

化学试题解析

可能用到的相对原子质量：H~1 C~12 N~14 O~16 Cl~35.5 Ca~40 Fe~56
Sb~122

一、选择题：本题共 14 小题，每小题 3 分，共 42 分。每小题只有一个选项符合题目要求。

1. 下列古诗词中涉及物质的性质说法错误的是

- A. “绿蚁新醅酒，红泥小火炉”，玉米、小麦中的淀粉经一系列催化氧化可变成乙醇
- B. “雾淞沆砀，天与云与山与水，上下一白”，雾是一种液溶胶，有丁达尔效应
- C. “借问瘟君欲何往，纸船明烛照天烧”，烧纸船的过程中涉及了氧化还原反应
- D. “冲天香阵透长安，满城尽带黄金甲”，金的性质稳定，不易被腐蚀

【答案】B

【解析】

- 【详解】A. 淀粉在酸或酶的催化作用下水解成葡萄糖，葡萄糖经酶催化氧化可以转变为乙醇，A 正确；
B. 雾是典型的胶体，属于气溶胶，具有丁达尔效应，B 错误；
C. 燃烧的过程有氧气参与，涉及了氧化还原反应，C 正确；
D. 金化学性质不活泼，耐腐蚀性强，D 正确；

故选：B。

2. 设 N_A 为阿伏加德罗常数的值，下列说法错误的是

- A. 14g 聚乙烯与聚丙烯的混合物，含 C—H 键的数目为 $2N_A$
- B. $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 和 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 均能通过化合反应制取
- C. 实验室观察气体燃烧时火焰的颜色所用的尖嘴玻璃管材质为石英玻璃
- D. 碘化银与硫化氢反应的化学方程式： $2\text{AgI} + \text{H}_2\text{S} = \text{Ag}_2\text{S} + 2\text{HI}$

【答案】B

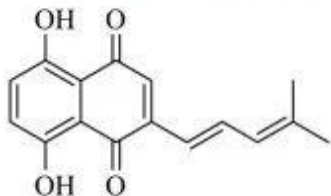
【解析】

- 【详解】A. 聚乙烯和聚丙烯的实验式都为 CH_2 ，14g 该混合物中含有 1mol CH_2 ，则所含 C—H 键的物质的量为 2mol，故 A 说法正确；
B. $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 可以通过化合反应 $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{Fe}(\text{OH})_3$ 制取， $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 不能通过化合反应制取，故 B 说法错误；
C. 石英玻璃的主要成分是 SiO_2 ，灼烧时无色，不会干扰气体燃烧时火焰颜色的观察，故 C 正确；

D. 碘化银与硫化氢反应生成更难溶的硫化银，反应的化学方程式为 $2AgI + H_2S = Ag_2S + 2HI$ ，故 D 说法正确；

答案为 B。

3. 从紫草植物中提取出的萘醌类物质具有抗肿瘤及免疫调节的作用，结构如图所示。下列说法错误的是



- A. 1mol 该物质能与 2molNaOH 溶液发生反应
B. 存在含有 2 个苯环的同分异构体
C. 使高锰酸钾溶液、溴蒸气褪色的原理相同
D. 至少有 11 个碳原子共平面

【答案】C

【解析】

【详解】A. 该有机物分子中含有两个酚羟基，1mol 该物质可以与 2molNaOH 溶液反应，A 正确；

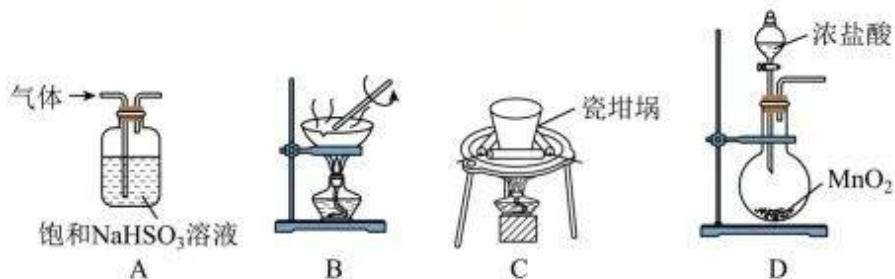
B. 该有机物分子的不饱和度为 10，苯环的不饱和度为 4，从不饱和度的角度满足存在含有 2 个苯环的同分异构体的条件，B 正确；

C. 使高锰酸钾溶液褪色是氧化反应，使溴蒸气褪色是加成反应，原理不同，C 错误；

D. 苯环上 6 个碳、右侧相邻碳环上的 4 个碳以及相连的一个碳原子一定共面，至少有 11 个碳原子共面，D 正确；

故选：C。

4. 化学实验操作是进行科学实验的基础。下列操作能达到实验目的的是



- A. 除去 SO_2 中的少量 HCl
B. 蒸发结晶制胆矾
C. 熔融纯碱
D. 制备 Cl_2

【答案】A

【解析】

【详解】A. 饱和亚硫酸氢钠可以抑制二氧化硫的溶解且能和 HCl 生成二氧化硫气体，A 正确；

B. 胆矾为五水硫酸铜晶体，应该蒸发浓缩、冷却结晶制胆矾，B 错误；

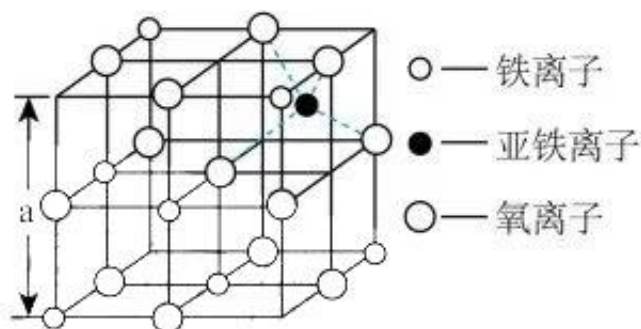
C. 碳酸钠能和瓷坩埚中二氧化硅等反应，C 错误；

D. 浓盐酸和二氧化锰加热制取氯气，反应缺少加热装置，D 错误；

故选 A。

5. 海底金属软泥是在海底覆盖着的一层红棕色沉积物，蕴藏着大量的资源，含有硅、氧化铁、锰、锌等。

如图是从离子晶体 Fe_3O_4 中取出的能体现其晶体结构的一个立方体。有关说法正确的是



A. Fe 位于元素周期表 ds 区

B. 立方体中亚铁离子处于氧离子围成的正八面体中心

C. 两个氧离子的最近距离为 $\frac{\sqrt{2}}{2}a$

D. 该立方体不是 Fe_3O_4 的晶胞

【答案】C

【解析】

【详解】A. Fe 位于元素周期表第四周期第 VIII 族，属于 d 区，A 错误；

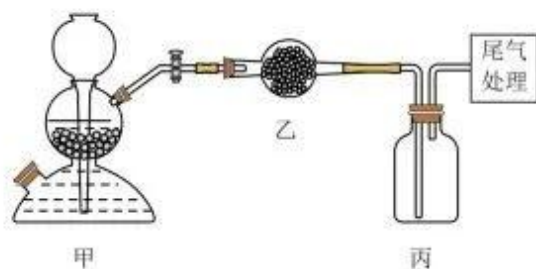
B. 亚铁离子处于氧离子围成的正四面体中心，B 错误；

C. 晶胞参数为 a ，两个氧离子间的最近距离为立方体面对角线长的一半，为 $\frac{\sqrt{2}}{2}a$ ，C 正确；

D. 该立方体中 Fe^{2+} 位于体内，含有 1 个 Fe^{2+} ， Fe^{3+} 位于顶点和面心，共含有 $4 \times \frac{1}{8} + 3 \times \frac{1}{2} = 2$ 个 Fe^{3+} ， O^{2-} 位于棱上和体心，共含有 $12 \times \frac{1}{4} + 1 = 4$ 个 O^{2-} ，是 Fe_3O_4 的晶胞，D 错误；

故选：C。

6. 利用如图装置控制反应且能收集一瓶干燥气体的是



选项	甲	乙	丙
A	硫化亚铁(块, 难溶)、稀硫酸	五氧化二磷	H ₂ S
B	石灰石、稀硫酸	碱石灰	CO ₂
C	二氧化锰、浓盐酸	无水氯化钙	Cl ₂
D	粗锌(含铜、碳)、盐酸	碱石灰	H ₂

