

2010年江苏省高考化学试卷解析版

参考答案与试题解析

一、选择题：本题包括7小题，每小题2分，共计14分。每小题只有一个选项符合题意。

1. (2分) 化学与能源开发、环境保护、资源利用等密切相关。下列说法正确的是 ()

- A. 为提高农作物的产量和质量，应大量使用化肥和农药
- B. 绿色化学的核心是应用化学原理对环境污染进行治理
- C. 实现化石燃料清洁利用，就无需开发新能源
- D. 垃圾是放错地方的资源，应分类回收利用

【考点】19：绿色化学。

【分析】解这题要动用到平时积累的知识，密切联系生活实际，结合各个选项中考查的知识点，可得出答案。

【解答】解：A、大量使用化肥和农药不能提高农作物的产量和质量，应合理使用，故A错误；

B、绿色化学的核心是利用化学原理从源头上减少和消除工业生产对环境的污染，故B错误；

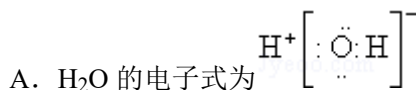
C、化石能源是有限的一次能源，为了长远的可持续发展，必须要开发新能源，故C错误；

D、垃圾也是一项重要的资源，可回收的应回收利用，故D正确。

故选：D。

【点评】本题主要考查化学物质与生活得关系、绿色化学的概念、化肥农药对人类生活的影响。解题中联系到平时积累的知识。所以平时要注意多积累，做题时要积极联想，和所学知识联系起来。

2. (2分) 水是最宝贵的资源之一。下列表述正确的是 ()



B. 4℃时，纯水的 pH=7

C. D_2^{16}O 中，质量数之和是质子数之和的两倍

D. 273K、101kPa，水分子间的平均距离 d: d(气态) > d(液态) > d(固态)

【考点】43：电子式；85：质量数与质子数、中子数之间的相互关系；A1：分子间作用力；D6：水的电离；D7：离子积常数。

【专题】51：基本概念与基本理论。

【分析】A、水是共价化合物，氢原子和氧原子之间以共价键结合；

B、常温下水的离子积常数 $K_w = 1.0 \times 10^{-14} \text{mol}^2/\text{L}^2$ ，温度越低离子积常数越小，氢离子浓度越小，pH 越大；

C、分子的质子数为各个原子质子数之和，质量数为各个原子的质量数之和；

D、物质内分子之间的间距：气态 > 液态，对于水，液态密度大于固态时的密度，分子间距：固态 > 液态。

【解答】解：A、 H_2O 的电子式为： $\text{H}:\ddot{\text{O}}:\text{H}$ ，原子之间是共价键，故 A 错误；

B、常温下水的离子积常数 $K_w = 1.0 \times 10^{-14} \text{mol}^2/\text{L}^2$ ，低于室温时， 4°C 时，离子积常数减小，故纯水的 $\text{pH} > 7$ ，故 B 错误；

C、 D_2^{16}O 中，质量数之和为 $2 \times 2 + 16 = 20$ ，质子数之和为 $1 \times 2 + 8 = 10$ ，故 C 正确；

D、对于水的三种状态，气态分子间隔 > 液态分子间隔，但液态大于固态不对，如冰的密度比水小，液态水分子间存在氢键，而固态水按照一定晶形规则排列，故 D 错误。

故选：C。

【点评】本题考查了有关水分子的知识，可以根据所学知识进行。

3. (2分) 下列离子方程式表达正确的是 ()

A. 用惰性电极电解熔融氯化钠： $2\text{Cl}^- + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{通电}} \text{Cl}_2 \uparrow + \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-$

B. 用氢氧化钠溶液除去铝表面的氧化膜： $\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{OH}^- = 2\text{AlO}_2^- + \text{H}_2\text{O}$

C. 用稀氢氧化钠溶液吸收二氧化氮： $2\text{OH}^- + 2\text{NO}_2 = \text{NO}_3^- + \text{NO} \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

D. 用食醋除去水瓶中的水垢： $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{CH}_3\text{COOH} = 2\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

【考点】49：离子方程式的书写。

【专题】514：化学用语专题。

【分析】A、根据熔融氯化钠中所具有的微粒来分析；

B、根据氧化铝的化学性质来回答；

C、根据二氧化氮是酸性氧化物并具有氧化性和还原性的化学性质来分析；

D、根据离子方程式中固体难溶物不能拆的原则来回答。

【解答】解：A、熔融氯化钠中没有水分子，只有钠离子和氯离子，则电解熔融的氯化钠生成钠和氯气，故 A 错误；

B、氧化铝是两性氧化物，可以和强碱反应得到对应的盐和水，故 B 正确；

C、二氧化氮是酸性氧化物并具有氧化性和还原性，稀氢氧化钠溶液和二氧化氮反应的产物有硝酸钠、亚硝酸钠及水，离子方程式中电荷不守恒，故 C 错误；

D、水垢中的碳酸钙是难溶物，不能拆成离子形式，应用分子式，故 D 错误。

故选：B。

【点评】本题主要考查学生离子方程式的正误判断，是现在高考的热点，明确电荷守恒、质量守恒定律、电子守恒是判断离子方程式的书写正误常用的方法。

4. (2分) 下列有关物质的性质或应用的说法不正确的是 ()

A. 二氧化硅是生产光纤制品的基本原料

B. 水玻璃可用于生产黏合剂和防火剂

C. 盐析可提纯蛋白质并保持其生理活性

D. 石油分馏可获得乙烯、丙烯和丁二烯

【考点】14：物质的组成、结构和性质的关系；FH：硅和二氧化硅；K6：氨基酸、蛋白质的结构和性质特点；T1：石油的分馏。

【专题】52：元素及其化合物；53：有机化学基础。

【分析】A、根据二氧化硅的用途来回答；

B、根据水玻璃硅酸钠的性质来回答；

C、根据盐析的原理和应用知识来回答；

D、根据石油的成分以及分馏的原理来回答。

【解答】解：A、二氧化硅的重要用途是生产光纤制品，故 A 正确；

B、水玻璃即为硅酸钠水溶液具有黏性，工业上可以用于生产黏合剂，硅酸钠溶液涂刷或浸入木材后，能渗入缝隙和孔隙中，固化的硅凝胶能堵塞毛细孔通道，提高材料的密度和强度，且硅凝胶具有很强的耐高温性质，因此可以有效的防火，故 B 正确；

C、盐析是提纯蛋白质的一种方法，而且不会影响蛋白质的生理活性，故 C 正确；

D、石油分馏得到的是不同沸点的烃类化合物，如汽油、煤油、柴油等，只有通过裂解的方法可得到乙烯等不饱和的烃类物质，故 D 错误。

故选：D。

【点评】本题是一道考查物质在生产和生活中的应用的题目，并考查学生对基本概念

理解和掌握.

5. (2分) 设 N_A 为阿伏加德罗常数的值, 下列叙述正确的是 ()

- A. 常温下, $1L 0.1mol \cdot L^{-1}$ 的 NH_4NO_3 溶液中氮原子数为 $0.2N_A$
- B. $1mol$ 羟基中电子数为 $10N_A$
- C. 在反应 $KIO_3 + 6HI = KI + 3I_2 + 3H_2O$ 中, 每生成 $3mol I_2$ 转移的电子数为 $6N_A$
- D. 常温常压下, $22.4L$ 乙烯中 C-H 键数为 $4N_A$

【考点】 4F: 阿伏加德罗常数.

【分析】 根据阿伏加德罗常数与物质的量的关系, 则先计算物质或微粒的物质的量, 并利用物质状态、物质结构、电子转移数目、电离、水解的等知识就可以顺利解决此题.

【解答】 解: A、利用原子守恒, 可推知氮原子数为 $0.2N_A$, 故 A 对;

B、一个羟基中电子数为 9, 则 $1mol$ 羟基中电子数为 $9N_A$, 故 B 错;

C、反应 $KIO_3 + 6HI = KI + 3I_2 + 3H_2O$ 中, 生成 $3mol I_2$ 时, $1mol KIO_3$ 的 I 的化合价从 +5 价变为了 0 价, $6mol HI$ 中有 $5mol HI$ 的 I 的化合价从 -1 价变为了 0 价, 因此生成 $3mol I_2$ 转移电子数为 $5mol$, 故 C 错;

D、常温常压下, 气体摩尔体积不等于 $22.4L/mol$, 则 $22.4L$ 乙烯不为 $1mol$, 故 D 错;

故选: A.

【点评】 涉及阿伏加德罗常数考点中常出现审题误区, 思维定势, 盲目想当然, 忽视外界条件的限制, 氧化还原反应的本质及反应物量的问题, 如等质量按等物质的量计算; 求烃分子中化学键的数目只求碳氢键数目等, 此类试题不是难点, 但是易错点, 因为区分度高, 长期以来备受命题者的青睐.

6. (2分) 常温下, 下列各组离子在指定溶液中能大量共存的是 ()

- A. $pH=1$ 的溶液中: Fe^{2+} 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 Na^+
- B. 由水电离的 $c(H^+) = 1 \times 10^{-14} mol \cdot L^{-1}$ 的溶液中: Ca^{2+} 、 K^+ 、 Cl^- 、 HCO_3^-
- C. $c(H^+) / c(OH^-) = 10^{12}$ 的溶液中: NH_4^+ 、 Al^{3+} 、 NO_3^- 、 Cl^-
- D. $c(Fe^{3+}) = 0.1 mol \cdot L^{-1}$ 的溶液中: K^+ 、 ClO^- 、 SO_4^{2-} 、 SCN^-

【考点】 DP: 离子共存问题.

【专题】 16: 压轴题.

