

2013 年全国统一高考化学试卷（大纲版）

一、选择题

1. 下面有关发泡塑料饭盒的叙述，不正确的是（ ）
- A. 主要材质是高分子材料 B. 价廉、质轻、保温性能好
- C. 适用于微波炉加热食品 D. 不适于盛放含油较多的食品
2. 反应 $X(g) + Y(g) \rightleftharpoons 2Z(g)$ ； $\Delta H < 0$ ，达到平衡时，下列说法正确的是（ ）
- A. 减小容器体积，平衡向右移动 B. 加入催化剂，Z 的产率增大
- C. 增大 $c(X)$ ，X 的转化率增大 D. 降低温度，Y 的转化率增大
3. 下列关于同温同压下的两种气体 $^{12}C^{18}O$ 和 $^{14}N_2$ 的判断正确的是（ ）
- A. 体积相等时密度相等 B. 原子数相等时具有的中子数相等
- C. 体积相等时具有的电子数相等 D. 质量相等时具有的质子数相等
4. 电解法处理酸性含铬废水（主要含有 $Cr_2O_7^{2-}$ ）时，以铁板作阴、阳极，处理过程中存在反应 $Cr_2O_7^{2-} + 6Fe^{2+} + 14H^+ = 2Cr^{3+} + 6Fe^{3+} + 7H_2O$ ，最后 Cr^{3+} 以 $Cr(OH)_3$ 形式除去，下列说法不正确的是（ ）
- A. 阳极反应为 $Fe - 2e^- = Fe^{2+}$
- B. 电解过程中溶液 pH 不会变化
- C. 过程中有 $Fe(OH)_3$ 沉淀生成
- D. 电路中每转移 12mol 电子，最多有 1mol $Cr_2O_7^{2-}$ 被还原

5. 下列操作不能达到目的是（ ）

选项	目的	操作
A.	配制 100 mL 1.0 mol/L $CuSO_4$ 溶液	将 25 g $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ 溶于 100 mL 蒸馏水中
B.	除去 KNO_3 中少量 NaCl	将混合物制成热的饱和溶液，冷却结晶，过滤
C.	在溶液中将 MnO_4^- 完全转化为 Mn^{2+}	向酸性 $KMnO_4$ 溶液中滴加 H_2O_2 溶液至紫色消失
D.	确定 NaCl 溶液中是否混有 Na_2CO_3	取少量溶液滴加 $CaCl_2$ 溶液，观察是否出现白色浑浊

A. A B. B C. C D. D

6. 能正确表示下列反应的离子方程式是（ ）

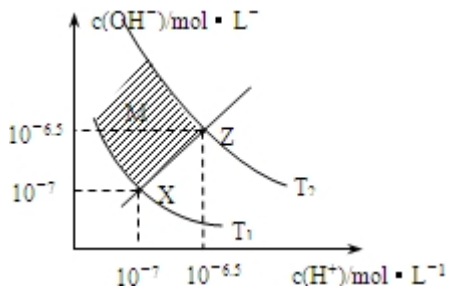
A. 用过量氨水吸收工业尾气中的 SO_2 ： $2NH_3 \cdot H_2O + SO_2 = 2NH_4^+ + SO_3^{2-} + H_2O$

B. 氯化钠固体与浓硫酸混合加热： $H_2SO_4 + 2Cl^- \xrightarrow{\Delta} SO_2 \uparrow + Cl_2 \uparrow + H_2O$

C. 磁性氧化铁溶于稀硝酸： $3Fe^{2+} + 4H^+ + NO_3^- = 3Fe^{3+} + NO \uparrow + 3H_2O$

D. 明矾溶液中滴入 $Ba(OH)_2$ 溶液使 SO_4^{2-} 恰好完全沉淀： $2Ba^{2+} + 3OH^- + Al^{3+} + 2SO_4^{2-} = 2BaSO_4 \downarrow + Al(OH)_3 \downarrow$

7. 如图表示溶液中 $c(H^+)$ 和 $c(OH^-)$ 的关系，下列判断错误的是（ ）



A. 两条曲线间任意点均有 $c(H^+) \times c(OH^-) = K_w$

B. M 区域内任意点均有 $c(H^+) < c(OH^-)$

C. 图中 $T_1 < T_2$

D. XZ 线上任意点均有 pH=7

8. 某单官能团有机化合物，只含碳、氢、氧三种元素，相对分子质量为 58，完全燃烧时产生等物质的量的 CO_2 和 H_2O 。它可能的结构共有（不考虑立体异构）（ ）

A. 4 种 B. 5 种 C. 6 种 D. 7 种

二、解答题（共 4 小题，满分 60 分）

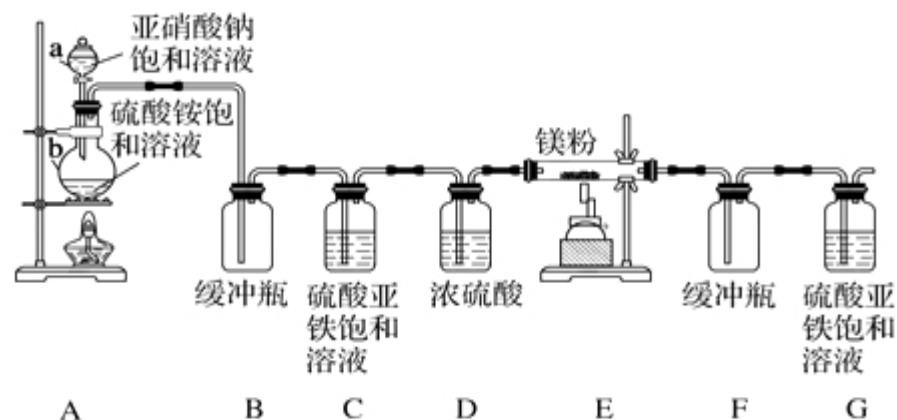
9. （15 分）五种短周期元素 A、B、C、D、E 的原子序数依次增大，A 和 C 同族，B 和 D 同族，C 离子和 B 离子具有相同的电子层结构。A 和 B、D、E 均能形成共价型化合物。A 和 B 形成的化合物在水中呈碱性，C 和 E 形成的化合物在水中呈中性。回答下列问题：

- (1) 五种元素中，原子半径最大的是_____，非金属性最强的是_____（填元素符号）；
- (2) 由 A 和 B、D、E 所形成的共价型化合物中，热稳定性最差的是_____（用化学式表示）；
- (3) A 和 E 形成的化合物与 A 和 B 形成的化合物反应，产物的化学式为_____，其中存在的化学键类型为_____；
- (4) D 最高价氧化物的水化物的化学式为_____；

(5) 单质 D 在充足的单质 E 中燃烧，反应的化学方程式为_____；D 在不充足的 E 中燃烧，生成的主要产物的化学式为_____；

(6) 单质 E 与水反应的离子方程式为_____。

10. (15 分) 制备氮化镁的装置示意图如图所示：



回答下列问题：

- (1) 检查装置气密性的方法是_____，a 的名称是_____，b 的名称是_____；
- (2) 写出 NaNO_2 和 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 反应制备氮气的化学方程式_____；
- (3) C 的作用是_____，D 的作用是_____，是否可以把 C 和 D 的位置对调并说明理由_____；
- (4) 写出 E 中发生反应的化学方程式_____；
- (5) 请用化学方法确定是否有氮化镁生成，并检验是否含有未反应的镁，写出实验操作及现象_____。

