

2011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

1. (3分) 化学与人类生活、社会可持续发展密切相关。下列措施有利于节能减排、保护环境的是 ()

①加快化石燃料的开采与使用 ②研发易降解的生物农药

③应用高效洁净的能源转换技术 ④田间焚烧秸秆

⑤推广使用节能环保材料。

A. ①③⑤

B. ②③⑤

C. ①②④

D. ②④

【考点】 F7: 常见的生活环境的污染及治理。

【专题】 56: 化学应用。

【分析】 ①化石燃料属于不可再生资源，且化石燃料的使用会产生污染物；

②研发易降解的生物农药，能降低农药残留；

③应用高效洁净的能源转换技术，提高能源利用率；

④田间焚烧秸秆，不完全燃烧产生可吸收颗粒物，同时增加二氧化碳排放；

⑤推广使用节能环保材料，节约资源、保护环境。

【解答】 解：①化石燃料燃烧会产生可吸收颗粒物、二氧化硫等污染物，化石燃料属于不可再生资源，加快化石燃料的开采与使用会增加污染物的排放量，故不符合题意；

②研发易降解的生物农药能减少生物药物残留，减少污染物的排放，故符合题意；

③应用高效洁净的能源转换技术，可以节约能源，减少二氧化碳的排放，故符合题意；

④田间焚烧秸秆，秸秆不完全燃烧产生固体颗粒物，同时增加二氧化碳的排放，故不符合题意；

⑤推广使用节能环保材料可以节约能源，减少二氧化碳的排放，故符合题意。


即有利于节能减排、保护环境的是②③⑤，

故选：B。

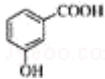
【点评】 本题考查环境保护问题，学生应明确习题中含有当前的社会热点是高考的一大特点，学生应学会把社会热点和课本知识点联系起来来解答即可，突出了化学的实用性，平时要注意积累，题目难度不大。

2. (3分) 下列有关化学用语表示正确的是 ()

A. N_2 的电子式: $N \equiv N$

B. S^{2-} 的结构示意图: 

C. 质子数为 53, 中子数为 78 的碘原子: ${}_{53}^{131}I$

D. 邻羟基苯甲酸的结构简式: 

【考点】4J: 电子式、化学式或化学符号及名称的综合.

【专题】514: 化学用语专题.

【分析】A. 氮原子最外层有 5 个电子;

B. 硫离子质子数为 16, 核外电子数为 18, 最外层有 8 个电子;

C. 元素符号的左上角是质量数, 左下角是质子数;

D. 邻位是两个支链链接在主链上的碳是相邻的.

【解答】解: A. 氮原子最外层有 5 个电子, 要达到稳定结构得形成三对共用电子对, 即 $:N \equiv N:$, 故 A 错误;

B. 硫离子质子数为 16, 核外电子数为 18, 最外层有 8 个电子, 离子结构示意图为

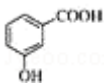


, 故 B 错误;

C. 质量数 = 质子数 + 中子数 = 53 + 78 = 131, 故 C 正确;

D.

邻位是两个支链链接在主链上的碳是相邻的, 间位是这两个碳中间间隔着一个碳, 间羟

基苯甲酸的结构简式: , 故 D 错误.

故选: C.

【点评】本题考查电子式、化学式或化学符号及名称的综合, 难度不大, 注意掌握质量数与质子数和中子数的关系.

3. (3 分) 下列有关物质的性质和该性质的应用均正确的是 ()

