

化 学 试 卷

注意事项:

1. 答题前, 考生务必用黑色碳素笔将自己的姓名、准考证号、考场号、座位号在答题卡上填写清楚。
2. 每小题选出答案后, 用 2B 铅笔把答题卡上对应题目的答案标号涂黑, 如需改动, 用橡皮擦干净后, 再选涂其他答案标号。在试题卷上作答无效。
3. 考试结束后, 请将本试卷和答题卡一并交回。满分 100 分, 考试用时 75 分钟。

可能用到的相对原子质量: H—1 Li—7 B—11 C—12 N—14 O—16 Na—23 Co—59

一、选择题: 本题共 14 小题, 每小题 3 分, 共 42 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. 化学材料与生活息息相关, 下列说法正确的是

- A. P_2O_5 是常用的干燥剂, 可用作食品干燥
- B. SiO_2 具有导电性, 所以可以用于制作光导纤维
- C. 大型天线所使用的碳纤维是一种有机高分子材料
- D. 用过碳酸钠 (Na_2CO_4) 漂白衣物, 是利用其具有强氧化性

2. 下列化学用语或表述正确的是

- A. 中子数为 18 的氯原子: $^{37}_{17}Cl$
- B. 2-丁炔的键线式: $\text{—}\equiv\text{—}$
- C. NF_3 的 VSEPR 模型: 
- D. H_3PO_4 在水溶液中电离: $H_3PO_4 \rightleftharpoons 3H^+ + PO_4^{3-}$

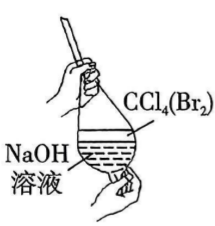
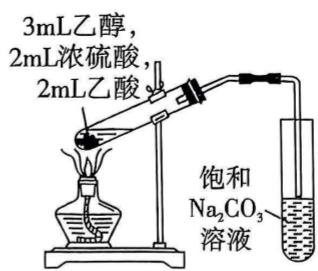
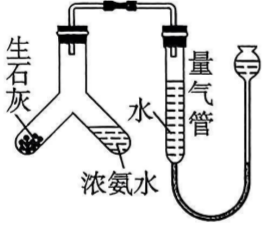
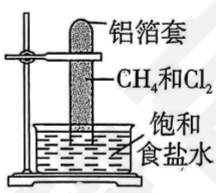
3. 设 N_A 为阿伏加德罗常数的值。下列说法正确的

- A. $1\text{mol} [Ag(NH_3)_2]^+$ 中含 σ 键数目为 $6N_A$
- B. 0.5mol XeF_4 中氙的价层电子对数为 $3N_A$
- C. $0.1\text{mol} \cdot L^{-1}$ 的 $Na_2Cr_2O_7$ 溶液, 含 Cr 元素微粒浓度之和为 $0.1\text{mol} \cdot L^{-1}$
- D. 1.4g Li 与足量 O_2 充分反应, 反应中转移的电子数介于 $0.2N_A$ 和 $0.4N_A$ 之间

4. 室温下, 下列各组离子在指定溶液中一定可以大量共存的是

- A. 使甲基橙呈红色的溶液中: K^+ 、 Cu^{2+} 、 NO_3^- 、 I^-
- B. 由水电离的 $c(H^+) = 1 \times 10^{-13} \text{mol/L}$ 的溶液中: Ba^{2+} 、 Cl^- 、 HCO_3^- 、 I^-
- C. 澄清透明溶液中: NH_4^+ 、 K^+ 、 MnO_4^- 、 SO_4^{2-}
- D. 遇苯酚变紫的溶液中: K^+ 、 Na^+ 、 Cl^- 、 CO_3^{2-}