A. A

B. B

C. C

D. D

【答案】A

【解析】

【分析】分析装置图，利用甲装置控制反应，条件是：固体块状且难溶，产物易溶于水，防堵塞。丙装置是向上排空气法收集气体。

【详解】A. 稀硫酸与硫化亚铁反应制备硫化氢，用五氧化二磷干燥气体，A项正确；

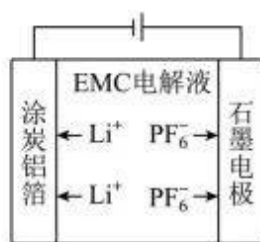
B. 硫酸与碳酸钙反应生成微溶硫酸钙，反应不能进行到底，碱石灰吸收二氧化碳，B项错误；

C. 二氧化锰与浓盐酸反应需要加热，C项错误；

D. 氢气用向下排空气法收集，D项错误；

故选 A。

7. 中科院研发的一种双离子电池的工作原理如图所示，涂炭铝箔作为负极和集流体，石墨 C_n(PF₆)_x 为正极，电解液为 4mol·L⁻¹ 的 LiPF₆ 溶液[溶剂为碳酸甲乙酯(EMC)]，下列说法正确的是



- A. 放电时溶液中阴离子浓度减小
 B. 放电时，正极电极式为 $C_n(PF_6)_x + xe^- = C_n + xPF_6^-$
 C. 充电时， Li^+ 与金属 Al 发生化学反应
 D. 充电时，转移 1mol 电子时，两极质量变化差为 152g

【答案】B

【解析】

【详解】A. 题目给出的示意图上有电源，为充电示意图。充电时溶液中阴离子浓度减小，则放电时，溶液中阴离子浓度增大，A 错误；

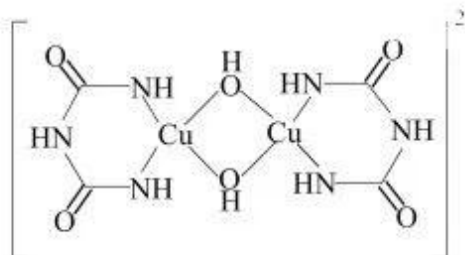
B. 充电时 PF_6^- 移向石墨电极，放电时，正极(石墨电极)反应式为 $C_n(PF_6)_x + xe^- = C_n + xPF_6^-$ ，B 正确；

C. 充电时， Li^+ 发生的电极反应为 $Li^+ + e^- = Li$ ，不与金属 Al 发生化学反应，C 错误；

D. 充电时，转移 1mol 电子时，两极质量变化差为 $(31+19 \times 6-7)g=138g$ ，D 错误；

故选：B。

8. 在碱性溶液中， Cu^{2+} 可以与缩二脲形成紫色配离子，其结构如图所示。下列说法错误的是



- A. 该配离子中非金属元素的电负性大小顺序为 $O > N > C > H$
 B. 该配离子中能与水分子形成氢键的原子有 N、O 和 H
 C. 1mol 该配离子中含有的配位键数目为 $6N_A$ (设 N_A 为阿伏加德罗常数的值)
 D. 已知缩二脲的分子式为 $C_2H_5N_3O_2$ ，则由尿素 $[CO(NH_2)_2]$ 生成缩二脲的反应类型为取代反应

【答案】C

【解析】

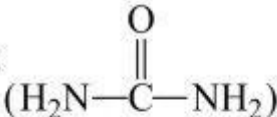
【详解】A. 同一周期从左到右主族元素的电负性逐渐变大，故电负性： $O > N > C$ ，且三者电负性均大于氢，A 正确；

B. 由题图可知，N、O 能与水分子中的氢原子形成氢键，H 能与水分子中的氧原子形成氢键，B 正确；

C. 由题图可知，该配离子中，两个铜离子与其他原子共形成 8 个配位键，故 1mol 该配离子含 8mol 配位键，C 错误；

键数目为 $8N_A$ ，C 错误；

D. 已知缩二脲的分子式为 $C_2H_5N_3O_2$ ，根据题图可判断出缩二脲的结构简式为 ，结合尿

素的结构简式  判断，由尿素生成缩二脲的反应类型为取代反应，D 正确；

综上所述故选 C。

9. 下列实验操作、实验现象和实验结论均正确的是

选项	实验操作	实验现象	实验结论
A	用坩埚钳夹住一小块用砂纸打磨过的铝箔在酒精灯上加热	熔化后的液态铝滴落下来	金属铝的熔点低
B	在水晶柱表面滴一滴熔化的石蜡，用一根红热的铁针刺中凝固的石蜡	石蜡在不同方向熔化的快慢不同	水晶具有自范性
C	相同条件下，用不同浓度的酸性 $KMnO_4$ 溶液分别与相同浓度的 $H_2C_2O_4$ 溶液反应	浓度较大的酸性 $KMnO_4$ 溶液褪色时间更短	浓度越大，反应速率越快
D	向装有经过硫酸处理的 CrO_3 (橙红色)的硅胶导管中吹入乙醇蒸气	固体逐渐由橙红色变为浅绿色(Cr^{3+})	乙醇具有还原性

A. A

B. B

C. C

D. D

【答案】D

【解析】

【详解】A. 铝箔在酒精灯上加热，表面生成的氧化铝熔点很高，而包在内部的铝熔点较低呈液态，所以铝熔化但不滴落，故 A 错误；

B. 在水晶柱表面滴滴熔化的石蜡，用一根红热的铁针刺中凝固的石蜡，石蜡在不同方向熔化的快慢不同是由于水晶导热性的各向异性造成的，故 B 错误；

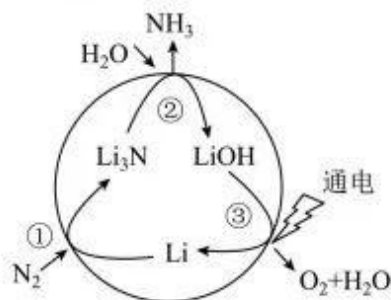
C. 浓度大的 $KMnO_4$ 溶液中高锰酸钾的物质的量多，不能根据褪色时间判断反应速率的快慢，应用等浓度

的酸性高锰酸钾溶液和不同浓度的 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 足量溶液反应来探究浓度对反应速率的影响，故 C 错误；

D. CrO_3 在酸性条件下具有强氧化性，可将乙醇氧化为乙酸，自身被还原为浅绿色的 Cr^{3+} ，故 D 正确；

选 D。

10. 固氮是将游离态的氮转变为氮的化合物，一种新型人工固氮的原理如图所示。下列叙述正确的是



A. 转化过程中所涉及元素均呈现了两种价态

B. 反应①②③均为氧化还原反应

C. 假设每一步均完全转化，每生成 2 mol NH_3 ，同时生成 1.5 mol O_2

D. 参与反应的物质均只含离子键

【答案】C

【解析】

【详解】A. 根据转化关系可知：在转化过程中 H 始终呈 +1 价，A 错误；

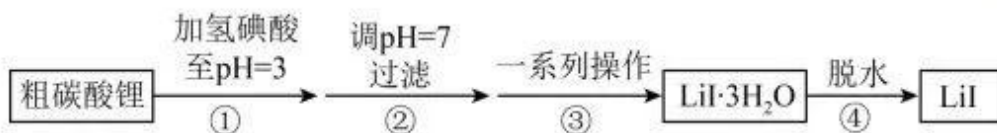
B. 反应②为 $\text{Li}_3\text{N} + 3\text{H}_2\text{O} = \text{NH}_3\uparrow + 3\text{LiOH}$ ，该反应过程中元素化合价不变，因此反应属于非氧化还原反应，B 错误；

C. 假设每一步均完全转化，生成 O_2 转移 4 mol 电子，每生成 1 mol NH_3 转移了 3 mol 电子，则当生成 2 mol NH_3 时转移 6 mol 电子，则反应生成 O_2 的物质的量为 $n(\text{O}_2) = \frac{6}{4} \text{ mol} = 1.5 \text{ mol}$ ，C 正确；

D. 根据反应转化关系可知：反应过程中参与反应的物质含有离子键、共价键，D 错误；

故合理选项是 C。

11. 碘化锂(LiI)在能源、医药等领域有重要应用，某兴趣小组制备 $\text{LiI} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 和 LiI，流程如图：



已知： $\text{LiI} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 在 300°C 以上转变成无水 LiI。LiI 易溶于水，溶解度随温度升高而增大，在空气中受热易被氧化。 Li_2CO_3 难溶于水。下列说法错误的是

A. 步骤①主要发生的离子反应为 $\text{Li}_2\text{CO}_3 + 2\text{H}^+ = 2\text{Li}^+ + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$

- B. 步骤②过滤用到的玻璃仪器有玻璃棒、烧杯、漏斗
C. 步骤④可在空气中加热到 300°C 以上进行转化
D. 步骤③中一系列操作包括蒸发浓缩、冷却结晶、过滤、洗涤、干燥

