

# 2017 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 13 个小题，每小题 6 分，共 78 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）下列说法错误的是（ ）

- A. 糖类化合物也可称为碳水化合物
- B. 维生素 D 可促进人体对钙的吸收
- C. 蛋白质是仅由碳、氢、氧元素组成的物质
- D. 硒是人体必需的微量元素，但不宜摄入过多

【考点】K6：氨基酸、蛋白质的结构和性质特点；K8：人体必需的维生素的主要来源及其摄入途径；KA：微量元素对人体健康的重要作用。

【专题】538：有机化合物的获得与应用。

【分析】A. 糖类化合物符合通式  $C_n(H_2O)_m$ ，故称为碳水化合物；

B. 维生素 D 的作用是促进钙，磷的吸收和骨骼的发育；

C. 蛋白质的基本组成元素是 C、H、O、N 四中元素，还有些蛋白质含 S、P 等元素；

D. 硒是人体必需的微量元素，但不宜摄入过多。

【解答】解：A. 糖类化合物符合通式  $C_n(H_2O)_m$ ，故称为碳水化合物，故 A 正确；

B. 维生素 D 可促进人体对钙的吸收，故 B 正确；

C. 蛋白质的基本组成元素是 C、H、O、N 四中元素，故仅由碳、氢、氧元素不正确，故 C 错误；

D. 硒是人体必需的微量元素，但不宜摄入过多，故 D 正确，

故选：C。

【点评】本题考查糖类，维生素 D，蛋白质，微量元素硒的相关性质及组成，本题难度中等。

2. (6分) 阿伏加德罗常数的值为  $N_A$ 。下列说法正确的是 ( )

- A. 1L  $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NH}_4\text{Cl}$  溶液中,  $\text{NH}_4^+$  的数量为  $0.1N_A$
- B. 2.4g Mg 与  $\text{H}_2\text{SO}_4$  完全反应, 转移的电子数为  $0.1N_A$
- C. 标准状况下, 2.24L  $\text{N}_2$  和  $\text{O}_2$  的混合气体中分子数为  $0.2N_A$
- D. 0.1mol  $\text{H}_2$  和 0.1mol  $\text{I}_2$  于密闭容器中充分反应后, 其分子总数为  $0.2N_A$

【考点】4F: 阿伏加德罗常数.

【专题】518: 阿伏加德罗常数和阿伏加德罗定律.

【分析】A. 铵根易水解;

B. Mg 与  $\text{H}_2\text{SO}_4$  反应生成  $\text{Mg}^{2+}$ , 故 1mol Mg 参与反应转移 2mol 电子;

C. 标准状况下, 22.4L 任何气体所含的分子数为 1mol;

D.  $\text{H}_2 + \text{I}_2 \rightleftharpoons 2\text{HI}$  是可逆反应, 不过是  $1+1=2$  的反应, 这是一个反应前后分子物质的量不变的反应, 故反应后分子总数仍为  $0.2N_A$

【解答】解: A. 铵根易水解, 所含  $\text{NH}_4^+$  数小于  $0.1N_A$ , 故 A 错误;

B.  $n(\text{Mg}) = \frac{2.4\text{g}}{24\text{g/mol}} = 0.1\text{mol}$ , Mg 与  $\text{H}_2\text{SO}_4$  反应生成  $\text{Mg}^{2+}$ , 则 1mol Mg 参与反应转移 2mol 电子, 故 0.1mol Mg 参与反应转移 0.2mol 电子, 即  $0.2N_A$ , 故 B 错误;

C. 标准状况下, 22.4L 任何气体所含的分子数为 1mol, 故 2.24L  $\text{N}_2$  和  $\text{O}_2$  的混合气体中分子数为 0.1mol, 即  $0.1N_A$ , 故 C 错误;

D.  $\text{H}_2 + \text{I}_2 \rightleftharpoons 2\text{HI}$  是可逆反应, 不过是  $1+1=2$  的反应, 即这是一个反应前后分子物质的量不变的反应, 故反应后分子总数仍为  $0.2N_A$ , 故选 D。

【点评】本题考查了阿伏伽德罗常数的应用, 题目难度不大, 注意气体摩尔体积指的是 1mol 任何气体的体积为 22.4L。

3. (6分) a、b、c、d 为原子序数依次增大的短周期主族元素, a 原子核外电子总数与 b 原子次外层的电子数相同; c 所在周期数与族数相同; d 与 a 同族, 下列叙述正确的是 ( )

- A. 原子半径:  $d > c > b > a$

- B. 4 种元素中 b 的金属性最强
- C. c 的氧化物的水化物是强碱
- D. d 单质的氧化性比 a 单质的氧化性强

【考点】8F：原子结构与元素周期律的关系。

【专题】51C：元素周期律与元素周期表专题。

【分析】a、b、c、d 为原子序数依次增大的短周期主族元素，a 原子核外电子总数与 b 原子次外层的电子数相同，则 a 的核外电子总数应为 8，为 O 元素，则 b、c、d 为第三周期元素，c 所在周期数与族数相同，应为 Al 元素，d 与 a 同族，应为 S 元素，b 可能为 Na 或 Mg，结合对应单质、化合物的性质以及元素周期律解答该题。

【解答】解：由以上分析可知 a 为 O 元素、b 可能为 Na 或 Mg、c 为 Al、d 为 S 元素。

- A. 同周期元素从左到右原子半径逐渐减小，应为  $b > c > d$ ，a 为 O，原子半径最小，故 A 错误；
- B. 同周期元素从左到右元素的金属性逐渐降低，则金属性  $b > c$ ，a、d 为非金属，金属性较弱，则 4 种元素中 b 的金属性最强，故 B 正确；
- C. c 为 Al，对应的氧化物的水化物为氢氧化铝，为弱碱，故 C 错误；
- D. 一般来说，元素的非金属性越强，对应的单质的氧化性越强，应为 a 的单质的氧化性强，故 D 错误。