【分析】 根据 pH 为 1 的溶液有大量 H^+ 、由水电离的 $c(H^+) = 1 \times 10^{-14} mol \cdot L^{-1} < 1 \times 10^{-7} mol \cdot L^{-1}$ 的溶液可能为酸或碱的溶液、 $c(H^+) / c(OH^-) = 10^{12}$ 的溶液中 $c(H^+) =$

$1 \times 10^{-1} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，利用离子之间能否结合生成水、气体、沉淀、弱电解质，能否发生氧化还原反应、能否结合生成络离子来分析离子在指定溶液中能否大量共存。

【解答】解：A、因 $\text{pH}=1$ 的溶液有大量 H^+ ，则 H^+ 、 Fe^{2+} 、 NO_3^- 发生氧化还原反应，则不能大量共存，故 A 错误；

B、因水电离的 $c(\text{H}^+) = 1 \times 10^{-14} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1} < 1 \times 10^{-7} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，抑制了水的电离，则溶液可能为酸或碱的溶液， HCO_3^- 既与 H^+ 反应又能与 OH^- 反应，则一定不能大量共存，故 B 错误；

C、由 $c(\text{H}^+) / c(\text{OH}^-) = 10^{12}$ 的溶液，则 $\frac{c(\text{H}^+)}{\frac{K_w}{c(\text{H}^+)}} = 10^{12}$ ，即 $c(\text{H}^+) = 1 \times 10^{-1} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，

在酸性条件下该组离子不反应，则能大量共存，故 C 正确；

D、因 Fe^{3+} 与 SCN^- 结合生成络离子 $\text{Fe}(\text{SCN})_2^+$ ，则不能大量共存，故 D 错误；

故选：C。

【点评】本题考查离子的共存问题，习题中隐含信息的挖掘是解答的关键，并熟悉常见离子之间的反应来解答，本题的难点是 C 中氢离子浓度的计算及 D 中生成的络离子。

7. (2分) 下列有关实验原理或操作正确的是 ()

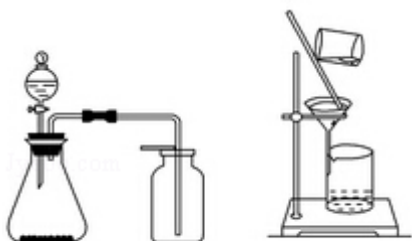


图1

图2

- A. 选择合适的试剂，用图 1 所示装置可分别制取并收集少量 CO_2 、 NO 和 O_2
- B. 制备乙酸乙酯时，向乙醇中缓慢加入浓硫酸和冰醋酸
- C. 洗涤沉淀时（见图 2），向漏斗中加适量水，搅拌并滤干
- D. 用广泛 pH 试纸测得 $0.10 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NH}_4\text{Cl}$ 溶液的 $\text{pH}=5.2$

【考点】U5：化学实验方案的评价。

【专题】16：压轴题。

【分析】A、图 1 为固体和液体在常温下反应，生成的气体可用向上排空气法收集，而一氧化氮与氧气反应，不能用向上排空气法收集；

B、制备乙酸乙酯时，先加入乙醇，向乙醇中缓慢加入浓硫酸和冰醋酸；

C、洗涤沉淀时用玻璃棒引流，注入蒸馏水，直至没过沉淀，然后等待液体从漏斗底部流走，重复步骤两到三次。

D、氯化铵为强酸弱碱盐，发生水解，溶液呈酸性，用广泛 pH 试纸检测 $0.10\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NH}_4\text{Cl}$ 溶液的 $\text{pH}=5$ 。

【解答】解：A、实验室制取二氧化碳可用大理石与稀盐酸在常温下反应，由于二氧化碳密度比空气大，可用向上排空气法收集，可选择图 1 装置；双氧水在二氧化锰催化作用下制取氧气，选用固液不加热装置，氧气密度比空气大，用向上排空气法收集，可选择图 1 装置；一氧化氮可以和氧气反应，不能用向上排空气法收集，故 A 错误；

B、制备乙酸乙酯时，先加入乙醇，然后边摇动试管边慢慢加入浓硫酸和冰醋酸，故 B 正确；

C、洗涤沉淀时用玻璃棒引流，注入蒸馏水，直至没过沉淀，然后等待液体从漏斗底部流走，重复步骤两到三次，不能用玻璃棒搅拌，故 C 错误；

D、氯化铵为强酸弱碱盐，发生水解，溶液呈酸性，用广泛 pH 试纸检测 $0.10\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NH}_4\text{Cl}$ 溶液的 $\text{pH}=5$ ，故 D 错误。

故选：B。

【点评】本题气体发生装置和收集装置的选择和基本实验操作，要会根据制取气体的反应原理和气体的性质来选择合适的装置。

二、不定项选择题：本题包括 7 小题，每小题 4 分，共计 28 分。每小题有一个或两个选项符合题意。若正确答案只包括一个选项，多选时，该题得 0 分；若正确答案包括两个选项，只选一个且正确的得 2 分，选两个且都正确的得满分，但只要选错一个，该小题就得 0 分。

8. (4 分) 下列说法不正确的是 ()

A. 铅蓄电池在放电过程中，负极质量减小，正极质量增加

B. 常温下，反应 $\text{C}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) = 2\text{CO}(\text{g})$ 不能自发进行，则该反应的 $\Delta H > 0$

C. 一定条件下，使用催化剂能加快反应速率并提高反应物的平衡转化率

D. 相同条件下，溶液中 Fe^{3+} 、 Cu^{2+} 、 Zn^{2+} 的氧化性依次减弱

【考点】B2：氧化性、还原性强弱的比较；BB：反应热和焓变；BH：原电池和电解池的工作原理；CB：化学平衡的影响因素。

【专题】16：压轴题。

通电

【分析】根据铅蓄电池的总反应式为： $\text{PbO}_2 + \text{Pb} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{\text{通电}} 2\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ ，其中负极：

$\text{Pb} + \text{SO}_4^{2-} - 2\text{e}^- = \text{PbSO}_4$ ；正极： $\text{PbO}_2 + 4\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{e}^- = \text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ ，不难看出铅蓄电池在放电过程中，负极生成 PbSO_4 质量增加，正极生成 PbSO_4 质量也增加；反应 $\text{C}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) = 2\text{CO}(\text{g})$ 中 $\Delta S > 0$ ，不能自发进行，则该反应的 $\Delta H > 0$ ；利用催化剂同等程度增加正逆反应速率，平衡不发生移动，并不能提高反应物的平衡转化率；按金属活动性顺序，金属性依次减弱，金属单质还原性也依次减弱，对应离子氧化性依次增强，同时 Fe^{3+} 对应排在 Cu^{2+} 之后。另外据 $\text{Fe}^{3+} + \text{Cu} = \text{Fe}^{2+} + \text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Fe} + \text{Cu}^{2+} = \text{Fe}^{2+} + \text{Cu}$ 也不难看出溶液中的氧化性依次减弱次序为： $\text{Fe}^{3+} > \text{Cu}^{2+} > \text{Zn}^{2+}$ 。

【解答】解 A、铅蓄电池电极反应：负极： $\text{Pb} + \text{SO}_4^{2-} - 2\text{e}^- = \text{PbSO}_4$ 正极： $\text{PbO}_2 + 4\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{e}^- = \text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ 不难看出铅蓄电池在放电过程中，负极生成 PbSO_4 质量增加，正极生成 PbSO_4 质量也增加，故 A 错误；

B、因熵增、焓减的化学反应可能自发进行，反应气体体积增大 $\Delta S > 0$ ，反应 $\text{C}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) = 2\text{CO}(\text{g})$ 不能自发进行，则该反应的 $\Delta H > 0$ ，故 B 正确；

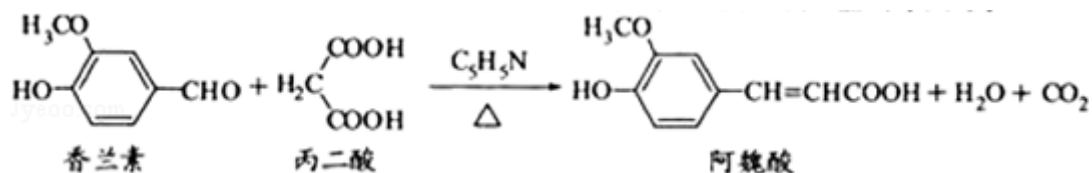
C、因催化剂能同等程度地加快正逆反应速率，对平衡移动无影响，则不能提高反应物的平衡转化率；故 C 错误；

D、由 $\text{Fe}^{3+} + \text{Cu} = \text{Fe}^{2+} + \text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Zn} + \text{Cu}^{2+} = \text{Zn}^{2+} + \text{Cu}$ 可判断出溶液中的氧化性依次减弱次序为： $\text{Fe}^{3+} > \text{Cu}^{2+} > \text{Zn}^{2+}$ ，故 D 正确。

故选：AC。

【点评】本题为小综合，主要属于基本理论的范畴，也带有元素化合物知识。做题时尤其要注意铅蓄电池的电极反应。

9. (4分) 阿魏酸在食品、医药等方面有着广泛用途。一种合成阿魏酸的反应可表示为



下列说法正确的是 ()

- A. 可用酸性 KMnO_4 溶液检测上述反应是否有阿魏酸生成
- B. 香兰素、阿魏酸均可与 Na_2CO_3 、 NaOH 溶液反应
- C. 通常条件下，香兰素、阿魏酸都能发生取代、加成、消去反应
- D. 与香兰素互为同分异构体，分子中有 5 种不同化学环境的氢，且能发生银镜反应的酚

类化合物共有 2 种

【考点】HD: 有机物的结构和性质.

【分析】用一个有机反应来呈现多种物质, 然后综合考查每种物质的性质, 解决该类题目主要通过把握物质所含官能团, 因为官能团决定了有机物性质.

