

2022 届高三开学摸底考试化学试卷(河北卷)

可能用到的相对原子质量: H-1 B-11 C-12 O-16 N-14 Na-23 P-31 Cu-64

一、选择题: 本题共 9 小题, 每小题 3 分, 共 27 分。每小题只有一个选项符合题目要求。

1. 《墨子·天志》中记载:“书之竹帛, 镂之金石”。下列说法错误的是

- A. 竹简的主要成分纤维素是天然有机高分子化合物
- B. 丝帛不宜使用含酶洗涤剂洗涤
- C. 饱和氯化铵溶液可以洗去金属表面的锈迹
- D. “石”指的是陶瓷、玉石, 制作陶瓷过程中只发生物理变化

【答案】D

【解析】

【分析】

- 【详解】A. 竹简的主要成分是纤维素, 纤维素是天然有机高分子化合物, A 项正确;
- B. 丝帛的主要成分是蛋白质, 蛋白质在酸、碱或酶的作用下能发生水解反应, B 项正确;
- C. 氯化铵溶液中 NH_4^+ 水解使溶液显酸性, “锈迹”的成分是金属氧化物, 金属氧化物能与水解出的 H^+ 反应, C 项正确;
- D. 制作陶瓷的过程发生了复杂的物理和化学变化, D 项错误;

故选 D。

2. 下列离子方程式书写不正确的是

- A. 少量金属 Na 加入水中: $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{Na}^+ + 2\text{OH}^- + \text{H}_2 \uparrow$
- B. 用浓 NaOH 溶液反萃取法提取碘: $3\text{I}_2 + 6\text{OH}^- = 5\text{I}^- + \text{IO}_3^- + 3\text{H}_2\text{O}$
- C. 向次氯酸钙溶液中通入足量 CO_2 : $\text{Ca}^{2+} + 2\text{ClO}^- + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{HClO}$
- D. 向小苏打溶液中滴加少量澄清石灰水: $\text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^- + 2\text{HCO}_3^- = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$

【答案】C

【解析】

- 【详解】A. 将金属 Na 投入水中, 反应生成氢氧化钠和氢气: $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{Na}^+ + 2\text{OH}^- + \text{H}_2 \uparrow$, 选项 A 正确;
- B. 用浓 NaOH 溶液反萃取法提取碘生成碘化钠、碘酸钠和水, 离子方程式: $3\text{I}_2 + 6\text{OH}^- = 5\text{I}^- + \text{IO}_3^- + 3\text{H}_2\text{O}$, 选项 B 正确;
- C. 向次氯酸钙溶液通过量 CO_2 的离子反应为 $\text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = \text{HCO}_3^- + \text{HClO}$, 选项 C 错误;
- D. NaHCO_3 溶液中滴加少量澄清石灰水的离子反应为 $2\text{HCO}_3^- + \text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_3^{2-}$, 选项 D 正

确；

答案选 C。

3. 下列说法不正确的是

- A. 硬脂酸甘油酯和蛋白质均能发生水解，且都是高分子化合物
- B. 植物秸秆和土豆淀粉在一定条件下水解的产物都可以转化为酒精
- C. 不同种类的氨基酸能以不同的数目和顺序彼此结合，形成更复杂的多肽化合物
- D. 往蛋白质溶液中加入饱和硫酸铵溶液，产生的沉淀再加水又可溶解

【答案】A

【解析】

【详解】A. 硬脂酸甘油酯含有酯基，而蛋白质含有肽键，均能发生水解，但蛋白质是高分子化合物，而油脂不属于高分子化合物，A 说法错误；

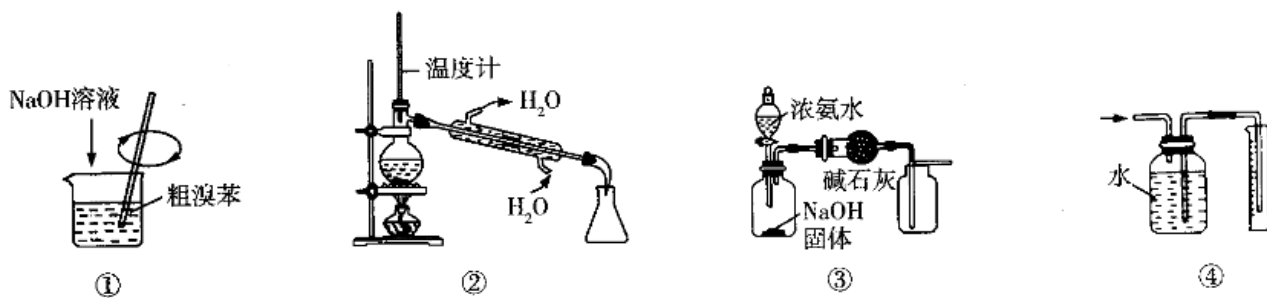
B. 植物秸秆为纤维素，土豆淀粉为淀粉，都属于多糖，在一定条件下水解的产物为葡萄糖，可以转化为酒精，B 说法正确；

C. 氨基和羧基可以发生脱水反应，故不同种类的氨基酸能以不同的数目和顺序彼此结合，形成更复杂的多肽化合物，C 说法正确；

D. 向蛋白质溶液中加入硫酸铵溶液发生盐析，盐析是可逆反应，故往蛋白质溶液中加入饱和硫酸铵溶液，产生的沉淀再加水又可溶解，D 说法正确；

答案为 A。

4. 用下列装置进行相应的实验，装置及操作完全正确的是



- A. ①装置实验操作后应将混合物转移到分液漏斗中进行分液
- B. ②装置实验应先点燃酒精灯，然后接通水龙头向冷凝管内通水
- C. ③装置用于制备并收集干燥的氨气
- D. ④装置用于测量 CO_2 的体积

【答案】A

【解析】

【分析】

【详解】A. 粗溴苯中含有杂质单质溴，加入氢氧化钠溶液之后发生如下反应：

$\text{Br}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaBr} + \text{NaBrO} + \text{H}_2\text{O}$ ，产物与溴苯不互溶，将混合物转移到分液漏斗中进行分液，A 正确；

