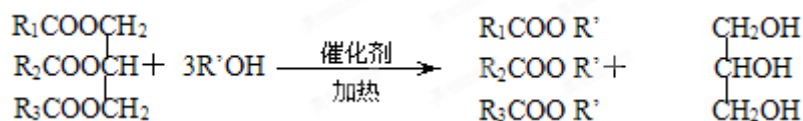


2013 年全国统一高考化学试卷（新课标II）

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 mol·L⁻¹ 的 NaAlO₂ 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 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 mol·L⁻¹ 的 NaAlO₂ 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;

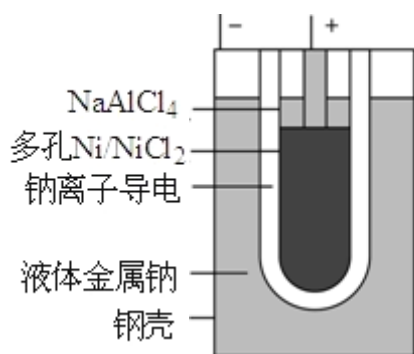
C. NaHCO_3 溶液与稀 H_2SO_4 反应的离子反应为 $\text{HCO}_3^-+\text{H}^+=\text{H}_2\text{O}+\text{CO}_2\uparrow$, 故 C 错误;

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；

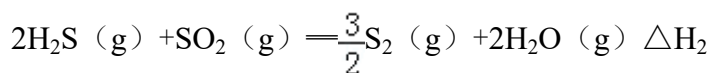
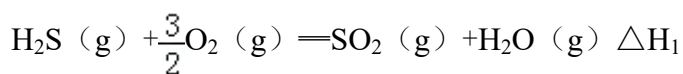
C. 正极上得电子发生还原反应，电极反应式为： $\text{NiCl}_2 + 2\text{e}^- = \text{Ni} + 2\text{Cl}^-$ ，故 C 正确；

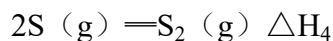
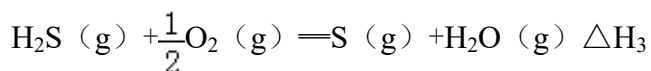
D. 原电池放电时，阳离子向正极移动，钠离子在负极产生，向正极移动，所以钠离子通过钠离子导体在两电极间移动，故 D 正确；

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℃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， $\text{M}(\text{OH})_2(\text{s}) \rightleftharpoons \text{M}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{OH}^-(\text{aq})$ $K_{\text{sp}} = a$ ， $c(\text{M}^{2+}) = b \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 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 6.0gNa₂Cr₂O₇ 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。

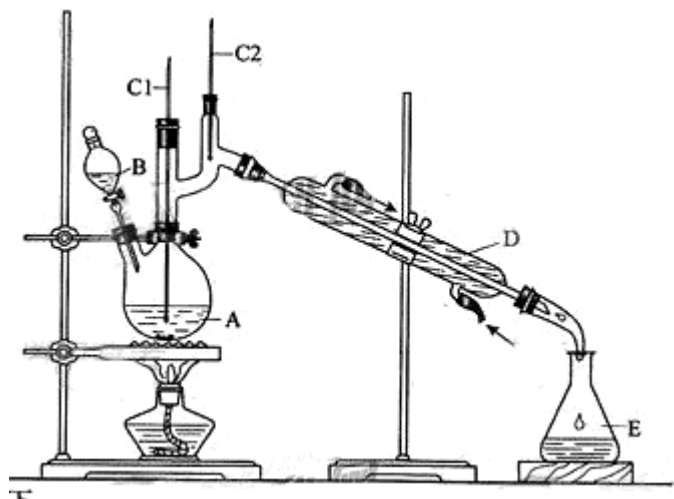
(4) 分液漏斗使用前必须进行的操作是c（填正确答案标号）。

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 $90\sim 95^{\circ}\text{C}$ ，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 $90\sim 95^{\circ}\text{C}$ ，既可保证正丁醛及时蒸出，又可尽量避免其被进一步氧化；

(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 0.10molA(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 p_0 表示反应体系的总物质的量 $n_{\text{总}}$ 和反应后 A 的

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

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；

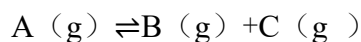
(2) 反应前后气体物质的量增大等于反应的 A 的量，所以由总压强 p 和起始

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;