【答案】C

【解析】

【分析】粗碳酸锂加强酸氢碘酸溶解为 LiI，同时生成二氧化碳和水，溶液调 pH=7，过滤，滤液经蒸发浓缩，冷却结晶，过滤，洗涤，干燥得到 LiI·3H₂O，再经脱水得到无水 LiI。

【详解】A. 碳酸锂难溶于水，与强酸氢碘酸反应生成 LiI、CO₂、H₂O，LiI 易溶于水，因此反应离子方程式为 Li₂CO₃+2H⁺=2Li⁺+CO₂↑+H₂O，故 A 正确；

B. 过滤用到的玻璃仪器有玻璃棒、烧杯、漏斗，故 B 正确；

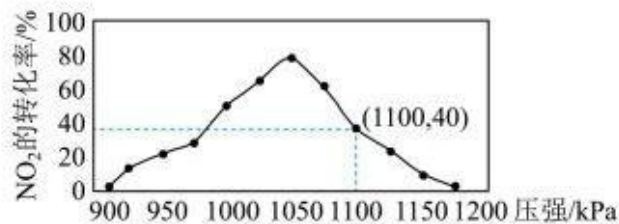
C. LiI·3H₂O 在 300°C 以上转变成无水 LiI，但在空气中受热易被氧化，所以步骤④不能在空气中加热到 300°C 以上进行转化，故 C 错误；

D. 步骤③是从 LiI 溶液中获得 LiI·3H₂O，则一系列操作包括蒸发浓缩、冷却结晶、过滤、洗涤、干燥，故 D 正确；

综上所述，错误的是 C 项。

12. 已知反应： $C(s) + NO_2(g) \rightleftharpoons \frac{1}{2} N_2(g) + CO_2(g) \Delta H < 0$ 。在密闭容器中加入足量的 C 和一定量的 NO₂ 气体，维持温度为 T °C，如图所示为不同压强下反应相同时间 NO₂ 的转化率随着压强变化的示意图。

下列分析错误的是



- A. 1050kPa 时，容器中混合气体平均摩尔质量不变则说明该反应达到平衡状态
B. 1100kPa 时，延长反应时间，NO₂ 的转化率可以提高
C. 1050kPa 前，反应中 NO₂ 的转化率随着压强增大而增大的原因是反应未达到平衡状态，随着压强增大，正反应速率加快，NO₂ 的转化率提高
D. 1050kPa 时，NO₂ 的转化率为 80%，反应时间为 20min，用 NO₂ 的分压变化表示该时间段内的速率为 45kPa·min⁻¹

【答案】B

【解析】

【详解】A. 反应物 NO_2 的摩尔质量为 $46 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 生成物平均摩尔质量约为 $38.67 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 当混合气体平均摩尔质量不变时, 说明容器内混合气体的组成恒定, 可判断该反应达到平衡状态, A 正确;

B. 该反应的正反应方向气体体积增大, 图像中拐点后 NO_2 的转化率呈下降趋势是因为反应达到平衡后压强增大平衡逆向移动, 因此拐点及其之后的状态均为平衡状态, 均已经达到该条件下的最大反应限度, 延长反应时间转化率不会变化, B 错误;

C. 由 B 选项分析可知拐点前反应未达到平衡状态, 其反应速率随压强增大而增大, 在相同时间内随着压强增大, NO_2 的转化率提高, C 正确;

D. 设在密闭容器中加入 1 mol NO_2 气体, 则转化的 NO_2 气体为 $1 \text{ mol} \times 80\% = 0.8 \text{ mol}$, 列三段式如下:

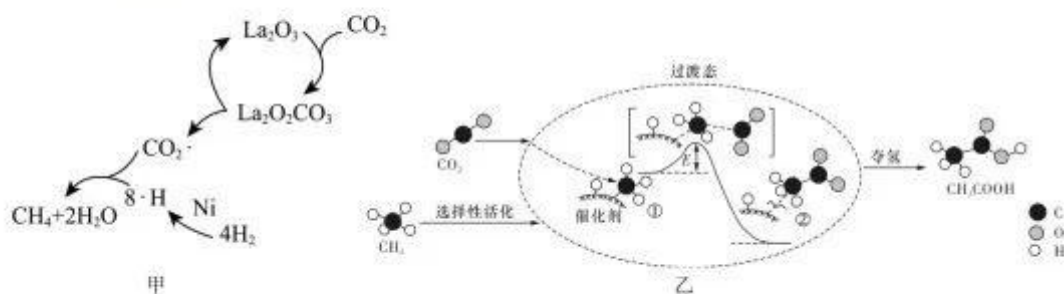
$$\text{C(s)} + \text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \frac{1}{2} \text{N}_2(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g})$$

起始量 / mol	1	0	0
转化量 / mol	0.8	0.4	0.8
平衡量 / mol	0.2	0.4	0.8

NO_2 气体的分压变化为 $1050 \text{ kPa} - 1050 \text{ kPa} \times \frac{0.2}{0.2 + 0.4 + 0.8} = 900 \text{ kPa}$, 则 20 min 内用 NO_2 的分压变化表示的反应速率为 $\frac{900 \text{ kPa}}{20 \text{ min}} = 45 \text{ kPa} \cdot \text{min}^{-1}$, D 正确;

故选: B.

13. 科研人员进行了 CO_2 加氢制 CH_4 、 CO_2 和 CH_4 转化为 CH_3COOH 催化反应的研究, 反应历程分别如甲、乙两图所示。



下列说法不正确的是

- A. H_2 经过 Ni 活性中心裂解产生活化态 H 的过程中 $\Delta S > 0$
- B. 使用 TiO_2 作催化剂可以降低反应的焓变, 从而提高化学反应速率
- C. 生成 CH_3COOH 的总反应原子利用率为 100%

D. $\text{CH}_4 \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH}$ 过程中, 有 C—H 键发生断裂, ① \rightarrow ②放出热量并形成了 C—C 键

【答案】B

【解析】

【详解】A. H_2 经过 Ni 活性中心裂解产生活化态 H 的过程中, 体系的混乱度增大, $\Delta S > 0$, A 项正确;

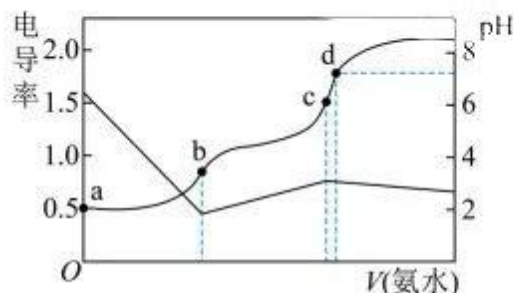
B. 催化剂不能降低反应的焓变, 可降低反应的活化能, 从而提高化学反应速率, B 项错误;

C. 根据图示 CH_4 与 CO_2 在催化剂存在时生成 CH_3COOH , 总反应为 $\text{CH}_4 + \text{CO}_2 \xrightarrow{\text{催化剂}} \text{CH}_3\text{COOH}$, 只有 CH_3COOH 一种生成物, 原子利用率为 100%, C 项正确;

D. CH_4 选择性活化变为①过程中, 有 1 个 C—H 键发生断裂, 根据图示, ①的总能量高于②的总能量, ① \rightarrow ②放出热量, 对比①和②, ① \rightarrow ②形成 C—C 键, D 项正确;

故选: B。

14. 常温下, $K_b(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 1.7 \times 10^{-5}$, $K_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1.7 \times 10^{-5}$, 向 20mL 浓度均为 $0.01\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的盐酸和醋酸的混合溶液中逐滴加入 $0.01\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的氨水, 测得过程中电导率和 pH 变化曲线如图所示。



下列说法错误的是

A. a 点溶液中, $c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$ 数量级为 10^{-5}

B. b 点溶液中, 存在 $c(\text{Cl}^-) > c(\text{NH}_4^+) > c(\text{CH}_3\text{COOH}) > c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$

C. c 点溶液中, 存在 $c(\text{NH}_4^+) + c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = c(\text{Cl}^-) + c(\text{CH}_3\text{COOH}) + c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$

D. a、b、c、d 点溶液中, d 点水的电离程度最大

【答案】D

【解析】

【分析】向盐酸和醋酸的混合溶液中逐滴加入氨水, 前阶段反应为盐酸与氨水反应:

$\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{H}^+ = \text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O}$, 随着滴加氨水增多, 混合溶液中离子总浓度减小, 电导率下降; 氨水反应