5. 利用下列实验装置能完成相应实验的是

	
A. 除去 CCl_4 中溶解的溴	B. 乙酸乙酯的制备和收集
	
C. 制备 NH_3 并测量其体积	D. 图示装置 CH_4 和 Cl_2 混合一段时间后有油状液体生成

6. 在给定条件下，下列工业制备过程涉及的物质转化均可实现的是

- A. 侯氏制碱法: NaCl 溶液 $\xrightarrow{\text{NH}_3, \text{CO}_2}$ $\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta}$ Na_2CO_3
- B. 制备金属 Mg : $\text{Mg}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\text{盐酸}}$ MgCl_2 溶液 $\xrightarrow{\text{电解}}$ Mg
- C. 硫酸工业: 硫黄 $\xrightarrow[\text{点燃}]{\text{足量 } \text{O}_2}$ $\text{SO}_3 \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}}$ H_2SO_4
- D. 硝酸工业: $\text{N}_2 \xrightarrow[\text{高温、高压、催化剂}]{\text{H}_2}$ $\text{NH}_3 \xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}}$ $\text{NO} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}}$ HNO_3

7. 中国科学院上海有机化学研究所人工合成了青蒿素，其部分合成路线如图 1 所示：

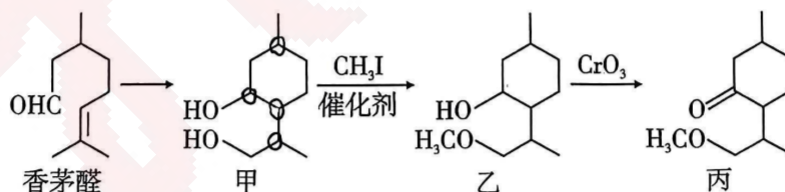


图 1

下列说法正确的是

- A. “乙→丙” 发生了消去反应
- B. 香茅醛能使溴水褪色，证明其含有碳碳双键
- C. 一个甲分子中有 4 个手性碳
- D. 香茅醛可形成分子内氢键

8. 短周期主族元素 X、Y、Z、M、Q 原子序数依次增大, M、Q 的价电子数相等, 5 种元素与 K^+ 形成的一种常见食品甜味剂如图 2。下列说法正确的是

- A. 第一电离能: $Z < M$
 B. 简单氢化物的沸点: $M > Z > Y$
 C. QM_3^{2-} 与 ZM_3^- 离子空间结构均为平面三角形
 D. 该化合物中除 X 外所有原子均满足 8 电子稳定结构

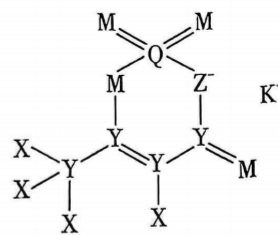


图 2

9. $MgCO_3$ 和 $CaCO_3$ 的能量关系如图 3 所示 ($M=Ca、Mg$):

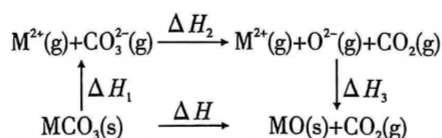


图 3

下列说法, 正确的是

- A. $\Delta H = -(\Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3)$
 B. $\Delta H_1(CaCO_3) > \Delta H_1(MgCO_3) > 0$
 C. $\Delta H_2(MgCO_3) > \Delta H_2(CaCO_3) > 0$
 D. 对于 $MgCO_3$ 和 $CaCO_3$, $\Delta H_1 + \Delta H_2 > \Delta H_3$

10. 硼氢化钠 ($NaBH_4$) 是一种常用的还原剂, 其晶胞结构如图 4 所示。下列说法错误的是

- A. Na^+ 的配位数为 8
 B. BH_4^- 中存在配位键
 C. 若晶体的密度为 $\rho \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, 则 BH_4^- 之间的最短距离为 $\sqrt[3]{\frac{76}{N_A \rho}} \times 10^7 \text{ nm}$
 D. 若该晶胞四个棱心的 Na^+ 被 K^+ 替代, 所得晶体化学式为 $KNa_3(BH_4)_4$