A. 常温下浓硫酸能使铝发生钝化, 可在常温下用铝制贮罐贮运浓硫酸

B. 二氧化硅不与任何酸反应, 可用石英制造耐酸容器

C. 二氧化氯具有还原性, 可用于自来水的杀菌消毒

D. 铜的金属活泼性比铁的弱，可在海轮外壳上装若干铜块以减缓其腐蚀

【考点】EM：氯、溴、碘及其化合物的综合应用；F8：浓硫酸的性质；FH：硅和二氧化硅。

【专题】523：氧族元素；525：碳族元素。

【分析】A、根据浓硫酸的特性可知，常温下浓硫酸使铝钝化，生成一层致密的保护膜阻止反应进一步进行；

B、根据二氧化硅与氢氟酸反应来分析；

C、根据二氧化氯具有强氧化性而能用于杀菌消毒来分析；

D、根据牺牲阳极的阴极保护法来保护金属。

【解答】解：A、因浓硫酸具有强氧化性，能够与大多数金属反应，但遇到金属铝、铁要发生钝化，因此常温下用铝、铁制贮罐贮运浓硫酸，故 A 正确；

B、因二氧化硅能与氢氟酸反应： $\text{SiO}_2 + 4\text{HF} = \text{SiF}_4 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ，所以不能用石英制造耐酸容器，故 B 错误；

C、因二氧化氯可用于自来水的杀菌消毒是因为其具有强氧化性，而不是还原性，故 C 错误；

D、因要减缓船体的腐蚀应连接比铁更活泼的金属，如锌，这就是牺牲阳极的阴极保护法，故 D 错误；

故选：A。

【点评】本题主要考查了物质的性质以及用途，题目较简单，试题具有一定的综合性。

4. (3分) 常温下，下列各组离子在指定溶液中一定能大量共存的是 ()

A. $1.0\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 KNO_3 溶液： H^+ 、 Fe^{2+} 、 Cl^- 、 SO_4^{2-}

B. 甲基橙呈红色的溶液： NH_4^+ 、 Ba^{2+} 、 AlO_2^- 、 Cl^-

C. $\text{pH}=12$ 的溶液： K^+ 、 Na^+ 、 CH_3COO^- 、 Br^-

D. 与铝反应产生大量氢气的溶液： Na^+ 、 K^+ 、 CO_3^{2-} 、 NO_3^-

【考点】DP：离子共存问题。

【专题】516：离子反应专题。

【分析】A、在酸性条件下，从 NO_3^- 离子具有强氧化性， Fe^{2+} 离子具有还原性的角度分析；

B、甲基橙呈红色的溶液呈酸性，与 H^+ 离子反应的离子不能共存；

C、 $\text{pH}=12$ 的溶液呈碱性，判断在碱性条件下离子之间能否发生反应；

D、与铝反应产生大量氢气的溶液可能是酸溶液，也可能是碱溶液，从这两个角度分析。

【解答】解：A、在酸性条件下， NO_3^- 离子具有强氧化性， Fe^{2+} 离子具有还原性，二者发生氧化还原反应而不能大量共存，故A错误；

B、甲基橙呈红色的溶液呈酸性， AlO_2^- 离子与 H^+ 离子反应而不能大量共存，故B错误；

C、 $\text{pH}=12$ 的溶液呈碱性，在碱性条件下，这四种离子不发生任何反应，能大量共存，故C正确；

D、与铝反应产生大量氢气的溶液可能是酸溶液，也可能是碱溶液，在酸性条件下 CO_3^{2-} 离子与 H^+ 离子反应而不能大量共存，故D错误。

故选：C。

【点评】本题考查离子共存问题，题目难度不大，注意从离子之间能否发生反应生成沉淀、气体、弱电解质、氧化还原反应以及相互促进的水解等角度分析，注意题中的隐含信息，例如颜色、酸性、碱性等问题。

5. (3分)短周期元素X、Y、Z、W、Q在元素周期表中的相对位置如图所示。下列说法正确的是()

		X	Y			
Z			W	Q		

- A. 元素X与元素Z的最高正化合价之和的数值等于8
- B. 原子半径的大小顺序为： $r_X > r_Y > r_Z > r_W > r_Q$
- C. 离子 Y^{2-} 和 Z^{3+} 的核外电子数和电子层数都不相同
- D. 元素W的最高价氧化物对应的水化物的酸性比Q的强