线的 b 点前阶段反应完成, 此时混合溶液为等浓度的氯化铵和醋酸溶液, 溶液呈酸性, 即 NH_4^+ 的水解小于 CH_3COOH 的电离。后阶段反应为醋酸与氨水反应: $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{CH}_3\text{COOH} = \text{NH}_4^+ + \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O}$, 随着滴加氨水增多, 混合溶液总离子浓度增大, 电导率上升, 对应 pH 曲线 c 点后阶段反应完成, 此时混合溶液为等浓度的氯化铵和醋酸铵溶液, 溶液呈酸性, 即 NH_4^+ 水解大于 CH_3COO^- 水解。此后滴加的氨水过量, 混合溶液总离子浓度减小, 电导率下降。题目据此解答。

【详解】A. a 点时混合溶液中存在醋酸和水的电离平衡: $\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$ 、

$\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{OH}^-$, 在盐酸的抑制下, 醋酸和水的电离程度很小, 因此溶液中 $c(\text{H}^+) \approx 0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,

$c(\text{CH}_3\text{COOH}) \approx 0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 根据

$$K_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = \frac{c(\text{CH}_3\text{COO}^-) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{CH}_3\text{COOH})} \approx \frac{c(\text{CH}_3\text{COO}^-) \times 0.01}{0.01} = 1.7 \times 10^{-5}, \text{ 得溶液中}$$

$c(\text{CH}_3\text{COO}^-) \approx 1.7 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, A 正确;

B. b 点时盐酸与氨水恰好完全反应, 混合溶液呈酸性, NH_4^+ 的水解小于 CH_3COOH 的电离, 根据原子守恒得溶液中离子浓度大小关系为: $c(\text{Cl}^-) > c(\text{NH}_4^+) > c(\text{CH}_3\text{COOH}) > c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$, B 正确;

C. c 点时醋酸恰好与氨水完全反应, 混合溶液溶质是 NH_4Cl 、 $\text{CH}_3\text{COONH}_4$, 根据原子守恒得:

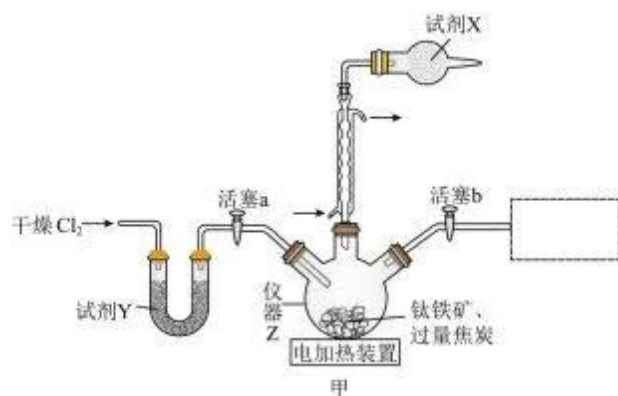
$$c(\text{NH}_4^+) + c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = c(\text{Cl}^-) + c(\text{CH}_3\text{COOH}) + c(\text{CH}_3\text{COO}^-), \text{ C 正确};$$

D. a 点时盐酸和醋酸均抑制水的电离, b 点时醋酸抑制水的电离, c 点时 NH_4^+ 、 CH_3COO^- 的水解促进水的电离, d 点时 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 抑制水的电离, 因此水的电离程度最大的是 c 点, D 错误;

故选 D。

二、非选择题: 本题共 4 小题, 共 58 分。

15. 某化学小组在实验室模拟工业上由钛铁矿 (FeTiO_3) 制备 TiO_2 的一种实验装置如图 1 所示。



已知:

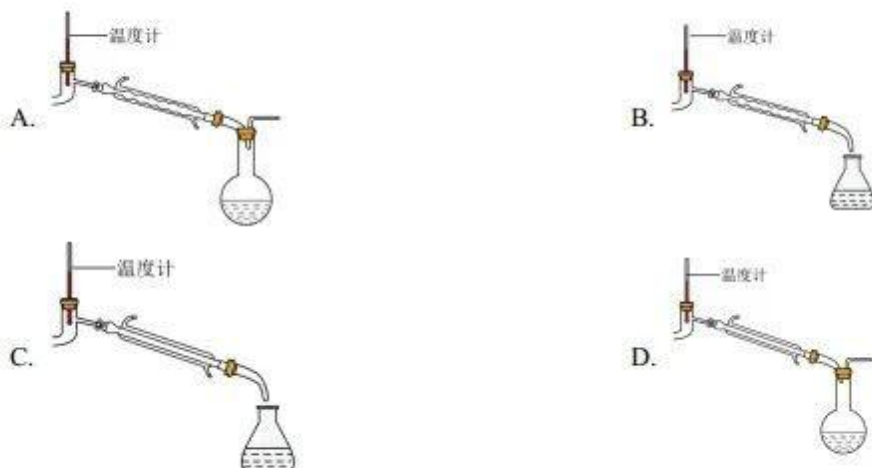
物质	颜色、状态	熔点	沸点	化学性质
FeCl_3	黑棕色晶体	306°C	316°C	空气中易潮解
TiCl_4	无色或淡黄色液体	-30°C	136.4°C	空气中易水解

I、 TiCl_4 的制备

- 盛装试剂 Y 的仪器名称为_____，使用该仪器时常在气体出口端加棉花，其目的是_____。
- 实验开始前，通入干燥 Cl_2 的目的是_____。
- 仪器 Z 是硬质石英烧瓶，其中发生反应的化学方程式为_____。

II、 TiCl_4 的分离与提纯

- 调整加热温度，停止通入干燥 Cl_2 ，关闭活塞 a，打开活塞 b，在后续虚线框中连接_____ (填序号) 装置可获得较纯的 TiCl_4 。



- TiCl_4 的制备和提纯的整套装置中不足之处有_____。

III、TiO₂的制备

(6) 向纯化后的TiCl₄中加入大量的水同时加热,得到水解产物_____,经_____ (填操作名称)

可得TiO₂。

【答案】(1) ①. U形干燥管 ②. 防止干燥剂颗粒随气体进入导管堵塞导管,减缓气体流速使气体充分干燥

(2) 排尽装置中的空气,防止FeCl₃的潮解和TiCl₄的水解

(3) $2\text{FeTiO}_3 + 7\text{Cl}_2 + 6\text{C} \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{TiCl}_4 + 2\text{FeCl}_3 + 6\text{CO}$ (4) D

(5) 无尾气处理装置,CO会污染环境

(6) ①. TiO₂·xH₂O ②. 焙烧

【解析】

【小问1详解】

该实验装置中盛放试剂Y的仪器名称为U形干燥管,气体出口端放棉花一般有两个作用,一是能防止干燥剂颗粒随气体进入导管堵塞导管,二是能减缓气体流速使气体充分干燥。故答案为:U形干燥管;防止干燥剂颗粒随气体进入导管堵塞导管,减缓气体流速使气体充分干燥。

【小问2详解】

由题给表格可知在空气中FeCl₃易潮解,TiCl₄易水解,所以通入干燥Cl₂的目的是排尽装置中的空气,防止FeCl₃遇到空气中的水蒸气潮解及TiCl₄遇到空气中水蒸气水解。故答案为:排尽装置中的空气,防止FeCl₃的潮解和TiCl₄的水解;

【小问3详解】

仪器Z中的反应物为FeTiO₃、C和Cl₂,生成物一定有FeCl₃和TiCl₄,因为反应条件为高温,并且焦炭是过量的,所以还会生成CO,化学方程式为 $2\text{FeTiO}_3 + 7\text{Cl}_2 + 6\text{C} \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{TiCl}_4 + 2\text{FeCl}_3 + 6\text{CO}$ 。故答案

为: $2\text{FeTiO}_3 + 7\text{Cl}_2 + 6\text{C} \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{TiCl}_4 + 2\text{FeCl}_3 + 6\text{CO}$;

【小问4详解】

真空尾接管的接法：，普通尾接管接法：，由于在空气中 FeCl_3 易潮解， TiCl_4 易水解，

所以无法使用普通尾接管接法，只能用真空尾接管接法，蒸馏时用直形冷凝管，回流时用球形冷凝管，故选 D。故答案为：D；

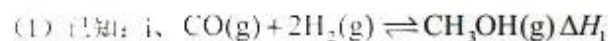
【小问 5 详解】

题给装置的缺点非常明显，反应中会产生 CO，CO 有毒，会污染空气，故整套装置不足之处是缺乏尾气处理装置，CO 会污染环境。故答案为：无尾气处理装置，CO 会污染环境；

【小问 6 详解】

加水后 TiCl_4 会水解生成 $\text{TiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ ，在焙烧时 $\text{TiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ 会分解生成 TiO_2 。故答案为： $\text{TiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ ；焙烧；