【解答】解: A、能使酸性高锰酸钾溶液褪色的不仅有碳碳双键, 酚羟基也能使其褪色。即使没有阿魏酸生成, 原反应物中的香兰素同样可以使酸性高锰酸钾溶液褪色。故 A 错误;

B、香兰素中含有酚羟基, 阿魏酸中含有酚羟基和羧基, 这两种官能团都可以与 Na_2CO_3 、 NaOH 溶液反应。故 B 正确;

C、香兰素、阿魏酸都能发生取代、加成, 但它们都不能进行消去反应。故 C 错误;

D、根据条件, 其同分异构体为 $\text{HO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_2\text{OCHO}$ 和 $\text{HO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{OCH}_2\text{CHO}$, 含有两个羟基且两个羟基和 $-\text{CH}_2\text{CHO}$ 为于相邻或相间时有两种结构, 含有一个甲酸甲酯基和一个酚羟基, 且二者处于相对位置, 所以一共有 5 种同分异构体, 故 D 错误;

故选: B。

【点评】一种物质可能含有多种官能团, 因此一种物质会同时具有不同类物质的性质, 同学们从官能团入手分析, 比较容易解决该类问题。

10. (4 分) 下列实验操作与预期实验目的或所得实验结论一致的是 ()

选项	实验操作	实验目的或结论
A	向含有少量 FeCl_3 的 MgCl_2 溶液中加入足量 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 粉末, 搅拌一段时间后过滤	除去 MgCl_2 溶液中少量 FeCl_3
B	向某溶液中加入 BaCl_2 溶液生成白色沉淀, 继续加稀硝酸沉淀不消失	证明溶液中含 SO_4^{2-}
C	向某溶液中加入稀盐酸, 放出无色无味气体, 将气体通入澄清石灰水, 石灰水变浑浊	证明该溶液中存在 CO_3^{2-}
D	两支试管中装有等体积、等浓度的 H_2O_2 溶液, 向其中一支试管中加入 FeCl_3 溶液	FeCl_3 溶液对 H_2O_2 分解速率无影响

A. A

B. B

C. C

D. D

【考点】U5: 化学实验方案的评价.

【分析】A. FeCl_3 易水解生成氢氧化铁;

B. 不能排除 SO_3^{2-} 和 Ag^+ 的干扰;

C. 不能排除 HCO_3^- 的存在;

D. 催化剂对化学反应速率有影响.

【解答】解: A. FeCl_3 易水解生成氢氧化铁, 加入 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 粉末, 调节溶液的 pH, 促进铁离子的水解, 且不引入新的杂质, 故 A 正确;

B. SO_3^{2-} 能被硝酸氧化为 SO_4^{2-} , 并且不能排除 Ag^+ 的干扰, 故 B 错误;

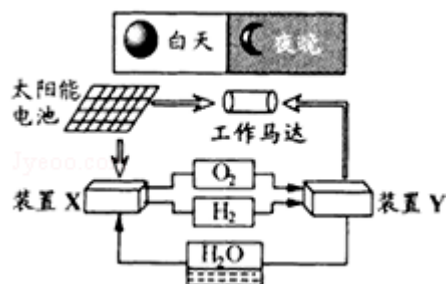
C. HCO_3^- 也能与稀盐酸反应生成二氧化碳气体, 故 C 错误;

D. FeCl_3 溶液能加快 H_2O_2 分解速率, 故 D 错误.

故选: A.

【点评】本题考查化学实验的评价, 题目难度中等, 注意离子的检验要首先排除其它离子的干扰.

11. (4 分) 如图是一种航天器能量储存系统原理示意图. 下列说法正确的是 ()



A. 该系统中只存在 3 种形式的能量转化

B. 装置 Y 中负极的电极反应式为: $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- = 4\text{OH}^-$

C. 装置 X 可实现燃料电池的燃料和氧化剂再生

D. 装置 X、Y 形成的子系统能实现物质的零排放, 并能实现化学能与电能间的完全转化

【考点】B1: 氧化还原反应; B7: 常见的能量转化形式; BH: 原电池和电解池的工作原理; BI: 电极反应和电池反应方程式; BO: 化学能与电能的应用.

【分析】根据图示可知, 航天器能量储存系统存在白天利用太阳能实现太阳能转化为电能; 夜晚电能转化为机械能.

【解答】A、存在能量转化形式有太阳能、机械能、化学能、电能, 则不只是三种, 故 A 错误;

B、装置 Y 为燃料电池, 正极电极反应式是 $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- = 4\text{OH}^-$, 故 B 错误;

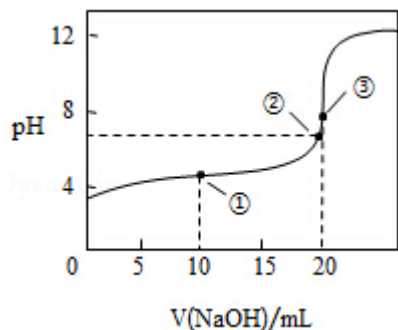
C、由装置 X 可知, 水分解生成氢气和氧气, 燃料电池的原料是氢气和氧气, 则能实现燃料电池的燃料和氧化剂再生, 故 C 正确;

D、太阳能电池白天发出的直流电一部分供工作马达运转，富余的电力通过装置 X 进行水的电解，生成氢气和氧气，夜间再通过装置 Y 燃烧氢氧来发电，以继续支持工作马达运转。装置 X 和 Y 实际上是存储了部分太阳能电池产生的电能。该系统能量并非完全转化，故 D 错误；

故选：C。

【点评】 本题考查原电池原理与电解池原理，考查知识点较为单一，但是考查学生综合分析能力较强，还是比较容易错的。

12. (4分) 常温下，用 $0.1000\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NaOH}$ 溶液滴定 $20.00\text{mL}0.1000\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{CH}_3\text{COOH}$ 溶液所得滴定曲线如图。下列说法正确的是 ()



- A. 点①所示溶液中： $c(\text{CH}_3\text{COO}^-) + c(\text{OH}^-) = c(\text{CH}_3\text{COOH}) + c(\text{H}^+)$
- B. 点②所示溶液中： $c(\text{Na}^+) = c(\text{CH}_3\text{COOH}) + c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$
- C. 点③所示溶液中： $c(\text{Na}^+) > c(\text{OH}^-) > c(\text{CH}_3\text{COO}^-) > c(\text{H}^+)$
- D. 滴定过程中可能出现： $c(\text{CH}_3\text{COOH}) > c(\text{CH}_3\text{COO}^-) > c(\text{H}^+) > c(\text{Na}^+) > c(\text{OH}^-)$

【考点】 DN：离子浓度大小的比较；DO：酸碱混合时的定性判断及有关 pH 的计算。

【分析】 根据点①反应后溶液是 CH_3COONa 与 CH_3COOH 物质的量之比为 1:1 的混合物，溶液呈酸性，说明 CH_3COOH 电离程度大于 CH_3COO^- 的水解程度，故 $c(\text{Na}^+) > c(\text{CH}_3\text{COOH})$ ，

由电荷守恒可知： $c(\text{CH}_3\text{COO}^-) + c(\text{OH}^-) = c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+)$ ，所以 $c(\text{CH}_3\text{COO}^-) + c(\text{OH}^-) > c(\text{CH}_3\text{COOH}) + c(\text{H}^+)$ ；点② $\text{pH}=7$ ，即 $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$ ， $c(\text{Na}^+) = c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$ ；

点③体积相同，则恰好完全反应生成 CH_3COONa ，利用盐的水解来分析溶液呈碱性，则 $c(\text{Na}^+) > c(\text{CH}_3\text{COO}^-) > c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$ ；在滴定中当加入碱比较少时，可能出现

$c(\text{CH}_3\text{COOH}) > c(\text{CH}_3\text{COO}^-) > c(\text{H}^+) > c(\text{Na}^+) > c(\text{OH}^-)$ 的情况。

【解答】解：A、点①反应掉一半醋酸，反应后溶液是 CH_3COONa 与 CH_3COOH 物质的量之比为 1:1 的混合物， CH_3COOH 电离程度大于 CH_3COO^- 的水解程度，故 $c(\text{Na}^+) > c(\text{CH}_3\text{COOH})$ ，由电荷守恒可知：

$c(\text{CH}_3\text{COO}^-) + c(\text{OH}^-) = c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+)$ ，所以 $c(\text{CH}_3\text{COO}^-) + c(\text{OH}^-) > c(\text{CH}_3\text{COOH}) + c(\text{H}^+)$ ，故 A 错；

B、点② $\text{pH}=7$ ，即 $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$ ，由电荷守恒知 $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{CH}_3\text{COO}^-) + c(\text{OH}^-)$ ，故 $c(\text{Na}^+) = c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$ ，故 B 错；

C、点③说明两溶液恰好完全反应生成 CH_3COONa ，因 CH_3COO^- 水解，且程度较小， $c(\text{Na}^+) > c(\text{CH}_3\text{COO}^-) > c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$ ，故 C 错；

D、当 CH_3COOH 较多，滴入的碱较少时，则生成 CH_3COONa 少量，可能出现 $c(\text{CH}_3\text{COOH}) > c(\text{CH}_3\text{COO}^-) > c(\text{H}^+) > c(\text{Na}^+) > c(\text{OH}^-)$ ，故 D 正确；

故选：D。

【点评】 本题考查 NaOH 与 CH_3COOH 的反应，涉及盐类的水解和溶液离子浓度的大小比较，注意利用电荷守恒的角度做题。

13. (4分) 已知 A、B、C、D、E 是短周期中原子序数依次增大的 5 种主族元素，其中元素 A、E 的单质在常温下呈气态，元素 B 的原子最外层电子数是其电子层数的 2 倍，元素 C 在同周期的主族元素中原子半径最大，元素 D 的合金是日常生活中常用的金属材料。下列说法正确的是 ()

A. 元素 A、B 组成的化合物常温下一定呈气态

B. 一定条件下，元素 C、D 的最高价氧化物对应的水化物之间能发生反应

C. 工业上常用电解法制备元素 C、D、E 的单质

D. 化合物 AE 与 CE 含有相同类型的化学键

【考点】 8F：原子结构与元素周期律的关系。

【专题】 16：压轴题。

【分析】 根据题意，元素 B 的原子最外层电子数是其电子层数的 2 倍，则 B 是碳元素；元素 C 在同周期的主族元素中原子半径最大，则 C 是钠元素；元素 D 的合金是日常生活中常用的金属材料，D 是铝元素；元素 A、E 的单质在常温下呈气态，则 A 是氢元素、E 是氯元素；然后对照各个选项，选出答案。