11. (15 分) 铝是一种应用广泛的金属，工业上用 Al_2O_3 和冰晶石 (Na_3AlF_6) 混合熔融电解制得。

① 铝土矿的主要成分是 Al_2O_3 和 SiO_2 等。从铝土矿中提炼 Al_2O_3 的流程如图 1 所示：

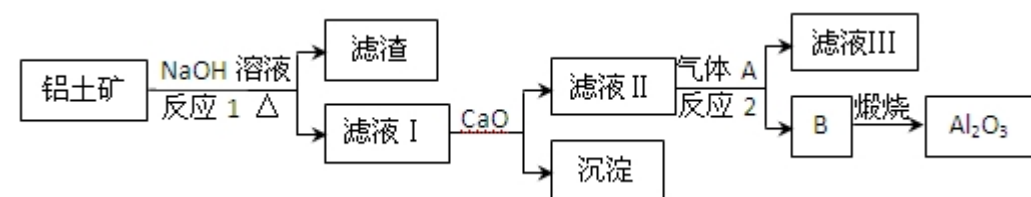


图 1

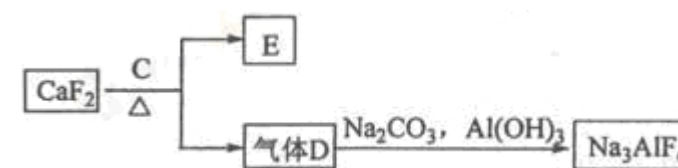


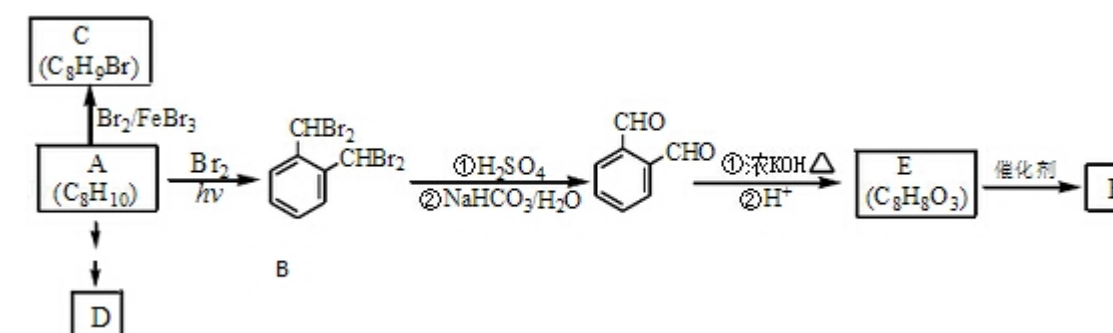
图 2

② 以萤石 (CaF_2) 和纯碱为原料制备冰晶石的流程如图 2 所示：

回答下列问题：

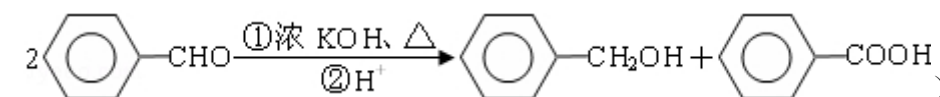
- (1) 写出反应 1 的化学方程式_____；
- (2) 滤液 I 中加入 CaO 生成的沉淀是_____，反应 2 的离子方程式为_____；
- (3) E 可作为建筑材料，化合物 C 是_____，写出由 D 制备冰晶石的化学方程式_____；
- (4) 电解制铝的化学方程式是_____，以石墨为电极，阳极产生的混合气体的成分是_____。

12. (15 分) 芳香化合物 A 是一种基本化工原料，可以从煤和石油中得到。OPA 是一种重要的有机化工中间体。A、B、C、D、E、F 和 OPA 的转化关系如下所示：



回答下列问题：

- (1) A 的化学名称是_____；
- (2) 由 A 生成 B 的反应类型是_____。在该反应的副产物中，与 B 互为同分异构体的化合物的结构简式为_____；
- (3) 写出 C 所有可能的结构简式_____；
- (4) D (邻苯二甲酸二乙酯) 是一种增塑剂。请用 A、不超过两个碳的有机物及合适的无机试剂为原料，经两步反应合成 D。用化学方程式表示合成路线_____；
- (5) OPA 的化学名称是_____，OPA 经中间体 E 可合成一种聚酯类高分子化合物 F，由 E 合成 F 的反应类型为_____，该反应的化学方程式为_____。(提示



(6) 芳香化合物 G 是 E 的同分异构体，G 分子中含有醛基、酯基和醚基三种含氧官能团，写出 G 所有可能的结构简式_____。

2013 年全国统一高考化学试卷（大纲版）

参考答案与试题解析

一、选择题

1. 下面有关发泡塑料饭盒的叙述，不正确的是（ ）

- A. 主要材质是高分子材料
- B. 价廉、质轻、保温性能好
- C. 适用于微波炉加热食品
- D. 不适于盛放含油较多的食品

【考点】L3：常用合成高分子材料的化学成分及其性能.

【专题】538：有机化合物的获得与应用.

【分析】发泡塑料饭盒是以聚苯乙烯树脂为原料，经过高温加热熔融后加发泡剂丁烷加工而成，是高分子材料，价廉、质轻、保温性能好，不适用于微波炉加热食品、不适于盛放含油较多的食品，据此即可解答.

- 【解答】解：A. 发泡塑料饭盒是以聚苯乙烯树脂为原料，加工而成是高分子材料，故 A 正确；
- B. 发泡塑料有细微的独立气泡结构，有效降低空气对流导致的能量交换，是热的不良导体，传导热的能力很差，能起到保温的作用，一般发泡塑料快餐盒 5 克左右，所以质量轻，价格也便宜，每个餐盒 1 角钱左右，故 B 正确；
- C. 当使用一次性发泡塑料餐具盛装热食物或热开水时，通常温度超过摄氏 65 度以上，一次性发泡餐具中的所含的毒素就会析出，浸入食物，所以不能用微波炉加热食品，故 C 错误；
- D. 一次性发泡餐具中的聚苯乙烯高分子是有机物，根据结构相似相溶，盛放含油较多的食品是有机物，食品中会溶解苯乙烯单体，苯乙烯对人的神经中枢有害，所以不适于盛放含油较多的食品，故 D 正确；

故选：C。

【点评】本题主要考查了发泡塑料的使用，掌握发泡塑料的成分是解答本题的关键，平时注意相关知识的积累，题目较简单.

2. 反应 $X(g) + Y(g) \rightleftharpoons 2Z(g)$ ； $\Delta H < 0$ ，达到平衡时，下列说法正确的是（ ）

- A. 减小容器体积，平衡向右移动
- B. 加入催化剂，Z 的产率增大
- C. 增大 $c(X)$ ，X 的转化率增大
- D. 降低温度，Y 的转化率增大

【考点】CB：化学平衡的影响因素.