故选：B。

【点评】本题考查原子结构与元素周期律，为高频考点，侧重考查学生的分析能力，本题注意把握原子核外电子排布的特点，把握性质的比较角度，难度不大。

4. （6 分）下列由实验得出的结论正确的是（ ）

|    | 实验                       | 结论                        |
|----|--------------------------|---------------------------|
| A. | 将乙烯通入溴的四氯化碳溶液，溶液最终变为无色透明 | 生成的 1, 2 - 二溴乙烷无色、可溶于四氯化碳 |

|    |                              |                       |
|----|------------------------------|-----------------------|
| B. | 乙醇和水都可与金属钠反应产生可燃性气体          | 乙醇分子中的氢与水分子中的氢具有相同的活性 |
| C. | 用乙酸浸泡水壶中的水垢，可将其清除            | 乙酸的酸性小于碳酸的酸性          |
| D. | 甲烷与氯气在光照下反应后的混合气体能使湿润的石蕊试纸变红 | 生成的氯甲烷具有酸性            |

A. A

B. B

C. C

D. D

【考点】U5：化学实验方案的评价。

【专题】534：有机物的化学性质及推断；542：化学实验基本操作。

【分析】A. 将乙烯通入溴的四氯化碳溶液，发生加成反应生成 1, 2 - 二溴乙烷

B. 乙醇的结构简式为  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ，只有羟基可与钠反应；

C. 用乙酸浸泡水壶中的水垢，可将其清除，说明醋酸可与碳酸钙等反应；

D. 使湿润的石蕊试纸变红的气体为  $\text{HCl}$ 。

【解答】解：A. 乙烯含有碳碳双键，可与溴的四氯化碳溶液发生加成反应，生成 1, 2 - 二溴乙烷，溶液最终变为无色透明，故 A 正确；

B. 乙醇的结构简式为  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ，只有羟基可与钠反应，且 - OH 中 H 的活性比水弱，故 B 错误；

C. 用乙酸浸泡水壶中的水垢，可将其清除，说明醋酸可与碳酸钙等反应，从强酸制备弱酸的角度判断，乙酸的酸性大于碳酸，故 C 错误；

D. 甲烷与氯气在光照条件下反应生成的气体有一氯甲烷和氯化氢，使湿润的石蕊试纸变红的气体为氯化氢，一氯甲烷为非电解质，不能电离，故 D 错误。

故选：A。

【点评】本题综合考查化学实验方案的评价，侧重考查有机物的性质，有利于培养学生的分析能力和实验能力，注意把握有机物的官能团的性质以及反应的现象的判断，难度不大。

5. （6 分）用电解氧化法可以在铝制品表面形成致密、耐腐蚀的氧化膜，电解质溶液一般为  $\text{H}_2\text{SO}_4 - \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  混合溶液。下列叙述错误的是（ ）

A. 待加工铝质工件为阳极

- B. 可选用不锈钢网作为阴极
- C. 阴极的电极反应式为： $\text{Al}^{3+}+3\text{e}^{-}=\text{Al}$
- D. 硫酸根离子在电解过程中向阳极移动

【考点】DI：电解原理。

【专题】51I：电化学专题。

- 【分析】A、铝的阳极氧化法表面处理技术中，金属铝是阳极材料，对应的电极反应为  $2\text{Al}-6\text{e}^{-}+3\text{H}_2\text{O}=\text{Al}_2\text{O}_3+6\text{H}^{+}$ ；
- B、阴极材料选择没有特定的要求；
- C、阴极上是电解质中的阳离子发生得电子的还原反应；
- D、在电解池中，阴离子移向阳极，阳离子移向阴极。

【解答】解：A、铝的阳极氧化法表面处理技术中，金属铝是阳极材料，故 A 正确；

B、阴极不论用什么材料离子都会在此得电子，故可选用不锈钢网作为阴极，故 B 正确；

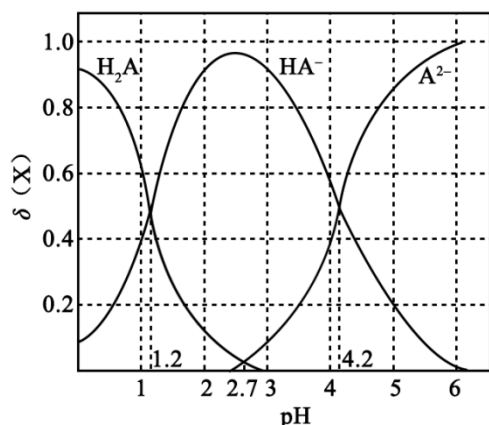
C、阴极是阳离子氢离子发生得电子的还原反应，故电极反应方程式为  $2\text{H}^{+}+2\text{e}^{-}=\text{H}_2\uparrow$ ，故 C 错误；

D、在电解池中，阳离子移向阴极，阴离子移向阳极，故硫酸根离子在电解过程中向阳极移动，故 D 正确，

故选：C。

【点评】本题主要考查电解原理及其应用。电化学原理是高中化学的核心考点，学生要知道阳极与电池的正极相连发生氧化反应，阴极与电池的负极相连发生还原反应。

6. （6 分）改变  $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  二元弱酸  $\text{H}_2\text{A}$  溶液的 pH，溶液中的  $\text{H}_2\text{A}$ 、 $\text{HA}^{-}$ 、 $\text{A}^{2-}$  的物质的量分数  $\delta(\text{x})$  随 pH 的变化如图所示 [已知  $\delta(\text{x}) = \frac{c(\text{x})}{c(\text{H}_2\text{A})+c(\text{HA}^{-})+c(\text{A}^{2-})}$ ]。下列叙述错误的是（ ）



- A. pH=1.2 时,  $c(\text{H}_2\text{A}) = c(\text{HA}^-)$
- B.  $\lg[\text{K}_2(\text{H}_2\text{A})] = -4.2$
- C. PH=2.7 时,  $c(\text{HA}^-) > c(\text{H}_2\text{A}) = c(\text{A}^{2-})$
- D. pH=4.2 时,  $c(\text{HA}^-) = c(\text{A}^{2-}) = c(\text{H}^+)$

【考点】D5: 弱电解质在水溶液中的电离平衡.

【专题】51G: 电离平衡与溶液的 pH 专题.