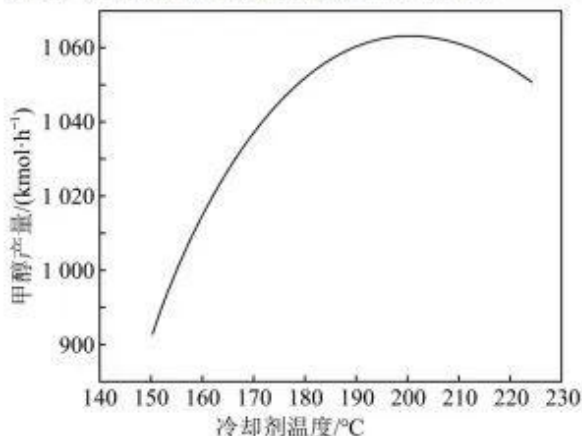
16. 焦炉煤气中的有效成分(H_2 和 CO)的含量高达 65%左右，是一种理想的化工产品合成气。



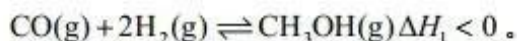
化学键	H—H	C—O	C≡O	H—O	C—H
$E / (\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1})$	436	343	1076	465	413

则 $\Delta H_3 =$ _____ $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(2) 甲醇合成反应为强放热反应，冷却剂温度会极大地影响工艺结果，图甲表示冷却剂温度对甲醇产量的影响，由图可知，最合适的冷却剂温度为_____。



(3) 向一恒温恒容密闭容器内充入 1molCO 和 1molH₂，起始压强为 p₀，发生反应：



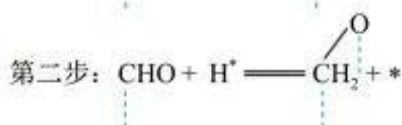
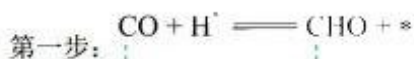
①下列能说明反应达平衡的是_____ (填序号)。

- A. 装置内压强不再随时间变化
- B. 气体密度不再随时间变化
- C. CO 的体积分数不再随时间变化
- D. 平衡常数 K 不再随时间变化

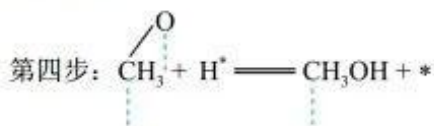
②反应达到平衡后，测得 H₂ 的平衡转化率为 80%，求该温度下的平衡常数 K_p = _____ (用平衡分压代替平衡浓度计算，分压=总压×物质的量分数)。

③据研究，反应过程中起催化作用的为 Cu₂O。实际生产中随反应进行，Cu₂O 的量会减少，导致催化效率降低。若在反应体系中充入少量 CO₂，有利于保持 Cu₂O 的催化效率不降低，原因是_____。

(4) CO 和 H₂ 反应制 CH₃OH 的路径，大致可以分为四步，其中“ \vdots ”代表物质连接催化剂的位点。



第三步：

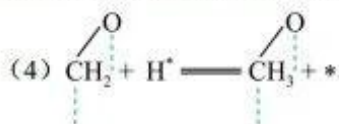


请写出第三步的反应式：_____。

【答案】(1) +41 (2) 200℃

(3) ①. A ②. $\frac{200}{3p_0^2}$ ③. 在反应体系中存在平衡： $\text{Cu}_2\text{O} + \text{CO} \rightleftharpoons 2\text{Cu} + \text{CO}_2$ ，充入少量 CO₂，

可抑制反应的正向进行，有利于保持 Cu₂O 的量的稳定



【解析】

【小问 1 详解】

由题给表格数据得 $\Delta H_1 = \text{反应物总键能} - \text{生成物总键能}$

$=1076\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1} + 2\times 436\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1} - (3\times 413 + 343 + 465)\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1} = -99\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ，由盖斯定律得

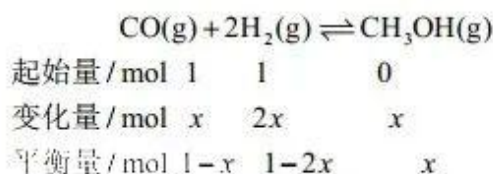
$\Delta H_3 = \Delta H_2 - \Delta H_1 = +41\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。故答案为：+41；来源：高三答案公众号

【小问 2 详解】

在题图中需要找到甲醇产量最高的点对应的温度，即为 200°C 。故答案为： 200°C ；

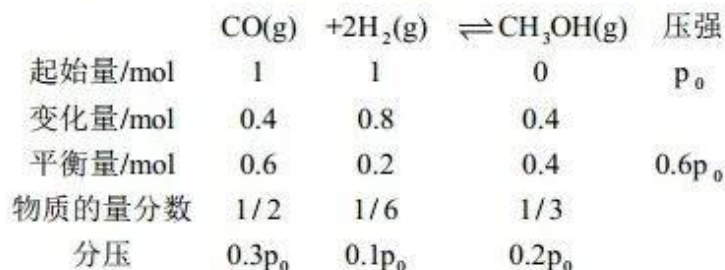
【小问 3 详解】

①反应 $\text{CO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$ 为气体分子数减小的反应，则容器压强不再改变时，反应达到平衡状态，A 正确；反应前后气体总质量不变，容器容积不变，则气体密度始终不变，所以密度不变，不能说明反应达到平衡状态，B 错误； 1mol CO 与 1mol H_2 反应，设 CO 的平衡转化率为 x ，列三段式：



初始 CO 的体积分数为 $\frac{1}{1+1} \times 100\% = 50\%$ ，平衡时 CO 的体积分数为 $\frac{1-x}{2-2x} \times 100\% = \frac{1}{2} \times 100\% = 50\%$ ，整个过程中 CO 的体积分数一直不变，所以 CO 的体积分数不变，不能判断反应是否达到平衡状态，C 错误；平衡常数与温度有关，恒温条件下不变不能判断反应是否达到平衡状态，D 错误。

②由题干信息知 H_2 的平衡转化率为 80% ，可列三段式：



则该温度下的平衡常数 $K_p = \frac{0.2p_0}{(0.1p_0)^2 \times 0.3p_0} = \frac{200}{3p_0^3}$ 。

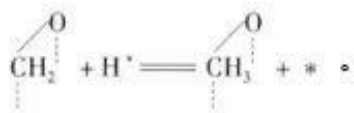
③在反应体系中存在平衡： $\text{Cu}_2\text{O} + \text{CO} \rightleftharpoons 2\text{Cu} + \text{CO}_2$ ，若在反应体系中充入少量 CO_2 ，可抑制反应的正向进行，有利于保持 Cu_2O 的量的稳定，从而保持其催化效率不降低

故答案为：A： $\frac{200}{3p_0^3}$ ；在反应体系中存在平衡： $\text{Cu}_2\text{O} + \text{CO} \rightleftharpoons 2\text{Cu} + \text{CO}_2$ ，充入少量 CO_2 ，可抑制反应的正向进行，有利于保持 Cu_2O 的量的稳定；

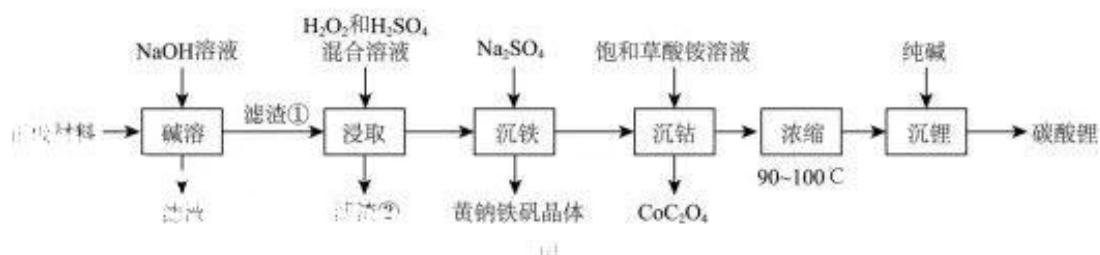
【小问 4 详解】

结合题给反应式，可以从第二步的产物中找出第三步的反应物，从第四步的反应物中找出第三步的产物

再结合总反应式，即得出第三步的反应式为 $\text{CH}_2 + \text{H}^+ = \text{CH}_3 + \cdot$ 。故答案为：



17. 一种从废旧电池的正极材料(含铝箔、 LiCoO_2 、 Fe_2O_3 及少量不溶于酸、碱的导电剂)中回收多种金属的工艺流程如图甲所示：



已知：①黄钠铁矾晶体稳定，颗粒大，易沉降。

② $K_{sp}(\text{CoC}_2\text{O}_4) = 6.3 \times 10^{-8}$ ， $K_{sp}[\text{Co}(\text{OH})_2] = 1.6 \times 10^{-15}$ 。