起始量 (mol/L) 0.10 0 0

变化量 (mol/L) $0.10 \times 94.1\%$ $0.10 \times 94.1\%$ $0.10 \times 94.1\%$

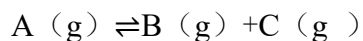
平衡量 (mol/L) $0.10(1-94.1\%)$ $0.10 \times 94.1\%$ $0.10 \times 94.1\%$

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

故答案为: $\left(\frac{P}{P_0} - 1 \right) \times 100\%$; 94.1%; 1.5 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, $n_{\text{总}}: n_{\text{起始}} = P: P_0$, $n_{\text{总}} =$

$$\frac{0.10P}{P_0};$$



起始量 (mol) 0.10 0 0

变化量 (mol) x x x

某时刻量 (mol) $0.10 - x$ x x

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

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

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

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

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

$a = 0.051 \text{ mol/L}$; 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)

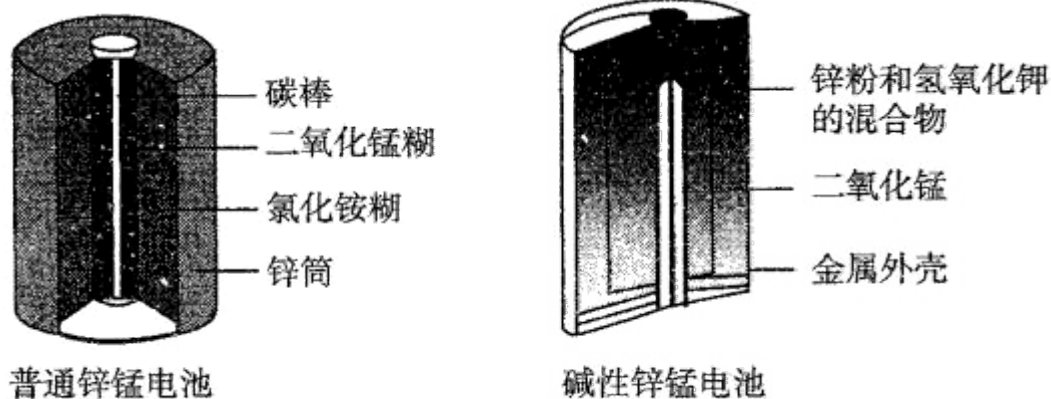
锌锰电池（俗称干电池）在生活中的用量很大。两种锌锰电池的构造如图（甲）所示。回答下列问题：

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

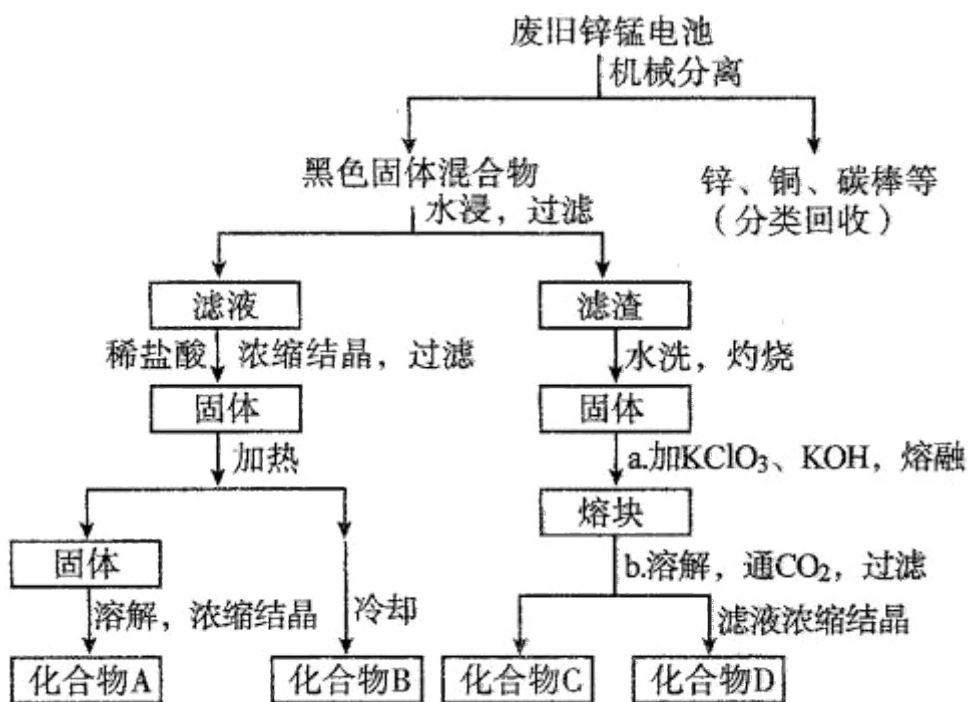
①该电池中，负极材料主要是锌，电解质的主要成分是 NH_4Cl ，正极发生的主要反应是 $\text{MnO}_2 + \text{NH}_4^+ + \text{e}^- = \text{MnOOH} + \text{NH}_3$ 。

