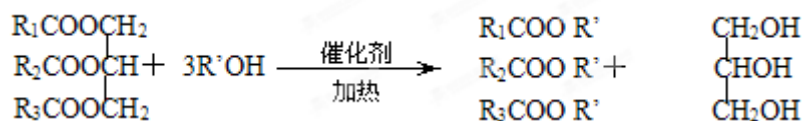


2013 年全国统一高考化学试卷（新课标II）

参考答案与试题解析

一、选择题：本题共 7 小题，每小题 6 分。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）在一定条件下，动植物油脂与醇反应可制备生物柴油，化学方程式



动植物油脂 短链醇

生物柴油

甘油

如图所示：

下列叙述错误的是（ ）

- A. 生物柴油由可再生资源制得
- B. 生物柴油是不同酯组成的混合物
- C. 动植物油脂是高分子化合物
- D. “地沟油”可用于制备生物柴油

【考点】 JH：油脂的性质、组成与结构； L1：有机高分子化合物的结构和性质。

【专题】 534：有机物的化学性质及推断。

【分析】 A. 生物柴油其原料取自可再生的动植物资源；

B. 生物柴油通常是指以动植物油脂为原料生产的、以脂肪酸甲酯为主要成份的液体燃料；

C. 相对分子质量在 10000 以上的有机化合物为高分子化合物；

D. “地沟油”中含有动植物油脂，动植物油脂与醇反应可制备生物柴油；

【解答】 解：A. 生物柴油由可再生资源制得，故 A 正确；

B. 生物柴油通常是指以动植物油脂为原料生产的、以不同脂肪酸甲酯组成的混合物，故 B 正确；

- C. 动植物油脂是高分子化合物相对分子质量小于 10000，不是高分子化合物，故 C 错误；
- D. “地沟油”中含有动植物油脂，动植物油脂与醇反应可制备生物柴油，故 D 正确；
- 故选：C。

【点评】 本题主要考查了油脂的性质与用途，难度不大，根据题目信息即可完成。

2. (6分) 下列叙述中，错误的是 ()
- A. 苯与浓硝酸、浓硫酸共热并保持 $55\sim 60^{\circ}\text{C}$ 反应生成硝基苯
- B. 苯乙烯在合适条件下催化加氢可生成乙基环己烷
- C. 乙烯和溴的四氯化碳溶液反应生成 1, 2 - 二溴乙烷
- D. 甲苯与氯气在光照下反应主要生成 2, 4 - 二氯甲苯

【考点】 HD: 有机物的结构和性质; IB: 乙烯的化学性质; IH: 苯的性质; II: 苯的同系物.

【专题】 534: 有机物的化学性质及推断.

【分析】 A. 根据苯的硝化反应;

- B. 根据碳碳双键能发生加成反应，苯环也可发生加成反应；
- C. 根据碳碳双键能发生加成反应；
- D. 根据甲苯与氯气在光照下反应主要发生的是侧链上的氢原子被取代；

【解答】 解：A. 苯的硝化反应：苯与浓硝酸、浓硫酸共热并保持 $55\sim 60^{\circ}\text{C}$ 反应生成硝基苯，故 A 正确；

- B. 碳碳双键能发生加成反应，苯环也可发生加成反应，所以苯乙烯在合适条件下催化加氢可生成乙基环己烷，故 B 正确；
- C. 碳碳双键能发生加成反应，所以乙烯和溴的四氯化碳溶液反应生成 1, 2 - 二溴乙烷，故 C 正确；
- D. 甲苯与氯气在光照下反应主要发生的是侧链上的氢原子被取代，不能得到苯环上氢原子被取代的产物 2, 4 - 二氯甲苯，故 D 错误；

故选：D。

【点评】 本题主要考查了物质的结构与性质，注意反应条件对产物结构的影响。

3. (6分) N_A 为阿伏加德罗常数的值。下列叙述正确的是 ()

- A. 1.0 L $1.0 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 NaAlO_2 水溶液中含有的氧原子数为 $2 N_A$ □
- B. 12g 石墨烯 (单层石墨) 中含有六元环的个数为 $0.5 N_A$ □
- C. 25°C 时 $\text{pH}=13$ 的 NaOH 溶液中含有 OH^- 的数目为 $0.1 N_A$ □
- D. 1 mol 的羟基与 1 mol 的氢氧根离子所含电子数均为 $9 N_A$ □

【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、溶液中存在水的电离平衡;

B、石墨烯中每一个六元环平均含有 2 个碳原子;

C、溶液体积不知不能计算微粒数;

D、羟基是取代基，氢氧根离子是阴离子。

【解答】 解：A、1.0 L $1.0 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 NaAlO_2 水溶液中，含有水，溶液中含有的氧原子数大于 $2 N_A$ □，故 A 错误;

B、石墨烯中每一个六元环平均含有 2 个碳原子，12g 石墨烯物质的量为 1mol，含六元环的个数为 $0.5 N_A$ □ 故 B 正确;

C、溶液体积不知不能计算微粒数;

D、1 mol 的羟基 - OH 含有电子数 $9 N_A$ □，1 mol 的氢氧根离子 OH^- 所含电子数均为 $10 N_A$ □，故 D 错误;

故选：B。

【点评】 本题考查了阿伏伽德罗常数的应用，主要考查溶液中微粒数判断，石墨结构分析计算，溶液 PH 计算，注意区别羟基和氢氧根离子的不同，题目难度中等。

4. (6分) 能正确表示下列反应的离子方程式是 ()

- A. 浓盐酸与铁屑反应： $2\text{Fe}+6\text{H}^+=2\text{Fe}^{3+}+3\text{H}_2\uparrow$
- B. 钠与 CuSO_4 溶液反应： $2\text{Na}+\text{Cu}^{2+}=\text{Cu}\downarrow+2\text{Na}^+$
- C. NaHCO_3 溶液与稀 H_2SO_4 反应： $\text{CO}_3^{2-}+2\text{H}^+=\text{H}_2\text{O}+\text{CO}_2\uparrow$
- D. 向 FeCl_3 溶液中加入 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ： $3\text{Mg}(\text{OH})_2+2\text{Fe}^{3+}=2\text{Fe}(\text{OH})_3+3\text{Mg}^{2+}$

【考点】49：离子方程式的书写.

【专题】516：离子反应专题.