回答下列问题：

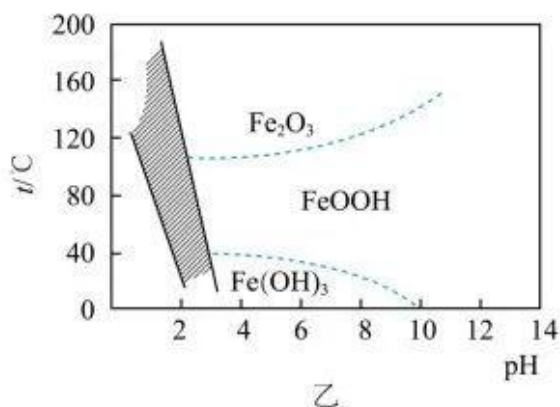
(1) 碱溶：碱溶前，常使用丙酮浸泡正极材料，作用是_____；从经济效益的角度考虑，可向碱溶后所得滤液中通入过量 CO_2 ，其目的是_____ (用化学方程式表示)。

(2) 浸取时也可用盐酸代替 H_2O_2 和 H_2SO_4 的混合溶液，但缺点是_____。

(3) 沉铁：

①沉铁时采用的“黄钠铁矾法”与传统的调pH的“氢氧化物沉淀法”相比，金属离子的损失少，原因是_____。

②控制不同的条件可以得到不同的沉淀，所得沉淀与温度和pH的关系如图乙所示(阴影部分表示黄钠铁矾稳定存在的区域)，据图，在 25°C 时，调节溶液的 $\text{pH}=4$ ，此时溶液中 $c(\text{Fe}^{3+}) = \underline{\hspace{2cm}}$ ，该温度下，若要制得黄钠铁矾晶体需控制溶液的pH范围为_____ (填序号) { 已知 25°C ， $K_{sp}[\text{Fe}(\text{OH})_3] = 2.64 \times 10^{-39}$ }。

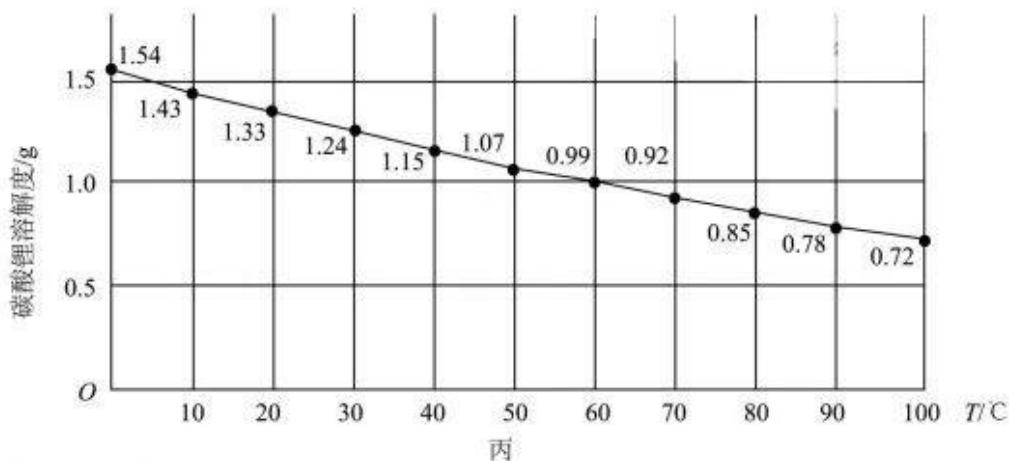


- a、0~1
b、1~2.5
c、2.5~3.0

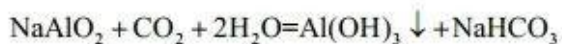
③称取 2.425g 黄钠铁矾晶体 $[\text{Na}_x\text{Fe}_y(\text{SO}_4)_w(\text{OH})_n]$ ，加盐酸完全溶解后，配制成 100.00mL 溶液；量取 25.00mL 溶液，加入过量的 KI 溶液，充分反应，消耗 $3.75 \times 10^{-3} \text{ mol KI}$ ，另取 25.00mL 溶液，加入足量 BaCl_2 溶液充分反应后，过滤、洗涤、干燥后得沉淀 0.5825g。则沉铁时反应的离子方程式为_____。

(4) 沉钴：沉钴时使用饱和草酸铵溶液，与饱和草酸钠溶液相比效果更好的原因是_____。

(5) 沉锂：碳酸锂溶解度随温度变化曲线如图丙，“沉锂”后得到碳酸锂固体的实验操作为_____。



【答案】(1) ①. 除去废旧电池正极材料表面的油污 ②.



(2) 有氯气生成，污染较大

(3) ①. 调节 pH 时 Fe^{3+} 会生成氢氧化铁胶体，吸附溶液中的金属离子 ②. $2.64 \times 10^{-9} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

③. c ④. $\text{Na}^+ + 3\text{Fe}^{3+} + 2\text{SO}_4^{2-} + 6\text{H}_2\text{O} = \text{NaFe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6 \downarrow + 6\text{H}^+$

(4) 饱和草酸铵溶液的碱性比饱和草酸钠溶液弱，防止沉钴时生成氢氧化钴沉淀

(5) 趁热过滤

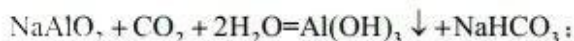
【解析】

【分析】正极材料加 NaOH 溶液溶解，其中铝箔溶于碱生成偏铝酸钠，其余物质不溶于碱，过滤得滤渣①，滤渣①加硫酸和过氧化氢混合溶液，其中 LiCoO_2 、 Fe_2O_3 溶于硫酸分别生成硫酸铁和硫酸锂、硫酸钴，过滤出滤渣②后，在滤液中加硫酸钠将铁转化成黄钠铁矾晶体过滤，滤液中加饱和草酸铵溶液使 Co 沉淀为草酸钴，过滤，滤液经浓缩后加纯碱使锂离子沉淀为碳酸锂，据此分析解答。来源：高三答案公众号

【小问 1 详解】

碱溶前，常用丙酮浸泡正极材料的目的是除去废旧电池正极材料表面的油污；由思路分析可知，碱溶后的滤液中含有 NaAlO_2 ，通入过量 CO_2 的目的是生成 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 沉淀，进而回收铝，对应的化学方程式为

$\text{NaAlO}_2 + \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{NaHCO}_3$ 。故答案为：除去废旧电池正极材料表面的油污；



【小问 2 详解】

用 H_2O_2 和 H_2SO_4 的混合溶液浸取滤渣①的作用是将 $\text{Co}(\text{III})$ 还原为 $\text{Co}(\text{II})$ ，则 H_2O_2 作还原剂，若用盐酸代替 H_2O_2 和 H_2SO_4 的混合溶液，则 HCl 作还原剂，氧化产物为 Cl_2 ， Cl_2 有毒，污染环境。故答案为：有氯气生成，污染较大；

【小问 3 详解】

①由于黄钠铁矾晶体稳定、颗粒大、易沉降，而调节 pH 时 Fe^{3+} 会生成氢氧化铁胶体，会吸附溶液中的金属离子，所以沉铁时采用的“黄钠铁矾法”与传统的通过调节溶液 pH 的“氢氧化物沉淀法”相比，溶液中的金属离子的损失少。②在 25°C 时，调节溶液的 $\text{pH}=4$ ，由图乙可知，溶液中 Fe^{3+} 以 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 的形式存在，此

时 $c(\text{OH}^-) = \frac{K_w}{c(\text{H}^+)} = 10^{-10} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，由 $K_{sp}[\text{Fe}(\text{OH})_3] = c(\text{Fe}^{3+}) \times c^3(\text{OH}^-)$ ，代入数据得

$c(\text{Fe}^{3+}) = \frac{2.64 \times 10^{-39}}{(10^{-10})^3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 2.64 \times 10^{-9} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ；由图乙可知，该温度下，若要制得黄钠铁矾晶体需控制