【考点】8F：原子结构与元素周期律的关系。

【专题】51C：元素周期律与元素周期表专题。

【分析】根据元素所在周期表中的位置判断元素的种类，结合元素周期律的递变规律解答该题

【解答】解：由元素所在周期表中的位置可知，X为N元素，Y为O元素，Z为Al元素，W为S元素，Q为Cl元素。

A、X为N元素，最高正价为+5价，Z为Al元素，最高正价为+3价，则元素X与元素Z的最高正化合价之和的数值等于8，故A正确；

B、原子核外电子层数越多，半径越大，同一周期元素原子半径从左到右逐渐减小，则有： $r_Z > r_W > r_Q > r_X > r_Y$ ，故 B 错误；

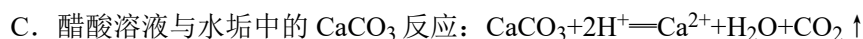
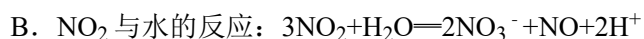
C、离子 Y^{2-} 和 Z^{3+} 的核外电子数都为 10，离子核外有 2 个电子层，电子层数相同，故 C 错误；

D、同周期元素从左到右元素的非金属性逐渐增强，对应的最高价氧化物的水化物的酸性逐渐增强，故 D 错误。

故选：A。

【点评】 本题考查位置结构性质的相互关系及应用，题目难度中等，注意掌握元素周期表的结构和元素周期律的递变规律。

6. (3 分) 下列表示对应化学反应的离子方程式正确的是 ()



【考点】 49：离子方程式的书写。

【专题】 516：离子反应专题。

【分析】 A. 电荷不守恒；

B. 反应生成硝酸和 NO；

C. 醋酸为弱酸，在离子反应中应保留化学式；

D. 反应生成氢氧化铝沉淀和碳酸氢钠。

【解答】 解：A. $FeCl_3$ 溶液与 Cu 的反应的离子反应为 $Cu + 2Fe^{3+} = Cu^{2+} + 2Fe^{2+}$ ，故 A 错误；

B. NO_2 与水的反应的离子反应为 $3NO_2 + H_2O = 2NO_3^- + NO + 2H^+$ ，故 B 正确；

C. 醋酸溶液与水垢中的 $CaCO_3$ 反应的离子反应为 $CaCO_3 + 2HAc = Ca^{2+} + H_2O + CO_2 \uparrow + 2Ac^-$ ，故 C 错误；

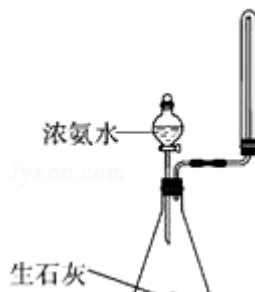
D. 向 $NaAlO_2$ 溶液中通入过量 CO_2 的离子反应为 $AlO_2^- + CO_2 + 2H_2O = Al(OH)_3 \downarrow + HCO_3^-$ ，故 D 错误；


故选：B。

【点评】 本题考查离子反应方程式的书写，明确反应的生成物及离子反应的书写方法即可解答，注意离子反应中应保留化学式的物质，题目难度不大。

7. (3分) 下列有关实验原理或实验操作正确的是 ()

- A. 用水湿润 pH 试纸测量某溶液的 pH
- B. 用量筒量取 20mL $0.5000\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{H}_2\text{SO}_4$ 溶液于烧杯中, 加水 80mL, 配制成 $0.1000\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{H}_2\text{SO}_4$ 溶液

C.  实验室用图所示装置制取少量氨气

D.  实验室用图所示装置出去 Cl_2 中的少量 HCl

【考点】 ED: 氨的实验室制法; O5: 试纸的使用; Q4: 气体的净化和干燥; R1: 配制一定物质的量浓度的溶液.

【专题】 25: 实验评价题.

【分析】 A. pH 试纸不能事先湿润;

B. 浓硫酸的体积和水的体积和不等与溶液的总积;

C. 收集氨气的试管不能用橡皮塞塞住管口;

D. 根据氯气难溶于饱和食盐水进行除杂.

【解答】 解: A. pH 试纸不能事先湿润, 否则会带来实验误差, 故 A 错误;

B. 用量筒量取 20mL $0.5000\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{H}_2\text{SO}_4$ 溶液于烧杯中, 加水 80mL, 所得溶液的体积不等于 100mL, 则溶液浓度不等于 $0.1000\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$, 故 B 错误;

C. 收集氨气的试管不能塞橡皮塞, 会导致试管内压强过大而将橡皮塞顶开, 应在试管口塞一团棉花, 故 C 错误;

D. 氯气难溶于饱和食盐水, 可用饱和食盐水进行洗气分离, 故 D 正确;

故选: D.