【分析】由图象可知, pH=1.2 时,  $c(\text{H}_2\text{A}) = c(\text{HA}^-)$ , PH=2.7 时,  $c(\text{H}_2\text{A}) = c(\text{A}^{2-})$ , pH=4.2 时,  $c(\text{HA}^-) = c(\text{A}^{2-})$ , 随着 pH 的增大,  $c(\text{H}_2\text{A})$  逐渐减小,  $c(\text{HA}^-)$  先增大后减小,  $c(\text{A}^{2-})$  逐渐增大, 结合电离平衡常数以及题给数据计算, 可根据纵坐标比较浓度大小, 以此解答该题.

【解答】解: A. 由图象可知 pH=1.2 时,  $\text{H}_2\text{A}$  与  $\text{HA}^-$  的曲线相交, 则  $c(\text{H}_2\text{A}) = c(\text{HA}^-)$ , 故 A 正确;

B. pH=4.2 时,  $c(\text{H}^+) = 10^{-4.2} \text{mol/L}$ ,  $c(\text{HA}^-) = c(\text{A}^{2-})$ ,  $\text{K}_2(\text{H}_2\text{A}) = \frac{c(\text{A}^{2-})c(\text{H}^+)}{c(\text{HA}^-)} = 10^{-4.2}$ , 则  $\lg[\text{K}_2(\text{H}_2\text{A})] = -4.2$ , 故 B 正确;

C. 由图象可知, PH=2.7 时,  $c(\text{H}_2\text{A}) = c(\text{A}^{2-})$ , 由纵坐标数据可知  $c(\text{HA}^-) > c(\text{H}_2\text{A}) = c(\text{A}^{2-})$ , 故 C 正确;

D. pH=4.2 时,  $c(\text{HA}^-) = c(\text{A}^{2-})$ , 但此时  $c(\text{H}_2\text{A}) \approx 0$ , 如体积不变, 则  $c(\text{HA}^-) = c(\text{A}^{2-}) = 0.05 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,  $c(\text{H}^+) = 10^{-4.2} \text{mol/L}$ , 如体积变化, 则不能确定  $c(\text{HA}^-)$ 、 $c(\text{A}^{2-})$  与  $c(\text{H}^+)$  浓度大小关系, 故 D 错误.

故选: D.

【点评】本题考查弱电解质的电离，为高频考点，侧重考查学生的分析能力和计算能力，本题注意把握弱电解质的电离特点以及题给图象的曲线变化，难度中等。

7. (6分) 由下列实验及现象不能推出相应结论的是 ( )

|    | 实验                                                         | 现象                    | 结论                                         |
|----|------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------------------------|
| A. | 向 2mL 0.1mol/L $\text{FeCl}_3$ 的溶液中加入足量铁粉，振荡，加 1 滴 KSCN 溶液 | 黄色逐渐消失，加 KSCN 溶液颜色不变  | 还原性： $\text{Fe} > \text{Fe}^{2+}$          |
| B. | 将金属钠在燃烧匙中点燃，迅速伸入集满 $\text{CO}_2$ 的集气瓶                      | 集气瓶中产生大量白烟，瓶内有黑色颗粒产生  | $\text{CO}_2$ 具有氧化性                        |
| C. | 加热盛有少量 $\text{NH}_4\text{HCO}_3$ 固体的试管，并在试管口放置湿润的红色石蕊试纸    | 石蕊试纸变蓝                | $\text{NH}_4\text{HCO}_3$ 显碱性              |
| D. | 向 2 支盛有 2 mL 相同浓度银氨溶液的试管中分别加入 2 滴相同浓度的 NaCl 和 NaI 溶液       | 一只试管中产生黄色沉淀，另一支中无明显现象 | $K_{sp}(\text{AgI}) < K_{sp}(\text{AgCl})$ |

A. A

B. B

C. C

D. D

【考点】U5：化学实验方案的评价。

【专题】542：化学实验基本操作。

【分析】A. 向 2mL 0.1mol/L  $\text{FeCl}_3$  的溶液中加入足量铁粉，发生  $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} = 3\text{Fe}^{2+}$ ；

B. 瓶内有黑色颗粒产生，说明二氧化碳被还原生成碳；

C. 加热碳酸氢铵，分解生成氨气，可使石蕊试纸变蓝色；

D. 如能生成沉淀，应满足  $Q_c > K_{sp}$ 。

【解答】解：A. 向 2mL 0.1mol/L  $\text{FeCl}_3$  的溶液中加入足量铁粉，发生  $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} = 3\text{Fe}^{2+}$ ，反应中 Fe 为还原剂， $\text{Fe}^{2+}$  为还原产物，还原性： $\text{Fe} > \text{Fe}^{2+}$ ，可观察到黄色逐渐消失，加 KSCN 溶液颜色不变，故 A 正确；

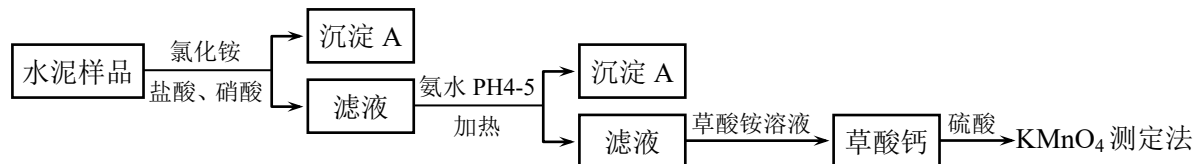
- B. 瓶内有黑色颗粒产生，说明二氧化碳被还原生成碳，反应中二氧化碳表现氧化性，故 B 正确；
- C. 加热碳酸氢铵，分解生成氨气，可使石蕊试纸变蓝色，且为固体的反应，与盐类的水解无关，故 C 错误；
- D. 一只试管中产生黄色沉淀，为  $\text{AgI}$ ，则  $Q_c > K_{sp}$ ，另一支中无明显现象，说明  $Q_c < K_{sp}$ ，可说明  $K_{sp}(\text{AgI}) < K_{sp}(\text{AgCl})$ ，故 D 正确。

故选：C。

【点评】本题考查较为综合，涉及氧化还原反应、钠的性质、物质的检验以及难溶电解质的溶解平衡，侧重考查学生的分析能力和实验能力，注意把握物质的性质，难度不大。

## 二、解答题（共 3 小题，满分 43 分）

8. （14 分）水泥是重要的建筑材料。水泥熟料的主要成分为  $\text{CaO}$ 、 $\text{SiO}_2$ ，并含有一定量的铁、铝和镁等金属的氧化物。实验室测定水泥样品中钙含量的过程如图所示：