【专题】51E：化学平衡专题.

【分析】A、反应前后气体体积不变，减小容器体积压强增大，平衡不变；

B、催化剂改变反应速率，不改变化学平衡；

C、两种反应物，增加一种物质的量增大另一种物质转化率，本身转化率减小；

D、反应是放热反应，降温平衡正向进行；

【解答】解：A、反应前后气体体积不变，减小容器体积压强增大，平衡不变，故 A 错误；

B、催化剂改变反应速率，不改变化学平衡，Z 的产率不变，故 B 错误；

C、两种反应物，增加一种物质的量增大另一种物质转化率，本身转化率减小，增大 $c(X)$ ，X 的转化率减小，故 C 错误；

D、反应是放热反应，降温平衡正向进行，Y 的转化率增大，故 D 正确；

故选：D。

【点评】本题考查了化学平衡的影响因素分析判断和化学平衡移动的理解应用，题目难度中等.

3. 下列关于同温同压下的两种气体 $^{12}C^{18}O$ 和 $^{14}N_2$ 的判断正确的是（ ）

- A. 体积相等时密度相等
- B. 原子数相等时具有的中子数相等
- C. 体积相等时具有的电子数相等
- D. 质量相等时具有的质子数相等

【考点】54：物质的量的相关计算.

【专题】518：阿伏加德罗常数和阿伏加德罗定律.

【分析】同温同压下，气体的 V_m 相等，等体积时，根据 $n=\frac{V}{V_m}$ 可知气体的物质的量相等，结合原子的构成以及相关物理量的计算公式解答该题。

【解答】解：A. 由于 $^{12}\text{C}^{18}\text{O}$ 和 $^{14}\text{N}_2$ 的相对分子质量不等，故体积相等的两种气体的质量不等，因此密度不等，故 A 错误；

B. 1 个 $^{12}\text{C}^{18}\text{O}$ 分子中有 16 个中子，1 个 $^{14}\text{N}_2$ 分子中含有 14 个中子，二者均为双原子分子，原子数相等，即分子数相等，但中子数不等，故 B 错误；

C. $^{12}\text{C}^{18}\text{O}$ 和 $^{14}\text{N}_2$ 均为 14 电子分子，同温同压下，体积相等则分子数相等，所具有的电子数相等，故 C 正确；

D. $^{12}\text{C}^{18}\text{O}$ 和 $^{14}\text{N}_2$ 分子内均有 14 个质子，由于二者的相对分子质量不等，故等质量的两种分子所具有的质子数不等，故 D 错误。

故选：C。

【点评】本题考查基本概念和基本理论知识，意在考查考生对一些重要概念与理论的理解能力，题目难度中等。

4. 电解法处理酸性含铬废水（主要含有 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ）时，以铁板作阴、阳极，处理过程中存在反应 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}+6\text{Fe}^{2+}+14\text{H}^+=2\text{Cr}^{3+}+6\text{Fe}^{3+}+7\text{H}_2\text{O}$ ，最后 Cr^{3+} 以 $\text{Cr}(\text{OH})_3$ 形式除去，下列说法不正确的是（ ）

- A. 阳极反应为 $\text{Fe}-2\text{e}^-=\text{Fe}^{2+}$
- B. 电解过程中溶液 pH 不会变化
- C. 过程中有 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀生成
- D. 电路中每转移 12mol 电子，最多有 1mol $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 被还原

【考点】DI：电解原理。

【专题】51I：电化学专题。

【分析】A. Fe 板作阳极，为活性电极，Fe 失电子，发生氧化反应生成亚铁离子；
B. 由反应式 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}+6\text{Fe}^{2+}+14\text{H}^+=2\text{Cr}^{3+}+6\text{Fe}^{3+}+7\text{H}_2\text{O}$ 可知，处理过程中消耗氢离子；
C. 阴极发生还原反应，溶液中的氢离子得到电子减少，同时生成氢氧根；
D. $\text{Fe}-2\text{e}^-=\text{Fe}^{2+}$ ，则转移电子数 12mol 需要 6molFe，再根据能够处理的关系式，得 $6\text{Fe}\sim 12\text{e}^-\sim$

$6\text{Fe}^{2+}\sim \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ，据此计算。

【解答】解：A. Fe 板作阳极，为活性电极，Fe 失电子，发生氧化反应生成亚铁离子，阳极反应为 $\text{Fe}-2\text{e}^-=\text{Fe}^{2+}$ ，故 A 正确；

B. 由反应式 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}+6\text{Fe}^{2+}+14\text{H}^+=2\text{Cr}^{3+}+6\text{Fe}^{3+}+7\text{H}_2\text{O}$ 可知，处理过程中消耗氢离子，溶液的酸性减弱，溶液 pH 增大，故 B 错误；

C. 阴极发生还原反应，溶液中的氢离子得到电子减少，同时生成氢氧根，有 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀生成，故 C 正确；

D. $\text{Fe}-2\text{e}^-=\text{Fe}^{2+}$ ，则转移电子数 12mol 需要 6molFe，再根据能够处理的关系式，得 $6\text{Fe}\sim 12\text{e}^-\sim 6\text{Fe}^{2+}\sim \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ，故被还原的 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 的物质的量为 1mol，故 D 正确；

故选：B。

【点评】本题考查电解原理、氧化还原反应等，清楚发生的电极反应是解题的关键，是对学生综合能力的考查，难度中等。

5. 下列操作不能达到目的是（ ）

选项	目的	操作
A.	配制 100 mL 1.0 mol/L CuSO_4 溶液	将 25 g $\text{CuSO}_4\cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 溶于 100 mL 蒸馏水中
B.	除去 KNO_3 中少量 NaCl	将混合物制成热的饱和溶液，冷却结晶，过滤
C.	在溶液中将 MnO_4^- 完全转化为 Mn^{2+}	向酸性 KMnO_4 溶液中滴加 H_2O_2 溶液至紫色消失
D.	确定 NaCl 溶液中是否混有 Na_2CO_3	取少量溶液滴加 CaCl_2 溶液，观察是否出现白色浑浊

A. A B. B C. C D. D

【考点】U5：化学实验方案的评价。

【专题】25：实验评价题。

【分析】A.25 g CuSO₄•5H₂O 的物质的量为 0.1mol，溶于水配成 0.1L 的溶液，所得溶液的浓度为 1mol/L；

B. 硝酸钾溶解度受温度影响很大，氯化钠溶解度受温度影响不大；

C. KMnO₄ 具有强氧化性，可以氧化 H₂O₂ 溶液，自身被还原为 Mn²⁺，紫色褪去，说明 KMnO₄ 完全反应；

D. 氯化钠中若含有碳酸钠，溶液中滴加氯化钙会生成碳酸钙白色沉淀。

【解答】解：A.25 g CuSO₄•5H₂O 的物质的量为 0.1mol，溶于水配成 0.1L 的溶液，所得溶液的浓度为 1mol/L，溶液的体积为 100mL，不是溶剂的体积为 100mL，故 A 错误；