【点评】 本题考查化学实验基本操作, 题目难度不大, 注意 B 项, 为易错点.

8. (3分) 设 N_A 为阿伏加德罗常数的值. 下列叙述正确的是 ()

- A. 1mol 甲醇中含有 C - H 键的数目为 $4N_A$

- B. 25℃, pH=13 的 NaOH 溶液中含有 OH⁻ 的数目为 0.1N_A
- C. 标准状况下, 2.24L 己烷含有分子的数目为 0.1N_A
- D. 常温常压下, Na₂O₂ 与足量 H₂O 反应, 共生成 0.2molO₂, 转移电子的数目为 0.4N_A

【考点】4F: 阿伏加德罗常数.

【专题】518: 阿伏加德罗常数和阿伏加德罗定律.

【分析】A、甲醇为 CH₃OH, 1 个分子甲醇中含有 3 个 C - H 键;

B、pH=13 的 NaOH 溶液, c(OH⁻)=0.1mol/L, 但体积未知, 无法计算离子数目;

C、标准状况下, 己烷为液体;

D、2Na₂O₂+2H₂O=4NaOH+O₂↑, 每生成 1molO₂ 时反应中转移的电子为 2mol。

【解答】解: A、甲醇为 CH₃OH, 1mol 甲醇中含有 C - H 键的数目为 3N_A, 故 A 错误;

B、pH=13 的 NaOH 溶液, c(OH⁻)=0.1mol/L, n=cV, 但溶液的体积未知, 无法计算离子数目, 故 B 错误;

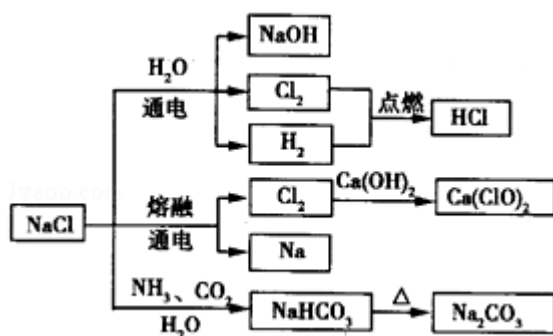
C、标准状况下, 己烷为液体, 无法计算, 故 C 错误;

D、由 2Na₂O₂+2H₂O=4NaOH+O₂↑, 每生成 1molO₂ 时反应中转移的电子为 2mol, 则生成 0.2molO₂, 转移电子的数目为 0.4N_A, 故 D 正确;

故选: D。

【点评】本题考查阿伏伽德罗常数的计算, 明确物质中的化学键、物质的状态、浓度与物质的量的关系、氧化还原反应中电子转移的数目即可解答, 难度不大。

9. (3 分) NaCl 是一种化工原料, 可以制备一系列物质. 下列说法正确的是 ()



- A. 25℃, NaHCO₃ 在水中的溶解度比 Na₂CO₃ 的大
- B. 石灰乳与 Cl₂ 的反应中, Cl₂ 既是氧化剂, 又是还原剂
- C. 常温下干燥的 Cl₂ 能用钢瓶贮存, 所以 Cl₂ 不与铁反应
- D. 如图所示转化反应都是氧化还原反应

【考点】DI: 电解原理; E2: 氯气的化学性质.

【专题】522：卤族元素.

【分析】A、根据其阴离子的水解程度判断；

B、结合反应方程式化合价的变化判断；

C、铁能在氯气中燃烧生成棕黄色的烟 FeCl_3 ；

D、根据元素的化合价是否变化判断.