B. 蒸馏操作中先通冷凝水，再点燃酒精灯加热，提高馏分的产率，B 错误；

C. 氨气的密度比空气小，应采用向下排空气法收集，C 错误；

D. CO_2 与水反应溶解于其中，会使测量体积偏小，应采用排饱和碳酸氢钠溶液的方法来测量 CO_2 的体积，

D 错误；

答案为：A。

5. CaCl_2 固体遇 NH_3 会形成 $\text{CaCl}_2 \cdot 8\text{NH}_3$ (可溶于水)。下列说法不正确的是

A. CaCl_2 与 NH_3 形成 $\text{CaCl}_2 \cdot 8\text{NH}_3$ 属于氮的固定

B. CaCl_2 作干燥剂时，不能干燥 NH_3

C. $\text{CaCl}_2 \cdot 8\text{NH}_3$ 溶于水，通入少量 CO_2 会产生白色沉淀

D. CaCl_2 与 NH_3 形成 $\text{CaCl}_2 \cdot 8\text{NH}_3$ 的过程属于化学变化

【答案】A

【解析】

【分析】

【详解】A. N_2 转化为 NO 、 NH_3 等氮的化合物才是氮的固定，A 项错误；

B. CaCl_2 可用作干燥剂，根据题意知 CaCl_2 固体遇 NH_3 会形成 $\text{CaCl}_2 \cdot 8\text{NH}_3$ ，故不能干燥 NH_3 ，B 项正确；

C. $\text{CaCl}_2 \cdot 8\text{NH}_3$ 溶于水，溶液呈碱性，通入少量 CO_2 会产生 CaCO_3 白色沉淀，C 项正确；

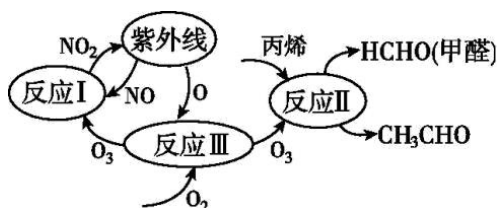
D. CaCl_2 、 NH_3 和 $\text{CaCl}_2 \cdot 8\text{NH}_3$ 为不同的物质， CaCl_2 与 NH_3 发生反应生成 $\text{CaCl}_2 \cdot 8\text{NH}_3$ ，属于化学变化，D 项正

确；

故选 A。

6. 研究表明，大气中氮氧化物和碳氢化合物受紫外线作用可产生二次污染物——光化学烟雾，其中某些反

应过程如图所示。下列说法不正确的是



A. 反应I、反应II均属于氧化还原反应

B. 整个过程中 O_3 作催化剂

C. 光化学烟雾中含甲醛、乙醛等刺激性物质

D. 反应III的方程式为 $O_2 + O = O_3$

【答案】B

【解析】

【分析】在紫外线作用下， NO_2 分解生成 NO 和 O ， O_2 与 O 发生反应III生成 O_3 ， O_3 与 NO 发生反应 I 生成 NO_2 ，丙烯与 O_3 发生反应II生成甲醛和乙醛，据此分析解答。

【详解】A. 反应I为 $O_3 + 3NO = 3NO_2$ ，反应II为丙烯与 O_3 发生反应生成甲醛和乙醛，均存在化合价的变化，均属于氧化还原反应，故 A 正确；

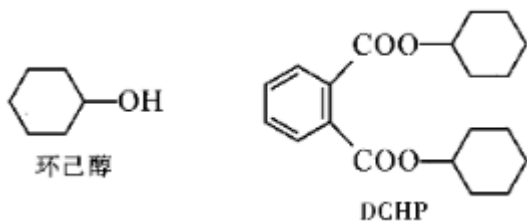
B. 整个过程中 O_3 属于中间产物，故 B 错误；

C. 由分析知，反应II中丙烯与 O_3 发生反应生成甲醛和乙醛，故光化学烟雾中含甲醛、乙醛等刺激性物质，故 C 正确；

D. 由分析知，反应III的方程式为 $O_2 + O = O_3$ ，故 D 正确；

故选 B。

7. 增塑剂 DCHP 可由环己醇制得。环己醇和 DCHP 的结构简式如图所示，下列说法错误的是



A. DCHP 的分子式为 $C_{20}H_{26}O_4$

B. 环己醇的一氯代物有 3 种

C. 可以用金属钠来鉴别环己醇和 DCHP

D. DCHP 能发生水解反应

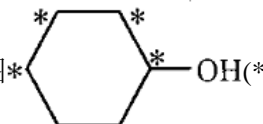
【答案】B

【解析】

分析】

【详解】A. 根据 DCHP 的结构简式可判断其分子式为 $C_{20}H_{26}O_4$ ，故 A 正确；

B. 根据等效氢原则，环己醇的结构中有 4 种不同的氢原子，则一氯代物有 4 种，如图*



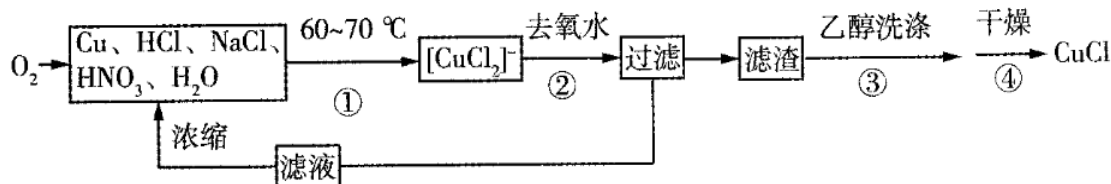
表示氯原子的位置)，故 B 错误；

C. 环己醇可与金属钠反应放出氢气，DCHP 不与钠反应，故 C 正确；

D. DCHP 中含有酯基，能发生水解反应，故 D 正确；

答案选 B。

8. 氯化亚铜常用作有机合成催化剂，难溶于水，不溶于稀硝酸和乙醇，但可溶于Cl⁻浓度较大的体系生成配离子[CuCl₂]⁻；在潮湿空气中易水解氧化为碱式氯化铜；见光则分解，变成褐色。一种制备CuCl的流程如图，下列说法不正确的是



- A. 操作①过程中会有氮氧化物生成
- B. 操作②的主要目的是降低溶液中Cl⁻浓度，析出CuCl
- C. 流程中可循环利用的物质有两种
- D. 操作④可在真空中进行，并注意避光

【答案】C

【解析】

【分析】

【详解】A. Cu可以被硝酸氧化，会有氮氧化物生成，A项正确；

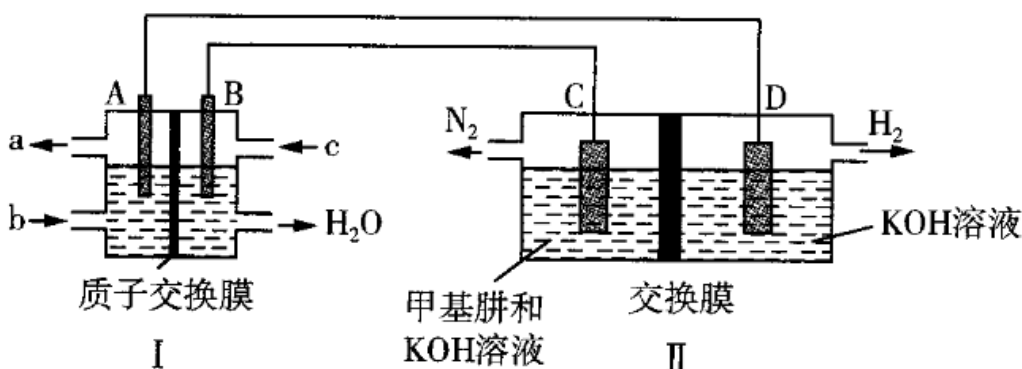
B. CuCl溶于Cl⁻浓度较大的体系生成配离子[CuCl₂]⁻，操作②加入去氧水，可降低溶液中的Cl⁻浓度，[CuCl₂]⁻被破坏，析出CuCl沉淀，同时可以防止CuCl被氧化，B项正确；