回答下列问题：

- 在分解水泥样品过程中，以盐酸为溶剂，氯化铵为助溶剂，还需加入几滴硝酸。加入硝酸的目的是 将样品中可能存在的  $\text{Fe}^{2+}$  氧化为  $\text{Fe}^{3+}$ ，还可使用  $\text{H}_2\text{O}_2$  代替硝酸。
- 沉淀 A 的主要成分是  $\text{SiO}_2$  ( $\text{H}_2\text{SiO}_3$ )，其不溶于强酸但可与一种弱酸反应，该反应的化学方程式为  $\text{SiO}_2 + 4\text{HF} = \text{SiF}_4\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。
- 加氨水过程中加热的目的是 防止胶体生成，易沉淀分离。沉淀 B 的主要成分为  $\text{Al}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ （填化学式）。
- 草酸钙沉淀经稀  $\text{H}_2\text{SO}_4$  处理后，用  $\text{KMnO}_4$  标准溶液滴定，通过测定草酸的量可间接获知钙的含量，滴定反应为： $\text{MnO}_4^- + \text{H}^+ + \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \rightarrow \text{Mn}^{2+} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ 。实验中称取 0.400g 水泥样品，滴定时消耗了  $0.0500\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的  $\text{KMnO}_4$  溶液 36.00mL，则该水泥样品中钙的质量分数

为 45.0%。

【考点】RD：探究物质的组成或测量物质的含量。

【专题】544：定量测定与误差分析。

【分析】水泥熟料的主要成分为  $\text{CaO}$ 、 $\text{SiO}_2$ ，并含有一定量的铁、铝和镁等金属的氧化物，加入氯化铵、盐酸和硝酸，由于二氧化硅与酸不反应，则得到的沉淀 A 为  $\text{SiO}_2$ ，滤液中含有  $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$  等离子，加入氨水调节 pH4 - 5，可生成  $\text{Al}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$  沉淀，加热的目的是防止生成胶体而难以分离，滤液主要含有  $\text{Ca}^{2+}$ ，加入草酸铵可生成草酸钙沉淀，加入硫酸用高锰酸钾测定，发生  $5\text{Ca}^{2+} \sim 5\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \sim 2\text{KMnO}_4$ ，根据高锰酸钾的量可计算含量，以此解答该题。

【解答】解：（1）铁离子在 pH 较小时易生成沉淀，加入硝酸可氧化亚铁离子生成铁离子，比避免引入新杂质，还可用过氧化氢代替硝酸，

故答案为：将样品中可能存在的  $\text{Fe}^{2+}$  氧化为  $\text{Fe}^{3+}$ ； $\text{H}_2\text{O}_2$ ；

（2）由以上分析可知沉淀 A 为  $\text{SiO}_2$ ，不溶于强酸但可与一种弱酸反应，应为与 HF 的反应，方程式为  $\text{SiO}_2 + 4\text{HF} = \text{SiF}_4\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ，

故答案为： $\text{SiO}_2$ （ $\text{H}_2\text{SiO}_3$ ）； $\text{SiO}_2 + 4\text{HF} = \text{SiF}_4\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ；

（3）滴加氨水，溶液呈碱性，此时不用考虑盐类水解的问题，加热的目的是防止生成胶体而难以分离，生成的沉淀主要是  $\text{Al}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ，

故答案为：防止胶体生成，易沉淀分离； $\text{Al}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ；

（4）反应的关系式为  $5\text{Ca}^{2+} \sim 5\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \sim 2\text{KMnO}_4$ ，

$n(\text{KMnO}_4) = 0.0500\text{mol/L} \times 36.00\text{mL} = 1.80\text{mmol}$ ，

$n(\text{Ca}^{2+}) = 4.50\text{mmol}$ ，

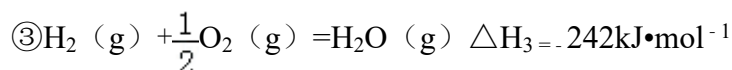
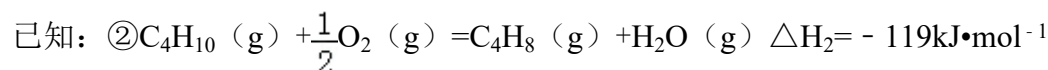
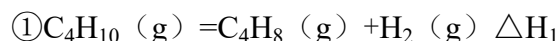
水泥中钙的质量分数为  $\frac{4.5 \times 10^{-3}\text{mol} \times 40.0\text{g/mol}}{0.400\text{g}} \times 100\% = 45.0\%$ ，

故答案为：45.0%。

【点评】本题为 2017 年辽宁考题，侧重考查物质的含量的测定，为高频考点，注意把握流程的分析，把握物质的性质，结合关系式法计算，题目有利于培养学生的分析能力、实验能力和计算能力，难度中等。

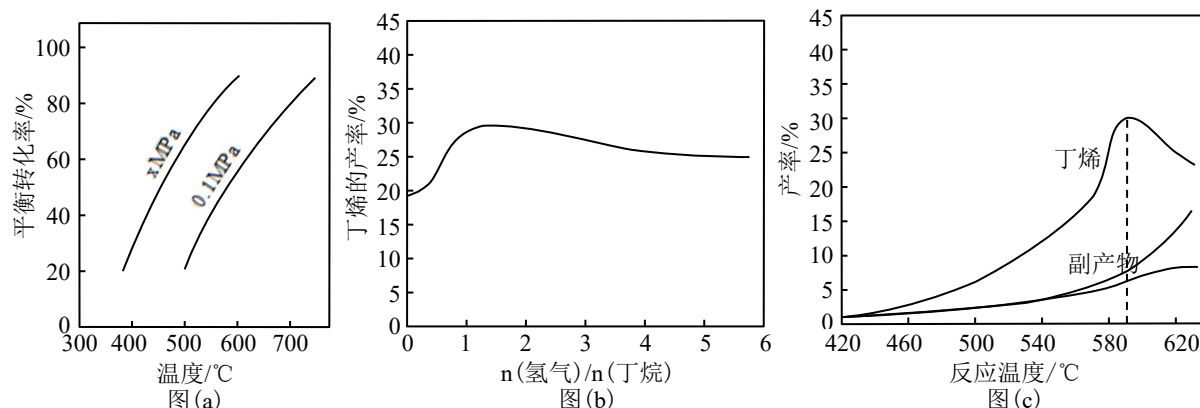
9. (14分) 丁烯是一种重要的化工原料, 可由丁烷催化脱氢制备。回答下列问题:

