种产物，且在 NaOH 醇溶液作用下的产物只有一种，则只能是异丁烷。取代后的产物为 2-甲基-1-氯丙烷和 2-甲基-2-氯丙烷；

（3）F 可以与 Cu(OH)<sub>2</sub> 反应，故应为醛基，与 H<sub>2</sub> 之间为 1：2 加成，则应含有碳碳双键。从生成的产物 3-苯基-1-丙醇分析；

（4）由反应条件判断应为消去反应；

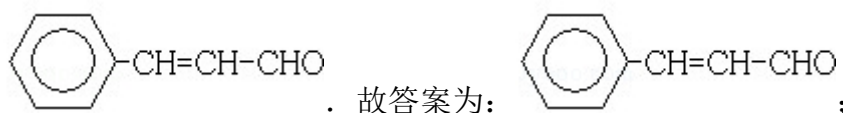


（5）根据推断 G 的结构为 ，可以将官能团作相应的位置变换而得出其芳香类的同分异构体。

【解答】解：（1）88gCO<sub>2</sub> 为 2mol，45gH<sub>2</sub>O 为 2.5mol，标准 11.2L，即为 0.5mol，所以烃 A 中含碳原子为 4，H 原子数为 10，则化学式为 C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>。故答案为：C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>；

（2）C<sub>4</sub>H<sub>10</sub> 存在正丁烷和异丁烷两种，但从框图上看，A 与 Cl<sub>2</sub> 光照取代时有两种产物，且在 NaOH 醇溶液作用下的产物只有一种，则只能是异丁烷。取代后的产物为 2-甲基-1-氯丙烷和 2-甲基-2-氯丙烷。故答案为：2-甲基-1-氯丙烷、2-甲基-2-氯丙烷；

（3）F 可以与 Cu(OH)<sub>2</sub> 反应，故应为醛基，与 H<sub>2</sub> 之间为 1：2 加成，则应含有碳碳双键。从生成的产物 3-苯基-1-丙醇分析，F 的结构简式为



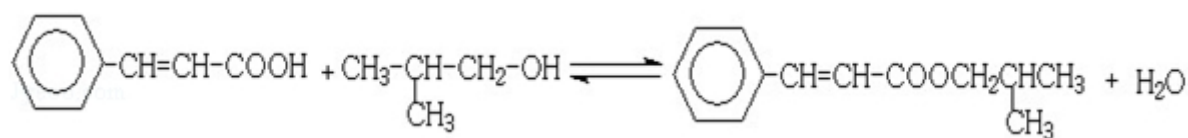
。故答案为：

（4）反应①为卤代烃在醇溶液中的消去反应。故答案为：消去反应；

（5）F 被新制的 Cu(OH)<sub>2</sub> 氧化成羧酸，D 至 E 为然后与信息相同的条件，则

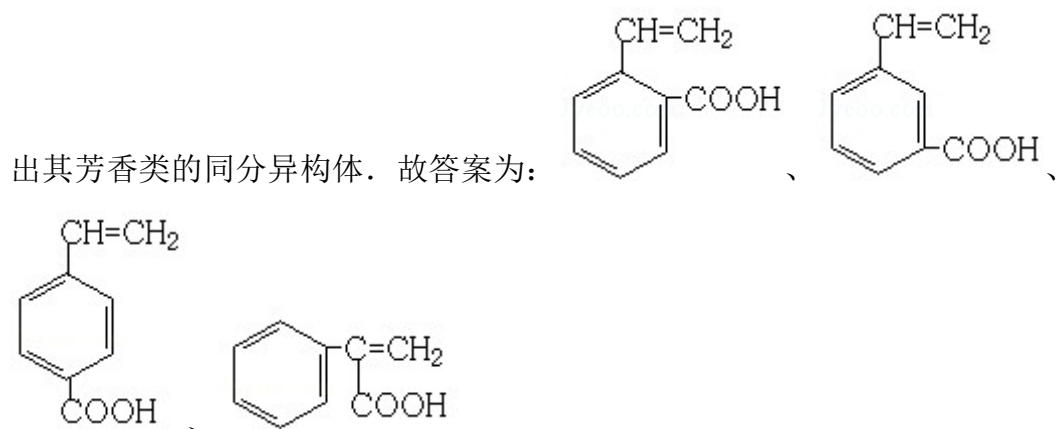
类比可不难得出 E 的结构为 。E 与 G 在浓硫酸作用下可以

发 生 酯 化 反 应 ， 故 答 案 为 ：



；

(5) G 中含有官能团有碳碳双键和羧基，可以将官能团作相应的位置变换而得



**【点评】** 本题考查有机物的合成及推断，涉及分子式的判断、反应类型、化学方程式的书写以及同分异构体的判断等，注意把握推断题的关键点和题中重要信息，积累基础知识，以及知识的综合利用。