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底部，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 K_2MnO_4 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_____。

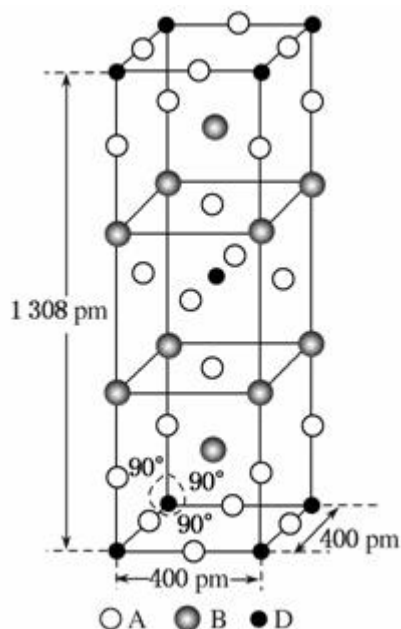
(2) 四种元素中第一电离能最小的是 K，电负性最大的是 F。(填元素符号)

(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^- 。



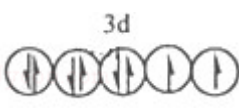
【考点】8J：位置结构性质的相互关系应用；9I：晶胞的计算。

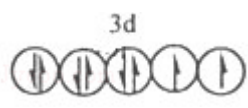
【专题】51B：原子组成与结构专题；51D：化学键与晶体结构。

【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 = $(400 \times 10^{-10} \text{cm})^2 (1308 \times 10^{-10} \text{cm})$,

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

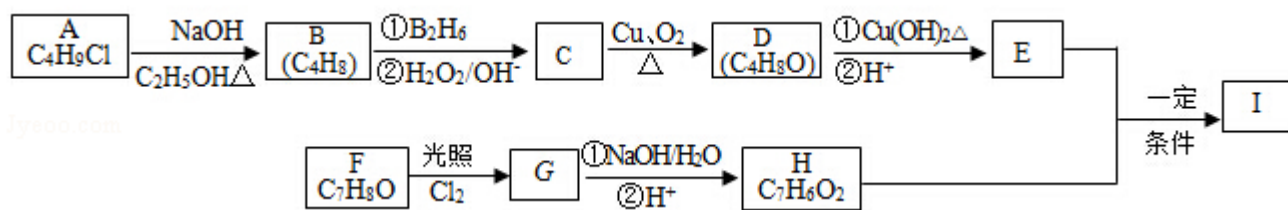
(4) A^- 、 B^+ 和 C^{3+} 三种离子组成的化合物的 K_3FeF_6 ，该物质中阴阳离子间存在离子键，铁原子和氟原子间存在配位键，该化合物中存在一个复杂离子，该离子的化学式为 $[FeF_6]^{3-}$ ，配位体是 F^- ，

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 $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$ 。

$$\begin{array}{c}
 \text{CH}_3 \\
 | \\
 \text{C}_6\text{H}_4 \\
 | \\
 \text{OH}
 \end{array}
 + 2\text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{光照}} \begin{array}{c}
 \text{CHCl}_2 \\
 | \\
 \text{C}_6\text{H}_4 \\
 | \\
 \text{OH}
 \end{array}
 + 2\text{HCl}$$
 (4) F 生成 G 的化学方程式为 _____，该反应类型为 取代反应。

$$\begin{array}{c}
 \text{O} \\
 || \\
 \text{CH}_3-\text{CH}-\text{C}-\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CHO} \\
 | \\
 \text{CH}_3
 \end{array}$$
 (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

J 的这种同分异构体的结构简式 $\text{HOOCCH}_2-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_2\text{CHO}$ 。

【考点】 HB：有机物的推断。

【专题】 534：有机物的化学性质及推断。

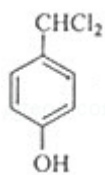
【分析】 A 的分子式为 $\text{C}_4\text{H}_9\text{Cl}$ ，核磁共振氢谱表明其只有一种化学环境的氢，

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 $(\text{CH}_3)_2\text{CHCOOH}$ ，

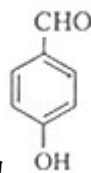
F 的分子式为 $\text{C}_7\text{H}_8\text{O}$ ，苯环上的一氯代物只有两种，应含有 2 个不同的侧链，且