【分析】A. 反应生成氯化亚铁和氢气；

B. 不能置换出 Cu ，反应生成氢氧化铜、硫酸钠、氢气；

C. HCO_3^- 不能拆分；

D. 发生沉淀的转化，生成氢氧化铁和氯化镁.

【解答】解：A. 浓盐酸与铁屑反应的离子反应为 $\text{Fe}+2\text{H}^+=\text{Fe}^{2+}+\text{H}_2\uparrow$ ，故 A 错误；

B. 钠与 CuSO_4 溶液反应的离子反应为 $2\text{Na}+2\text{H}_2\text{O}+\text{Cu}^{2+}=\text{Cu}(\text{OH})_2\downarrow+2\text{Na}^++\text{H}_2\uparrow$ ，故 B 错误；

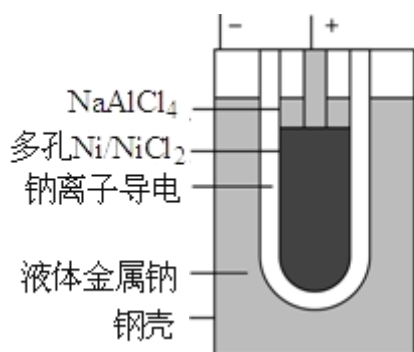
C. NaHCO_3 溶液与稀 H_2SO_4 反应的离子反应为 $\text{HCO}_3^-+\text{H}^+=\text{H}_2\text{O}+\text{CO}_2\uparrow$ ，故 C 错误；

D. 向 FeCl_3 溶液中加入 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 的离子反应为 $3\text{Mg}(\text{OH})_2+2\text{Fe}^{3+}=3\text{Mg}^{2+}+2\text{Fe}(\text{OH})_3$ ，故 D 正确；

故选：D。

【点评】本题考查离子反应书写的正误判断，明确发生的化学反应是解答本题的关键，注意物质的性质及离子反应的书写方法，题目难度不大.

5. (6分)“ZEBRA”蓄电池的结构如图所示，电极材料多孔 Ni/NiCl_2 和金属钠之间由钠离子导体制作的陶瓷管相隔。下列关于该电池的叙述错误的是 ()



- A. 电池反应中有 NaCl 生成
- B. 电池的总反应是金属钠还原三价铝离子
- C. 正极反应为： $\text{NiCl}_2 + 2\text{e}^- = \text{Ni} + 2\text{Cl}^-$
- D. 钠离子通过钠离子导体在两电极间移动

【考点】BL：化学电源新型电池。

【专题】51I：电化学专题。

【分析】该原电池中，钠作负极，负极上电极反应式为： $\text{Na} - \text{e}^- = \text{Na}^+$ ，Ni/NiCl₂ 作正极，正极上电极反应式为： $\text{NiCl}_2 + 2\text{e}^- = \text{Ni} + 2\text{Cl}^-$ ，钠离子向正极移动。

【解答】解：A. 负极上电极反应式为： $\text{Na} - \text{e}^- = \text{Na}^+$ ，正极上电极反应式为： $\text{NiCl}_2 + 2\text{e}^- = \text{Ni} + 2\text{Cl}^-$ ，所以该原电池中有氯化钠生成，故 A 正确；

B. 根据正负极电极反应式知，金属钠还原 NiCl₂，故 B 错误；

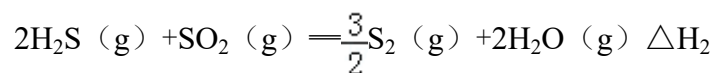
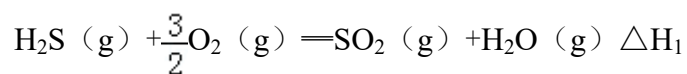
C. 正极上得电子发生还原反应，电极反应式为： $\text{NiCl}_2 + 2\text{e}^- = \text{Ni} + 2\text{Cl}^-$ ，故 C 正确；

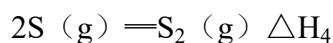
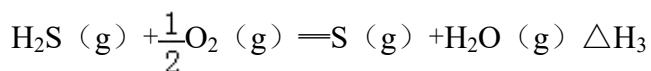
D. 原电池放电时，阳离子向正极移动，钠离子在负极产生，向正极移动，所以钠离子通过钠离子导体在两电极间移动，故 D 正确；

故选：B。

【点评】本题考查原电池原理，明确正负极上得失电子、离子的移动方向即可分析解答，难点是电极反应式的书写，难度中等。

6. (6分) 在 1200°C 时，天然气脱硫工艺中会发生下列反应：





则 ΔH_4 的正确表达式为 ()

A. $\Delta H_4 = \frac{2}{3}(\Delta H_1 + \Delta H_2 - 3\Delta H_3)$ B. $\Delta H_4 = \frac{2}{3}(3\Delta H_3 - \Delta H_1 - \Delta H_2)$

C. $\Delta H_4 = \frac{3}{2}(\Delta H_1 + \Delta H_2 - 3\Delta H_3)$ D. $\Delta H_4 = \frac{3}{2}(\Delta H_1 - \Delta H_2 - 3\Delta H_3)$

【考点】BF: 用盖斯定律进行有关反应热的计算.

【专题】517: 化学反应中的能量变化.

【分析】利用盖斯定律分析, 不管化学反应是一步或分几步完成, 其反应热是不变的; 根据目标方程改写分方程, 然后求出反应热.

【解答】解: 根据目标方程, 把方程 3 反写, 计量数乘以 2; 把方程 2 乘以 $\frac{2}{3}$;

把方程 1 乘以 $\frac{2}{3}$; 然后三者相加, 即 $-\Delta H_3 \times 2 + \Delta H_2 \times \frac{2}{3} + \Delta H_1 \times \frac{2}{3} - \frac{2}{3}(\Delta H_1 + \Delta H_2 - 3\Delta H_3)$,

故选: A.

【点评】本题考查了盖斯定律的应用, 要注意方程式计量数的变化, 及 ΔH 的符号的变化.

7. (6分) 室温时, $\text{M}(\text{OH})_2(\text{s}) \rightleftharpoons \text{M}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{OH}^-(\text{aq}) \quad K_{\text{sp}} = a$, $c(\text{M}^{2+}) = b \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时, 溶液的 pH 等于 ()

A. $\frac{1}{2}\lg\left(\frac{b}{a}\right)$ B. $\frac{1}{2}\lg\left(\frac{a}{b}\right)$ C. $14 + \frac{1}{2}\lg\left(\frac{a}{b}\right)$ D. $14 + \frac{1}{2}\lg\left(\frac{b}{a}\right)$

【考点】DA: pH 的简单计算; DH: 难溶电解质的溶解平衡及沉淀转化的本质.

【专题】51G: 电离平衡与溶液的 pH 专题.