C. 操作①之后得[CuCl₂]⁻，加入去氧水并过滤，滤渣是CuCl沉淀，滤液含有NaCl、HNO₃、HCl，滤液经浓缩后可循环使用，洗涤滤渣的乙醇通过蒸馏也可回收再利用，C项错误；

D. CuCl易被氧化，见光则分解，故干燥操作应在真空环境中进行，并注意避光，D项正确；

故选C。

9. 某研究所用乙烷(CH₃CH₃)燃料电池电解甲基胍(CH₃—NH—NH₂)制氢，其装置如图，其中A、B、C、D均为惰性电极。下列说法不正确的是



- A. B电极 正极，电极反应为 $O_2 + 4H^+ + 4e^- = 2H_2O$

- B. 装置 I 和 II 工作后电解质溶液的 pH 都减小
- C. 装置 II 中交换膜为阴离子交换膜, OH⁻ 由右室移向左室
- D. 理论上, 标准状况下生成 7.84LH₂, 消耗 CH₃CH₃ 的质量为 1.5g

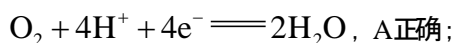
【答案】B

【解析】

【分析】

【 详 解 】

A. 根据装置 I 中 D 电极上产生 H₂, 发生还原反应, 可知 D 电极作阴极, A 电极作阳极, B 电极作正极, c 为 O₂, B 电极上发生反应



B. 装置 总反应为 $2\text{CH}_3\text{CH}_3 + 7\text{O}_2 = 4\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$, 有水生成, 酸性电解质溶液被稀释, pH 增大, B 错误;

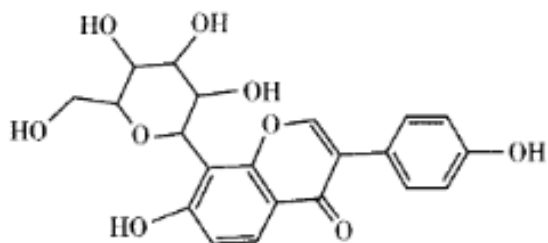
C. 因为 C 电极反应式为 $\text{CH}_3 - \text{NH} - \text{NH}_2 + 12\text{OH}^- - 10\text{e}^- = \text{CO}_3^{2-} + \text{N}_2 \uparrow + 9\text{H}_2\text{O}$, 消耗 OH⁻, 故装置 I 中交换膜为阴离子交换膜, OH⁻ 由右室移向左室, C 正确;

D. 由电子得失守恒可知, $\text{CH}_3\text{CH}_3 \sim 14\text{e}^- \sim 7\text{H}_2$, 标准状况下生成 7.84L(0.35mol) H₂, 消耗 CH₃CH₃ 0.05mol, 即 $0.05\text{mol} \times 30\text{g} \cdot \text{mol}^{-1} = 1.5\text{g}$, D 正确;

故选 B。

二、选择题: 本题共 4 小题, 每小题 4 分, 共 16 分。每小题有一个或两个选项符合题目要求, 全部选对得 4 分, 选对但不全的得 2 分, 有选错的得 0 分。

10. 葛粉中含有大量葛根素, 葛根素又称葛根黄酮, 临床上用于治疗心脑血管疾病、癌症, 其结构简式如图所示。下列关于葛根素的说法正确的是



- A. 1mol 葛根素与足量 Na₂CO₃ 溶液反应最多能消耗 6mol Na₂CO₃
- B. 该分子苯环上的一氯代物有 6 种
- C. 1mol 葛根素与足量溴水发生反应最多能消耗 4mol Br₂
- D. 该分子中至少有 6 个碳原子共平面

【答案】C

【解析】

【分析】

【详细解答】

A. 酚羟基可以和 Na_2CO_3 溶液反应, 1 mol 酚羟基消耗 1 mol Na_2CO_3 , 1 mol 葛根素中有 2 mol 酚羟基, 所以最多消耗 2 mol Na_2CO_3 , A 错误。

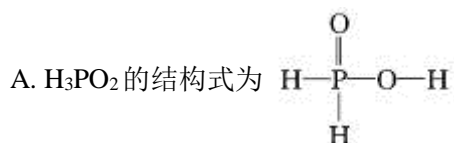
B. 该分子苯环上有 4 种等效氢, 苯环上的一氯代物有 4 种, B 错误。

C. 苯环上酚羟基的邻位和对位的氢原子可以与溴水发生取代反应, 1 个葛根素分子中含有 2 个酚羟基, 酚羟基的邻位和对位共有 3 个氢原子, 可以与 3 个发生取代反应, 1 个葛根素分子中含有 1 个 $\text{C}=\text{C}$, 可以与 1 个 Br_2 发生加成反应, 故 1 mol 葛根素最多与 4 mol Br_2 反应, C 正确。

D. 构成苯环的碳原子及与苯环直接相连的碳原子一定共平面, 所以该分子中至少有 8 个碳原子共平面, D 错误;

故选 C。

11. 次磷酸(H_3PO_2)是一种精细磷化工产品, 有强还原性。已知: ① $2\text{P}_4 + 3\text{Ba}(\text{OH})_2 + 6\text{H}_2\text{O} = 3\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2 + 2\text{PH}_3\uparrow$, ② $\text{H}_3\text{PO}_2 + \text{NaOH}(\text{足量}) = \text{NaH}_2\text{PO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ 。下列推断不正确的是