【解答】 解：A、C 和 H 组成的化合物常温下不一定呈气态，如 C_9H_{20} ，故 A 错误；

B、因 C 是钠，D 是铝，则氢氧化铝具有两性，能与氢氧化钠反应，故 B 正确；

C、因为 Na、Al 是活泼金属，氯气是活泼的非金属单质，所以工业上常用电解法制备它们，故 C 正确；

D、HCl 是共价化合物，含有共价键；NaCl 是离子化合物，含有离子键，它们的化学键类型不同，故 D 错误。

故选：BC。

【点评】 本题考查元素的推断及其元素的性质。本题的突破口是掌握原子结构的有关知识，如原子最外层电子数是其电子层数的 2 倍，则为 C 元素；熟悉常见的物质，如元素的合金是日常生活中常用的金属材料等。

14. (4 分) 在温度、容积相同的 3 个密闭容器中，按不同方式投入反应物，保持恒温、恒容，测得反应达到平衡时的有关数据如下：(已知 $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g}) \Delta H = -92.4\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$)

容器	甲	乙	丙
反应物的投入量	1molN ₂ 、 3molH ₂	2molNH ₃	4molNH ₃
NH ₃ 的浓度 (mol·L ⁻¹)	c ₁	c ₂	c ₃
反应的能量变化	放出 akJ	吸收 bkJ	吸收 ckJ
体系的压强 (Pa)	p ₁	p ₂	p ₃
反应物的转化率	α ₁	α ₂	α ₃

下列说法正确的是 ()

- A. $2c_1 > c_3$ B. $a+b=92.4$ C. $2p_2 < p_3$ D. $\alpha_1 + \alpha_3 = 1$

【考点】 CB: 化学平衡的影响因素; CN: 等效平衡.

【专题】 51E: 化学平衡专题.

【分析】 甲容器反应物投入 1molN₂、3molH₂，乙容器反应物投入量 2molNH₃，恒温且乙容器容积和甲容器相同，则甲容器与乙容器是等效平衡；

甲容器反应物投入 1molN₂、3molH₂，丙容器反应物投入量 4molNH₃，采用极限转化法转化为反应物为 2molN₂、6molH₂，是甲中的二倍，如果恒温且丙容器容积是甲容器 2 倍，则甲容器与丙容器也是等效平衡；所以丙所到达的平衡，可以看作在恒温且容积是甲容

器两倍条件下，到达平衡后，再压缩体积为与甲容器体积相等所到达的平衡，据此分析平衡移动。

【解答】解：甲投入 1molN_2 、 3molH_2 ，乙容器投入量 2molNH_3 ，恒温恒容条件下，甲容器与乙容器是等效平衡，各组分的物质的量、含量、转化率等完全相等；

而甲容器投入 1molN_2 、 3molH_2 ，丙容器加入 4molNH_3 ，采用极限转化法丙相当于加入 2molN_2 、 6molH_2 ，丙中加入量是甲中的二倍，如果恒温且丙容器容积是甲容器 2 倍，则甲容器与丙容器为等效平衡，所以丙所到达的平衡，可以看作在恒温且容积是甲容器两倍条件下，到达平衡后，再压缩体积为与甲容器体积相等所到达的平衡，由于该反应是体积减小的反应，缩小容器体积，增大了压强，平衡向着正向移动，所以丙中氮气、氢气转化率大于甲和乙的，

A、丙容器反应物投入量 4molNH_3 ，采用极限转化法转化为反应物为 2molN_2 、 6molH_2 ，是甲中的二倍，若平衡不移动， $c_3=2c_1$ ；丙相当于增大压强，平衡向着正向移动，所以丙中氨气的浓度大于乙中氨气浓度的二倍，即 $c_3>2c_1$ ，故 A 错误；

B、甲投入 1molN_2 、 3molH_2 ，乙中投入 2molNH_3 ，则甲与乙是完全等效的，根据盖斯定律可知，甲与乙的的反应的能量变化之和为 92.4kJ ，故 $a+b=92.4$ ，故 B 正确；

C、丙容器反应物投入量 4molNH_3 ，是乙的二倍，若平衡不移动，丙中压强为乙的二倍；由于丙中相当于增大压强，平衡向着正向移动，所以丙中压强减小，小于乙的 2 倍，即 $2p_2>p_3$ ，故 C 错误；

D、丙容器反应物投入量 4molNH_3 ，是乙的二倍，若平衡不移动，转化率 $\alpha_1+\alpha_3=1$ ；由于丙中相当于增大压强，平衡向着正向移动，氨气的转化率减小，所以转化率 $\alpha_1+\alpha_3<1$ ，故 D 错误；

故选：B。

【点评】本题考查化学平衡影响因素、等效平衡、化学平衡的计算，题目计算量较大，题目难度较大，关键是构建平衡建立的等效途径，试题侧重对学生灵活运用基础知识解决实际问题的能力的培养。

二、非选择题

15. (12 分) 高纯 MnCO_3 是制备高性能磁性材料的主要原料。实验室以 MnO_2 为原料制备少量高纯 MnCO_3 的操作步骤如下：

(1) 制备 MnSO_4 溶液：

在烧瓶中（装置见右图）加入一定量 MnO_2 和水，搅拌，通入 SO_2 和 N_2 混合气体，反应

3h. 停止通入 SO_2 , 继续反应片刻, 过滤 (已知 $\text{MnO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_3 = \text{MnSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$).

①石灰乳参与反应的化学方程式为 $\text{SO}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaSO}_3 + \text{H}_2\text{O}$.

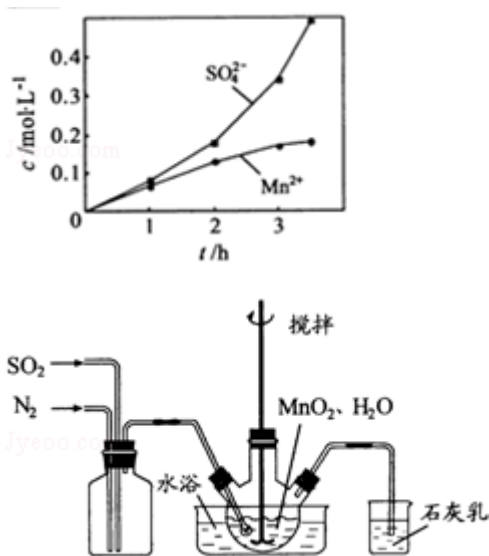
②反应过程中, 为使 SO_2 尽可能转化完全, 在通入 SO_2 和 N_2 比例一定、不改变固液投料的条件下, 可采取的合理措施有 控制适当的温度、缓慢通入混合气体.

③若实验中将 N_2 换成空气, 测得反应液中 Mn^{2+} 、 SO_4^{2-} 的浓度随反应时间 t 变化如右图. 导致溶液中 Mn^{2+} 、 SO_4^{2-} 浓度变化产生明显差异的原因是 Mn^{2+} 催化氧气与亚硫酸反应生成硫酸.

(2) 制备高纯 MnCO_3 固体. 已知 MnCO_3 难溶于水、乙醇, 潮湿时易被空气氧化, 100°C 开始分解; $\text{Mn}(\text{OH})_2$ 开始沉淀时 $\text{pH}=7.7$. 请补充由 (1) 制得的 MnSO_4 溶液制备高纯 MnCO_3 的操作步骤 [实验中可选用的试剂: $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 、 NaHCO_3 、 Na_2CO_3 、 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$].

① 边搅拌边加入碳酸钠, 并控制溶液的 $\text{pH} < 7.7$; ② 过滤, 用水洗涤 2 - 3 次;

③ 检验 SO_4^{2-} 是否被除去; ④ 用少量的乙醇洗涤快速抽滤; ⑤ 低于 100°C 干燥.



【考点】U3: 制备实验方案的设计.

【专题】13: 图像图表题; 19: 物质检验鉴别题; 52: 元素及其化合物; 54: 化学实验.

【分析】(1) ①根据题中所示的石灰乳的作用是吸收尾气二氧化硫来回答;

②根据实验的操作原则, 为了让气体尽可能转化, 要根据反应所需的条件和用量严格操作;

③考虑氮气的化学性质稳定，空气中氧气的活泼性等因素的影响；

(2) 根据题干中所给的试剂结合 MnCO_3 的性质来选择合适的制取方案。

【解答】解：(1) ①石灰乳的作用是吸收尾气二氧化硫，碱和酸性氧化物反应得到对应的盐和水，答案为： $\text{SO}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaSO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ ；

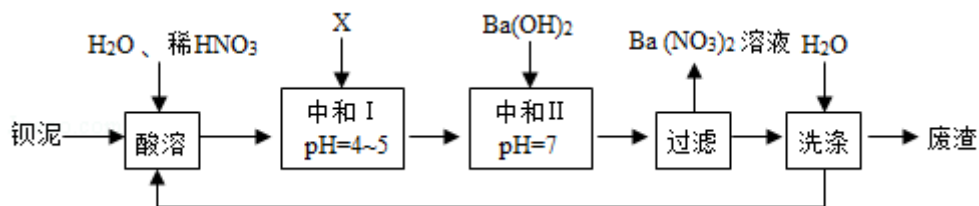
②为使 SO_2 尽可能转化完全，应定要保证控制反应的温度，在通入 SO_2 和 N_2 比例一定、不改变固液投料的条件下，要求所通气体一定要慢，故答案为：控制适当的温度、缓慢通入混合气体；

③氮气的化学性质稳定，空气中氧气性质活泼，在 Mn^{2+} 催化作用下，易把亚硫酸氧化成硫酸，而使硫酸根浓度增大，故答案为： Mn^{2+} 催化氧气与亚硫酸反应生成硫酸；