(1) 正丁烷 ( $\text{C}_4\text{H}_{10}$ ) 脱氢制 1-丁烯 ( $\text{C}_4\text{H}_8$ ) 的热化学方程式如下:



反应①的  $\Delta H_1$  为 +123  $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。图(a)是反应①平衡转化率与反应温度及压强的关系图, x 小于 0.1 (填“大于”或“小于”); 欲使丁烯的平衡产率提高, 应采取的措施是 AD (填标号)。

A. 升高温度 B. 降低温度 C. 增大压强 D. 降低压强



(2) 丁烷和氢气的混合气体以一定流速通过填充有催化剂的反应器 (氢气的作用是活化催化剂), 出口气中含有丁烯、丁烷、氢气等。图(b)为丁烯产率与进料气中  $n(\text{H}_2)/n(\text{C}_4\text{H}_{10})$  的关系。图中曲线呈现先升高后降低的变化趋势, 其降低的原因是 原料中过量  $\text{H}_2$  会使反应①平衡逆向移动, 所以丁烯产率下降。

(3) 图(c)为反应产率和反应温度的关系曲线, 副产物主要是高温裂解生成的短碳链烃类化合物。丁烯产率在  $590^\circ\text{C}$  之前随温度升高而增大的原因可能是 升高温度时, 反应速率加快, 单位时间内产生丁烯更多、 $590^\circ\text{C}$  前升高温度, 反应①平衡正向移动;  $590^\circ\text{C}$  之后, 丁烯产率快速降低的主要原因可能是 高温则有更多的丁烷裂解生成副产物导致产率降低。

**【考点】** BF: 用盖斯定律进行有关反应热的计算; CB: 化学平衡的影响因素。

【专题】517：化学反应中的能量变化；51E：化学平衡专题.

【分析】（1）根据盖斯定律，②式 - ③式可得①式的 $\Delta H_1$ ；

由 a 图定温度，压强由 0.1MPa 变化到 xMPa，丁烷的转化率增大，即平衡正向移动，结合反应前后气体体积的变化分析 x；

要使丁烯的平衡产率增大，需通过改变温度和压强使平衡正向移动；

（2）丁烷分解产生丁烯和氢气，增加氢气的量会促使平衡逆向移动，丁烯的产率下降；

（3）升温速率加快，单位时间内生成丁烯更多，升温反应①平衡正向移动，丁烯产率增加；

由题中信息可知丁烷高温会裂解生成短链烃类，所以当温度超过 590°C 时，部分丁烷裂解导致产率降低。

【解答】解 （1）② $C_4H_{10}(g) + \frac{1}{2}O_2(g) = C_4H_8(g) + H_2O(g) \Delta H_2 = -119 kJ \cdot mol^{-1}$

③ $H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) = H_2O(g) \Delta H_3 = -242 kJ \cdot mol^{-1}$

② - ③得  $C_4H_{10}(g) = C_4H_8(g) + H_2(g) \Delta H_1 = +123 kJ \cdot mol^{-1}$

由 a 图可知温度相同时，由 0.1MPa 变化到 xMPa，丁烷转化率增大，即平衡正向移动，该反应是气体体积增大的反应，所以 x 的压强更小， $x < 0.1$ ；

由于反应①为吸热反应，温度升高时，平衡正向移动，丁烯的平衡产率增大，反应①正向进行时体积增大，减压时平衡正向移动，丁烯的平衡产率增大，因此 AD 正确，

故答案为：+123；小于；AD；

（2）丁烷分解产生丁烯和氢气，一开始充入氢气是为活化催化剂，同时氢气作为反应①的产物，增大氢气的量会促使平衡逆向移动，从而减少平衡体系中的丁烯的含量，使丁烯的产率降低，

故答案为：原料中过量  $H_2$  会使反应①平衡逆向移动，所以丁烯产率下降；

（3）590°C 之前，温度升高时反应速率加快，单位时间内生成的丁烯会更多，同时由于反应①是吸热反应，升高温度平衡正向移动，平衡体系中会含有更多的丁烯；

而温度超过 590°C 时，由于丁烷高温会裂解生成短链烃类，所以参加反应①的丁

烷也就相应减少，产率下降，

故答案为：升高温度时，反应速率加快，单位时间产生丁烯更多；590℃前升高温度，反应①平衡正向移动；高温则有更多的丁烷裂解生成副产物导致产率降低。

【点评】本题考查盖斯定律以及化学平衡的影响因素，为高频考点，把握图象分析温度、压强对平衡移动的影响为解答的关键，侧重分析与应用能力的考查，注意化学平衡在实际生产中的应用，题目难度不大。

10. (15 分) 水中溶解氧是水生生物生存不可缺少的条件。某课外小组采用碘量法测定学校周边河水中的溶解氧。实验步骤及测定原理如下：

I. 取样、氧的固定

用溶解氧瓶采集水样。记录大气压及水体温度。将水样与  $\text{Mn}(\text{OH})_2$  碱性悬浊液（含有  $\text{KI}$ ）混合，反应生成  $\text{MnO}(\text{OH})_2$ ，实现氧的固定。

II. 酸化，滴定

将固氧后的水样酸化， $\text{MnO}(\text{OH})_2$  被  $\text{I}^-$  还原为  $\text{Mn}^{2+}$ ，在暗处静置 5min，然后用标准  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  溶液滴定生成的  $\text{I}_2$  ( $2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + \text{I}_2 = 2\text{I}^- + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$ )。