B. H_3PO_2 具有强还原性, 在空气中可能被氧化成磷酸

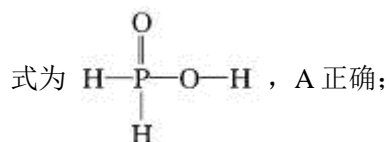
C. NaH_2PO_2 是酸式盐

D. 每消耗 1 mol P_4 , 反应①中转移 6 mol 电子

【答案】CD

【解析】

【详解】A. 根据②反应可知 H_3PO_2 是一元酸, 由于只有 $-\text{OH}$ 的 H 原子能够电离, 因此可说明 H_3PO_2 的结构



B. 由于 P 元素最高化合价是 +5 价, 而在 H_3PO_2 中 P 元素化合价为 +1 价, 说明该物质具有强还原性, 在空气中可能被空气中的氧气氧化成 +5 价的磷酸, B 正确;

C. 根据 A 选项可知 H_3PO_2 是一元酸, 所以 NaH_2PO_2 是正盐, 不是酸式盐, C 错误;

D. 在①反应中元素化合价升降数值是 6, 说明每有 2 mol P_4 反应, 反应①中转移 6 mol 电子, D 错误;

故合理选项是 CD。

12. X、Y、Z、M 是原子序数依次增大的短周期元素，它们组成一种团簇分子的化学式为 $Z_2M_2Y_4(YX)_2$ 。X、M 的族序数均等于周期序数，Y 原子核外最外层电子数是其电子总数的 $\frac{3}{4}$ 。下列说法错误的是

- A. 简单离子半径： $Z > M > Y$
- B. Z 和 M 的最高价氧化物对应的水化物的碱性： $Z > M$
- C. X 与 Y 形成的化合物中，X 与 Y 的原子个数之比一定为 2:1
- D. Z、M 的单质与 NaOH 溶液可形成原电池，M 的单质作负极

【答案】AC

【解析】

【分析】

【详解】A. 简单离子的核外电子排布结构相同时，核电荷数越大，半径越小，则半径： $O^{2-} > Mg^{2+} > Al^{3+}$ ，A 错误；

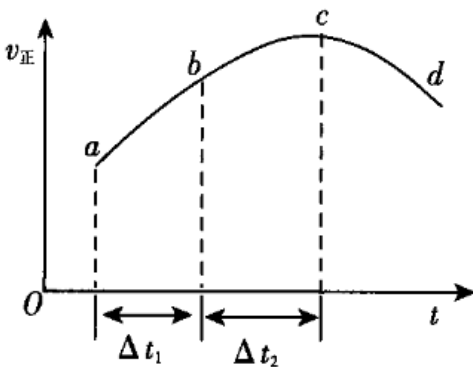
B. 由于 Mg 的金属性强于 Al，则最高价氧化物对应的水化物的碱性： $Mg(OH)_2 > Al(OH)_3$ ，B 正确；

C. H 与 O 形成的化合物有 H_2O 、 H_2O_2 ，H 与 O 原子个数之比分别为 2:1、1:1，C 错误；

D. Mg、Al 与 NaOH 溶液可形成原电池，发生反应 $2Al + 2NaOH + 2H_2O = 2NaAlO_2 + 3H_2 \uparrow$ ，其中 Al 是还原剂，作原电池的负极，故 D 正确；

故选 AC。

13. 向绝热恒容密闭容器中通入 1 mol SO_2 和 1 mol NO_2 ，发生反应： $SO_2(g) + NO_2(g) \rightleftharpoons SO_3(g) + NO(g)$ ，正反应速率随时间变化如图所示。下列有关说法不正确的是



- A. 生成物的总能量低于反应物的总能量
- B. c 点容器内气体颜色不再改变
- C. 当 $\Delta t_1 = \Delta t_2$ 时， SO_2 的转化率：a~b 段大于 b~c 段

D. c~d段, 反应物浓度减小是影响正反应速率下降的主要因素

【答案】BC

【解析】

【分析】

【详解】A. 随反应进行, 反应物浓度减小, 但是从 a 到 c 正反应速率增大, 说明反应刚开始时温度升高对正反应速率的影响大于浓度减小对正反应速率的影响, 该反应为放热反应, 即生成物的总能量低于反应物的总能量, 正确;

B. c 点对应的正反应速率还在改变, 未达平衡, 容器内气体颜色变化, 错误;

C. $a \sim c$ 段, 随着反应的进行, 正反应速率增大, $\Delta t_1 = \Delta t_2$ 时, SO_2 的转化率: $a \sim b$ 段小于 $b \sim c$ 段, 错误;

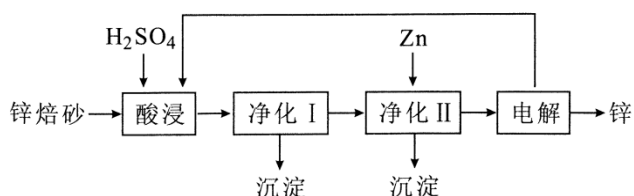
D. 随反应进行, 反应物浓度减小, 反应为放热反应, c 点前温度对速率影响为主, c 点后浓度变化对速率影响为主, 正确;

故选 BC。

三、非选择题: 共 57 分。第 14~16 题为必考题, 每个试题考生都必须作答。第 17~18 题为选考题, 考生根据要求作答。

(一)必考题: 共 42 分。

14. 锌是一种常用金属, 工业上利用锌焙砂(主要含 ZnO 、 ZnFe_2O_4 , 还含有少量 CaO 、 FeO 、 CuO 、 NiO 等)湿法制取金属锌的流程如图所示, 回答下列问题。



已知: Fe 的活泼性强于 Ni。

(1) ZnFe_2O_4 可写成 $\text{ZnO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$, 则 ZnFe_2O_4 与 H_2SO_4 反应的化学方程式_____。

(2) “净化 I” 操作分为两步:

①将溶液中少量的 Fe^{2+} 氧化, 下列试剂中可选用的是_____ (填字母标号)。

A. 新制氯水 B. 30% H_2O_2 溶液 C. FeCl_3 溶液 D. KMnO_4 溶液

②加入 ZnO , 调节溶液 pH 为 3.3~6.7; 加热到 60°C 左右并不断搅拌, 加热搅拌主要目的是_____。

(3) “净化 I” 生成的沉淀中还含有溶液中的悬浮杂质, 溶液中的悬浮杂质被共同沉淀的原因是_____。

(4) “净化 II” 中加入过量 Zn 的目的是_____。

【答案】 ① $\text{ZnFe}_2\text{O}_4 + 4\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{ZnSO}_4 + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 4\text{H}_2\text{O}$ ②B ③ 促进三价铁离子水

解转化为沉淀，并使过量的过氧化氢分解除去 ④ 氢氧化铁胶粒具有吸附性 ⑤ 使铜离子、镍离子转化为单质而除去

【解析】

【详解】(1) 根据信息 $ZnFe_2O_4$ 可写成 $ZnO \cdot Fe_2O_3$ 可知，酸浸时 $ZnFe_2O_4$ 会生成两种盐，分别为硫酸锌、硫酸铁，即 $ZnFe_2O_4$ 与硫酸反应生成硫酸锌、硫酸铁、水，反应的化学方程式为：