(2) 制取的原理是碳酸根和锰离子之间反应生成碳酸锰的过程，但要考虑 MnCO_3 难溶于水、乙醇并在潮湿时易被空气氧化， 100°C 开始分解以及 $\text{Mn}(\text{OH})_2$ 开始沉淀时 $\text{pH} = 7.7$ 等因素，过程中控制溶液的 PH 值以及洗涤沉淀所选的溶剂要小心，故答案为：边搅拌边加入碳酸钠，并控制溶液的 $\text{PH} < 7.7$ 、过滤，用水洗涤 2 - 3 次、检验 SO_4^{2-} 是否被除去、用少量的乙醇洗涤快速抽滤。

【点评】本题是一道实验综合性的题目，难度较大，考查了学生分析和解决问题的能力。

16. (10 分) 钡盐行业生产中排出大量的钡泥[主要含有 BaCO_3 、 BaSiO_3 、 BaSO_3 、 $\text{Ba}(\text{FeO}_2)_2$ 等。某主要生产 BaCl_2 、 BaCO_3 、 BaSO_4 的化工厂利用钡泥制取 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ ，其部分工艺流程如下：



(1) 酸溶后溶液中 $\text{pH} = 1$ ， $\text{Ba}(\text{FeO}_2)_2$ 与 HNO_3 的反应化学方程式为 $\underline{\text{Ba}(\text{FeO}_2)_2 + 8\text{HNO}_3 = \text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + 4\text{H}_2\text{O}}$ 。

(2) 酸溶时通常控制反应温度不超过 70°C ，且不使用浓硝酸，原因是 防止反应速率过快、浓 HNO_3 易挥发、分解。

(3) 该厂结合本厂实际，选用的 X 为 BaCO_3 (填化学式)；中和 I 使溶液中 Fe^{3+} 、 H^+ (填离子符号) 的浓度减少 (中和 I 引起的溶液体积变化可忽略)。

(4) 上述流程中洗涤的目的是 减少废渣中可溶性钡盐对环境的污染。

【考点】P8：物质分离和提纯的方法和基本操作综合应用。

【专题】16：压轴题；54：化学实验。

【分析】(1) $\text{Ba}(\text{FeO}_2)_2$ 与 HNO_3 反应的化学方程式为： $\text{Ba}(\text{FeO}_2)_2 + 8\text{HNO}_3 = \text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + 4\text{H}_2\text{O}$ ；

(2) 温度越高反应速率越快，故控制温度不超过 70°C 是为了防止反应速率过快，且浓硝酸越浓越易分解，温度高既易挥发，也易分解，故不用浓硝酸。

(3) X 既要能中和硝酸，又不产生新杂质，结合本厂实际，故可用 BaCO_3 ；中和 I 使溶液中的 Fe^{3+} 形成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀、 H^+ 浓度减小；

(4) 洗涤废渣是为了减少废渣中可溶性钡盐对环境的污染。

【解答】解：(1) $\text{Ba}(\text{FeO}_2)_2$ 中 Fe 元素是 +3 价，故 $\text{Ba}(\text{FeO}_2)_2$ 与硝酸不发生氧化还原反应，其反应方程式为： $\text{Ba}(\text{FeO}_2)_2 + 8\text{HNO}_3 = \text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + 4\text{H}_2\text{O}$ ；故答案为： $\text{Ba}(\text{FeO}_2)_2 + 8\text{HNO}_3 = \text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + 4\text{H}_2\text{O}$ ；

(2) 酸溶时控制反应温度不超过 70°C ，是为了防止温度过高，反应速率太快；不使用浓硝酸，是因为浓 HNO_3 不稳定，易分解，易挥发，故答案为：防止反应速率过快 浓 HNO_3 易挥发、分解（凡合理答案均可）；

(3) 加入 X 调节溶液的 $\text{pH} = 4 \sim 5$ ，则 X 应能消耗 H^+ ，结合工厂主要生产 BaCl_2 、 BaCO_3 、 BaSO_4 的实际情况，可选用 BaCO_3 ；中和后溶液中 H^+ 浓度减小， pH 在 $4 \sim 5$ 时， Fe^{3+} 也完全沉淀，故 Fe^{3+} 浓度也减小，故答案为： BaCO_3 ； Fe^{3+} 、 H^+ ；

(4) 因为钡盐是重金属盐，有毒，故洗涤的目的是减少废渣中可溶性钡盐对环境的污染，故答案为：减少废渣中可溶性钡盐对环境的污染（凡合理答案均可）。

【点评】本题考查学生在“工艺流程阅读、相关反应化学方程式书写、化学反应条件控制的原理、生产流程的作用”等方面对元素化合物性质及其转化关系的理解和应用程度，考查学生对新信息的处理能力。

17. (8分) 下表列出了 3 种燃煤烟气脱硫方法的原理。

方法 I	用氨水将 SO_2 转化为 NH_4HSO_3 ，再氧化成 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
方法 II	用生物质热解气（主要成分 CO 、 CH_4 、 H_2 ）将 SO_2 在高温下还原成单质硫
方法 III	用 Na_2SO_3 溶液吸收 SO_2 ，再经电解转化为 H_2SO_4

(1) 方法 I 中氨水吸收燃煤烟气中 SO_2 的化学反应为： $2\text{NH}_3 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} = (\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$
 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{NH}_4\text{HSO}_3$ 能提高燃煤烟气中 SO_2 去除率的措施有 A、C

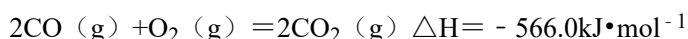
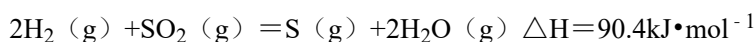
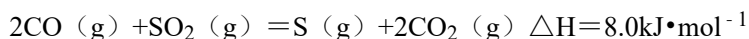
(填字母).

A. 增大氨水浓度 B. 升高反应温度

C. 使燃煤烟气与氨水充分接触 D. 通入空气使 HSO_3^- 转化为 SO_4^{2-}

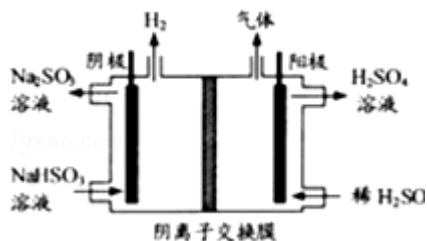
采用方法 I 脱硫, 并不需要预先除去燃煤烟气中大量的 CO_2 , 原因是 $\text{HCO}_3^- + \text{SO}_2 \rightleftharpoons \text{CO}_2 + \text{HSO}_3^-$ (用离子方程式表示).

(2) 方法 II 主要发生了下列反应:



$\text{S}(\text{g})$ 与 $\text{O}_2(\text{g})$ 反应生成 $\text{SO}_2(\text{g})$ 的热化学方程式为 $\text{S}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = \text{SO}_2(\text{g}) \quad \Delta H = -574.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$.

(3) 方法 III 中用惰性电极电解 NaHSO_3 溶液的装置如右图所示. 阳极区放出气体的成分为 O_2 、 SO_2 . (填化学式)



【考点】 BE: 热化学方程式; BF: 用盖斯定律进行有关反应热的计算; CD: 化学平衡的调控作用; DI: 电解原理; F6: 二氧化硫的污染及治理.

【分析】 (1) 提高 SO_2 的转化率, 可以增大氨水的浓度、与氨水充分接触; 不需要通入 CO_2 的原因是因为 $\text{HCO}_3^- + \text{SO}_2 = \text{CO}_2 + \text{HSO}_3^-$ 而产生 CO_2 , 不影响的 SO_2 吸收;

(2) 利用盖斯定律, 适当变形, 可以得出 $\text{S}(\text{g})$ 与 $\text{O}_2(\text{g})$ 反应生成 $\text{SO}_2(\text{g})$ 的热化学方程式;

(3) 阴极发生还原反应, 阳极发生氧化反应, 有 O_2 生成, 同时在阳极区加入稀硫酸, 会有 SO_2 , 电极产生的气体为 O_2 和 SO_2 .

【解答】 解: (1) 提高 SO_2 的转化率, 可以增大氨水的浓度、与氨水充分接触, 升高温度, 降低气体的溶解度, 不利于吸收, 而通入空气, 也会使空气将二氧化硫从溶液中分离出来, 不利于吸收; 不需要预先除去燃煤烟气中大量的 CO_2 的原因是因为 $\text{HCO}_3^- + \text{SO}_2$

=CO₂+HSO₃⁻而产生 CO₂，故答案为：A、C；HCO₃⁻+SO₂=CO₂+HSO₃⁻；

(2) 根据以下反应①2CO (g) +SO₂ (g) =S (g) +2CO₂ (g) ΔH=8.0kJ•mol⁻¹②2H₂

(g) +SO₂ (g) =S (g) +2H₂O (g) ΔH=90.4kJ•mol⁻¹③2CO (g) +O₂ (g) =2CO₂

(g) ΔH= - 566.0kJ•mol⁻¹

④2H₂ (g) +O₂ (g) =2H₂O (g) ΔH= - 483.6kJ•mol⁻¹，利用盖斯定律，③ - ①或④

- ②可得到 S (g) 与 O₂ (g) 反应生成 SO₂ (g) 的热化学方程式为

S (g) +O₂ (g) =SO₂ (g) ΔH= - 574.0kJ•mol⁻¹ 故答案为：S (g) +O₂ (g) =SO₂

(g) ΔH= - 574.0kJ•mol⁻¹；

(3) 电解时，阳极发生氧化反应，有 O₂ 生成，同时在阳极区加入稀硫酸，会有 SO₂，故答案为：O₂、SO₂。

【点评】 本题考察的知识覆盖面比较多，涉及到环境保护、盖斯定律、热化学方程式、离子方程式、电极方程式等内容，注意反应热的计算，不要忽视热化学方程式的书写的事项。

18. (12分) 正极材料为 LiCoO₂ 的锂离子电池已被广泛用作便携式电源。但钴的资源匮乏限制了其进一步发展。

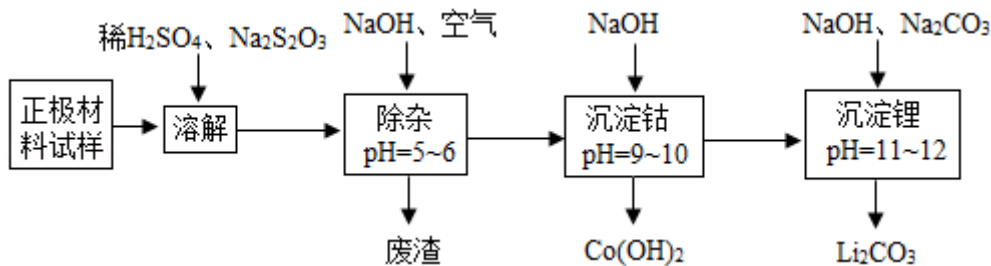
(1) 橄榄石型 LiFePO₄ 是一种潜在的锂离子电池正极材料，它可以通过 (NH₄)₂Fe(SO₄)₂、H₃PO₄ 与 LiOH 溶液发生共沉淀反应，所得沉淀经 80℃ 真空干燥、高温成型而制得。