B. 硝酸钾溶解度受温度影响很大，氯化钠溶解度受温度影响不大，将混合物制成热的饱和溶液，冷却结晶，硝酸钾析出，过滤，可以除去 KNO₃ 中少量 NaCl，故 B 正确；

C. KMnO₄ 具有强氧化性，可以氧化 H₂O₂ 溶液，自身被还原为 Mn²⁺，紫色褪去，说明 KMnO₄ 完全反应，故 C 正确；

D. 氯化钠中若含有碳酸钠，溶液中滴加氯化钙会生成碳酸钙白色沉淀，若没有碳酸钠，则没有白色沉淀产生，故 D 正确；

故选：A。

【点评】本题考查物质的分离提纯、溶液配制、离子检验等，难度中等，是对学生综合能力的考查，注意基础知识理解掌握。

6. 能正确表示下列反应的离子方程式是（ ）

A. 用过量氨水吸收工业尾气中的 SO₂：2NH₃•H₂O+SO₂═2NH₄⁺+SO₃²⁻+H₂O

B. 氯化钠固体与浓硫酸混合加热：H₂SO₄+2Cl⁻ $\xrightarrow{\Delta}$ SO₂↑+Cl₂↑+H₂O

C. 磁性氧化铁溶于稀硝酸：3Fe²⁺+4H⁺+NO₃⁻═3Fe³⁺+NO↑+3H₂O

D. 明矾溶液中滴入 Ba（OH）₂ 溶液使 SO₄²⁻恰好完全沉淀：2Ba²⁺+3OH⁻+Al³⁺+2SO₄²⁻═2BaSO₄↓+Al（OH）₃↓

【考点】49：离子方程式的书写。

【专题】516：离子反应专题。

【分析】A、过量氨水和二氧化硫反应生成亚硫酸铵；

B、氯化钠固体和浓硫酸反应生成硫酸钠和氯化氢；

C、四氧化三铁和硝酸反应生成硝酸铁，一氧化氮和水，四氧化三铁不溶于水；

D、明矾溶液中滴入 Ba（OH）₂ 溶液使 SO₄²⁻恰好完全沉淀，硫酸铝钾和氢氧化钡按照物质的量 1：2 反应。

【解答】解：A、用过量氨水吸收工业尾气中的 SO₂，过量氨水和二氧化硫反应生成亚硫酸铵，2NH₃•H₂O+SO₂═2NH₄⁺+SO₃²⁻+H₂O，故 A 正确；

B、氯化钠固体和浓硫酸反应生成硫酸钠和氯化氢，H₂SO₄+2NaCl $\xrightarrow{\Delta}$ Na₂SO₄+2HCl↑，故 B 错误；

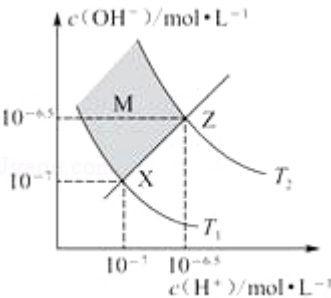
C、磁性氧化铁溶于稀硝酸：3Fe₃O₄+28H⁺+NO₃⁻═9Fe³⁺+NO↑+14H₂O，故 C 错误；

D、明矾溶液中滴入 Ba（OH）₂ 溶液使 SO₄²⁻恰好完全沉淀，硫酸铝钾和氢氧化钡按照物质的量 1：2 反应；：2Ba²⁺+4OH⁻+Al³⁺+2SO₄²⁻═2BaSO₄↓+Al（OH）₄⁻，故 D 错误；

故选：A。

【点评】本题考查离子方程式的书写方法和注意事项，量不同产物不同，题目难度中等。

7. 如图表示溶液中 c（H⁺）和 c（OH⁻）的关系，下列判断错误的是（ ）



A. 两条曲线间任意点均有 c（H⁺）×c（OH⁻）=Kw

B. M 区域内任意点均有 c（H⁺）<c（OH⁻）

C. 图中 T₁<T₂

D. XZ 线上任意点均有 pH=7

【考点】D7：离子积常数。

【专题】51G：电离平衡与溶液的 pH 专题。

【分析】A. 任何溶液中都存在 $c(H^+) \times c(OH^-) = K_w$ ；

B. 在 X、Z 连线的上方， $c(H^+) < c(OH^-)$ ，在 X、Z 连线的下方， $c(H^+) > c(OH^-)$ ；

C. 水的电离是吸热反应，升高温度促进水电离，则 K_w 逐渐增大；

D. 在 XZ 线上任意点均有 $c(H^+) = c(OH^-)$ 。

【解答】解：A. 只要是水溶液中，都会有 $c(H^+) \times c(OH^-) = K_w$ ，故 A 正确；

B. XZ 连线的斜率是 1，存在 $c(H^+) = c(OH^-)$ ，在 X、Z 连线的上方， $c(H^+) < c(OH^-)$ ，在 X、Z 连线的下方， $c(H^+) > c(OH^-)$ ，故 B 正确；

C. 水的电离是吸热反应，升高温度促进水电离，则 K_w 逐渐增大，Z 点 K_w 大于 X 点，所以 $T_1 < T_2$ ，故 C 正确；

D. XZ 连线是一条 K_w 渐渐变大的线，pH 也变小，故 D 错误；

故选：D。

【点评】本题考查离子积常数，明确图中纵横坐标、曲线的含义是解本题关键，难度中等。

8. 某单官能团有机化合物，只含碳、氢、氧三种元素，相对分子质量为 58，完全燃烧时产生等物质的量的 CO_2 和 H_2O 。它可能的结构共有（不考虑立体异构）（ ）

A. 4 种 B. 5 种 C. 6 种 D. 7 种

【考点】HB：有机物的推断；I4：同分异构现象和同分异构体。

【专题】532：同分异构体的类型及其判定；535：烃及其衍生物的燃烧规律。

【分析】根据题意，可先解得分子式。设为 $C_nH_{2n}O_x$ ，若只有 1 个氧原子， $58 \div 16 = 42$ ，剩下的为碳和氢， $14n = 42$ ，则碳只能为 3 个，即为 C_3H_6O ，1 个不饱和度。若有 2 个 O，那么 $58 \div 32 = 26$ ， $14n = 26$ ，n 不可能为分数，则不可能为 2 个氧原子，再根据官能团异构、碳链异构确定同分异构体的种类。

【解答】解：由完全燃烧时产生等物质的量的 CO_2 和 H_2O ，不妨设有机化合物为 $C_nH_{2n}O_x$ ，若只有 1 个氧原子， $58 \div 16 = 42$ ，剩下的为碳和氢， $14n = 42$ ，则碳只能为 3 个，即为 C_3H_6O ，1 个不饱和度。若有 2 个 O，那么 $58 \div 32 = 26$ ， $14n = 26$ ，n 不可能为分数，则不可能为 2 个氧原子，所以分子式为 C_3H_6O ，再根据官能团异构、碳链异构确定同分异构体的种类：醛一种，酮一