(2) ①将溶液中少量的 Fe^{2+} 氧化，应选用氧化性较强且产物不会引入新杂质的物质，新制氯水的还原产物为氯离子，会引入新的杂质，氯化铁无法将 Fe^{2+} 氧化，且会引入新的杂质， $KMnO_4$ 溶液还原产物为二价锰离子，会引入新的杂质，因此应当加入过氧化氢，选 B；

②加热搅拌的目的是促进三价铁离子水解转化为沉淀，并使过量的过氧化氢分解除去；

(3) 因为 $Fe(OH)_3$ 胶粒具有吸附性，则净化 I 生成的沉淀中还含有溶液中的悬浮杂质；

(4) 加入稀硫酸后生成物中含有硫酸铁、硫酸亚铁、硫酸锌、硫酸铜、硫酸镍、硫酸钙，其中硫酸钙微溶于水，净化 I 后除去 Fe 元素，所以净化 II 中加入 Zn 的目的是使 Cu^{2+} 、 Ni^{2+} 转化为 Cu、Ni 而除去。

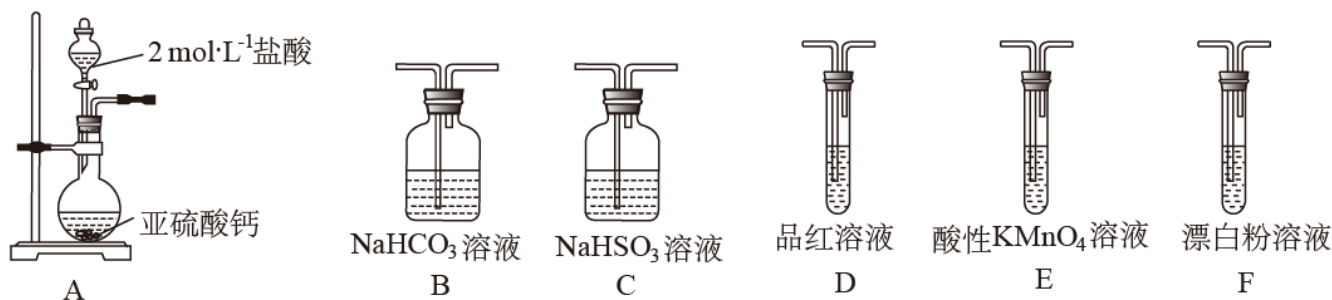
15. 某兴趣小组为探究 SO_2 有关性质进行如下实验活动。

(1). 实验 a 的目的是___。

(2). 实验 b 可能得出的结论是___；理由是___。

II. SO_2 水溶液酸性

该小组选用下列装置及药品比较亚硫酸和次氯酸的酸性强弱。



(3). 装置连接顺序为 A→C→___→E→___→F→尾气处理。证明亚硫酸酸性强于次氯酸的实验现象是___。

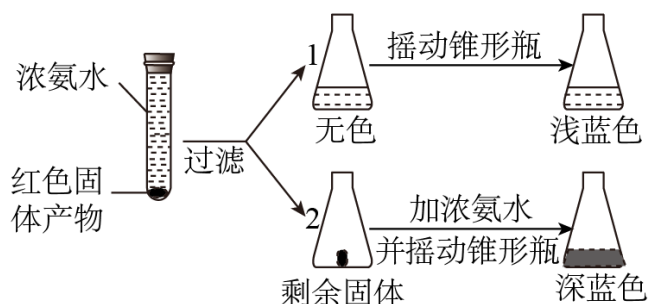
III. SO_2 还原性

已知： Cu_2O 易与浓氨水反应生成 $Cu(NH_3)_2^+$ (无色)，在空气中会立即被氧化成 $Cu(NH_3)_2^+$ (蓝色)。该小组为探究 SO_2 与新制 $Cu(OH)_2$ 悬浊液的反应进行如下实验：

装置	试管中的药品	现象
	1.5mL 1mol·L ⁻¹ CuSO ₄ 溶液和 3.5mL 1mol·L ⁻¹ NaOH 溶液混合	开始时有砖红色沉淀出现，一段时间后，砖红色沉淀消失，静置，试管底部有少量紫红色固体，溶液呈蓝色

(4). 该小组将少量 Cu₂O 固体加入 5mL 蒸馏水中，再持续通入 SO₂ 气体，发现现象与上述实验相同，说明砖红色沉淀为 Cu₂O。砖红色沉淀消失的化学方程式为___。

(5). 取表中实验所得固体进行如图实验(以下每步均充分反应):



实验时摇动锥形瓶的目的是___；锥形瓶 2 中固体完全溶解得深蓝色溶液的离子方程式为___。

【答案】 (1). 探究 SO₂ 分子能否使品红褪色

(2). ① 使品红褪色的微粒可能是亚硫酸根离子 ② SO₃²⁻ 浓度大，褪色快；SO₃²⁻ 浓度小，褪色慢

(3). ① B ② D ③ D 中品红溶液不褪色，F 中出现白色沉淀

(4). 2Cu₂O+SO₂=CuSO₄+3Cu

(5). ① 使溶液与空气中氧气充分接触 ② 2Cu+8NH₃·H₂O+O₂=[2(Cu(NH₃)₄)²⁺+4OH⁻+6H₂O

【解析】

【分析】 本题首先利用实验室制备二氧化硫，然后根据原理验证二氧化硫的化学性质，在验证的过程中考查了实验装置的选择以及使用方法。

【小问 1 详解】

SO₂ 水溶液中含有亚硫酸分子、亚硫酸氢根离子、亚硫酸根离子，不能判断起漂白作用的是哪种微粒，实验 a 的目的是探究 SO₂ 分子能否使品红褪色；

【小问 2 详解】

实验 b 各溶液中均含有亚硫酸分子、亚硫酸氢根离子、亚硫酸根离子，因为加入亚硫酸钠溶液的品红溶液

褪色最快，结合有关反应速率影响因素的知识，推测使品红褪色的微粒可能是亚硫酸根离子；

【小问 3 详解】

SO₂ 直接通入漂白粉溶液，会与 ClO⁻ 发生氧化还原反应，不能直接运用强酸制弱酸规律进行比较，故先证明亚硫酸酸性强于碳酸，再证明碳酸酸性强于 HClO；

【小问 4 详解】

根据实验现象并结合守恒思想和氧化还原反应原理分析生成了 CuSO₄ 和 Cu；

【小问 5 详解】

据题知，紫红色固体铜在浓氨水和氧气共同作用下会溶解，且生成 [Cu(NH₃)₄]²⁺，从而写出离子方程式。

16. 天然气的主要成分是甲烷，它是一种重要的化工原料。

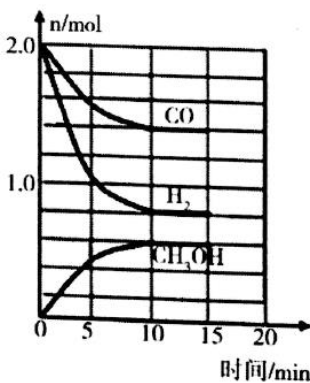
(1) CH₄ 与 CO₂ 经催化反应可制得合成气：CH₄ (g) + CO₂ (g) = 2CO (g) + 2H₂ (g) ΔH