【分析】 依据 $K_{sp}=c(M^{2+})c^2(OH^-)$ 表达式和题干 $K_{sp}=a$, $C(M^{2+})=b$ mol·L⁻¹, 计算溶液中氢氧根离子浓度, 结合溶液中离子积计算氢离子浓度和溶液 pH;

【解答】 解: 室温时, $M(OH)_2(s) \rightleftharpoons M^{2+}(aq) + 2OH^-(aq)$, 已知 $K_{sp}=a$,

$$c(M^{2+})=b \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}, \text{ 则 } c(OH^-) = \sqrt{\frac{K_{sp}}{c(M^{2+})}} = \sqrt{\frac{a}{b}} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1},$$

$$\text{所以 } c(H^+) = \frac{K_w}{c(OH^-)} = \frac{10^{-14}}{\sqrt{\frac{a}{b}}} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}, \text{ 则 } \text{pH} = -\lg c(H^+) = 14 + \frac{1}{2} \lg\left(\frac{a}{b}\right);$$

故选: C。

【点评】 本题考查了溶度积常数的有关计算和 PH 的计算, 题目难度不大, 注意对 K_{sp} 含义的理解。

二、解答题 (共 6 小题, 满分 58 分)

8. (15 分) 正丁醛是一种化工原料。某实验小组利用如图所示装置合成正丁醛。

发生的反应如下: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH} \xrightarrow[\text{H}_2\text{SO}_4]{\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7, \Delta} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CHO}$ 。

反应物和产物的相关数据列表如下:

	沸点/°C	密度/g·cm ⁻³	水中溶解性
正丁醇	117.2	0.8109	微溶
正丁醛	75.7	0.8017	微溶

实验步骤如下:

将 6.0g Na₂Cr₂O₇ 放入 100mL 烧杯中, 加 30mL 水溶解, 再缓慢加入 5mL 浓硫酸, 将所得溶液小心转移至 B 中。在 A 中加入 4.0g 正丁醇和几粒沸石, 加热。当有蒸汽出现时, 开始滴加 B 中溶液。滴加过程中保持反应温度为 90~95°C, 在 E 中收集 90°C 以上的馏分。

将馏出物倒入分液漏斗中, 分去水层, 有机层干燥后蒸馏, 收集 75~77°C 馏分, 产量 2.0g。

回答下列问题:

- (1) 实验中, 能否将 Na₂Cr₂O₇ 溶液加到浓硫酸中, 说明理由 容易发生迸溅。
- (2) 加入沸石的作用是 防止暴沸, 若加热后发现未加入沸石, 应采取的正

确方法是冷却后补加。

(3) 上述装置图中，B 仪器的名称是分液漏斗，D 仪器的名称是直形冷凝管。

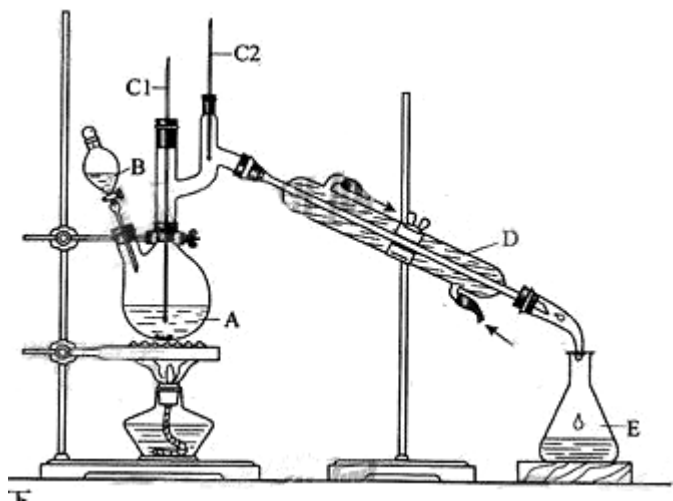
(4) 分液漏斗使用前必须进行的操作是c（填正确答案标号）。

a. 润湿 b. 干燥 c. 检漏 d. 标定

(5) 将正丁醛粗产品置于分液漏斗中分水时，水在下层（填“上”或“下”）。

(6) 反应温度应保持在 90~95°C，其原因是保证正丁醛及时蒸出，又可尽量避免其被进一步氧化。

(7) 本实验中，正丁醛的产率为51%。



【考点】 U3：制备实验方案的设计。

【专题】 17：综合实验题。

【分析】 (1) 不能将 $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 溶液加到浓硫酸中，因为浓硫酸的密度大，容易发生迸溅；

(2) 加入沸石的作用是防止暴沸，若加热后发现未加沸石，应该冷却后补加；

(3) B 仪器的名称是滴液漏斗，D 仪器的名称直形冷凝管；

(4) 分液漏斗使用前必须进行的第一项操作是检漏；

(5) 由表中数据可知，正丁醛密度小于水的密度，据此判断；

(6) 根据题目所给反应物和产物的沸点数据可知，反应温度保持在 90~95°C，既可保证正丁醛及时蒸出，又可尽量避免其被进一步氧化；

(7) 设正丁醛的产率为 x ，则正丁醇的利用率为 x ，根据关系式 $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O} \sim \text{C}_4\text{H}_8\text{O}$

列方程计算。

【解答】解：（1）因为浓硫酸的密度大，能将 $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 溶液加到浓硫酸中，容易发生迸溅，

故答案为：不能，容易发生迸溅；

（2）加入沸石的作用是防止暴沸，若加热后发现未加沸石，应该冷却后补加，故答案为：防止暴沸；冷却后补加；

（3）B 仪器的名称是分液漏斗，D 仪器的名称直形冷凝管，故答案为：分液漏斗；直形冷凝管；

（4）分液漏斗使用前必须进行的第一项操作是检漏，故答案为：c；

（5）正丁醛密度为 $0.8017 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ，小于水的密度，故分层水层在下方，故答案为：下；

（6）根据题目所给反应物和产物的沸点数据可知，反应温度保持在 $90\sim 95^\circ\text{C}$ ，既可保证正丁醛及时蒸出，又可尽量避免其被进一步氧化，故答案为：保证正丁醛及时蒸出，又可尽量避免其被进一步氧化；

（7）设正丁醛的产率为 x ，则正丁醇的利用率为 x ，根据关系式，
 $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}\sim\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$

74 72

4xg 2g

解得： $x = \frac{74 \times 2}{72 \times 4} = 51\%$ ，

故答案为：51。

【点评】本题考查有机化学实验、反应原理、基本操作、化学计算等，难度不大，注意计算中正丁醇的转化率等于正丁醛的产率，注意对基础知识的理解掌握。

9. （14 分）氧化锌为白色粉末，可用于湿疹、癣等皮肤病的治疗。纯化工业级氧化锌（含有 $\text{Fe}(\text{II})$ 、 $\text{Mn}(\text{II})$ 、 $\text{Ni}(\text{II})$ 等杂质）的流程如图所示：



提示：在本实验条件下， $\text{Ni}(\text{II})$ 不能被氧化；高锰酸钾的还原产物是 MnO_2 。

回答下列问题：

- (1) 反应②中除掉的杂质离子是 Fe^{2+} 和 Mn^{2+} ，发生反应的离子方程式为 $\text{MnO}_4^- + 3\text{Fe}^{2+} + 7\text{H}_2\text{O} = 3\text{Fe}(\text{OH})_3\downarrow + \text{MnO}_2\downarrow + 5\text{H}^+$ 、 $2\text{MnO}_4^- + 3\text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} = 5\text{MnO}_2\downarrow + 4\text{H}^+$ ；在加高锰酸钾溶液前，若 pH 较低，对除杂的影响是 铁离子和锰离子不能生成沉淀，从而无法除去铁和锰杂质。
- (2) 反应③的反应类型为 置换反应，过滤得到的滤渣中，除了过量的锌外还有 镍。
- (3) 反应④形成的沉淀要用水洗，检查沉淀是否洗涤干净的方法是 取最后一次少量水洗液于试管中，滴入 1~2 滴盐酸，再滴入氯化钡溶液，若无白色沉淀生成，则说明沉淀已经洗涤干净。
- (4) 反应④中产物的成分可能是 $\text{ZnCO}_3 \cdot x\text{Zn}(\text{OH})_2$ 。取干燥后的滤饼 11.2g，煅烧后可得到产品 8.1g，则 x 等于 1。