回答下列问题：

- (1) 取水样时应尽量避免扰动水体表面，这样操作的主要目的是使测定值与水体中的实际值保持一致，避免产生误差。
- (2) “氧的固定”中发生反应的化学方程式为 $2\text{Mn}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 = 2\text{MnO}(\text{OH})_2$ 。
- (3)  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  溶液不稳定，使用前需标定。配制该溶液时需要的玻璃仪器有烧杯、玻璃棒、试剂瓶和一定容积的容量瓶、胶头滴管、量筒；蒸馏水必须经过煮沸、冷却后才能使用，其目的是杀菌、除氧气及二氧化碳。
- (4) 取 100.00mL 水样经固氧、酸化后，用  $a \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  溶液滴定，以淀粉溶液作指示剂，终点现象为当滴入最后一滴时，溶液由蓝色变为无色，且半分钟内无变化；若消耗  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  溶液的体积为  $b \text{ mL}$ ，则水样中溶解氧的含量为 $80ab$   $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 。
- (5) 上述滴定完成时，若滴定管尖嘴处留有气泡会导致测量结果偏低。（填“高”或“低”）

【考点】RD：探究物质的组成或测量物质的含量。

【专题】542：化学实验基本操作；544：定量测定与误差分析。

【分析】（1）采集的水样中溶解的氧气因外界条件（特别是温度和压强）改变其溶解度发生改变；

（2）“氧的固定”的方法是：用  $\text{Mn}(\text{OH})_2$  碱性悬浊液（含有  $\text{KI}$ ）与水样混合，反应生成  $\text{MnO}(\text{OH})_2$ ，实现氧的固定；

（3）物质的量浓度的配制实验，使用的仪器有：烧杯、玻璃棒、一定容积的容量瓶、胶头滴管、量筒；测水样中的氧，故避免使用的蒸馏水溶解有氧；

（4）碘遇淀粉变蓝色，故选择淀粉作指示剂，当溶液由蓝色变为无色，且半分钟颜色不再变化说明滴定到达终点；根据方程式中  $\text{I}_2$ 、 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  之间的关系式计算；

（5）根据  $n(\text{O}_2) = \frac{b \times 10^{-3} \times a}{4} \text{mol}$  分析，不当操作对  $b$  的影响，以此判断测量结果的误差；

【解答】解：（1）取水样时扰动水体表面，这样操作会使氧气溶解度减小，为此，取水样时应尽量避免扰动水体表面，这样操作的主要目的是使测定值与水体中的实际值保持一致，避免产生误差，

故答案为：使测定值与水体中的实际值保持一致，避免产生误差；

（2）“氧的固定”中发生反应的化学方程式为： $2\text{Mn}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 = 2\text{MnO}(\text{OH})_2$ ，

故答案为： $2\text{Mn}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 = 2\text{MnO}(\text{OH})_2$ ；

（3）物质的量浓度的配制实验，使用的仪器有：烧杯、玻璃棒、一定容积的容量瓶、胶头滴管、量筒；蒸馏水必须经过煮沸、冷却后才能使用，其目的是杀菌、除氧气及二氧化碳，

故答案为：一定容积的容量瓶、胶头滴管、量筒；氧气；

（4）碘遇淀粉变蓝色，故选择淀粉作指示剂，当溶液由蓝色变为无色，且半分钟颜色不再变化说明滴定到达终点；根据方程式， $\text{O}_2 \sim 2\text{I}_2 \sim 4\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  得  $n(\text{O}_2) = \frac{b \times 10^{-3} \times a}{4} \text{mol}$ ， $m(\text{O}_2) = \frac{b \times 10^{-3} \times a}{4} \text{mol} \times 32 \text{g/mol} = 8ab \text{mg}$ ，则水样中溶解氧的含量为： $\frac{8ab \text{mg}}{0.1 \text{L}} = 80ab \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ，

故答案为：当滴入最后一滴时，溶液由蓝色变为无色，且半分钟内无变化；

80abmg。L<sup>-1</sup>;

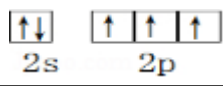
(5) 根据  $n(\text{O}_2) = \frac{b \times 10^{-3} \times a}{4} \text{mol}$  分析, 不当操作对 b 的影响, b 值减小, 则会导致测量结果偏低,

故答案为: 低。

**【点评】** 本题主要考查了杂质离子的检测实验设计及其滴定法测定含量的过程, 有关信息应用和化学方程式的计算, 实验步骤判断是解题关键, 题目难度中等。

### [化学--选修 3: 物质结构与性质]

11. (15 分) 我国科学家最近成功合成了世界上首个五氮阴离子盐  $(\text{N}_5)_6(\text{H}_3\text{O})_3(\text{NH}_4)_4\text{Cl}$  (用 R 代表)。回答下列问题:

- (1) 氮原子价层电子对的轨道表达式 (电子排布图) 为 .
- (2) 元素的基态气态原子得到一个电子形成气态负一价离子时所放出的能量称作第一电子亲和能 ( $E_1$ )。第二周期部分元素的  $E_1$  变化趋势如图 (a) 所示, 其中除氮元素外, 其他元素的  $E_1$  自左而右依次增大的原因是 同周期从左到右核电荷数依次增大, 半径逐渐减小, 故结合一个电子释放出的能量依次增大; 氮元素的  $E_1$  呈现异常的原因是 N 的 2p 能级处于半充满状态, 相对稳定, 不易结合电子。

(3) 经 X 射线衍射测得化合物 R 的晶体结构, 其局部结构如图 (b) 所示。

① 从结构角度分析, R 中两种阳离子的相同之处为 ABD, 不同之处为 C。(填标号)

- A. 中心原子的杂化轨道类型
- B. 中心原子的价层电子对数
- C. 立体结构
- D. 共价键类型

② R 中阴离子  $\text{N}_5^-$  中的  $\sigma$  键总数为 5 个。分子中的大  $\pi$  键可用符号  $\Pi_m^n$  表示, 其中 m 代表参与形成的大  $\pi$  键原子数, n 代表参与形成的大  $\pi$  键电子数 (如苯分子中的大  $\pi$  键可表示为  $\Pi_6^6$ ), 则  $\text{N}_5^-$  中的大  $\pi$  键应表示为  $\Pi_5^6$ 。

③ 图 (b) 中虚线代表氢键, 其表示式为  $(\text{NH}_4^+) \text{N} - \text{H} \cdots \text{Cl}$ 、 $(\text{H}_3\text{O}^+)$