【解答】解：A、碳酸根的第一步水解（水解后生成碳酸氢根和氢氧根）的平衡常数比碳酸氢根要大许多。碳酸根水解要比碳酸氢根容易得多。所以溶解度较大，且溶解的快，故 A 错误。

B、 $2\text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{Cl}_2 = \text{CaCl}_2 + \text{Ca}(\text{ClO})_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ ，Cl 元素的化合价既升高又降低，所以 Cl_2 既是氧化剂，又是还原剂，故 B 正确。

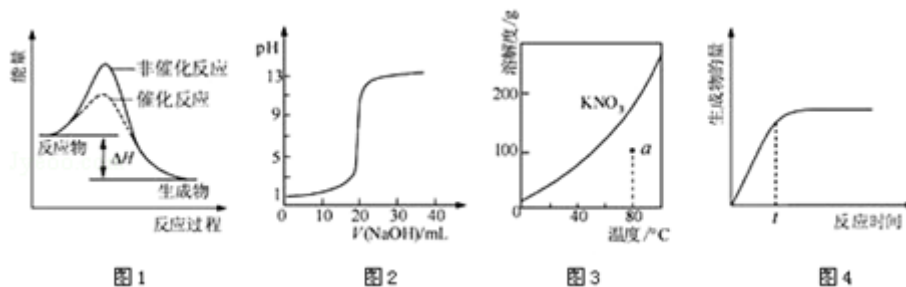
C、 $3\text{Cl}_2 + 2\text{Fe} \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{FeCl}_3$ ，故 C 错误。

D、氯化钠和水、氨气、二氧化碳的反应以及碳酸氢钠的分解反应都不是氧化还原反应，故 D 错误。

故选：B。

【点评】本题考查了盐的溶解性、氧化还原反应、氧化剂还原剂等问题，是小型综合题；氧化还原反应、氧化剂还原剂根据化合价的变化判断即可。

10. (3分) 下列图示与对应的叙述相符的是 ()



A. 图 1 表示某吸热反应分别在有、无催化剂的情况下反应过程中的能量变化

B. 图 2 表示 $0.1000\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NaOH}$ 溶液滴定 $20.00\text{mL}0.1000\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{CH}_3\text{COOH}$ 溶液所得到的滴定曲线

C. 图 3 表示 KNO_3 的溶解度曲线，图中 a 点所示的溶液是 80°C 时 KNO_3 的不饱和溶液

D. 图 4 表示某可逆反应生成物的量随反应时间变化的曲线，由图知 t 时反应物转化率最大

D. β -紫罗兰酮与中间体 X 互为同分异构体

【考点】HD: 有机物的结构和性质.

【专题】534: 有机物的化学性质及推断.

【分析】A. β -紫罗兰酮中含有 $C=C$;

B. 中间体 X 中含 $C=C$ 和 $-CHO$, 均能与氢气发生加成反应;

C. 维生素 A_1 为多个碳原子的烯醇, 与碱不反应;

D. β -紫罗兰酮与中间体 X 的分子式不同.

【解答】解: A. β -紫罗兰酮中含有 $C=C$, 可使酸性 $KMnO_4$ 溶液褪色, 故 A 正确;

B. 中间体 X 中含 $C=C$ 和 $-CHO$, 均能与氢气发生加成反应, 则 1mol 中间体 X 最多能与 3molH_2 发生加成反应, 故 B 错误;

C. 维生素 A_1 为多个碳原子的烯醇, 与碱不反应, 则不溶于 $NaOH$ 溶液, 故 C 错误;

D. β -紫罗兰酮与中间体 X 的分子式不同, 相差 1 个 CH_2 原子团, 则不是同分异构体, 故 D 错误;

故选: A.

【点评】本题考查有机物的结构和性质, 熟悉有机物的官能团与物质性质的关系来解答, 把握烯烃、醇的性质、同分异构体的判断是解答的关键, 题目难度不大.

12. (3分) 下列说法正确的是 ()

A. 一定温度下, 反应 $MgCl_2(l) = Mg(l) + Cl_2(g)$ 的 $\Delta H > 0$, $\Delta S > 0$

B. 水解反应 $NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3 \cdot H_2O + H^+$ 达到平衡后, 升高温度平衡逆向移动

C. 铅蓄电池放电时的负极和充电时的阳极均发生还原反应

D. 对于反应 $2H_2O_2 = 2H_2O + O_2 \uparrow$, 加入 MnO_2 或升高温度都能加快 O_2 的生成速率

【考点】BJ: 常见化学电源的种类及其工作原理; C5: 焓变和熵变; CA: 化学反应速率的影响因素; DC: 影响盐类水解程度的主要因素.