【考点】 GR：常见金属元素的单质及其化合物的综合应用；P8：物质分离和提纯的方法和基本操作综合应用。

【专题】 527：几种重要的金属及其化合物。

【分析】 (1) 根据题意，Ni(II) 不能被氧化，反应②中除掉的杂质离子是 Fe^{2+} 和 Mn^{2+} ，根据 MnO_4^- 具有氧化性，能将 Fe^{2+} 和 Mn^{2+} 氧化，根据电子得失进行配平；加高锰酸钾溶液前，若 pH 较低，铁离子和锰离子不能生成沉淀，从而无法除去铁和锰杂质。

(2) 反应③为锌与镍离子的发生反应得到锌离子和镍；得到的滤渣中，除了过量的锌外还有金属镍。

(3) 检验沉淀是否洗涤干净的方法是最后一次洗涤液，检验表面是否含有硫酸根离子；

(4) 根据关系式 $\text{ZnCO}_3 \cdot x\text{Zn}(\text{OH})_2 \sim (x+1)\text{ZnO}$ 来计算。

【解答】 解：(1) 根据题意，Ni(II) 不能被氧化，反应②中除掉的杂质离子是 Fe^{2+} 和 Mn^{2+} ，发生的离子方程式为 $\text{MnO}_4^- + 3\text{Fe}^{2+} + 7\text{H}_2\text{O} = 3\text{Fe}(\text{OH})_3\downarrow + \text{MnO}_2\downarrow + 5\text{H}^+$ 、 $2\text{MnO}_4^- + 3\text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} = 5\text{MnO}_2\downarrow + 4\text{H}^+$ ；加高锰酸钾溶液前，若 pH 较低，铁离子和锰离子不能生成沉淀，从而无法除去铁和锰杂质；

故答案为： Fe^{2+} 和 Mn^{2+} ； $\text{MnO}_4^- + 3\text{Fe}^{2+} + 7\text{H}_2\text{O} = 3\text{Fe}(\text{OH})_3\downarrow + \text{MnO}_2\downarrow + 5\text{H}^+$ 、
 $2\text{MnO}_4^- + 3\text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} = 5\text{MnO}_2\downarrow + 4\text{H}^+$ ；铁离子和锰离子不能生成沉淀，从而无法除去铁和锰杂质；

(2) 反应③为锌与镍离子的发生反应得到锌离子和镍，反应类型为置换反应；得到的滤渣中，除了过量的锌外还有金属镍，

故答案为：置换反应；镍；

(3) 由于溶液中硫酸根离子属于杂质离子，因此可以检验测定洗涤液中是否存在硫酸根离子，操作为：取最后一次少量水洗液于试管中，滴入 1~2 滴稀盐酸，再滴入氯化钡溶液，若无白色沉淀生成，则说明沉淀已经洗涤干净，故答案为：取最后一次少量水洗液于试管中，滴入 1~2 滴稀盐酸，再滴入氯化钡溶液，若无白色沉淀生成，则说明沉淀已经洗涤干净；

(4) 根据关系式 $\text{ZnCO}_3 \cdot x\text{Zn}(\text{OH})_2 \sim (x+1)\text{ZnO}$

$$\begin{array}{ccc} 125+99x & & 81(x+1) \\ 11.2\text{g} & & 8.1\text{g} \end{array}$$

解得： $x=1$

故答案为：1。

【点评】本题以工业流程为背景，考查了学生分析问题、解决问题，运用知识的能力，难度中等。

10. (14分) 在 1.0L 密闭容器中放入 0.10mol A (g)，在一定温度进行如下反应： $\text{A}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{B}(\text{g}) + \text{C}(\text{g}) \quad \Delta H = +85.1\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

反应时间 (t) 与容器内气体总压强 (p) 的数据见下表：

时间 t/h	0	1	2	4	8	16	20	25	30
总压强 p/100kPa	4.91	5.58	6.32	7.31	8.54	9.50	9.52	9.53	9.53

回答下列问题：

(1) 欲提高 A 的平衡转化率，应采取的措施为 升高温度、降低压强。

(2) 由总压强 p 和起始压强 p_0 计算反应物 A 的转化率 $\alpha(\text{A})$ 的表达式为

$$\frac{(\frac{p}{p_0}-1) \times 100\%}{}$$

平衡时 A 的转化率为 94.1%，列式并计算反应的平衡常数 K 1.5mol/L。

(3) ①由总压强 p 和起始压强 p₀ 表示反应体系的总物质的量 n_总 和反应后 A 的

$$\text{物质的量 } n(A), n_{\text{总}} = \frac{0.10 \times p}{p_0} \text{ mol}, n(A) = \frac{0.10 \times (2 - \frac{p}{p_0})}{}$$

mol。

②下表为反应物 A 浓度与反应时间的数据，计算：a= 0.051。

反应时间 t/h	0	4	8	16
c(A) / (mol·L ⁻¹)	0.10	a	0.026	0.0065

分析该反应中反应物的浓度 c(A) 变化与时间间隔 (Δt) 的规律，得出的结论是 达到平衡前每间隔 4h, c(A) 减少约一半，由此规律推出反应在 12h 时反应物的浓度 c(A) 为 0.013 mol·L⁻¹。

【考点】 CB: 化学平衡的影响因素; CP: 化学平衡的计算。

【专题】 51E: 化学平衡专题。

【分析】 (1) 反应是吸热反应，反应前后气体体积增大，结合平衡移动原理分析判断转化率；

(2) 相同条件下压强之比等于物质的量之比，反应前后物质的量的增大是反应的 A 的物质的量，结合转化率概念计算得到；依据化学平衡三段式列式计算平衡浓度达到平衡常数；

(3) ①依据相同条件下压强之比等于物质的量之比，结合平衡计算得到；

②依据平衡 A 的浓度计算，依据图表数据分析判断存在的规律；

【解答】 解：(1) 在一定温度进行如下反应： $A(g) \rightleftharpoons B(g) + C(g) \Delta H = +85.1 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

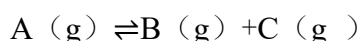
反应是吸热反应，反应前后气体体积增大，根据平衡移动原理分析可知，欲提高 A 的平衡转化率，平衡正向进行，可以升温或减压条件下使平衡正向进行；故答案：升高温度、降低压强；