种，烯醇一种，三元含氧杂环，三元碳环一种，四元杂环一种，共 6 种，而由题意可知有机物为单官能团，烯醇应舍去，故选 B；

【点评】本题主要考查了同分异构体的确定，难度不大，分子式的确定是解题的关键。

二、解答题（共 4 小题，满分 60 分）

9. （15 分）五种短周期元素 A、B、C、D、E 的原子序数依次增大，A 和 C 同族，B 和 D 同族，C 离子和 B 离子具有相同的电子层结构。A 和 B、D、E 均能形成共价型化合物。A 和 B 形成的化合物在水中呈碱性，C 和 E 形成的化合物在水中呈中性。回答下列问题：

（1）五种元素中，原子半径最大的是 Na，非金属性最强的是 Cl（填元素符号）；

（2）由 A 和 B、D、E 所形成的共价型化合物中，热稳定性最差的是 PH_3 （用化学式表示）；

（3）A 和 E 形成的化合物与 A 和 B 形成的化合物反应，产物的化学式为 NH_4Cl ，其中存在的化学键类型为 离子键、共价键；

（4）D 最高价氧化物的水化物的化学式为 H_3PO_4 ；

（5）单质 D 在充足的单质 E 中燃烧，反应的化学方程式为 $2P + 5Cl_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2PCl_5$ ；D 在不充足的 E 中燃烧，生成的主要产物的化学式为 PCl_3 ；

（6）单质 E 与水反应的离子方程式为 $Cl_2 + H_2O = H^+ + Cl^- + HClO$ 。

【考点】8J：位置结构性质的相互关系应用。

【专题】51C：元素周期律与元素周期表专题。

【分析】五种短周期元素 A、B、C、D、E 的原子序数依次增大。A 和 B 形成的共价化合物在水中呈碱性，该化合物为 NH_3 ，则 A 为氢元素、B 为氮元素；A 和 C 同族，C 的原子序数大于氮元素，故 C 为 Na 元素；B 和 D 同族，则 D 为磷元素；C 和 E 形成的化合物在水中呈中性，则 E 为 Cl 元素，验证符合，据此解答。

【解答】解：五种短周期元素 A、B、C、D、E 的原子序数依次增大。A 和 B 形成的共价化合物在水中呈碱性，该化合物为 NH_3 ，则 A 为氢元素、B 为氮元素；A 和 C 同族，C 的原子序数大于氮元素，故 C 为 Na 元素；B 和 D 同族，则 D 为磷元素；C 和 E 形成的化合物在水中呈中性，则 E 为 Cl 元素，

(1) 同周期自左而右原子半径减小，同主族自上而下原子半径增大，故 Na 元素的原子半径最大；

最高价含氧酸的酸性越强，中心元素的非金属性越强，高氯酸是最强的含氧酸，故 Cl 非金属性最强；

故答案为：Na；Cl；

(2) 由 A 和 B、D、E 所形成的共价型化合物分别为 NH_3 、 PH_3 、 HCl ，非金属性越强氢化物越稳定，故热稳定性最差的是 PH_3 ，

故答案为： PH_3 ；

(3) A 和 E 形成的化合物 HCl ，A 和 B 形成的化合物 NH_3 ，二者反应生成 NH_4Cl ， NH_4Cl 晶体中含有：离子键、共价键，

故答案为： NH_4Cl ；离子键、共价键；

(4) P 元素的最高价氧化物的水化物的化学式为 H_3PO_4 ，

故答案为： H_3PO_4 ；

(5) P 在充足的氯气中燃烧生成五氯化磷，反应的化学方程式为 $2\text{P}+5\text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{PCl}_5$ ；P 在不充足的氯气中燃烧，生成的主要产物的化学式为 PCl_3 ，

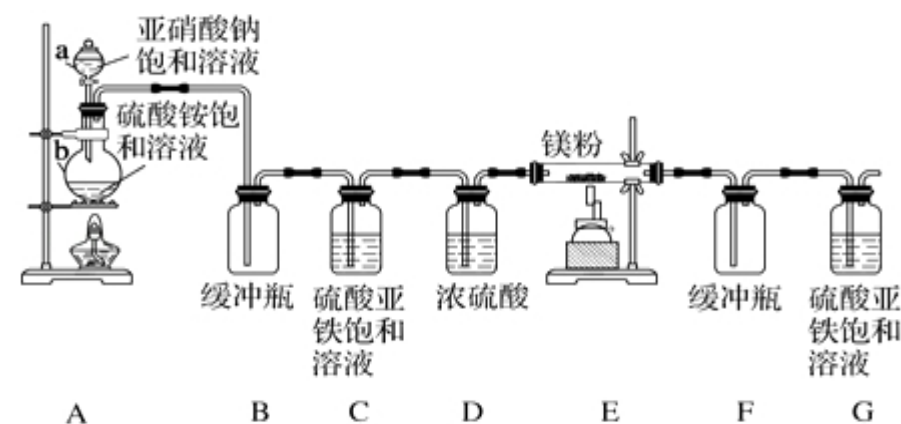
故答案为： $2\text{P}+5\text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{PCl}_5$ ； PCl_3 ；

(6) 氯气与水反应生成盐酸与次氯酸，反应离子方程式为： $\text{Cl}_2+\text{H}_2\text{O}=\text{H}^++\text{Cl}^-+\text{HClO}$ ，

故答案为： $\text{Cl}_2+\text{H}_2\text{O}=\text{H}^++\text{Cl}^-+\text{HClO}$ 。

【点评】 本题考查位置结构性质关系、常用化学用语、元素周期律、化学键等，难度中等，推断元素是解题的关键，注意对基础知识的理解掌握。

10. (15 分) 制备氮化镁的装置示意图如图所示：



回答下列问题：

(1) 检查装置气密性的方法是微热 b，这时 G 中有气泡冒出，停止加热冷却后，G 中插在溶液里的玻璃管形成一段水柱，则气密性良好，a 的名称是分液漏斗，b 的名称是圆底烧瓶；

(2) 写出 NaNO_2 和 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 反应制备氮气的化学方程式 $2\text{NaNO}_2+(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \xrightarrow{\Delta} 2\text{N}_2\uparrow+\text{Na}_2\text{SO}_4+4\text{H}_2\text{O}$ ；

(3) C 的作用是除去氧气（及氮氧化物），D 的作用是除去水蒸气，是否可以把 C 和 D 的位置对调并说明理由不能，对调后无法除去水蒸气；

(4) 写出 E 中发生反应的化学方程式 $\text{N}_2+3\text{Mg} \xrightarrow{\Delta} \text{Mg}_3\text{N}_2$ ；

(5) 请用化学方法确定是否有氮化镁生成，并检验是否含有未反应的镁，写出实验操作及现象取少量产物于试管中，加入少量蒸馏水，试管底部有沉淀生成，可闻到刺激性氨味（把湿润的红色石蕊试纸放在管口，试纸变蓝），证明产物中含有氮化镁；

弃去上清液，加入盐酸，若观察到有气泡产生，则证明产物中含有未反应的镁。

【考点】 U3：制备实验方案的设计。

【专题】 17：综合实验题。

【分析】 (1) 利用装置内气体热胀冷缩检验装置的气密性；

由图中仪器结构可知，a 为分液漏斗、b 为圆底烧瓶；

(2) NaNO_2 和 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 反应生成氮气、硫酸钠与水，配平书写方程式；