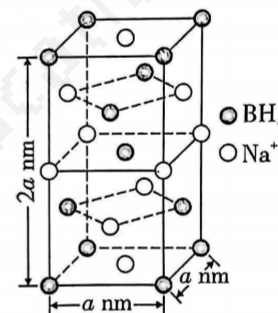


图 4

11. 下列能由事实推导出相应结论的是

选项	实验事实 (均为室温)	结论
A	向 $FeBr_2$ 溶液中通入与 $FeBr_2$ 等物质的量的 Cl_2 , 再加入苯, 振荡后静置, 溶液分层, 上层溶液变为橙红色	还原性: $Br^- > Fe^{2+}$
B	向 $BaSO_4$ 固体中加入过量饱和 Na_2CO_3 溶液, 有 $BaCO_3$ 生成	$K_{sp}(BaSO_4) > K_{sp}(BaCO_3)$
C	向苯酚钠溶液中通入少量 CO_2 , 发生反应, $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^- + CO_2(\text{少量}) + H_2O \longrightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + HCO_3^-$	$K_{a2}(H_2CO_3) < K_a(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH})$
D	向平衡体系: $2Fe^{3+} + 2I^- \rightleftharpoons 2Fe^{2+} + I_2$ 中加入 $AgNO_3$ 溶液, 平衡向左移动	该条件下氧化性: $I_2 < Fe^{3+}$

12. 工厂利用电解法处理含醛类废水，并由邻溴硝基苯制备邻溴苯胺，工作原理如图 5 所示：

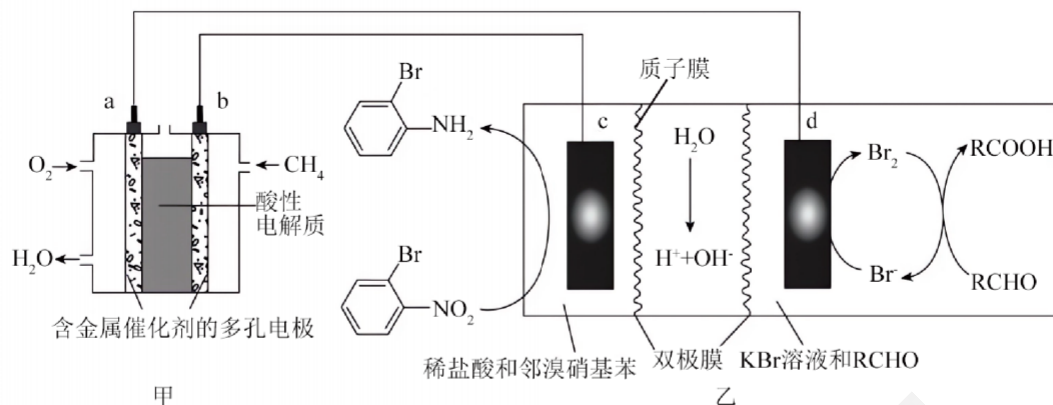


图 5

下列说法正确的是

- A. 工作时，电极 a 和 c 均发生氧化反应
 - B. 甲中 b 电极的电极反应为 $\text{CH}_4 - 8\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} = \text{CO}_2 + 8\text{H}^+$
 - C. 乙中 H_2O 解离产生的 OH^- 通过双极膜向 c 极区移动
 - D. 每制备 1mol 邻溴苯胺，可以处理含有 3mol $-\text{CHO}$ 的废水
13. 异山梨醇是一种由生物质制备的高附加值化学品， 150°C 时其制备过程及相关物质浓度随时间变化如图 6 所示，15h 后异山梨醇浓度不再变化。下列说法正确的是

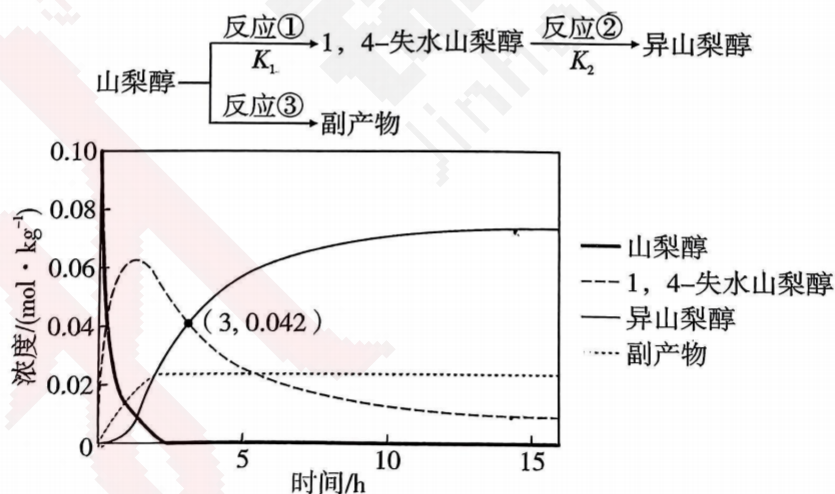


图 6

- A. 3h 时，反应②正、逆反应速率相等
- B. 反应②加入催化剂增大其平衡转化率
- C. $0 \sim 3\text{h}$ 平均速率 (1,4-失水山梨醇) $= \frac{0.058}{3} \text{mol} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$
- D. 该温度下的平衡常数: $\frac{K_1}{K_2} > 1$