(2) 反应前后气体物质的量增大等于反应的 A 的量，所以由总压强 p 和起始

压强 p_0 计算反应物 A 的转化率 $\alpha(A)$ 的表达式 $= \frac{P-P_0}{P_0} \times 100\% = \left(\frac{P}{P_0} - 1\right) \times 100\%$;

$$\text{平衡时 A 的转化率} = \frac{9.53-4.91}{4.91} \times 100\% = 94.1\%$$

依据化学平衡三段式 列式得到;



$$\text{起始量 (mol/L)} \quad 0.10 \quad 0 \quad 0$$

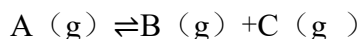
$$\text{变化量 (mol/L)} \quad 0.10 \times 94.1\% \quad 0.10 \times 94.1\% \quad 0.10 \times 94.1\%$$

$$\text{平衡量 (mol/L)} \quad 0.10(1-94.1\%) \quad 0.10 \times 94.1\% \quad 0.10 \times 94.1\%$$

$$K = \frac{c(B)c(C)}{c(A)} = \frac{(0.0941 \text{ mol/L})^2}{0.10 \times (1-94.1\%)} = 1.5 \text{ mol/L}$$

$$\text{故答案为: } \left(\frac{P}{P_0} - 1\right) \times 100\%; \quad 94.1\%; \quad 1.5 \text{ mol/L}$$

(3) ①由总压强 p 和起始压强 p_0 表示反应体系的总物质的量 $n_{\text{总}}$ 和反应物 A 的物质的量 $n(A)$, 依据压强之比等于物质的量之比, $n_{\text{总}}: n_{\text{起始}} = P: P_0$, $n_{\text{总}} = \frac{0.10P}{P_0}$;



$$\text{起始量 (mol)} \quad 0.10 \quad 0 \quad 0$$

$$\text{变化量 (mol)} \quad x \quad x \quad x$$

$$\text{某时刻量 (mol)} \quad 0.10 - x \quad x \quad x$$

$$(0.10+x): 0.10 = P: P_0$$

$$x = \frac{0.10(P-P_0)}{P_0}$$

$$n(A) = 0.10 - \frac{0.10(P-P_0)}{P_0} = 0.10 \times \left(2 - \frac{P}{P_0}\right) \text{ mol};$$

$$\text{故答案为: } \frac{0.10P}{P_0}; \quad 0.10 \times \left(2 - \frac{P}{P_0}\right);$$

$$\text{② } n(A) = 0.10 \times \left(2 - \frac{P}{P_0}\right) = 0.10 \times \left(2 - \frac{7.31}{4.91}\right) = 0.051 \text{ mol 所以浓度}$$

$a = 0.051 \text{ mol/L}$; 分析数据特征可知, 每隔 4h, A 的浓度减小一半, 故答案为: 0.051; 达到平衡前每间隔 4h, $c(A)$ 减少约一半; 由此规律推出反应在 12h

时反应物的浓度 $c(A) = \frac{0.026 \text{ mol/L}}{2} = 0.013 \text{ mol/L}$;

故答案为：0.051，每隔 4h，A 的浓度减小一半；0.013；

【点评】本题考查压强关系和物质的量的计算应用，化学平衡计算方法，图表数据处理方法的分析判断，题目难度中等。

11. (15 分) (化学 - - 选修 2: 化学与技术)

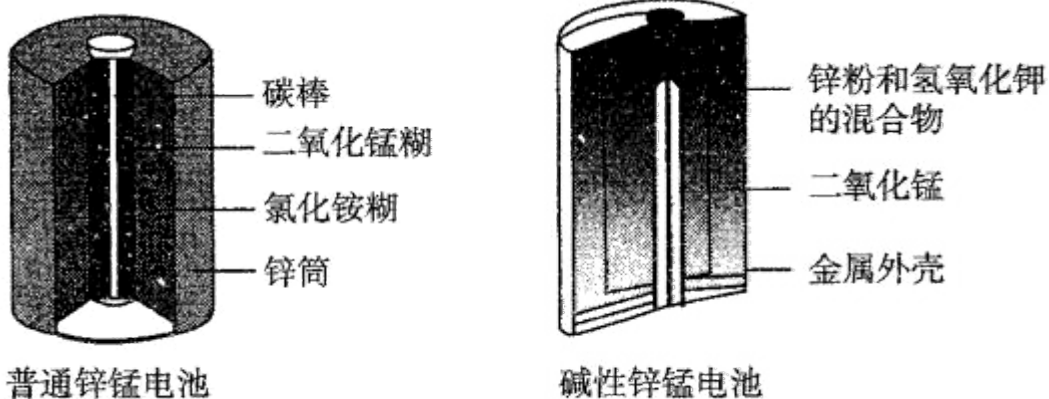
锌锰电池 (俗称干电池) 在生活中的用量很大. 两种锌锰电池的构造如图 (甲) 所示. 回答下列问题:

(1) 普通锌锰电池放电时发生的主要反应为: $\text{Zn} + 2\text{NH}_4\text{Cl} + 2\text{MnO}_2 = \text{Zn}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2 + 2\text{MnOOH}$

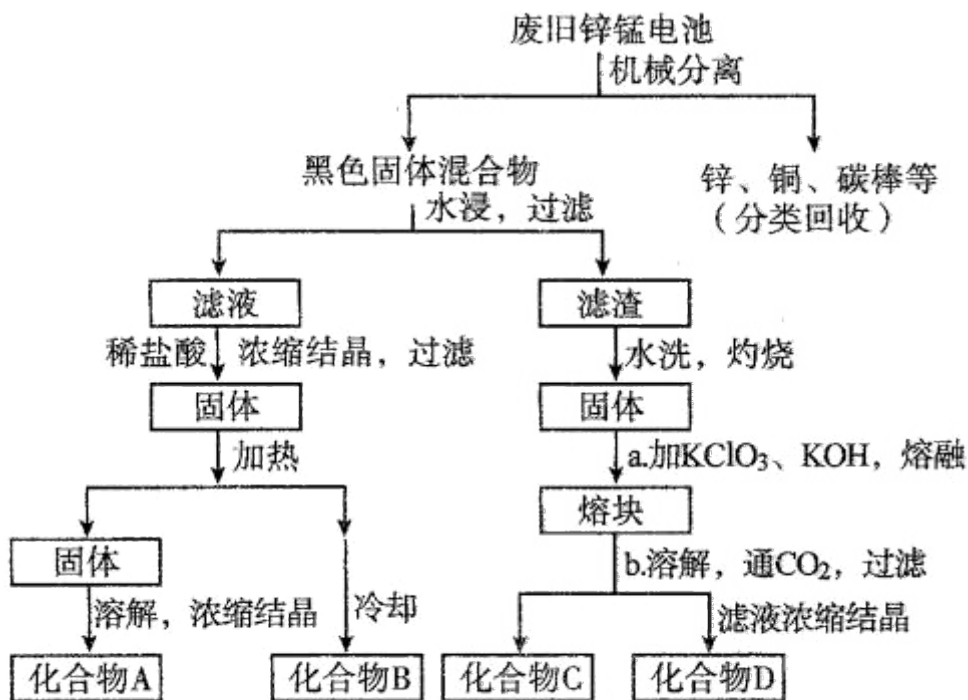
① 该电池中, 负极材料主要是 锌, 电解质的主要成分是 NH_4Cl , 正极发生的主要反应是 $\text{MnO}_2 + \text{NH}_4^+ + \text{e}^- = \text{MnOOH} + \text{NH}_3$.