(3) 装置内含有氧气、反应生成的气体中可能含有氮的氧化物，装置 C 除去氧气（及氮氧化物）、D 干燥氮气，防止对 E 装置反应的影响；

C、D 对调后无法除去水蒸气；

(4) 装置 E 中氮气与镁反应生成二氮化三镁；

(5) 氮化镁水解生成氢氧化镁沉淀与氨气，氨气使湿润的红色石蕊试纸变蓝，据此设计证明有氮化镁生成；

若 Mg 有剩余，将上述反应后的上清液去掉，加入盐酸，有气泡生成，说明有 Mg 剩余。

【解答】解：（1）利用装置内气体热胀冷缩检验装置的气密性，检查装置气密性的方法是：微热 b，这时 G 中有气泡冒出，停止加热冷却后，G 中插在溶液里的玻璃管形成一段水柱，则气密性良好；

由图中仪器结构可知，a 为分液漏斗、b 为圆底烧瓶，

故答案为：微热 b，这时 G 中有气泡冒出，停止加热冷却后，G 中插在溶液里的玻璃管形成一段水柱，则气密性良好；分液漏斗；圆底烧瓶；

(2) NaNO_2 和 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 反应生成氮气、硫酸钠与水，配平后方程式为： $2\text{NaNO}_2 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \xrightarrow{\Delta} 2\text{N}_2\uparrow + \text{Na}_2\text{SO}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$ ，

故答案为： $2\text{NaNO}_2 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \xrightarrow{\Delta} 2\text{N}_2\uparrow + \text{Na}_2\text{SO}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$ ；

(3) 装置内含有氧气、反应生成的气体中可能含有氮的氧化物，装置 C 除去氧气（及氮氧化物）、D 干燥氮气，除去水蒸气，防止对 E 装置反应的影响；

C、D 对调后无法除去水蒸气，故 C、D 不能对调，

故答案为：除去氧气（及氮氧化物）；除去水蒸气；不能，对调后无法除去水蒸气；

(4) 装置 E 中氮气与镁反应生成二氮化三镁，反应方程式为： $\text{N}_2 + 3\text{Mg} \xrightarrow{\Delta} \text{Mg}_3\text{N}_2$ ，

故答案为： $\text{N}_2 + 3\text{Mg} \xrightarrow{\Delta} \text{Mg}_3\text{N}_2$ ；

(5) 取少量产物于试管中，加入少量蒸馏水，试管底部有沉淀生成，可闻到刺激性氨味（把湿润的红色石蕊试纸放在管口，试纸变蓝），证明产物中含有氮化镁；

弃去上清液，加入盐酸，若观察到有气泡产生，则证明产物中含有未反应的镁，

故答案为：取少量产物于试管中，加入少量蒸馏水，试管底部有沉淀生成，可闻到刺激性氨味（把湿润的红色石蕊试纸放在管口，试纸变蓝），证明产物中含有氮化镁；弃去上清液，加入盐酸，若观察到有气泡产生，则证明产物中含有未反应的镁。

【点评】本题以氮化镁的制备为载体，考查学生对实验装置的理解、元素化合物的性质、实验方

案的设计等，是对学生综合能力的考查，需要学生基本扎实的基础与分析问题、解决问题的能力。

11. （15 分）铝是一种应用广泛的金属，工业上用 Al_2O_3 和冰晶石（ Na_3AlF_6 ）混合熔融电解制得。

① 铝土矿的主要成分是 Al_2O_3 和 SiO_2 等。从铝土矿中提炼 Al_2O_3 的流程如图 1 所示：



图 1



图 2

② 以萤石（ CaF_2 ）和纯碱为原料制备冰晶石的流程如图 2 所示：

回答下列问题：

(1) 写出反应 1 的化学方程式 $2\text{NaOH} + \text{SiO}_2 = \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ 、 $2\text{NaOH} + \text{Al}_2\text{O}_3 = 2\text{NaAlO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ；

(2) 滤液 I 中加入 CaO 生成的沉淀是 CaSiO_3 ，反应 2 的离子方程式为 $2\text{AlO}_2^- + \text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{Al}(\text{OH})_3\downarrow + \text{CO}_3^{2-}$ ；

(3) E 可作为建筑材料，化合物 C 是 浓 H_2SO_4 ，写出由 D 制备冰晶石的化学方程式 $12\text{HF} + 3\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{Al}(\text{OH})_3 = 2\text{Na}_3\text{AlF}_6 + 3\text{CO}_2 + 9\text{H}_2\text{O}$ ；

(4) 电解制铝的化学方程式是 $2\text{Al}_2\text{O}_3(\text{熔融}) \xrightarrow[\text{冰晶石}]{\text{通电}} 4\text{Al} + 3\text{O}_2\uparrow$ ，以石墨为电极，阳极产生的混合气体的成分是 O_2 、 CO_2 （或 CO ）。

【考点】 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）二氧化硅与氢氧化钠反应生成硅酸钠与水；氧化铝与氢氧化钠反应生成偏铝酸钠与

水；

(2) 滤液I中含有硅酸钠、偏铝酸钠，加入 CaO，生成氢氧化钙，氢氧化钙与硅酸钠反应生成硅酸钙沉淀；

由工艺流程可知，B 为氢氧化铝，故气体 A 为二氧化碳，滤液II主要是偏铝酸钠，偏铝酸钠溶液通入二氧化碳，生成氢氧化铝与碳酸钠；

(3) 由工艺流程可知，气体 D 含有 F 元素，应是 HF，故 C 为浓硫酸；根据元素守恒，可知 HF 与碳酸钠、氢氧化铝反应生成冰晶石，同时生成二氧化碳、水；

(4) 电解熔融的氧化铝生成铝与氧气；阳极生成氧气，部分氧气可以与石墨反应生成二氧化碳、CO。

【解答】解：(1) 二氧化硅与氢氧化钠反应生成硅酸钠与水，反应方程式为： $2\text{NaOH}+\text{SiO}_2=\text{Na}_2\text{SiO}_3+\text{H}_2\text{O}$ ，氧化铝与氢氧化钠反应生成偏铝酸钠与水，反应方程式为： $2\text{NaOH}+\text{Al}_2\text{O}_3=2\text{NaAlO}_2+\text{H}_2\text{O}$ ，

故答案为： $2\text{NaOH}+\text{SiO}_2=\text{Na}_2\text{SiO}_3+\text{H}_2\text{O}$ 、 $2\text{NaOH}+\text{Al}_2\text{O}_3=2\text{NaAlO}_2+\text{H}_2\text{O}$ ；

(2) 滤液I中含有硅酸钠、偏铝酸钠，加入 CaO，生成氢氧化钙，氢氧化钙与硅酸钠反应生成硅酸钙沉淀；

由工艺流程可知，B 为氢氧化铝，故气体 A 为二氧化碳，滤液II主要是偏铝酸钠，偏铝酸钠溶液通入二氧化碳，生成氢氧化铝与碳酸钠，反应方程式为： $2\text{AlO}_2^-+\text{CO}_2+3\text{H}_2\text{O}=2\text{Al}(\text{OH})_3\downarrow+\text{CO}_3^{2-}$ ，