①共沉淀反应投料时，不将 (NH₄)₂Fe(SO₄)₂ 和 LiOH 溶液直接混合的原因是 Fe²⁺在碱性条件下更容易被氧化。

②共沉淀反应的化学方程式为 (NH₄)₂Fe(SO₄)₂+LiOH+H₃PO₄≡LiFePO₄+2NH₄HSO₄+H₂O。

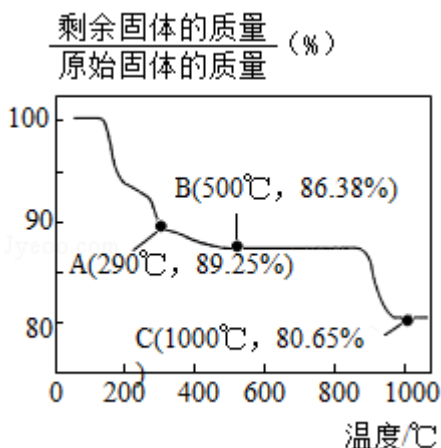
③高温成型前，常向 LiFePO₄ 中加入少量活性炭黑，其作用除了可以改善成型后的 LiFePO₄ 的导电性能外，还能 与空气中 O₂ 反应，防止 LiFePO₄ 中的 Fe²⁺ 被氧化。

(2) 废旧锂离子电池的正极材料试样 (主要含有 LiCoO₂ 及少量 Al、Fe 等) 可通过下列实验方法回收钴、锂。



①在上述溶解过程中， $S_2O_3^{2-}$ 被氧化成 SO_4^{2-} ， $LiCoO_2$ 在溶解过程中反应的化学方程式为 $8LiCoO_2 + Na_2S_2O_3 + 11H_2SO_4 = 4Li_2SO_4 + 8CoSO_4 + Na_2SO_4 + 11H_2O$ 。

② $Co(OH)_2$ 在空气中加热时，固体残留率随温度的变化如右图所示。已知钴的氢氧化物加热至 $290^\circ C$ 时已完全脱水，则 $1000^\circ C$ 时，剩余固体的成分为 CoO 。（填化学式）；在 $350 \sim 400^\circ C$ 范围内，剩余固体的成分为 Co_2O_3 、 Co_3O_4 。（填化学式）。



【考点】 48：化学方程式的书写；B1：氧化还原反应；BJ：常见化学电源的种类及其工作原理；P8：物质分离和提纯的方法和基本操作综合应用；PE：物质的分离、提纯和除杂。

【专题】 515：氧化还原反应专题；511：电化学专题；54：化学实验。

【分析】 (1) ①不能直接混合的原因是 Fe^{2+} 在碱性条件下更容易被氧化；

②根据题给的信息，发生的反应为 $(NH_4)_2Fe(SO_4)_2 + LiOH + H_3PO_4 = LiFePO_4 + 2NH_4HSO_4 + H_2O$ ；

③消耗空气中的 O_2 ，保护 Fe^{2+} ，防止 Fe^{2+} 被氧化；

(2) ①通过题给信息可知 $LiCoO_2$ 与 $Na_2S_2O_3$ 发生了氧化还原反应，反应为 $8LiCoO_2 + Na_2S_2O_3 + 11H_2SO_4 = 4Li_2SO_4 + 8CoSO_4 + Na_2SO_4 + 11H_2O$ ；

②根据质量守恒定律，在变化过程中，Co 的质量没有变，通过题给数据看，在 $1000^\circ C$ 是 $Co(OH)_2$ 完全分解，则产物 CoO ；

在 $350 - 400^\circ C$ 时，固体的质量在 $89.25\% - 86.38\%$ 之间，可以通过极点进行分析，

在 290℃, $n(\text{Co}): n(\text{O}) = \frac{100}{93}: [(89.25 - 100 \times \frac{59}{93}) \div 16] = 2: 3$, 其化学式为

Co_2O_3 ;

在 500℃, $n(\text{Co}): n(\text{O}) = \frac{100}{93}: [(86.38 - 100 \times \frac{59}{93}) \div 16] = 3: 4$, 其化学式为

Co_3O_4 ,

所以可以确定在 350 - 400℃时的化学式为 Co_2O_3 和 Co_3O_4 。

【解答】解: (1) $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 和 LiOH 溶液反应生成 $\text{Fe}(\text{OH})_2$, $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 易被氧气氧化; 所以不能将直接混合; 故答案为: Fe^{2+} 在碱性条件下更易被氧化 (凡合理答案均可);

②根据题给信息: $(\text{NH}_4)_2\text{H}_3\text{PO}_4$ 与 LiOH 溶液发生共沉淀反应生成 LiFePO_4 、 NH_4HSO_4 和 H_2O , 反应的化学方程式为: $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 + \text{LiOH} + \text{H}_3\text{PO}_4 = \text{LiFePO}_4 + 2\text{NH}_4\text{HSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$; 故答案为: $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 + \text{LiOH} + \text{H}_3\text{PO}_4 = \text{LiFePO}_4 \downarrow + 2\text{NH}_4\text{HSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$;

③高温成型前, 常向 LiFePO_4 中加入少量活性炭黑, 其作用除了可以改善成型后的 LiFePO_4 的导电性能外, 还能消耗空气中的氧气, 保护 Fe^{2+} , 防止 Fe^{2+} 被氧化; 故答案为: 与空气中 O_2 反应, 防止 LiFePO_4 中的 Fe^{2+} 被氧化;

(2) 正极材料试样主要含有 LiCoO_2 及少量 Al 、 Fe 等, 加入稀 H_2SO_4 、 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 被氧化成 SO_4^{2-} , 具有还原性, 正极材料中只有 LiCoO_2 具有氧化性, 与反应 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 反应生成 CoSO_4 , 反应化学方程式为: $8\text{LiCoO}_2 + \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + 11\text{H}_2\text{SO}_4 = 4\text{Li}_2\text{SO}_4 + 8\text{CoSO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + 11\text{H}_2\text{O}$; 故答案为: $8\text{LiCoO}_2 + \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + 11\text{H}_2\text{SO}_4 = 4\text{Li}_2\text{SO}_4 + 8\text{CoSO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + 11\text{H}_2\text{O}$;

②根据质量守恒定律, 在变化过程中, Co 的质量没有变, 假设原始固体质量为 100g,

则 $n(\text{Co}) = \frac{100}{93}\text{mol}$, $m(\text{Co}) = 100 \times \frac{59}{93}\text{g}$;

在 1000℃时, 固体质量不再变化, 说明 $\text{Co}(\text{OH})_2$ 完全分解, $n(\text{Co}): n(\text{O}) = \frac{100}{93}$:

$[(80.65 - 100 \times \frac{59}{93}) \div 16] = 1: 1$, 剩余固体成分为 CoO ;

在 350 - 400℃时, 固体的质量在 89.25% - 86.38%之间, 可以通过极点进行分析,

在 290℃, $n(\text{Co}): n(\text{O}) = \frac{100}{93}: [(89.25 - 100 \times \frac{59}{93}) \div 16] = 2: 3$, 其化学式为

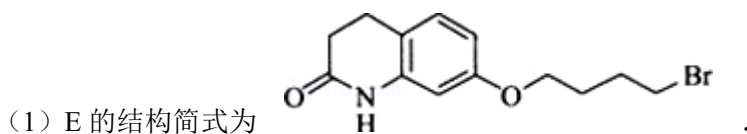
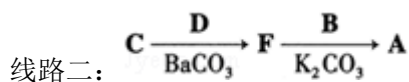
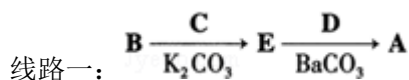
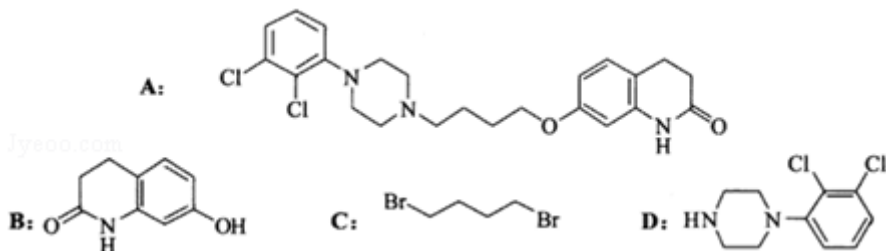
Co_2O_3 ;

在 500℃ $n(\text{Co}): n(\text{O}) = \frac{100}{93}: [(86.38 - 100 \times \frac{59}{93}) \div 16] = 3: 4$, 其化学式为 Co_3O_4 ;

所以可以确定在 350 - 400℃ 时的化学式为 Co_2O_3 和 Co_3O_4 , 故答案为: CoO ; Co_2O_3 、 Co_3O_4 。

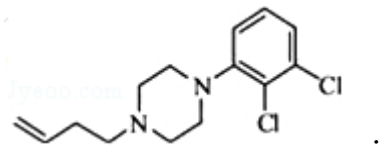
【点评】 本题考查的知识比较散, 涉及到能源利用, 物质性质、化工流程分析, 图表分析, 覆盖面比较广。

19. (14 分) 阿立哌唑 (A) 是一种新的抗精神分裂症药物, 可由化合物 B、C、D 在有机溶剂中通过以下两条路线合成得到。



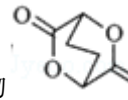
(2) 由 C、D 生成化合物 F 的反应类型是 取代反应 .