② 与普通锌锰电池相比, 碱性锌锰电池的优点及其理由是 碱性电池不易发生电解质的泄露, 因为消耗的负极改装在电池的内部, 碱性电池的使用寿命较长, 因为金属材料在碱性电解质中比在酸性电解质中的稳定性提高.

(2) 图 (乙) 表示回收利用废旧普通锌锰电池工艺 (不考虑废旧电池中实际存在的少量其他金属).



甲 两种干电池的构造示意图



乙 一种回收利用废旧普通锌锰电池的工艺

- ①图(乙)中产物的化学式分别为 A ZnCl_2 , B NH_4Cl .
- ②操作 a 中得到熔块的主要成分是 K_2MnO_4 . 操作 b 中, 绿色的 K_2MnO_4 溶液反应生成紫色溶液和一种黑褐色固体, 该反应的离子方程式为 $3\text{MnO}_4^{2-} + 2\text{CO}_2 = 2\text{MnO}_4^- + \text{MnO}_2\downarrow + 2\text{CO}_3^{2-}$.
- ③采用惰性电极电解 K_2MnO_4 溶液也能得到化合物 D, 则阴极处得到的主要物质是 H_2 (填化学式) .

【考点】BJ: 常见化学电源的种类及其工作原理.

【专题】51I: 电化学专题.

【分析】(1) ①根据电池反应判断正负极和电解质; 二氧化锰和铵根离子在正极发生反应;

②根据碱性锌锰电池的特点分析;

(2) ①根据电池的材料分析;

②根据已知反应物和产物, 再利用元素守恒

③ K_2MnO_4 溶液中阴极产物的判断, 根据溶液中阳离子得电子能力分析.

【解答】解: (1) 根据化学方程式 $\text{Zn} + 2\text{NH}_4\text{Cl} + 2\text{MnO}_2 = \text{Zn}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2 + 2\text{MnOOH}$, 反应中 Zn 被氧化, 为电池负极锌, 氯化铵是电解质的主要成

分，二氧化锰和铵根离子在正极发生反应， $\text{MnO}_2 + \text{NH}_4^+ + \text{e}^- = \text{MnOOH} + \text{NH}_3$ 。与普通锌锰电池相比，碱性锌锰电池的优点及其理由是碱性电池不易发生电解质的泄露，因为消耗的负极改装在电池的內部，碱性电池的使用寿命较长，因为金属材料在碱性电解质中比在酸性电解质中的稳定性提高；

故答案为：①锌； NH_4Cl ； $\text{MnO}_2 + \text{NH}_4^+ + \text{e}^- = \text{MnOOH} + \text{NH}_3$ ②碱性电池不易发生电解质的泄露，因为消耗的负极改装在电池的內部，碱性电池的使用寿命较长，因为金属材料在碱性电解质中比在酸性电解质中的稳定性提高。

(2) 废电池经机械分离后，加水溶解后溶液中的成分是氯化铵，再加稀盐酸 Zn 溶解生成氯化锌，因此浓缩结晶得到氯化铵和氯化锌。氯化铵不稳定，受热易分解，所以 B 为氯化铵，A 为氯化锌。绿色的高锰酸钾溶液发生反应后生成紫色的高锰酸钾溶液和黑褐色的二氧化锰，该反应的离子方程式为 $3\text{MnO}_4^{2-} + 2\text{CO}_2 = 2\text{MnO}_4^- + \text{MnO}_2\downarrow + 2\text{CO}_3^{2-}$ 。采用惰性电极电解 K_2MnO_4 溶液，阴极氢离子得电子生成氢气。故答案为：① ZnCl_2 NH_4Cl ② $3\text{MnO}_4^{2-} + 2\text{CO}_2 = 2\text{MnO}_4^- + \text{MnO}_2\downarrow + 2\text{CO}_3^{2-}$ ③ H_2

【点评】本题考查了化学与技术、原电池原理、电极方程式的书写，综合性较强。

12. (化学 - - 选修 3: 物质结构与性质)

前四周期原子序数依次增大的元素 A、B、C、D 中，A 和 B 的价电子层中未成对电子均只有一个，并且 A^- 和 B^+ 的电子数相差为 8；与 B 位于同一周期的 C 和 D，它们价电子层中的未成对电子数分别为 4 和 2，且原子序数相差为 2。

回答下列问题：



(1) D^{2+} 的价层电子排布图为_____。

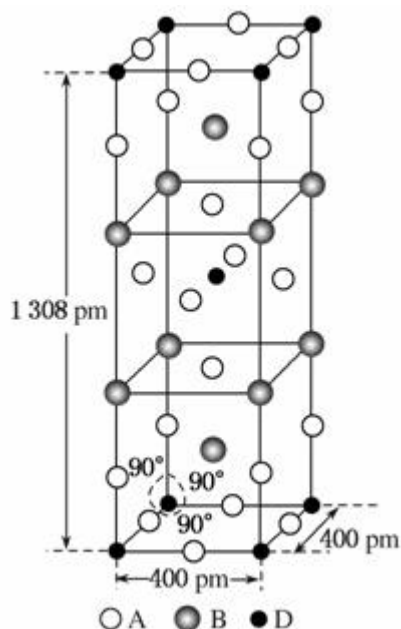
(2) 四种元素中第一电离能最小的是 K，电负性最大的是 F。(填元素符号)

(3) A、B 和 D 三种元素组成的一个化合物的晶胞如图所示。

①该化合物的化学式为 K_2NiF_4 ；D 的配位数为 6；

②列式计算该晶体的密度 3.4 $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ 。

(4) A^- 、 B^+ 和 C^{3+} 三种离子组成的化合物的 B_3CA_6 ，其中化学键的类型有离子键和配位键；该化合物中存在一个复杂离子，该离子的化学式为 $[FeF_6]^{3-}$ ，配位体是 F^- 。