故答案为： CaSiO_3 ； $2\text{AlO}_2^-+\text{CO}_2+3\text{H}_2\text{O}=2\text{Al}(\text{OH})_3\downarrow+\text{CO}_3^{2-}$ ；

(3) 由工艺流程可知，气体 D 含有 F 元素，应是 HF，故 C 为浓硫酸；根据元素守恒，可知 HF 与碳酸钠、氢氧化铝反应生成冰晶石，同时生成二氧化碳、水，反应方程式为： $12\text{HF}+3\text{Na}_2\text{CO}_3+2\text{Al}(\text{OH})_3=2\text{Na}_3\text{AlF}_6+3\text{CO}_2+9\text{H}_2\text{O}$ ，

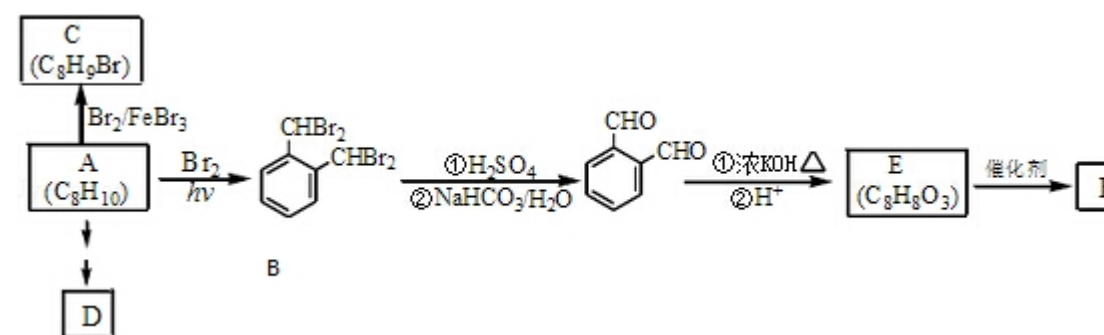
故答案为：浓 H_2SO_4 ； $12\text{HF}+3\text{Na}_2\text{CO}_3+2\text{Al}(\text{OH})_3=2\text{Na}_3\text{AlF}_6+3\text{CO}_2+9\text{H}_2\text{O}$ ；

(4) 电解熔融的氧化铝生成铝与氧气，反应方程式为： $2\text{Al}_2\text{O}_3(\text{熔融})\xrightarrow[\text{冰晶石}]{\text{通电}}4\text{Al}+3\text{O}_2\uparrow$ ，
阳极生成氧气，部分氧气可以与石墨反应生成二氧化碳、CO，故阳极气体有 O_2 、 CO_2 （或 CO）

故答案为： $2\text{Al}_2\text{O}_3(\text{熔融})\xrightarrow[\text{冰晶石}]{\text{通电}}4\text{Al}+3\text{O}_2\uparrow$ ； O_2 、 CO_2 （或 CO）。

【点评】本题考查化学工艺流程、无机物推断、常用化学用语等，题目难度中等，理解工艺流程是解题的关键，(3) 中 HF 的制备是中学中比较陌生的知识，现在基本不涉及，是难点、易错点，需要学生基本扎实的据此与运用知识分析解决问题的能力。

12. (15 分) 芳香化合物 A 是一种基本化工原料，可以从煤和石油中得到。OPA 是一种重要的有机化工中间体。A、B、C、D、E、F 和 OPA 的转化关系如下所示：



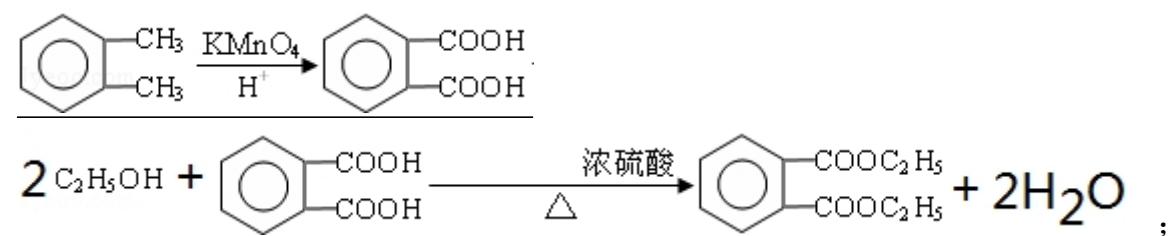
(1) A 的化学名称是 邻二甲苯；

(2) 由 A 生成 B 的反应类型是 取代反应。在该反应的副产物中，与 B 互为同分异构体的化合物的结构简式为 ；

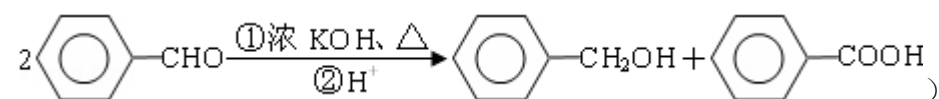
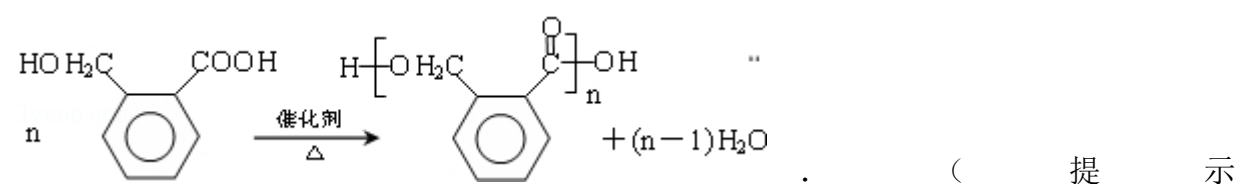
；
；

(3) 写出 C 所有可能的结构简式 ；

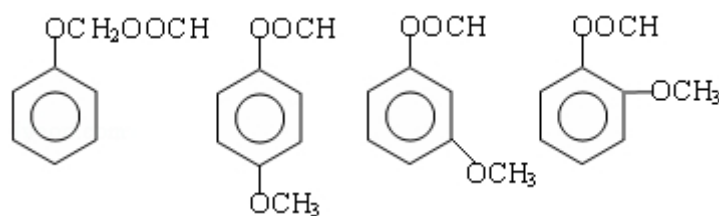
(4) D (邻苯二甲酸二乙酯) 是一种增塑剂。请用 A、不超过两个碳的有机物及合适的无机试剂为原料，经两步反应合成 D。用化学方程式表示合成路线



(5) OPA 的化学名称是 邻苯二甲醛，OPA 经中间体 E 可合成一种聚酯类高分子化合物 F，由 E 合成 F 的反应类型为 缩聚反应，该反应的化学方程式为



(6) 芳香化合物 G 是 E 的同分异构体，G 分子中含有醛基、酯基和醚基三种含氧官能团，写出

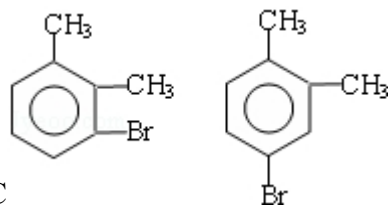


G 所有可能的结构简式_____。

【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 和溴发生取代反应生成 B，根据 B 的结构简式知，A 是邻二甲苯，在溴化铁作催化剂