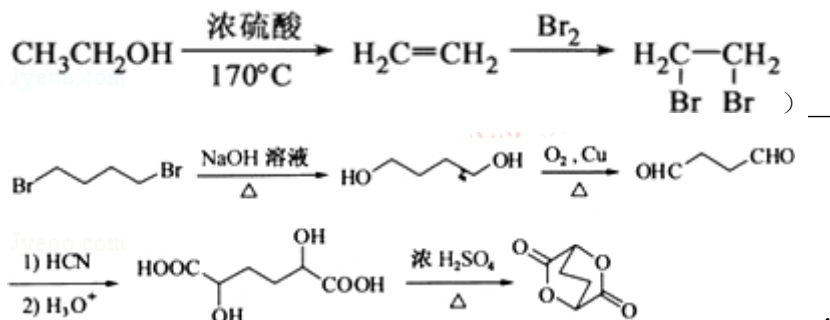
(3) 合成 F 时还可能生成一种相对分子质量为 285 的副产物 G, G 的结构简式为



(4) H 属于 α -氨基酸, 与 B 的水解产物互为同分异构体. H 能与 FeCl_3 溶液发生显色反应, 且苯环上的一氯代物只有 2 种. 写出两种满足上述条件的 H 的结构简式:



(5) 已知：
$$R-CHO \xrightarrow[2) H_3O^+]{1) HCN} R-\overset{OH}{\underset{|}{C}}H-COOH$$
，写出由 C 制备化合物  的合成路线流程图（无机试剂任选）。（合成路线流程图示例如下：



【考点】HC：有机物的合成。

【专题】16：压轴题。

【分析】(1) 根据 A 和 D 的结构简式可知 D 和 E 发生取代反应生成 A，可知 E 的结构；

(2) 同样通过 F 的结构式分析可知由 C、D 合成生成化合物 F 仍然是卤素原子与 H 的取代反应；

(3) 通过对其相对分子质量的分析可知，除了发生取代反应外，有发生了消去反应；

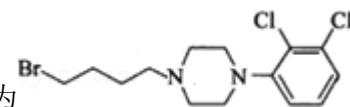
(4) 综上分析可知，在 H 分子结构中，有苯环、氨基、羧基、羟基；

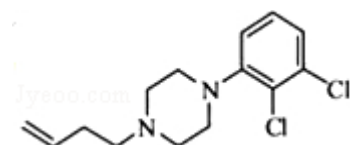
(5) 关注官能团种类的改变，搞清反应机理。

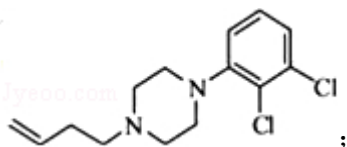
【解答】解：(1) 由 A 的结构简式可知，D 和 E 发生取代反应生成 A，则 E 应为



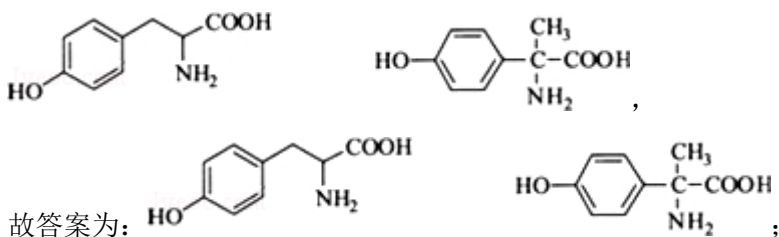
(2) 同样通过 F 的结构式分析可知由 C、D 合成生成化合物 F 仍然是卤素原子与 H 的取代反应，故答案为：取代反应；

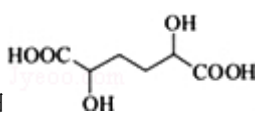
(3) F 为 ，相对分子质量为 366，与 285 相比较少的相对分子质量相当于 HBr 的，通过对其相对分子质量的分析可知，除了发生取代反应外，有发

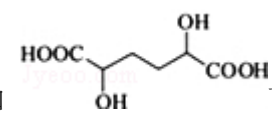
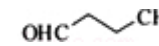
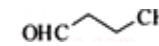


生了消去反应，故其结构为 ，故答案为：

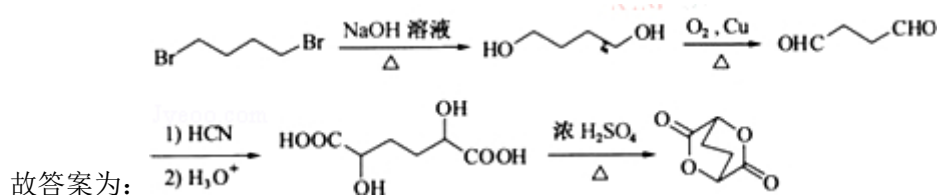
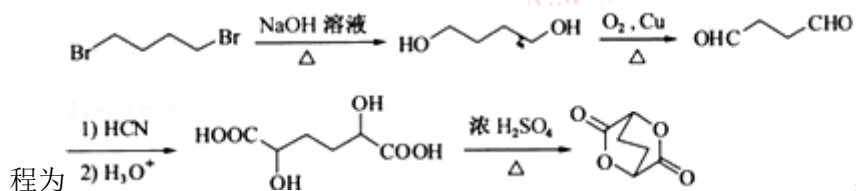


(4) B 的水解产物含有苯环、酚羟基、氨基和羧基，与 H 互为同分异构体。H 能与 FeCl_3 溶液发生显色反应，且苯环上的一氯代物只有 2 种，说明 H 的分子中苯环上有两个取代基，并且在 H 分子结构中，有苯环、氨基、羧基、羟基，由此不难得出其分子结构为



(5) 化合物 C 中含有 2 个酯基，可由  发生酯化反应制取，根据题给

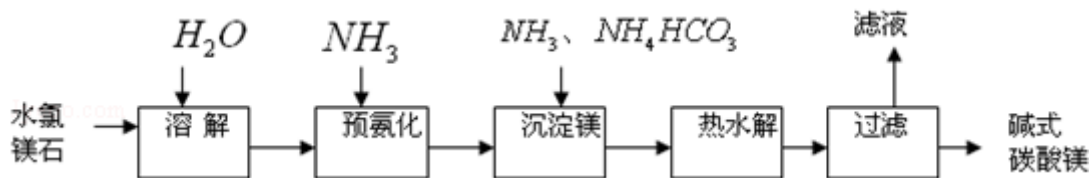
信息可知  可由  制取，而  可由  发生催化氧化制取， 可由 C 发生取代反应制取，则反应流



【点评】 本题是一道综合性的有机合成试题，本题主要考查的是结构简式、同分异构体的书写、有机反应类型和及根据条件进行有机合成，同时也要关注重要官能团的性质，题目难度较大，解答有机推断题时，我们应首先认真审题，分析题意，分离出已知条件和推断内容，弄清被推断物和其他有机物的关系，以特征点作为解题突破口，结合信息和相关知识进行推理，排除干扰，作出正确推断，一般可采取的方法有：顺推法（以有机物结构、性质和实验现象为主线，采用正向思维，得出正确结论）、逆推法（以有机物结构、性质和实验现象为主线，采用逆向思维，得出正确结论）、多法结合推断（综合应

用顺推法和逆推法)等.

20. (10分) 以水氯镁石(主要成分为 $MgCl_2 \cdot 6H_2O$) 为原料生产碱式碳酸镁的主要流程如下:



(1) 预氨化过程中有 $Mg(OH)_2$ 沉淀生成, 已知常温下 $Mg(OH)_2$ 的 $K_{sp}=1.8 \times 10^{-11}$, 若溶液中 $c(OH^-)=3.0 \times 10^{-6} mol \cdot L^{-1}$, 则溶液中 $c(Mg^{2+})=$ $2.0 mol \cdot L^{-1}$.

(2) 上述流程中的滤液浓缩结晶, 所得主要固体物质的化学式为 NH_4Cl .

(3) 高温煅烧碱式碳酸镁得到 MgO . 取碱式碳酸镁 4.66g, 高温煅烧至恒重, 得到固体 2.00g 和标准状况下 CO_2 0.896L, 通过计算确定碱式碳酸镁的化学式.

(4) 若热水解不完全, 所得碱式碳酸镁中将混有 $MgCO_3$, 则产品中镁的质量分数 升高 (填“升高”、“降低”或“不变”).

【考点】 DH: 难溶电解质的溶解平衡及沉淀转化的本质; GR: 常见金属元素的单质及其化合物的综合应用; M5: 复杂化学式的确定; PE: 物质的分离、提纯和除杂.

【专题】 16: 压轴题; 1A: 计算题; 31: 守恒思想; 4H: 分析比较法; 54: 化学实验.

【分析】 (1) 根据溶度积表达式 $K_{sp}=[Mg^{2+}][OH^-]^2$ 进行计算;

(2) 根据流程判断所得滤液的成分中含有的离子, 确定滤液中的物质来回答;

(3) 根据碳酸镁的分子式, 可以写成氧化物的表示形式, 即 $2MgO \cdot H_2O \cdot CO_2$, 然后根据题意确定各个氧化物的量, 进而确定分子式.

(4) 根据同质量的碳酸镁和碱式碳酸镁中镁的物质的量前者大来回答.