O - H...N、 $(\text{NH}_4^+) \text{N} - \text{H} \cdots \text{N}$ 。

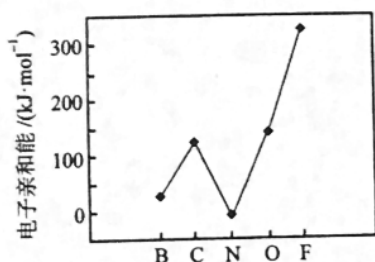


图 (a)

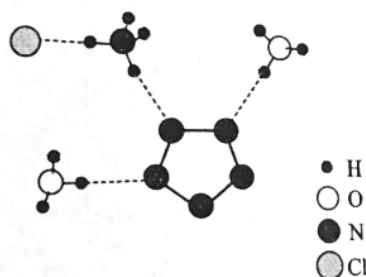


图 (b)

(4) R 的晶体密度为  $\text{dg} \cdot \text{cm}^{-3}$ ，其立方晶胞参数为  $a \text{ nm}$ ，晶胞中含有  $y$  个  $[(\text{N}_5)_6 (\text{H}_3\text{O})_3 (\text{NH}_4)_4 \text{Cl}]$  单元，该单元的相对质量为  $M$ ，则  $y$  的计算表达式为

$$\frac{d \times (a \times 10^{-7})^3 \times N_A}{M}$$

【考点】9I：晶胞的计算。

【专题】51C：元素周期律与元素周期表专题；51D：化学键与晶体结构。

【分析】(1) 氮原子价层电子为最外层电子，即  $2s^2 2p^3$ ，书写电子排布图；

(2) 同周期从左到右核电荷数依次增大，半径逐渐减小，从左到右易结合电子，放出的能量增大，N 的最外层为半充满结构，较为稳定；

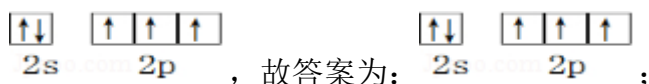
(3) ①根据图 (b)，阳离子为  $\text{H}_3\text{O}^+$  和  $\text{NH}_4^+$ ， $\text{NH}_4^+$  中心原子 N 含有 4 个  $\sigma$  键，孤电子对数为  $\frac{5-4 \times 1}{2} = 0$ ，价层电子对数为 2，杂化类型为  $\text{sp}^3$ ， $\text{H}_3\text{O}^+$  中心原子是 O，含有 3  $\sigma$  键，孤电子对数为  $\frac{6-3 \times 1}{2} = 1$ ，空间构型为正四面体，价层电子对数为 4，为  $\text{sp}^3$  杂化，空间构型为三角锥形；

②根据图 (b)  $\text{N}_5^-$  中键总数为 5 个，根据信息， $\text{N}_5^-$  的大  $\pi$  键可用符号  $\Pi_5^6$ ；

③O、N 的非金属性较强，对应的 O - H、N - H 都可与 H 形成氢键；

(4) 根据  $d = \frac{m}{V} = \frac{\frac{y}{N_A} \times M}{(a \times 10^{-7})^3}$  计算。

【解答】解：(1) 氮原子价层电子为最外层电子，即  $2s^2 2p^3$ ，则电子排布图为



(2) 元素的非金属性越强，越易得到电子，则第一电子亲和能越大，同周期从

左到右核电荷数依次增大，半径逐渐减小，从左到右易结合电子，放出的能量增大，N的最外层为半充满结构，较为稳定，不易结合一个电子，故答案为：同周期从左到右核电荷数依次增大，半径逐渐减小，故结合一个电子释放出的能量依次增大；N的2p能级处于半充满状态，相对稳定，不易结合电子；

(3) ①A. 阳离子为  $\text{H}_3\text{O}^+$  和  $\text{NH}_4^+$ ， $\text{NH}_4^+$  中心原子 N 含有 4 个  $\sigma$  键，孤电子对数为  $\frac{5-1-4 \times 1}{2}=0$ ，价层电子对数为 4，杂化类型为  $\text{sp}^3$ ， $\text{H}_3\text{O}^+$  中心原子是 O，含有 3  $\sigma$  键，孤电子对数为  $\frac{6-1-3}{2}=1$ ，价层电子对数为 4，为  $\text{sp}^3$  杂化；

B. 由以上分析可知  $\text{H}_3\text{O}^+$  和  $\text{NH}_4^+$  中心原子的价层电子对数都为 4；

C.  $\text{NH}_4^+$  为空间构型为正四面体， $\text{H}_3\text{O}^+$  为空间构型为三角锥形；

D. 含有的共价键类型都为  $\sigma$  键。

两种阳离子的相同之处为 ABD，不同之处为 C；

故答案为：ABD；C；

②根据图 (b)  $\text{N}_5^-$  中键总数为 5 个，根据信息， $\text{N}_5^-$  有 6 个电子可形成大  $\pi$  键，可用符号  $\Pi_5^6$  表示，

故答案为：5； $\Pi_5^6$ ；

③O、N 的非金属性较强，对应的 O - H、N - H 都可与 H 形成氢键，还可表示为  $(\text{H}_3\text{O}^+) \text{O} - \text{H} \cdots \text{N}$ 、 $(\text{NH}_4^+) \text{N} - \text{H} \cdots \text{N}$ ，

故答案为： $(\text{H}_3\text{O}^+) \text{O} - \text{H} \cdots \text{N}$ 、 $(\text{NH}_4^+) \text{N} - \text{H} \cdots \text{N}$ ；

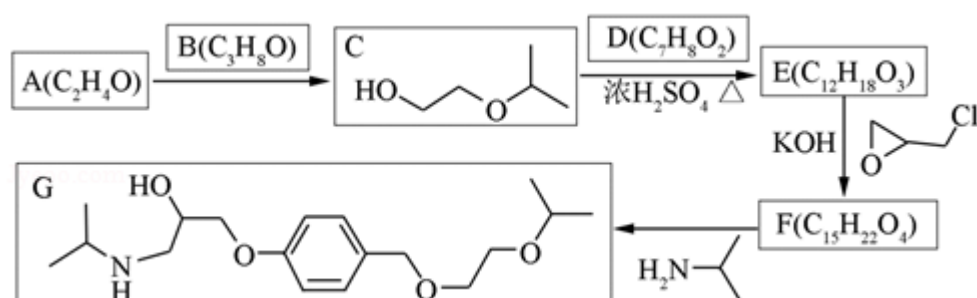
$$(4) \text{ 由 } d = \frac{m}{V} = \frac{\frac{y}{N_A} \times M}{(a \times 10^{-7})^3} \text{ 可知， } y = \frac{d \times (a \times 10^{-7})^3 \times N_A}{M}, \text{ 故答案为：}$$

$$\frac{d \times (a \times 10^{-7})^3 \times N_A}{M}.$$

**【点评】** 本题为 2017 年考题，题目综合考查核外电子排布、元素周期律、轨道的杂化以及晶胞的计算、氢键等问题，侧重考查学生的分析能力和计算能力，题目难度中等，易错点为 (3)，注意把握氢键的形成。

[化学--选修 5：有机化学基础]