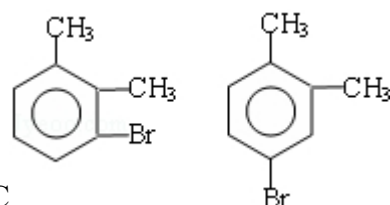


条件下，邻二甲苯和溴发生取代反应生成 C，B 发生一系列反应后生成邻苯二甲醛，结合已知条件知，邻苯二甲醛反应生成 E，E 的结构简式为



的性质来分析解答。

【解答】解：A 和溴发生取代反应生成 B，根据 B 的结构简式知，A 是邻二甲苯，在溴化铁作催

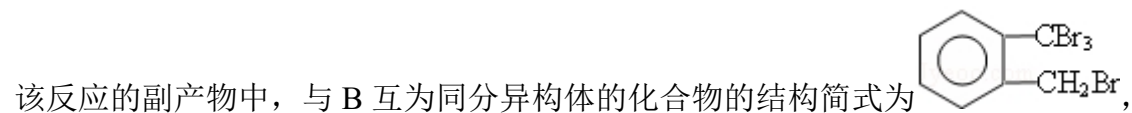


化剂条件下，邻二甲苯和溴发生取代反应生成 C，B 发生一系列反应后生成邻苯二甲醛，结合已知条件知，邻苯二甲醛反应生成 E，E 的结构简式为



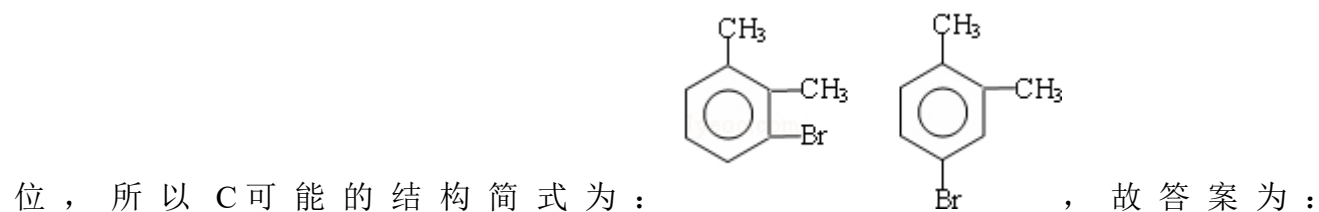
(1) A 的结构简式为：_____，其名称是邻二甲苯，故答案为：邻二甲苯；

(2) 邻二甲苯和溴发生取代反应生成 B，邻二甲苯的甲基上氢原子被溴原子取代生成溴代烃，在

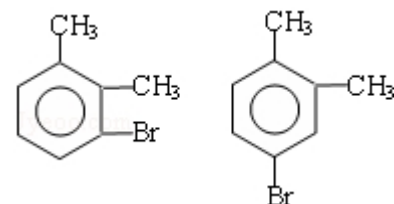


该反应的副产物中，与 B 互为同分异构体的化合物的结构简式为_____，故答案为：取代反应，_____；

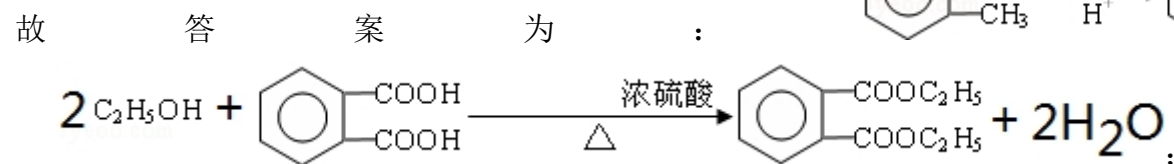
(3) 在溴化铁作催化剂条件下，邻二甲苯和溴发生苯环上的取代反应，取代位置为甲基的邻、对



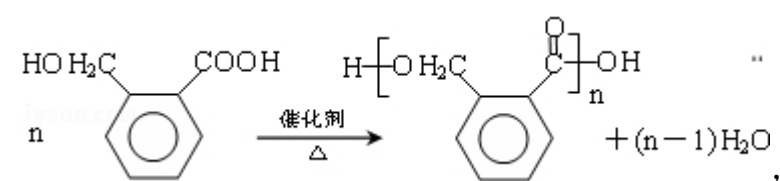
位，所以 C 可能的结构简式为：_____，故答案为：_____；



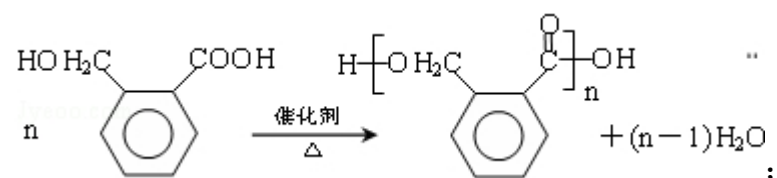
(4) 酸性条件下，邻二甲苯被高锰酸钾氧化生成邻苯二甲酸，在浓硫酸、加热条件下，邻苯二甲酸和乙醇发生酯化反应生成邻苯二甲酸二乙酯，

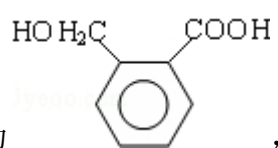


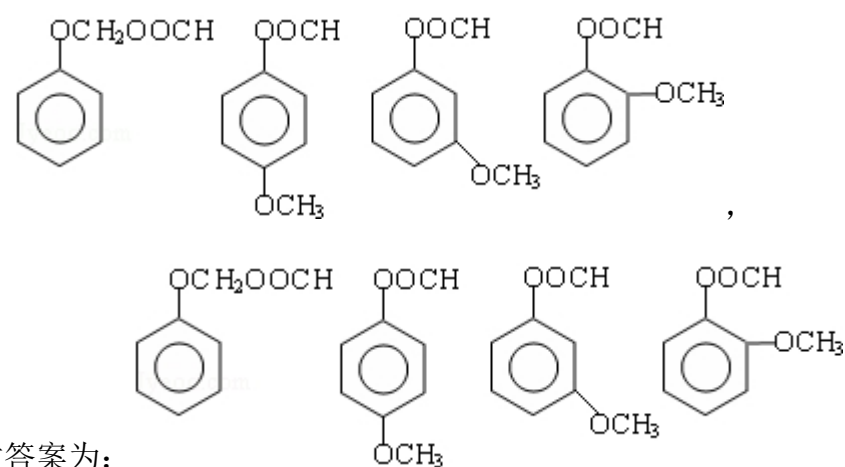
(5) OPA 的化学名称是邻苯二甲醛，E 发生缩聚反应生成 F，该反应方程式为：



故答案为：邻苯二甲醛，缩聚反应，



(6) E 的结构简式为 ，芳香化合物 G 是 E 的同分异构体，G 分子中含有醛基、酯基和醚基三种含氧官能团，则 G 的结构简式可能为：



故答案为：

【点评】 本题考查有机物的推断，明确有机物的官能团及其性质是解本题关键，难度中等，难点是同分异构体的书写，注意不能多写、漏写。