溶液的 pH 范围为 2.5~3.0，选 c。③由题意得有关反应的离子方程式为 $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- = 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$ ，定量关系式为 $\text{Fe}^{3+} \sim \text{I}^-$ ，25.00mL 溶液中， $n(\text{Fe}^{3+}) = n(\text{I}^-) = 3.75 \times 10^{-3} \text{ mol}$ ，加入足量 BaCl_2 溶液充分反应后，过滤、洗涤、干燥后得沉淀 0.5825g，沉淀为硫酸钡，对应的 BaSO_4 的物质的量为 $2.5 \times 10^{-3} \text{ mol}$ ，则 25.00mL 溶液中， $n(\text{SO}_4^{2-}) = 2.5 \times 10^{-3} \text{ mol}$ ，即 100.00mL 溶液中含有 $n(\text{Fe}^{3+}) = 3.75 \times 10^{-3} \text{ mol} \times \frac{100.00\text{mL}}{25.00\text{mL}} = 0.015 \text{ mol}$ 。

$n(\text{SO}_4^{2-}) = 2.5 \times 10^{-3} \text{ mol} \times \frac{100.00 \text{ mL}}{25.00 \text{ mL}} = 0.01 \text{ mol}$ ，设 2.425g 样品中钠离子的物质的量为 $n(\text{Na}^+)$ ，氢氧根离子的物质的量为 $n(\text{OH}^-)$ ，根据质量守恒得

$2.425 \text{ g} - 0.015 \text{ mol} \times 56 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} - 0.01 \text{ mol} \times 96 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = n(\text{Na}^+) \times 23 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} + n(\text{OH}^-) \times 17 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ，根据电荷守恒得 $0.015 \text{ mol} \times 3 + n(\text{Na}^+) \times 1 = 0.01 \text{ mol} \times 2 + n(\text{OH}^-) \times 1$ ，解得 $n(\text{Na}^+) = 0.005 \text{ mol}$ ， $n(\text{OH}^-) = 0.03 \text{ mol}$ ，则

$x:y:m:n = 1:3:2:6$ ，即黄钠铁矾晶体的化学式为 $\text{NaFe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$ ，沉铁时反应的离子方程式为

$\text{Na}^+ + 3\text{Fe}^{3+} + 2\text{SO}_4^{2-} + 6\text{H}_2\text{O} = \text{NaFe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6 \downarrow + 6\text{H}^+$ 。故答案为：调节 pH 时 Fe^{3+} 会生成氢氧化铁胶体，吸附溶液中的金属离子； $2.64 \times 10^{-9} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ；c:

$\text{Na}^+ + 3\text{Fe}^{3+} + 2\text{SO}_4^{2-} + 6\text{H}_2\text{O} = \text{NaFe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6 \downarrow + 6\text{H}^+$ ；

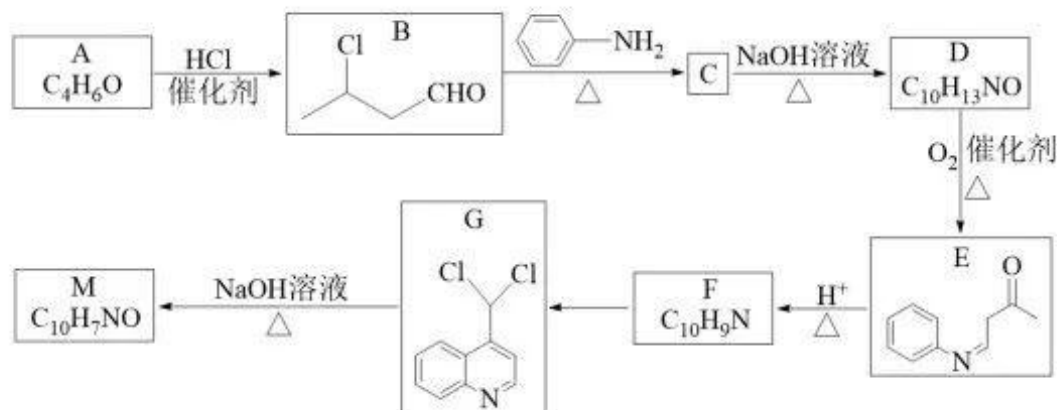
【小问 4 详解】

沉钴时采用饱和草酸铵溶液将钴元素转化为 CoC_2O_4 沉淀，与草酸钠溶液相比，饱和草酸铵溶液的碱性更弱，可以防止沉钴时生成氢氧化钴沉淀。故答案为：饱和草酸铵溶液的碱性比饱和草酸钠溶液弱，防止沉钴时生成氢氧化钴沉淀；

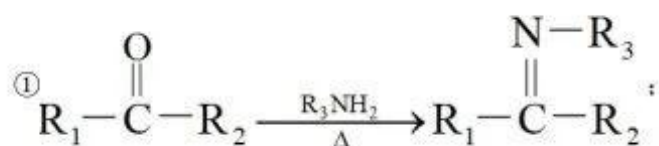
【小问 5 详解】

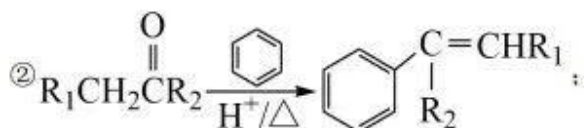
由题图丙可知，碳酸锂的溶解度随温度升高而降低，由此得出沉锂后得到碳酸锂固体的实验操作为趁热过滤。故答案为：趁热过滤；

18. 以有机物 A 为原料制备医药中间体 M 的一种合成路线如图：



已知：





③一个碳原子连接两个-OH 不稳定，易自动脱水。

请回答下列问题：

(1) A→B 的反应类型为_____；B 的化学名称为_____；用“*”标出物质 B 中的手性碳原子：_____。

(2) C 的结构简式为_____。

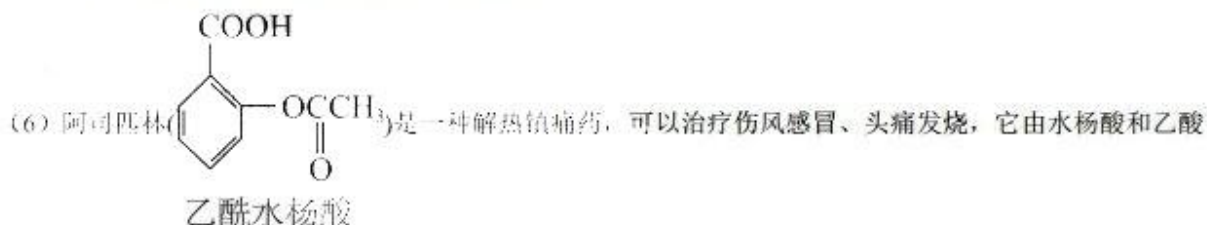
(3) 由 D 生成 E 的化学方程式为_____。

(4) M 与新制氢氧化铜的氢氧化钠溶液反应的化学方程式为_____。

(5) 符合下列条件并与 E 互为同分异构体的有_____种(不考虑立体异构)。

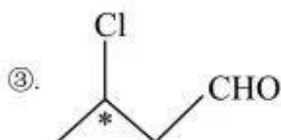
①苯环上只有一个支链

②分子结构中有醛基、碳碳双键和氨基(-NH₂)

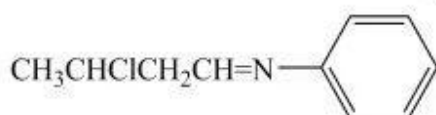


【答案】(1) ①. 加成反应

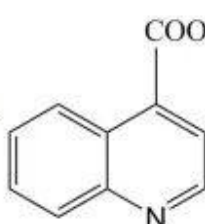
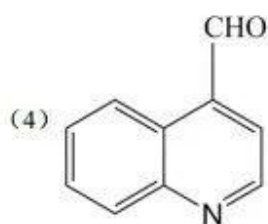
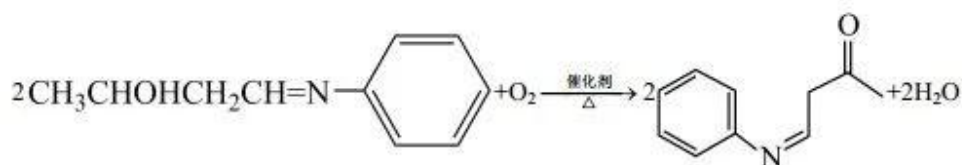
②. 3-氯丁醛



(2)