已知：反应 1：CH₄ (g) = C (s) + 2H₂ (g) ΔH₁ = +75 kJ/mol

反应 2：2CO (g) = C (s) + CO₂ (g) ΔH₂ = -172 kJ/mol 则该催化反应的 ΔH = _____ kJ/mol。

(2) 工业上可用 CO 和 H₂ 合成二甲醚，其反应为：2CO (g) + 4H₂ (g) = CH₃OCH₃ (g) + H₂O (g) ΔH = -204.7 kJ/mol 初始条件相同时，分别在 A (恒温)、B (绝热) 两个容器内反应。反应初始时两容器的反应速率 A _____ B (填“>”、“<”或“=”，下同)；平衡时 CO 的转化率 A _____ B。

(3) 工业上可用 CO 和 H₂ 合成甲醇，其反应为 CO (g) + 2H₂ (g) = CH₃OH (g) ΔH = -90.1 kJ·mol⁻¹。温度 T 时，在容积为 2L 的某密闭容器中进行上述反应，反应过程中相关数据如图所示。



①下列能表明该反应已达到平衡状态的是_____。

a v (H₂) = 2v (CH₃OH) b c (CO) / c (CH₃OH) = 7: 3 时

c c (H₂) / c (CH₃OH) = 2: 1 时 d 容器中气体的压强不再变化

②该化学反应 10min 内生成 CH₃OH 的反应速率 v (CH₃OH) = _____。

③该温度下，反应的平衡常数为_____ (列出计算式即可)。

④若其他条件不变时,15min 时再向容器中加入 2 mol CO 和 x mol H₂，平衡时 CO 的转化率与原平衡相同，

则 $x=$ _____。

【答案】 ①.+247 ②.= ③.> ④.bd ⑤. $0.03\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ⑥. $\frac{0.3}{0.7\times 0.4^2}$ ⑦.1.2

【解析】

【分析】(1) 根据盖斯定律可知：反应 1-反应 2 得 $\text{CH}_4(\text{g})+\text{CO}_2(\text{g})=2\text{CO}(\text{g})+2\text{H}_2(\text{g})$ ；

(2) 反应初始时，两容器中反应物的浓度相同，温度等相同，两容器的反应速率 $A=B$ ；反应放热。B 中温度高，平衡逆向移动，平衡时 CO 的转化率 $A>B$ 。

(3) ①可逆反应到达平衡时，同种物质的正逆速率相等且保持不变，各组分的浓度、含量保持不变，由此衍生的其它一些量不变，判断平衡的物理量应随反应进行发生变化，该物理量由变化到不再变化说明到达平衡；

②根据 $v=\frac{\Delta c}{\Delta t}$ 计算；

③该反应的平衡常数 $K=\frac{c(\text{CH}_3\text{OH})}{c(\text{CO})c^2(\text{H}_2)}$ ；

④列出三段式，利用平衡常数不变计算。

【详解】(1) 已知：反应 1: $\text{CH}_4(\text{g})=\text{C}(\text{s})+2\text{H}_2(\text{g}) \quad \Delta H_1=+75\text{kJ/mol}$

反应 2: $2\text{CO}(\text{g})=\text{C}(\text{s})+\text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H_2=-172\text{kJ/mol}$

根据盖斯定律可知：反应 1-反应 2 得 $\text{CH}_4(\text{g})+\text{CO}_2(\text{g})=2\text{CO}(\text{g})+2\text{H}_2(\text{g}) \quad \Delta H=\Delta H_1-\Delta H_2=+75\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}-(-172\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1})=+247\text{kJ/mol}$ ；

故答案为： $\Delta H=+247\text{kJ/mol}$ 。

(2) $2\text{CO}(\text{g})+4\text{H}_2(\text{g})=\text{CH}_3\text{OCH}_3(\text{g})+\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H=-204.7\text{kJ/mol}$ 是放热反应，初始条件相同时，分别在 A（恒温）、B（绝热）两个容器内反应。反应初始时，两容器中反应物的浓度相同，温度等相同，两容器的反应速率 $A=B$ ；反应放热。B 中温度高，平衡逆向移动，平衡时 CO 的转化率 $A>B$ 。

故答案为：=；>；

(3) ①a. $v(\text{H}_2)=2v(\text{CH}_3\text{OH})$ 不能说明正逆反应速率关系，故 a 不选；

b. 由图 $c(\text{CO}):c(\text{CH}_3\text{OH})=1.4:0.6=7:3$ 时，是平衡时浓度比，故 b 选；

c. 由图 $c(\text{H}_2):c(\text{CH}_3\text{OH})=0.8:0.6=4:3$ 时，是平衡时浓度比，故 c 不选；

d. $\text{CO}(\text{g})+2\text{H}_2(\text{g})=\text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$ 是气体体积缩小的反应，容器中气体的压强不再变化，说明反应达到平衡状态，故 d 选；

故选 bd；

②该化学反应 10min 内生成 CH_3OH 的反应速率 $v(\text{CH}_3\text{OH})=\frac{0.6\text{mol}}{2\text{L}\times 10\text{min}}=0.03\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ 。

③由图 CO、 H_2 、 CH_3OH 的浓度分别是：0.3、0.7、 $0.43\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，该温度下，该反应的平衡常数

$$K = \frac{c(\text{CH}_3\text{OH})}{c(\text{CO})c^2(\text{H}_2)} = \frac{0.3}{0.7 \times 0.4^2};$$

④若其他条件不变时,15min 时再向容器中加入 2 mol CO 和 x mol H₂, 平衡时 CO 的转化率与原平衡相同,

	CO (g)	+ 2H ₂ (g)	⇌	CH ₃ OH (g)
起始物质的量 (mol)	2+2	2+x		0
变化物质的量 (mol)	1.2	2.4		1.2
平衡物质的量 (mol)	2.8	x-0.4		1.2

该温度下, 该反应的平衡常数 $K = \frac{c(\text{CH}_3\text{OH})}{c(\text{CO})c^2(\text{H}_2)} = \frac{0.3}{0.7 \times 0.4^2} = \frac{0.6}{1.4 \times (\frac{x-0.4}{2})^2}$