14. 常温下, 向 HR 和 $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ 、 $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 的混合液中滴加 NaOH 溶液, pM 与 pH 的关系如图 7 所示。

已知: $\text{pM} = -\lg c(\text{M})$, $c(\text{M})$ 代表 $\frac{c(\text{R}^-)}{c(\text{HR})}$ 、 $c(\text{Co}^{2+})$ 或 $c(\text{Pb}^{2+})$, $K_{\text{sp}}[\text{Co}(\text{OH})_2] > K_{\text{sp}}[\text{Pb}(\text{OH})_2]$ 。

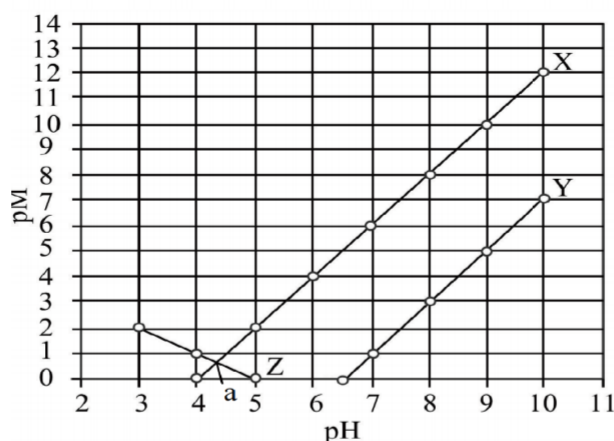


图 7

下列叙述, 错误的是

- A. Y 代表 $-\lg c(\text{Co}^{2+})$ 随 pH 的变化关系
- B. 常温下, NaR 的水解常数 $K_{\text{h}} = 1 \times 10^{-9}$
- C. 图中 X 和 Z 的交点 a 对应的 pH 为 4.3
- D. 常温下, $\text{Co}(\text{OH})_2$ 和 $\text{Pb}(\text{OH})_2$ 共存时: $c(\text{Pb}^{2+}) : c(\text{Co}^{2+}) = 1 : 10^5$

二、非选择题: 本题共 4 小题, 共 58 分。

15. (14 分) 从废弃的锂离子电池正极材料—铝钴膜 (含 LiCoO_2 、乙炔黑导电剂涂层的铝箔) 中回收 Li 、 Co 的工艺流程如图 8:

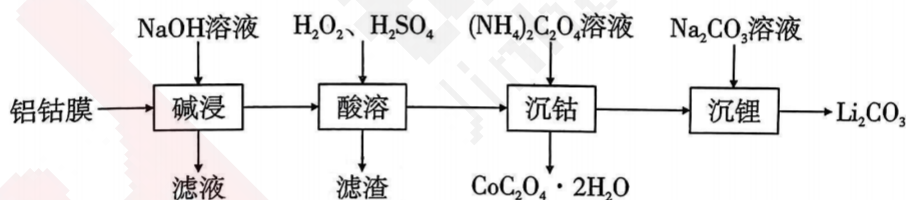


图 8

已知: $K_{\text{sp}}(\text{CoC}_2\text{O}_4) = 6 \times 10^{-8}$, $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 的 $K_{\text{a1}} = 5 \times 10^{-2}$, $K_{\text{a2}} = 5 \times 10^{-5}$

回答下列问题:

- (1) “碱浸”时, 若要提高浸取率, 可采取的措施是_____ (任写一条)。
- (2) 钴的原子结构示意图为_____; “碱浸”后滤液中阴离子含 $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$, 其空间结构为_____。
- (3) “酸溶”时, LiCoO_2 转化为 CoSO_4 , 该反应的化学方程式为_____。
- (4) “沉钴”时, 当 Co^{2+} 恰好沉淀完全溶液的 pH 为 6.0, 此时溶液中 $c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) =$ _____。
- (5) 鉴别 Li_2CO_3 和 Na_2CO_3 常用的方法是_____。
- (6) 将 Li_2CO_3 和 Co_3O_4 按物质的量之比 3 : 2 混合, 在空气中煅烧可制得电池正极材料 LiCoO_2 , 该反应的化学方程式为_____。

(7) $\text{CoC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 热分解质量变化过程如图 9 所示 (其中 600°C 前隔绝空气, 600°C 后在空气中)。C 点残留固体氧化物的化学式为_____。

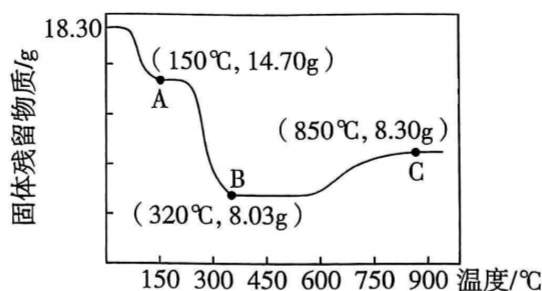


图 9

16. (14 分) 对甲氧基苯丙酰胺 [相对分子质量为 179] 难溶于冷水的白色晶体, 是一种医药中间体, 可以由苯甲醚通过两步合成, 如图 10 甲所示:

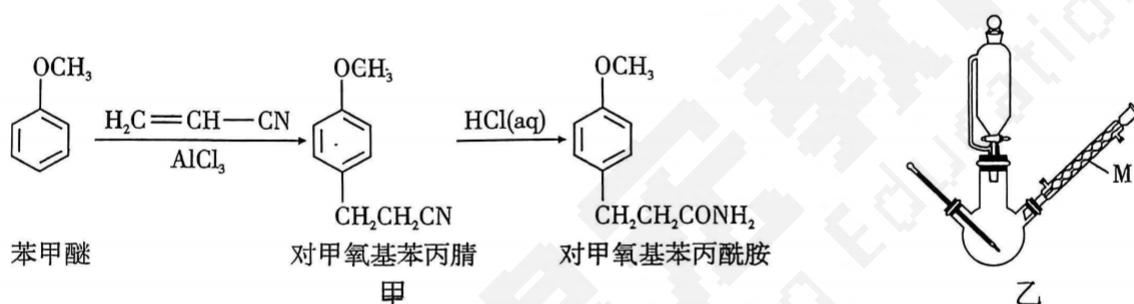


图 10

已知: AlCl_3 易水解。

I. 合成对甲氧基苯丙腈

如图乙, 向三颈烧瓶中加入 108g (1.00mol) 苯甲醚, 室温下缓慢加入 70g (0.52mol) 粉末状三氯化铝, 加入过程中温度不超过 25°C , 加完后降温至 5°C , 逐滴加入 130g (2.45mol) 丙烯腈, 滴加结束后再升温至 $90\sim 95^\circ\text{C}$, 反应 2 小时。将三颈烧瓶中液体倒入冰水中, 搅匀, 静置分层, 分离出有机相。减压蒸馏, 收集馏分得到对甲氧基苯丙腈。

- (1) 仪器 M 的名称是_____, 其作用是_____。
- (2) 该装置存在一处明显缺陷, 请提出改进方法: _____。
- (3) 分液操作必需的玻璃仪器有_____。

II. 合成对甲氧基苯丙酰胺

将上述反应合成的对甲氧基苯丙腈加入三颈烧瓶中, 加入浓盐酸, 升温至 $40\sim 50^\circ\text{C}$, 搅拌 1h, 加入活性炭回流 0.5h, 将滤液慢慢倒入冷水中析出晶体, 过滤, 洗涤, 干燥, 得到对甲氧基苯丙酰胺粗品 123.7g。

- (4) 将得到的粗品进一步提纯的实验方法是_____。
- (5) 证明晶体已经洗净的操作和现象为_____。

(6) 下列关于实验操作的说法错误的是_____ (填序号)。

- A. 减压蒸馏采用如图 11 所示装置, 装置中的 D 为毛细管, 其作用是防止暴沸
 B. 减压蒸馏的目的是提高物质的沸点, 使分离效果更佳
 C. 减压蒸馏结束时, 应先打开止水夹 G, 一段时间后再关闭水泵电源
 D. 减压过滤不宜用于过滤颗粒太小的沉淀, 因为颗粒太小的沉淀在快速过滤时易透过滤纸