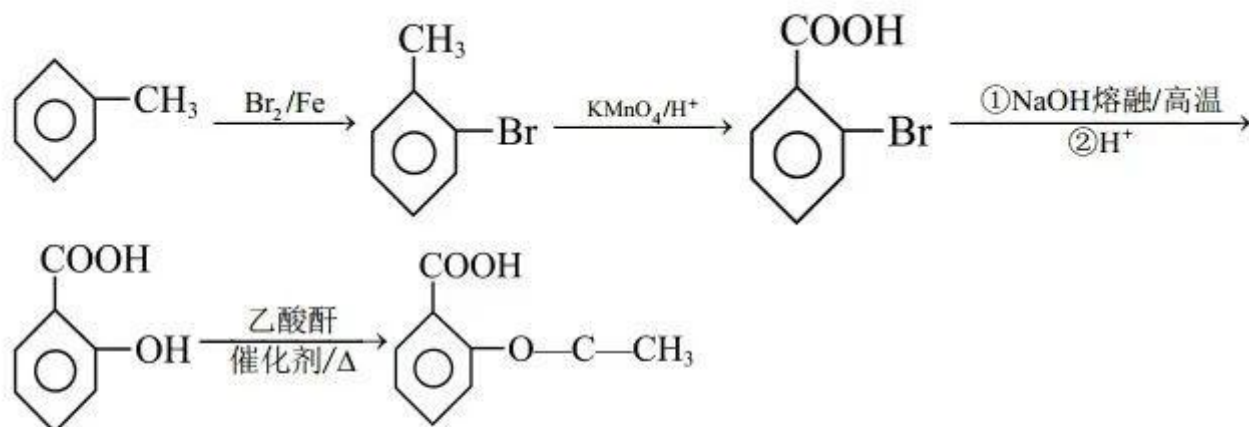
(3)



(5)

19

(6)



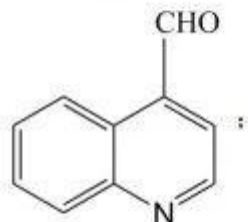
【解析】

【分析】由流程可知，A 和 HCl 生成 B，结合 A 化学式、B 结构式可知 A 为 $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{CHO}$ ；B 发生①

反应生成 C： $\text{CH}_3\text{CHClCH}_2\text{CH}=\text{N}-\text{C}_6\text{H}_5$ ；C 在氢氧化钠水溶液中氯原子被取代引入羟基得到 D：

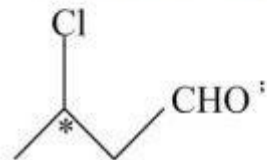
$\text{CH}_3\text{CHOHCH}_2\text{CH}=\text{N}-\text{C}_6\text{H}_5$ ；D 中羟基被氧化得到 E，E 发生②反应生成 F：；F

转化为 G，已知③一个碳原子连接两个 $-\text{OH}$ 不稳定，易自动脱水，则 G 在氢氧化钠水溶液作用下生成 M：



【小问 1 详解】

由分析可知，A→B 的反应类型为加成反应；B 的化学名称为 3-氯丁醛；用“*”标出物质 B 中的手性碳原子：

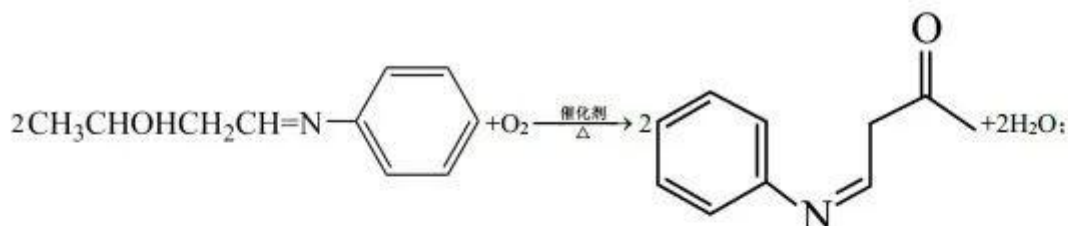


【小问 2 详解】

C 的结构简式为 $\text{CH}_3\text{CHClCH}_2\text{CH}=\text{N}-\text{C}_6\text{H}_5$ ；

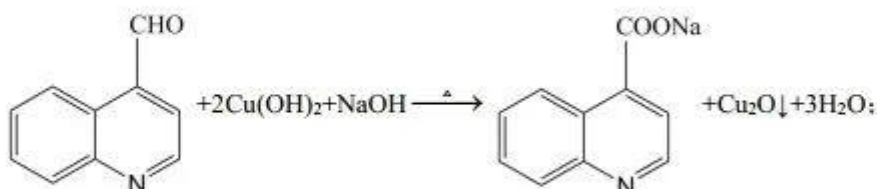
【小问 3 详解】

D 生成 E 为羟基被氧化的反应，化学方程式为



【小问 4 详解】

M 含有醛基，具有还原性，能与新制氢氧化铜的氢氧化钠溶液反应，化学方程式为

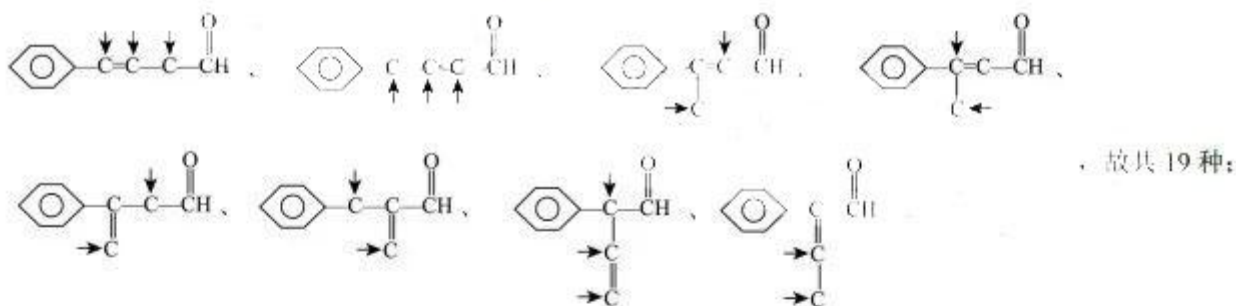


【小问 5 详解】

E 含有苯环，支链含 1 个氮、1 个氧、4 个碳，其互为同分异构体符合以下条件：①苯环上只有一个支链；

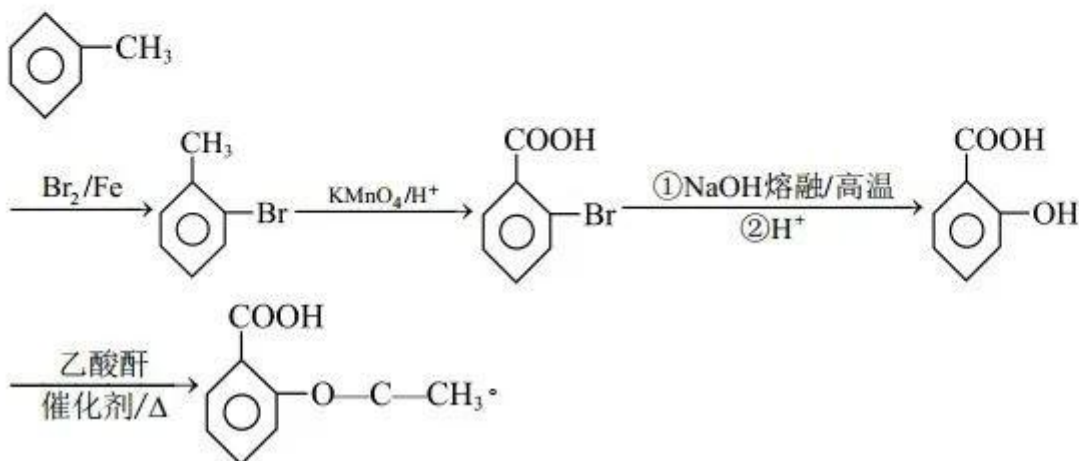
②分子结构中有醛基、碳碳双键和氨基(-NH₂)

则结构存在（箭头位置为-NH₂的取代位置）：



【小问 6 详解】

阿司匹林由水杨酸和乙酸酐在浓硫酸的作用下，温度控制在 75~80℃ 合成，则流程为甲苯首先和溴发生取代反应在甲基邻位引入溴原子，然后甲基被氧化为羧基，溴发生取代反应引入酚羟基，然后和乙酸酐生成阿司匹林：



关于我们

自主选拔在线是致力于提供新高考生涯规划、强基计划、综合评价、三位一体、学科竞赛等政策资讯的升学服务平台。总部坐落于北京，旗下拥有网站（[网址: www.zizzs.com](http://www.zizzs.com)）和微信公众平台等媒体矩阵，用户群体涵盖全国90%以上的重点中学师生及家长，在全国新高考、自主选拔领域首屈一指。

如需第一时间获取相关资讯及备考指南，请关注**自主选拔在线**官方微信号：**zizzsw**。



自主选拔在线
微信号: zizzsw



自主选拔在线
微信号: zizzsw



自主选拔在线
微信号: zizzsw