则 x=1.2。

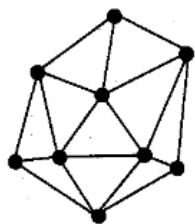
【点睛】本题考查盖斯定律、化学平衡状态的判断、化学平衡及其计算, 侧重考查学生的分析能力和计算能力, 难点 (3) ④, 列出三段式, 结合已知条件: 平衡时 CO 的转化率与原平衡相同, 利用原平衡常数求解。

(二)选考题: 共 15 分。请考生从 2 道题中任选一道作答, 并用 2B 铅笔将答题卡上所选题目对应的题号右侧方框涂黑, 按所涂题号进行评分; 多涂、多答, 按所涂的首题进行评分; 不涂, 按本选考题的首题进行评分。

17. 单质硼是一种用途广泛的化工原料, 可以应用于新型材料的制备, 可用作良好的还原剂等。

(1). 晶体硼为黑色, 硬度仅次于金刚石, 质地较脆, 熔点为 2573K, 沸点为 2823K。晶体硼的晶体类型属于__晶体。

(2). 晶体硼单质的基本结构单元为正二十面体(如图甲所示), 其能自发地呈现多面体外形, 这种性质称为晶体的__。晶体中有 20 个等边三角形和一定数目的顶点, 每个顶点各有一个 B 原子。通过观察图形及推算, 可知此结构单元是由__个 B 原子构成。



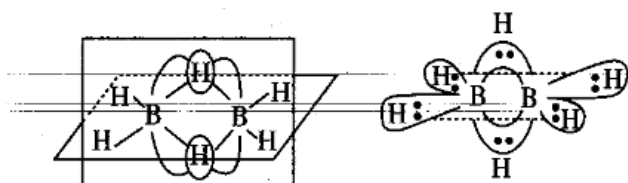
甲

(3). 基态硼原子的价电子轨道表达式是__。与硼处于同周期且相邻的两种元素和硼的第一电离能由大到小的顺序为__。

(4). B 与 H 形成的化合物很多, 其中最简单的氢化物为 B₂H₆(分子结构如图乙), 则 B 原子的杂化方式为__。

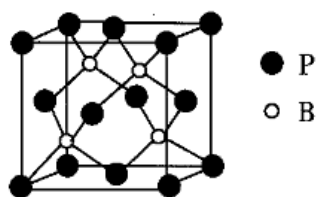
氨硼烷(NH₃BH₃)被认为是最具潜力的新型储氢材料之一, 分子中存在配位键, 提供孤电子对的成键原子是

___。硼氢化钠(NaBH_4)，它是有机合成的重要还原剂，其中 BH_4^- 的立体构型为___。



乙

(5). 磷化硼是一种超硬耐磨涂层材料，如图丙为其晶胞结构，阿伏加德罗常数的值为 N_A ，磷化硼晶体的密度为 $\rho \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ，B 与 P 最近的距离为___cm(列出计算式即可)。



丙

【答案】(1). 原子

(2). ① 自范性 ② 12

(3). ①

2s
↑↓

2p		
↑		

 ② $\text{C} > \text{Be} > \text{B}$

(4). ① sp^3 杂化 ② N ③ 正四面体

(5). $\frac{\sqrt{3}}{2} \sqrt[3]{\frac{21}{\rho N_A}}$

【解析】

【分析】

【小问 1 详解】

从题中可知，该晶体熔、沸点较高，可推出该晶体为原子晶体。

【小问 2 详解】

自发地呈现多面体外形，这种性质称为晶体的自范性，应用均摊法求解，每个 B 原子属于 5 个三角形所共用，即在每个三角形中起 $\frac{1}{5}$ 的作用，每个单元 B 原子数为 $20 \times 3 \times \frac{1}{5} = 12$ 个，每个三角形均为正三角形，即键角均为 60° 。

【小问 3 详解】

硼的价电子排布式为 $2s^2 2p^1$ ，故其价电子轨道表达式为 $\begin{array}{|c|} \hline 2s \\ \hline \uparrow\downarrow \\ \hline \end{array} \begin{array}{|c|c|c|} \hline 2p \\ \hline \uparrow & & \\ \hline \end{array}$ 。与 B 同周期且相邻的元素

为 Be、C，同周期元素从左到右第一电离能呈增大趋势，但由于 Be 的 2s 能级全满，为稳定状态，故第一电离能 $Be > B$ ，因此第一电离能： $C > Be > B$ 。

【小问 4 详解】

B_2H_6 分子中每个 B 原子形成 4 个键，无孤电子对，B 原子的杂化轨道数为 4，故杂化方式为 sp^3 ；氨硼烷 (NH_3BH_3) 中 B 无孤电子对，故 NH_3 中 N 原子提供孤电子对； BH_4^- 中 B 的价层电子对数为 4，且无孤电子对，故 BH_4^- 的立体构型为正四面体。

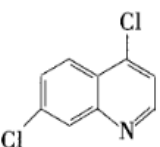
【小问 5 详解】

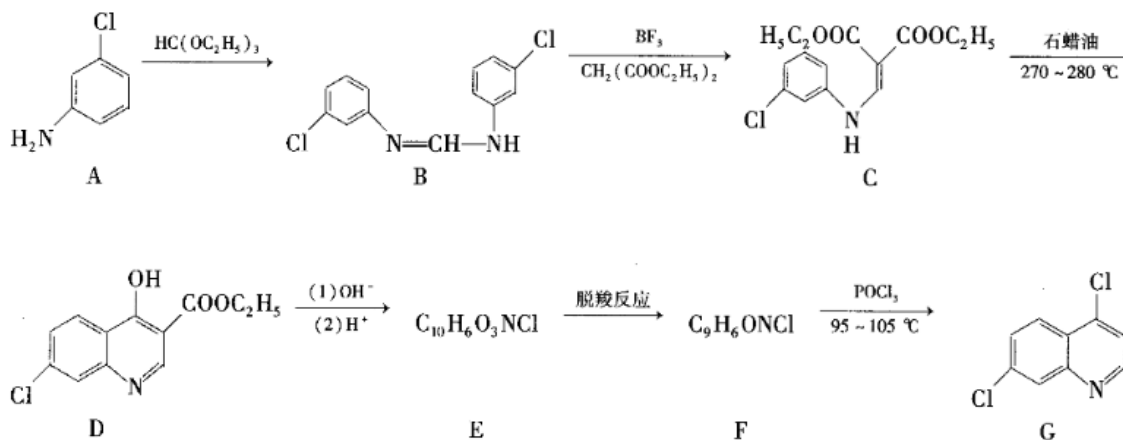
磷化硼晶胞的结构与金刚石晶胞相似，将该晶胞切割成 8 个小立方体，在其中 4 个互不相邻的小立方体体心各有个 B 原子，因此 B 与 P 最近的距离为晶胞体对角线长的 $\frac{1}{4}$ 。设晶胞边长为 a cm，该晶胞中含有 4 个 B、