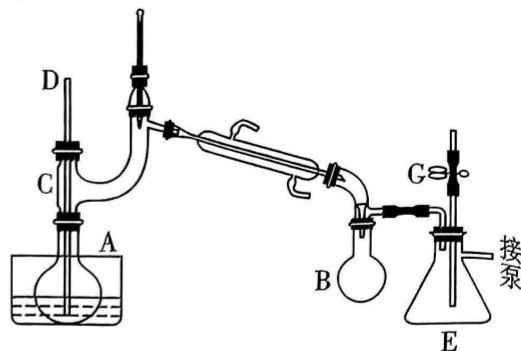
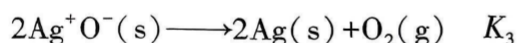
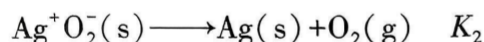
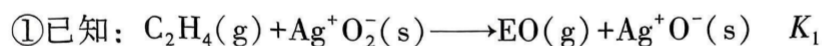
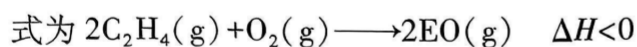


图 11

(7) 本实验制得的对甲氧基苯丙酰胺的产率为_____ (精确到 0.01%)。

17. (15 分) 乙烯是一种常用的化工原料, 其产量可以衡量一个国家石油化工发展水平。

(1) 工业上常用乙烯在 Ag 作催化剂的条件下制备环氧乙烷 ($\text{H}_2\text{C}-\text{CH}_2$ 简称 EO); 总反应方程

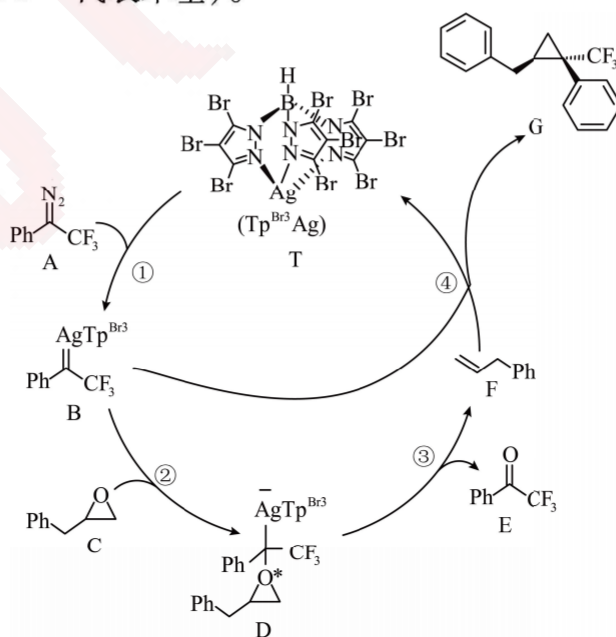


则: 总反应在_____ (填“高温”“低温”或“任意温度”)下可以自发进行, 总反应的平衡常数 $K =$ _____ (含 K_1 、 K_2 、 K_3 的式子表示)。

②关于总反应, 下列说法不正确的是_____ (填序号)。

- A. 该反应属于氧化反应, 且原子利用率为 100%
 B. 移出部分 EO 可使平衡正向移动, 从而提高反应速率和 EO 的产率
 C. 恒温恒容条件下, 通入一定量的氩气, 可以提高乙烯的平衡转化率
 D. 加入银单质可以提高单位体积内活化分子百分数, 从而加快反应速率

(2) 我国科学家报道了一种高效 O—to—C 的替换反应, 可在温和条件下将环氧化物快速转化为环丙烷结构。一种脱氧/环加成串联反应机理如图 12, 其中作催化剂的物质为_____ (填图中字母); 假设每一步都进行完全, 则生成等物质的量的 E 和 G, 则需要提供 A 和 C 的物质的量之比为_____ (已知 Ph 一代表苯基)。