【考点】 8J：位置结构性质的相互关系应用；9I：晶胞的计算。

【专题】 51B：原子组成与结构专题；51D：化学键与晶体结构。

【分析】 前四周期原子序数依次增大的元素 A、B、C、D 中，A 和 B 的价电子层中未成对电子均只有一个，并且 A^- 和 B^+ 的电子数相差为 8，A 属于第 VIIA 族元素，B 属于第 IA 族元素，且 A 的原子序数小于 B，则 A 是 F 元素，B 是 K 元素；与 B 位于同一周期的 C 和 D，它们价电子层中的未成对电子数分别为 4 和 2，且原子序数相差为 2，且 C 和 D 的原子序数大于 B，C 的原子序数小于 D，则 C 是 Fe 元素，D 是 Ni 元素，结合物质结构和性质解答。

【解答】 解：前四周期原子序数依次增大的元素 A、B、C、D 中，A 和 B 的价电子层中未成对电子均只有一个，并且 A^- 和 B^+ 的电子数相差为 8，A 属于第 VIIA 族元素，B 属于第 IA 族元素，且 A 的原子序数小于 B，则 A 是 F 元素，B 是 K 元素；与 B 位于同一周期的 C 和 D，它们价电子层中的未成对电子数分别为 4 和 2，且原子序数相差为 2，且 C 和 D 的原子序数大于 B，C 的原子序数小于 D，则 C 是 Fe 元素，D 是 Ni 元素，

(1) D^{2+} 的价层电子为 3d 电子，根据能量最低原理、保里不相容原理及洪特规

则知，其价电子排布图为  ,

故答案为:  ;

(2) 元素的金属性越强其第一电离能越小，元素的非金属性越强，其电负性越大，这四种元素中金属性最强的是 K 元素，非金属性最强的元素是 F，所以第一电离能最小的是 K，电负性最大的是 F，

故答案为: K; F;

(3) ①该晶胞中 A 原子个数= $16 \times \frac{1}{4} + 4 \times \frac{1}{2} + 2 = 8$ ，B 原子个数= $8 \times \frac{1}{4} + 2 = 4$ ，D 原子个数= $8 \times \frac{1}{8} + 1 = 2$ ，所以该化合物的化学式为 K_2NiF_4 ，根据晶胞结构知，D 的配位数是 6，故答案为: K_2NiF_4 ; 6;

② 该晶胞的体积 = $(400 \times 10^{-10} \text{cm})^2 (1308 \times 10^{-10} \text{cm})$,

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{39 \times 4 + 59 \times 2 + 19 \times 8}{400^2 \times 1308 \times 10^{-30} N_A} = 3.4 \text{g} \cdot \text{cm}^{-3}, \text{ 故答案为: } 3.4;$$

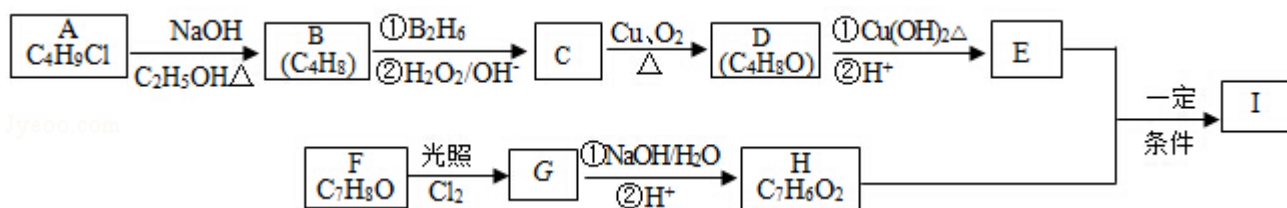
(4) A^- 、 B^+ 和 C^{3+} 三种离子组成的化合物的 K_3FeF_6 ，该物质中阴阳离子间存在离子键，铁原子和氟原子间存在配位键，该化合物中存在一个复杂离子，该离子的化学式为 $[FeF_6]^{3-}$ ，配位体是 F^- ，

故答案为: 离子键和配位键; $[FeF_6]^{3-}$; F^- 。

【点评】本题考查物质结构和性质，正确推断元素是解本题关键，难度中等，注意化学式的确定中，各中子原子被几个晶胞共用，为易错点，难点是密度的计算。

13. [化学 - - 选修 5: 有机化学基础]

化合物 I ($C_{11}H_{12}O_3$) 是制备液晶材料的中间体之一，其分子中含有醛基和酯基。I 可以用 E 和 H 在一定条件下合成:

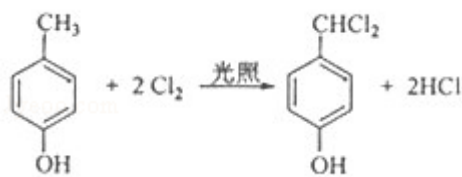


已知以下信息：

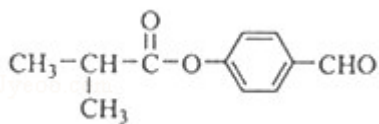
1. A 的核磁共振氢谱表明其只有一种化学环境的氢；
2. $\text{R}-\text{CH}=\text{CH}_2 \xrightarrow[\text{② H}_2\text{O}_2/\text{OH}^-]{\text{① B}_2\text{H}_6} \text{R}-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ ；
3. 化合物 F 苯环上的一氯代物只有两种；
4. 通常在同一个碳原子上连有两个羟基不稳定，易脱水形成羰基。

回答下列问题：

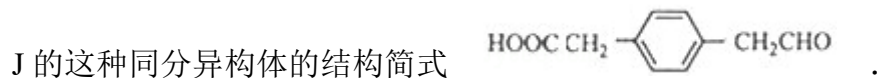
- (1) A 的化学名称为 2-甲基-2-氯丙烷。
- (2) D 的结构简式为 $(\text{CH}_3)_2\text{CHCHO}$ 。
- (3) E 的分子式为 $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$ 。



- (4) F 生成 G 的化学方程式为 _____，该反应类型为 取代反应。



- (5) I 的结构简式为 _____。
- (6) I 的同系物 J 比 I 相对分子质量小 14，J 的同分异构体中能同时满足如下条件：① 苯环上只有两个取代基，② 既能发生银镜反应，又能与饱和 NaHCO_3 溶液反应放出 CO_2 ，共有 18 种（不考虑立体异构）。J 的一个同分异构体发生银镜反应并酸化后核磁共振氢谱为三组峰，且峰面积比为 2:2:1，写出



【考点】 HB：有机物的推断。

【专题】 534：有机物的化学性质及推断。

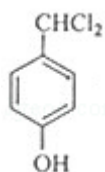
【分析】 A 的分子式为 $\text{C}_4\text{H}_9\text{Cl}$ ，核磁共振氢谱表明其只有一种化学环境的氢，

则 A 为 $(\text{CH}_3)_3\text{CCl}$ ，在氢氧化钠醇溶液、加热条件下发生消去反应，生成 B 为 $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)_2$ ，B 发生信息 2 中的反应生成 C 为 $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{OH}$ ，C 发生催化氧化生成 D 为 $(\text{CH}_3)_2\text{CHCHO}$ ，D 再与氢氧化铜反应，酸化得到 E 为 $(\text{CH}_3)_2\text{CHCOOH}$ ，