【解答】 解: (1) 根据溶度积表达式 $K_{sp}=[Mg^{2+}][OH^-]^2$ 得 $[Mg^{2+}] = \frac{1.8 \times 10^{-11}}{9.0 \times 10^{-12}} = 2.0 mol$

$\cdot L^{-1}$, 故答案为: $2.0 mol \cdot L^{-1}$

(2) 根据流程判断所得滤液的成分中含有的离子有氯离子和铵根离子, 故所得的滤液中含 NH_4Cl , 故答案为: NH_4Cl ;

(3) 碳酸镁的分子式，可以写成氧化物的表示形式，即 $2\text{MgO}\cdot\text{H}_2\text{O}\cdot\text{CO}_2$ ；各个氧化物的量分别为：

$$n(\text{CO}_2) = \frac{0.896\text{L}}{22.4\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}} = 4.00 \times 10^{-2}\text{mol}$$

$$n(\text{MgO}) = \frac{2.00\text{g}}{40\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}} = 5.00 \times 10^{-2}\text{mol}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{4.66\text{g} - 4.00 \times 10^{-2}\text{mol} \times 44\text{g}\cdot\text{mol}^{-1} - 2.00\text{g}}{18\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}} = 5.00 \times 10^{-2}\text{mol}$$

故： $n(\text{MgO}) : n(\text{CO}_2) : n(\text{H}_2\text{O}) = 5.00 \times 10^{-2} : 4.00 \times 10^{-2} : 5.00 \times 10^{-2} = 5 : 4 : 5$ ，故碱式碳酸镁的化学式为： $\text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot 4\text{MgCO}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ；

(4) 同质量的碳酸镁和碱式碳酸镁中镁的物质的量前者大，即产品中镁的质量就大，故答案为：升高。

【点评】本题是一道工业生产题，考查了沉淀溶解平衡的知识以及元素守恒思想的应用，是一道综合型题目。

三、本题包括第 21、22 两小题，分别对应于“物质结构与性质”和“实验化学”两个选修模块的内容。请选定其中一题，并在相应的答题区域内作答。若两题都做，则按第 21 题评分。

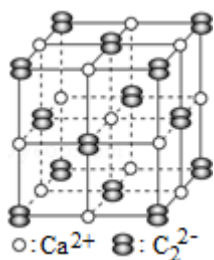
21. (12 分) 乙炔是有机合成工业的一种原料。工业上曾用 CaC_2 与水反应生成乙炔。

(1) CaC_2 中 C_2^{2-} 与 O_2^{2+} 互为等电子体， O_2^{2+} 的电子式可表示为 $[\text{:O}::\text{O}]^{2+}$ ；1 mol O_2^{2+} 中含有的 π 键数目为 $2N_A$ 。

(2) 将乙炔通入 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$ 溶液生成 Cu_2C_2 红棕色沉淀。Cu⁺基态核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10}$ 或 $[\text{Ar}]3d^{10}$ 。

(3) 乙炔与氢氰酸反应可得丙烯腈 ($\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{C}\equiv\text{N}$)。丙烯腈分子中碳原子轨道杂化类型是 sp 杂化、 sp^2 杂化；分子中处于同一直线上的原子数目最多为 3。

(4) CaC_2 晶体的晶胞结构与 NaCl 晶体的相似(如右图所示)，但 CaC_2 晶体中含有的中哑铃形 C_2^{2-} 的存在，使晶胞沿一个方向拉长。 CaC_2 晶体中 1 个 Ca^{2+} 周围距离最近的 C_2^{2-} 数目为 4。



【考点】43：电子式；86：原子核外电子排布；98：判断简单分子或离子的构型；9B：

“等电子原理”的应用；9Q：晶体的类型与物质的性质的相互关系及应用；9S：原子轨道杂化方式及杂化类型判断。

【专题】16：压轴题。

【分析】(1) 等电子体的结构相似，故 O_2^{2+} 的电子式与 C_2^{2-} 的电子式相似，含有 2 个 π 键；

(2) Cu 为 29 号元素， Cu^+ 的基态电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10}$ ；

(3) 丙烯腈 ($H_2C=CH-C\equiv N$) 中的 C 分别形成 2 个 δ 键和 3 个 δ 键，故碳原子的杂化轨道类型为 sp 和 sp^2 杂化，与 sp 杂化的 C 原子直接相连的原子有 C 和 N，故同一条直线上有 3 个原子；

(4) 晶胞的一个平面的长与宽不相等，所以 1 个 Ca^{2+} 周围距离最近的 C_2^{2-} 有 4 个，而不是 6 个。

【解答】解：(1) 根据等电子体原理可知， O_2^{2+} 的电子式 $[:O::O:]^{2+}$ ，在 1 个 O_2^{2+} 含有 2 个 π 键，故 1 mol O_2^{2+} 中，含有 $2N_A$ 个 π 键，故答案为： $[:O::O:]^{2+}$ ； $2N_A$ ；

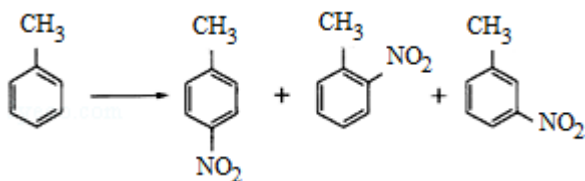
(2) Cu 为 29 号元素，要注意 3d 轨道写在 4s 轨道的前面同时还有就是它的 3d 结构， Cu^+ 的基态电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10}$ ，故答案为： $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10}$ ；

(3) 通过丙烯腈的结构可以知道碳原子的杂化轨道类型为 sp 和 sp^2 杂化，与 sp 杂化的 C 原子直接相连的原子有 C 和 N，故同一条直线上有 3 个原子；故答案为： sp 杂化、 sp^2 杂化；3；

(4) 依据晶胞示意图可以看出，晶胞的一个平面的长与宽不相等，再由图中体心可知 1 个 Ca^{2+} 周围距离最近的 C_2^{2-} 有 4 个，而不是 6 个，要特别注意题给的信息，故答案为：4。

【点评】本题以“有机合成工业的一种原料乙炔”为背景素材，将“物质结构与性质”选修课程模块的相关内容融合于一体，分别考查了学生对等电子体、 Cu^+ 基态核外电子排布、原子轨道杂化类型、分子空间结构、NaCl 晶体类似的 CaC_2 晶体的晶胞结构、1 mol O_2^{2+} 中 π 键的数目等知识的掌握和应用能力。本题基础性较强，重点特出，材料串联较好。

22. 对硝基甲苯是医药、染料等工业的一种重要有机中间体，它常以浓硝酸为硝化剂，浓硫酸为催化剂，通过甲苯的硝化反应制备。



一种新的制备对硝基甲苯的实验方法是：以发烟硝酸为硝化剂，固体 NaHSO_4 为催化剂（可循环使用），在 CCl_4 溶液中，加入乙酸酐（有脱水作用）， 45°C 反应 1h. 反应结束后，过滤，滤液分别用 5% NaHCO_3 溶液、水洗至中性，再经分离提纯得到对硝基甲苯.

(1) 上述实验中过滤的目的是 回收 NaHSO_4 .

(2) 滤液在分液漏斗中洗涤静置后，有机层处于 下 层（填“上”或“下”）；放液时，若发现液体流不下来，其可能原因除分液漏斗活塞堵塞外，还有 分液漏斗上口塞子未打开 .

(3) 下列给出了催化剂种类及用量对甲苯硝化反应影响的实验结果.

催化剂	n (催化剂)	硝化产物中各种异构体质量分数 (%)			总产率 (%)
	n (甲苯)	对硝基甲苯	邻硝基甲苯	间硝基甲苯	
浓 H_2SO_4	1.0	35.6	60.2	4.2	98.0
	1.2	36.5	59.5	4.0	99.8
NaHSO_4	0.15	44.6	55.1	0.3	98.9
	0.25	46.3	52.8	0.9	99.9
	0.32	47.9	51.8	0.3	99.9
	0.36	45.2	54.2	0.6	99.9

① NaHSO_4 催化制备对硝基甲苯时，催化剂与甲苯的最佳物质的量之比为 0.32 .

② 由甲苯硝化得到的各种产物的含量可知，甲苯硝化反应的特点是 甲苯硝化主要得到对硝基甲苯和邻硝基甲苯 .

③ 与浓硫酸催化甲苯硝化相比， NaHSO_4 催化甲苯硝化的优点有 在硝化产物中对硝基甲苯比例提高、催化剂用量少且能循环使用 .

【考点】 P1: 过滤; P4: 分液和萃取; RJ: 探究影响化学反应速率的因素.

【专题】 16: 压轴题.

【分析】 过滤时滤液中含有 NaHSO_4 , 可循环使用; 分液漏斗在使用时应将分液漏斗上口打开, 否则会导致漏斗内压强小于大气压, 从而使漏斗内液体流不出来; 做题时注意观察题目中的数据, 整合有用信息; 固体 NaHSO_4 为催化剂时对反应物的制备具有较强的选择性催化作用, 提高对硝基甲苯的比例.

【解答】 解: (1) NaHSO_4 在该反应中作为催化剂, 因此反应后过滤的目的是为了回收 NaHSO_4 , 故答案为: 回收 NaHSO_4 ;

(2) 该反应是以 CCl_4 作为有机溶剂, CCl_4 的密度比水大, 故有机层在下层; 分液漏斗里的液体放不下来, 除了分液漏斗堵塞, 还有可能是分液漏斗上口活塞未打开, 故答案为: 下; 分液漏斗上口塞子未打开;

(3) ①从题给数据分析, 当催化剂与甲苯的比例为 0.32 时, 总产率最高且对硝基甲苯的含量最高, 故答案为: 0.32;

②从题给数据可以看出, 无论以何种比例反应, 产物中的主要成分主要是对硝基甲苯和邻硝基甲苯, 故答案为: 甲苯硝化主要得到对硝基甲苯和邻硝基甲苯;

③用 NaHSO_4 做催化剂的优点是在硝化物中对硝基甲苯的比例提高、同时催化剂能循环使用. 故答案为: 在硝化产物中对硝基甲苯比例提高 催化剂用量少且能循环使用.

【点评】 本题主要考察的是物质的性质和制备, 同时考查了数据的处理与分析能力, 能够迅速在表中提取到有用信息, 利用信息解决有关问题, 注重对基础知识考查, 更强调对能力的考查.