(3) 工业将制得的乙烯设计成燃料电池，如图 13：

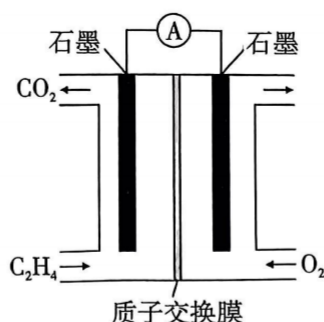


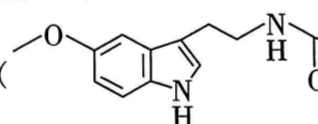
图 13

①工业上利用丁烷制备乙烯的化学工艺名称是_____ (填序号)。

- A. 分馏
C. 裂解

- B. 裂化
D. 催化重整

②负极的电极反应方程式为_____，已知通入 5.6g 乙烯气体充分反应，则两个电极室溶液质量变化的差值 $|\Delta m_1 - \Delta m_2| =$ _____ g (忽略气体的溶解)。

18. (15 分) 褪黑素 () 是由松果体产生的一种胺类激素，在调节昼夜节律

及睡眠—觉醒方面发挥重要作用。合成褪黑素中间体 G 的路线如图 14 (部分反应条件已省略)：

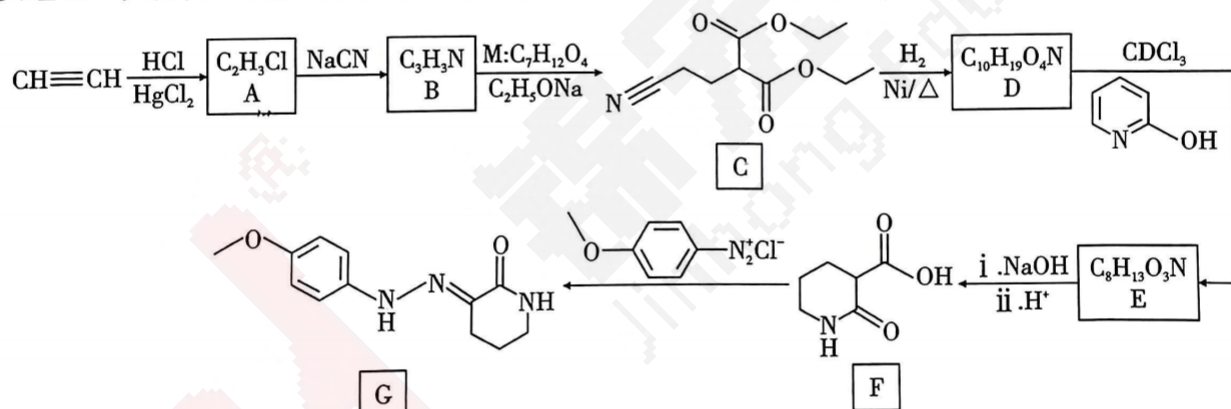
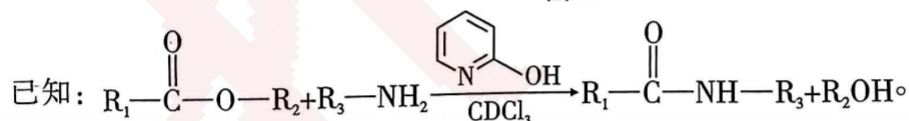


图 14



- (1) A 的名称为_____；褪黑素中含氧官能团的名称为_____。
 - (2) B 中碳原子的杂化方式有_____，B→C 的反应类型为_____。
 - (3) 以化合物 A、B 为单体可分别合成高分子材料聚氯乙烯、聚丙烯腈。结合流程信息，写出聚氯乙烯转化成聚丙烯腈的化学方程式：_____。
 - (4) E 的结构简式为_____。
 - (5) F→G 反应过程中生成两种酸性气体，写出反应的化学方程式：_____。
 - (6) 试剂 M ($C_7H_{12}O_4$) 的同分异构体能同时满足下列条件的有_____种 (不考虑立体异构)。
- ①含环己烷基
 - ②与足量 $NaHCO_3$ 和 Na 反应生成气体的物质的量之比为 2 : 3
 - ③相同的官能团不连接在同一碳原子上