12. 化合物 G 是治疗高血压的药物“比索洛尔”的中间体，一种合成 G 的路线如下：



已知以下信息：

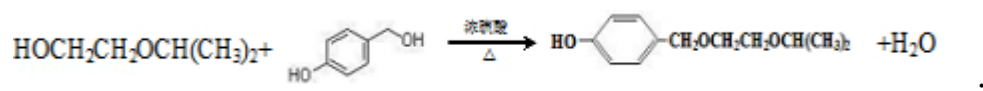
- ①A 的核磁共振氢谱为单峰；B 的核磁共振氢谱为三组峰，峰面积比为 6：1：1。
- ②D 的苯环上仅有两种不同化学环境的氢；1molD 可与 1mol NaOH 或 2mol Na 反应。

回答下列问题：

(1) A 的结构简式为

(2) B 的化学名称为 2-丙醇。

(3) C 与 D 反应生成 E 的化学方程式为\_\_



(4) 由 E 生成 F 的反应类型为 取代反应。

(5) G 是分子式为 C<sub>18</sub>H<sub>31</sub>NO<sub>4</sub>。

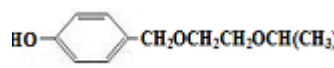
(6) L 是 D 的同分异构体，可与 FeCl<sub>3</sub> 溶液发生显色反应，1mol 的 L 可与 2mol 的 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 反应，L 共有 6 种；其中核磁共振氢谱为四组峰，峰面积比为

3：2：2：1 的结构简式为 、

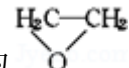
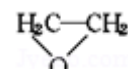
【考点】HC：有机物的合成。

【专题】534：有机物的化学性质及推断。

【分析】A 的化学式为 C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O，其核磁共振氢谱为单峰，则 A 为 ；B 的

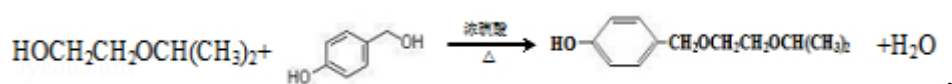
化学  $C_3H_8O$ ，核磁共振氢谱为三组峰，峰面积比为 6: 1: 1，则 B 的结构简式为  $CH_3CH(OH)CH_3$ ；D 的化学式为  $C_7H_8O_2$ ，其苯环上仅有两种不同化学环境的氢，1 mol D 可与 1 mol NaOH 或 2 mol Na 反应，则苯环上有酚羟基和  $-CH_2OH$ ，且为对位结构，则 D 的结构简式为 ，E 应为 ，结合对应有机物的结构和官能团的性质可解答 (1) ~ (5)；

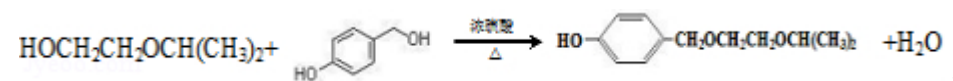
(6) L 是 D 的同分异构体，可与  $FeCl_3$  溶液发生显色反应，1 mol 的 L 可与 2 mol 的  $Na_2CO_3$  反应，说明 L 的分子结构中含有 2 个酚羟基和一个甲基，当二个酚羟基在邻位时，苯环上甲基的位置有 2 种，当二个酚羟基在间位时，苯环上甲基的位置有 3 种，当二个酚羟基在对位时，苯环上甲基的位置有 1 种，只满足条件的 L 共有 6 种，以此解答该题。

【解答】解：(1) 由以上分析可知 A 的结构简式为 ，故答案为：；

(2) B 的结构简式为  $CH_3CH(OH)CH_3$ ，其化学名称为 2 - 丙醇，故答案为：2 - 丙醇；

(3) D 为 ，对比 E 的分子式可知，C 和 D 发生取代反应生成 E，发生反应生成 E 的化学方程式为



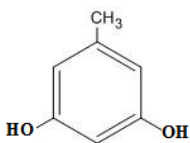
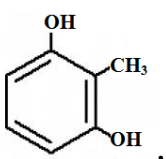
故答案为：；

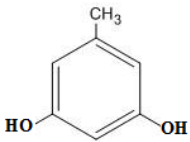
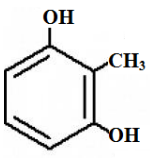
(4) 对比 E 和 F 的分子式可知由 E 生成 F 的反应类型为取代反应，生成 F 的同时生成 HCl，故答案为：取代反应；

(5) 由结构简式可知有机物 G 的分子式为  $C_{18}H_{31}NO_4$ ，故答案为： $C_{18}H_{31}NO_4$ ；

(6) L 是 D 的同分异构体，可与  $FeCl_3$  溶液发生显色反应，1 mol 的 L 可与 2 mol 的  $Na_2CO_3$  反应，说明 L 的分子结构中含有 2 个酚羟基和一个甲基，当二个酚羟基在邻位时，苯环上甲基的位置有 2 种，当二个酚羟基在间位时，苯环上甲基的位置有 3 种，当二个酚羟基在对位时，苯环上甲基的位置有 1 种，只

满足条件的 L 共有 6 种，其中核磁共振氢谱为四组峰，峰面积比为 3: 2: 2: 1

的结构简式为  、  ,

故答案为: 6;  ;  .

**【点评】** 本题考查有机物的合成与推断，为 2017 年考题，侧重考查学生的分析能力，注意把握有机物的结构、性质以及转化的特点，答题时注意分析题给信息，为解答该题的关键，难度中等.