4 个 P，则 $\frac{(11+31) \times 4}{N_A} g = \rho g \cdot cm^{-3} \times (a cm)^3$ ，解得 $a = 2\sqrt[3]{\frac{21}{\rho N_A}} cm$ 。晶胞体对角线长为晶胞边长的 $\sqrt{3}$ 倍，

故 B 与 P 最近的距离为 $\frac{1}{4} \times \sqrt{3} \times 2\sqrt[3]{\frac{21}{\rho N_A}} cm = \frac{\sqrt{3}}{2} \sqrt[3]{\frac{21}{\rho N_A}} cm$ 。

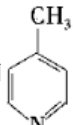
18. 磷酸氯喹是一种抗疟药，在细胞水平上能有效抑制新型冠状病毒的感染，查阅文献发现，

G() 是一种合成磷酸氯喹的医药中间体，它的合成路线如图：

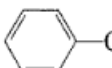
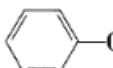


已知：① $POCl_3$ 是氯化杂环的常用试剂，P 在反应前后化合价无变化；

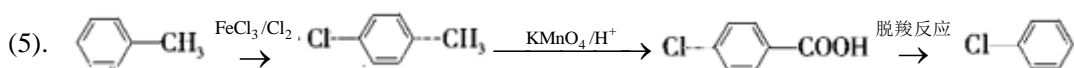
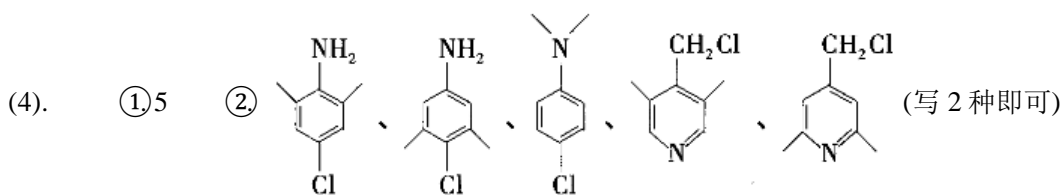
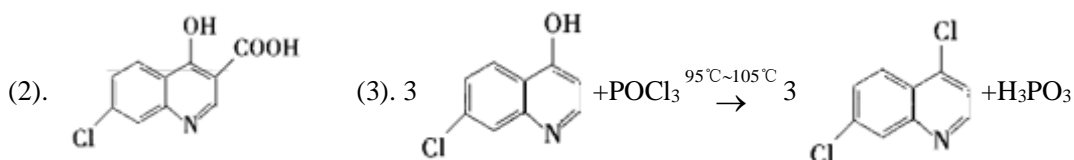
② 脱羧反应是羧酸分子脱去羧基 ($-COOH$) 放出二氧化碳的反应；

③苯胺和甲基吡啶(如 )互 芳香同分异构体。

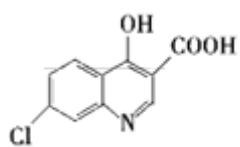
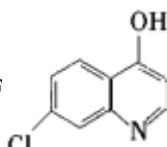
回答下列问题:

- 化合物 A 的名称是____, D 中含氧官能团的名称为____。
- E 的结构简式为____。
- F→G 的反应方程式为____。
- 某有机物的分子式为 $C_8H_{10}NCl$, 具有芳香化合物特征, 核磁共振氢谱显示有 3 种不同化学环境的氢, 该有机物的结构有____种, 请写出其中的 2 种____。
- 参照上述流图, 写出以  为原料制备  的合成路线图(其他试剂任选)____。

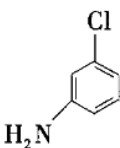
【答案】(1). ① 间氯苯胺(或 3-氯苯胺) ② 羟基、酯基



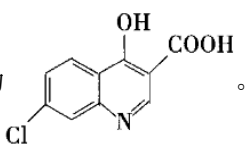
【解析】

【分析】D 发生水解反应生成 , E 发生脱羧反应得到 F , 以此解题。

【小问 1 详解】

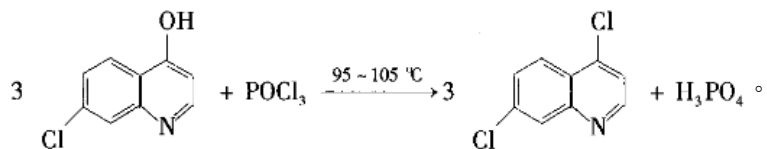
 中两个官能团位于苯环的间位, 氨基为主官能团, 命名为间氯苯胺, D 中含氧官能团的名称为羟基和酯基。

【小问 2 详解】

由上述分析可知，E 的结构简式为 。

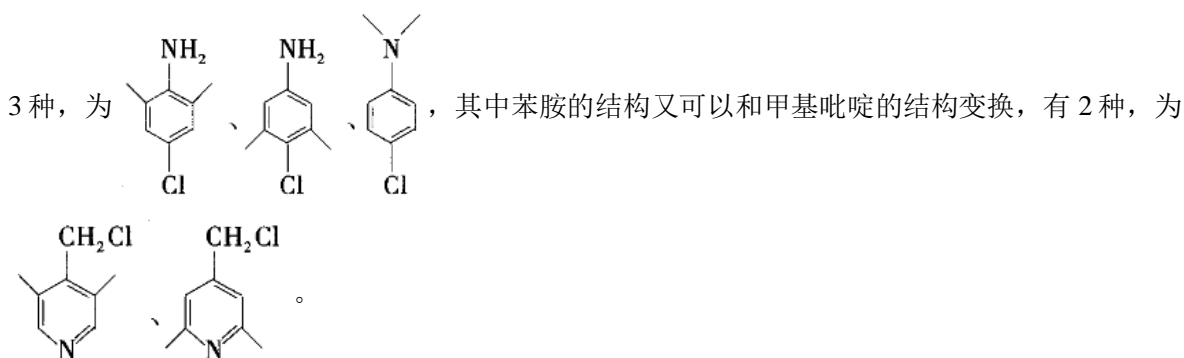
【小问 3 详解】

F→G 是取代反应，Cl 原子取代杂环化合物的一OH，化学方程式为

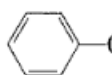
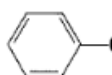


【小问 4 详解】

该有机物的分子式比 A 的多了两个 CH_2 ，由核磁共振氢谱信息，模仿 A 的结构可以写出



【小问 5 详解】

以  为原料制备  的合成路线图