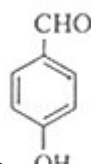
F 的分子式为 $\text{C}_7\text{H}_8\text{O}$ ，苯环上的一氯代物只有两种，应含有 2 个不同的侧链，且



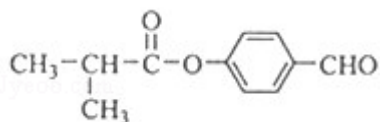
处于对位，则 F 为 $\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3)(\text{OH})$ ，与氯气在光照条件下发生取代反应，生成 G 为



，G 在氢氧化钠水溶液发生水解反应，酸化得到 H，由于同一个碳原



子上连有两个羟基不稳定，易脱水形成羰基，故 H 为 $\text{C}_6\text{H}_4(\text{CHO})(\text{OH})$ ，H 与 E 发生酯化反应生成 I，其分子中含有醛基和酯基，故 I 为



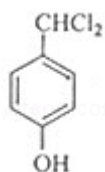
，据此解答。

【解答】解：A 的分子式为 $\text{C}_4\text{H}_9\text{Cl}$ ，核磁共振氢谱表明其只有一种化学环境的氢，则 A 为 $(\text{CH}_3)_3\text{CCl}$ ，在氢氧化钠醇溶液、加热条件下发生消去反应，生成 B 为 $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)_2$ ，B 发生信息 2 中的反应生成 C 为 $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{OH}$ ，C 发生催化氧化生成 D 为 $(\text{CH}_3)_2\text{CHCHO}$ ，D 再与氢氧化铜反应，酸化得到 E 为 $(\text{CH}_3)_2\text{CHCOOH}$ ，

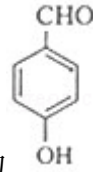
F 的分子式为 $\text{C}_7\text{H}_8\text{O}$ ，苯环上的一氯代物只有两种，应含有 2 个不同的侧链，且

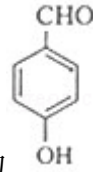


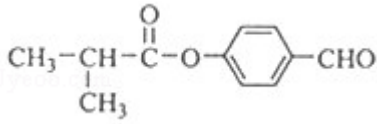
处于对位，则 F 为 $\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3)(\text{OH})$ ，与氯气在光照条件下发生取代反应，生成 G 为



，G 在氢氧化钠水溶液发生水解反应，酸化得到 H，由于同一个碳原



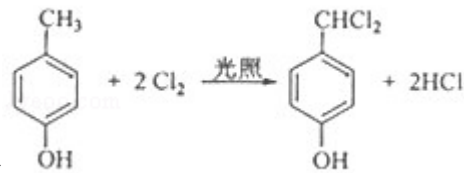
子上连有两个羟基不稳定，易脱水形成羰基，故 H 为 ，H 与 E 发生酯化反应生成 I，其分子中含有醛基和酯基，故 I 为



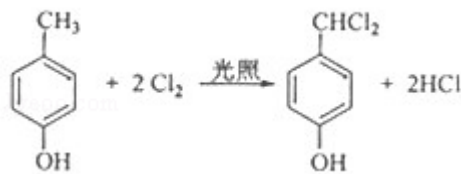
(1) 由上述分析可知，A 为 $(\text{CH}_3)_3\text{CCl}$ ，化学名称为：2-甲基-2-氯丙烷，故答案为：2-甲基-2-氯丙烷；

(2) 由上述分析可知，D 的结构简式为 $(\text{CH}_3)_2\text{CHCHO}$ ，故答案为： $(\text{CH}_3)_2\text{CHCHO}$ ；

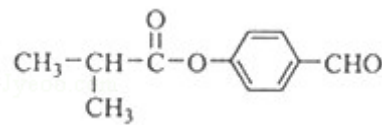
(3) E 为 $(\text{CH}_3)_2\text{CHCOOH}$ ，其分子式为 $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$ ，故答案为： $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$ ；



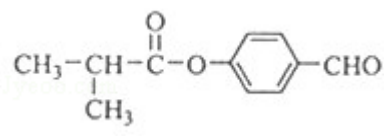
(4) F 生成 G 的化学方程式为 ，该反应类型为取代反应，

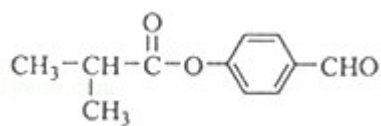


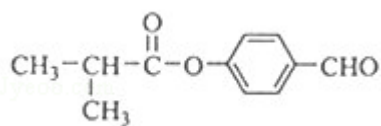
故答案为：；取代反应；



(5) 由上述分析可知，I 的结构简式为 ，

故答案为：；



(6) I () 的同系物 J 比 I 相对分子质量小 14，J 比 I 少一个 $-\text{CH}_2-$ 原子团，J 的同分异构体中能同时满足如下条件：①苯环上

只有两个取代基，②既能发生银镜反应，又能与饱和 NaHCO_3 溶液反应放出 CO_2 ，则 J 的同分异构体含有 $-\text{CHO}$ 、 $-\text{COOH}$ ，

侧链为 $-\text{CHO}$ 、 $-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ ，有邻、间、对三种位置，

侧链为 $-\text{CHO}$ 、 $-\text{CH}(\text{CH}_3)\text{COOH}$ ，有邻、间、对三种位置，

侧链为 $-\text{CH}_2\text{CHO}$ 、 $-\text{CH}_2\text{COOH}$ ，有邻、间、对三种位置，

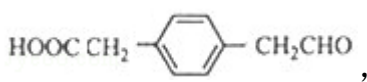
侧链为 $-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CHO}$ 、 $-\text{COOH}$ ，有邻、间、对三种位置，

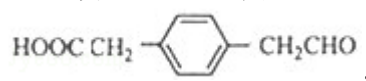
侧链为 $-\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CHO}$ 、 $-\text{COOH}$ ，有邻、间、对三种位置，

侧链为 $-\text{CH}_3$ 、 $-\text{CH}(\text{CHO})\text{COOH}$ ，有邻、间、对三种位置，

故符合条件的同分异构体有 $6 \times 3 = 18$ 种，

J 的一个同分异构体发生银镜反应并酸化后核磁共振氢谱为三组峰，且峰面积比为 2:2:1，而 J 的同分异构体发生银镜反应并酸化后的产物苯环侧链至少有 2 种 H 原子，故产物中苯环上只有 1 种 H 原子，产物有 2 个 $-\text{COOH}$ ，应还含有 2 个 $-\text{CH}_2-$ ，2 个侧链相同且处于对位，产物中侧链为 $-\text{CH}_2\text{COOH}$ ，

故符合条件的同分异构体结构简式为：

故答案为：18；

【点评】 本题考查有机物推断，需要对给予的信息进行利用，能较好的考查学生阅读能力、自学能力，熟练掌握官能团的性质与转化，利用正推法推断，(6) 中同分异构体的书写是易错点、难点，根据信息确定苯环侧链是关键，难点中等。