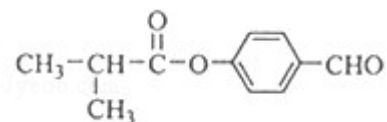
处于对位，则 F 为 $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4\text{OH}$ ，与氯气在光照条件下发生取代反应，生成 G 为



，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 $\text{CHO-C}_6\text{H}_4\text{OH}$ ，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



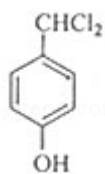
，据此解答。

【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 $(\text{CH}_3)_2\text{CHCOOH}$ ，

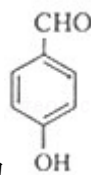
F 的分子式为 $\text{C}_7\text{H}_8\text{O}$ ，苯环上的一氯代物只有两种，应含有 2 个不同的侧链，且

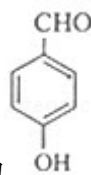


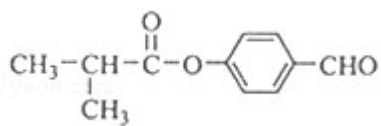
处于对位，则 F 为 $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4\text{OH}$ ，与氯气在光照条件下发生取代反应，生成 G 为



，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



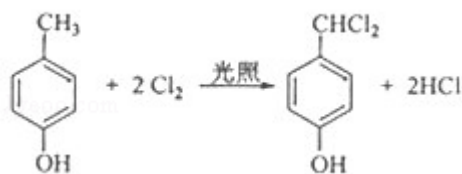
子上连有两个羟基不稳定，易脱水形成羰基，故 H 为 ，H 与 E 发生酯化反应生成 I，其分子中含有醛基和酯基，故 I 为

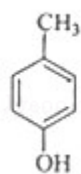
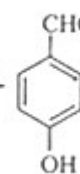


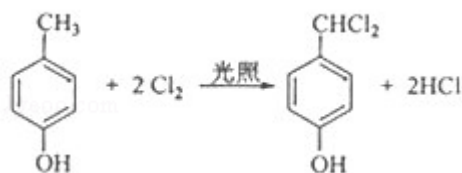
(1) 由上述分析可知，A 为 $(\text{CH}_3)_3\text{CCl}$ ，化学名称为：2 - 甲基 - 2 - 氯丙烷，故答案为：2 - 甲基 - 2 - 氯丙烷；

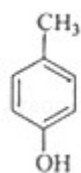
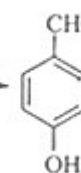
(2) 由上述分析可知，D 的结构简式为 $(\text{CH}_3)_2\text{CHCHO}$ ，故答案为： $(\text{CH}_3)_2\text{CHCHO}$ ；

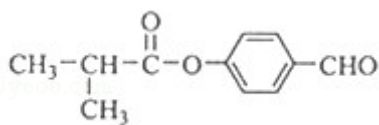
(3) E 为 $(\text{CH}_3)_2\text{CHCOOH}$ ，其分子式为 $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$ ，故答案为： $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$ ；



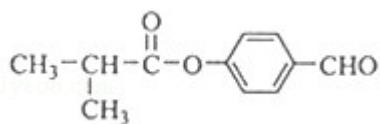
(4) F 生成 G 的化学方程式为  + 2 Cl_2 $\xrightarrow{\text{光照}}$  + 2HCl，该反应类型为取代反应，

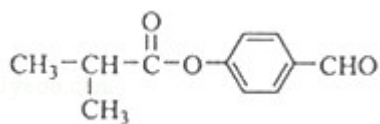


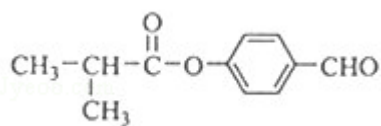
故答案为： + 2 Cl_2 $\xrightarrow{\text{光照}}$  + 2HCl；取代反应；

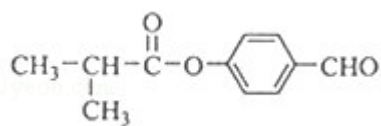


(5) 由上述分析可知，I 的结构简式为



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，

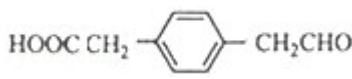
侧链为 $-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CHO}$ 、 $-\text{COOH}$ ，有邻、间、对三种位置，

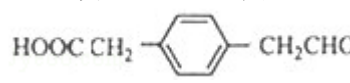
侧链为 $-\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CHO}$ 、 $-\text{COOH}$ ，有邻、间、对三种位置，

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。