【专题】51F: 化学反应速率专题; 51H: 盐类的水解专题.

【分析】A. 反应为分解反应, 为吸热反应, 生成气体, 物质的混合度增大;

B. 水解反应为吸热反应, 结合温度对平衡移动的影响分析;

C. 铅蓄电池放电时的负极和充电时的阳极均发生氧化反应;

D. 根据催化剂和温度对反应速率的影响分析.

【解答】解: A. 反应为分解反应, 为吸热反应, 则 $\Delta H > 0$, 生成气体, 物质的混合度增大, 则 $\Delta S > 0$, 故 A 正确;

- B. 水解反应为吸热反应，升高温度向吸热方向移动，即向正反应方向移动，故 B 错误；
- C. 铅蓄电池放电时的负极发生氧化反应，充电时，阳极发生氧化反应，故 C 错误；
- D. 加入 MnO_2 或升高温度都能提高活化分子的百分数，能加快 O_2 的生成速率，故 D 正确。

故选：AD。

【点评】 本题考查较为综合，涉及焓变和熵变、外界条件对化学平衡的影响、电化学知识以及反应速率的影响因素，题目难度不大，本题注意水解反应、弱电解质的电离都为吸热过程。

13. (3 分) 下列有关实验原理、方法和结论都正确的是 ()

- A. 向饱和 FeCl_3 溶液中滴加过量氨水，可制取 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体
- B. 取少量溶液 X，向其中加入适量新制氯水，再加几滴 KSCN 溶液，溶液变红，说明 X 溶液中一定含有 Fe^{2+}
- C. 室温下向苯和少量苯酚的混合溶液中加入适量 NaOH 溶液，振荡、静置后分液，可除去苯中少量苯酚
- D. 已知 $\text{I}_3^- \rightleftharpoons \text{I}_2 + \text{I}^-$ ，向盛有 KI_3 溶液的试管中加入适量 CCl_4 ，振荡静置后 CCl_4 层显紫色，说明 KI_3 在 CCl_4 中的溶解度比在水中的大

【考点】 66：胶体的重要性质；GQ：二价 Fe 离子和三价 Fe 离子的检验；J8：苯酚的化学性质；P4：分液和萃取；U5：化学实验方案的评价。

【专题】 25：实验评价题。

【分析】 A、氢氧化铁胶体的制备方法：向沸水中加入氯化铁溶液；

B、氯气具有氧化性，可以将还原性的离子氧化，三价铁离子可以和 KSCN 溶液发生显色反应，显红色；

C、苯酚可以和氢氧化钠反应生成苯酚钠水溶液，苯不易溶于水；

D、碘单质在水中的溶解度不如在四氯化碳中的溶解度大， KI_3 盐溶液和四氯化碳互不相溶。

【解答】 解：A、氢氧化铁胶体的制备方法：向沸水中加入氯化铁溶液加热，至出现红褐色的胶状物，向饱和 FeCl_3 溶液中滴加过量氨水，会出现红褐色沉淀，故 A 错误；

B、氯气具有氧化性，可以将亚铁离子氧化，生成三价铁离子，三价铁离子可以和 KSCN 溶液发生显色反应，显红色，如果取少量溶液 X，向其中加入适量新制氯水，再加几滴 KSCN 溶液，溶液变红，溶液中就是只含有三价铁离子时也具有该现象，不能确定是否

含有亚铁离子，故 B 错误；

C、向苯和少量苯酚的混合溶液中加入适量 NaOH 溶液，其中苯酚可以和氢氧化钠反应生成苯酚钠水溶液，苯不易溶于水，震荡会分层，分液，上层的是苯，这样可除去苯中少量苯酚，故 C 正确；

D、向盛有 KI_3 溶液的试管中加入适量 CCl_4 ，振荡静置后 CCl_4 层显紫色，是由于碘易溶于四氯化碳，而四氯化碳和水互不相溶，促进平衡向正反应方向移动，故 D 错误。

故选：C。

【点评】 离子检验和除杂问题是现在考试的热点，注意物质的性质的灵活应用，要求学生具有分析和解决问题的能力，难度不大。

14. (3 分) 下列有关电解质溶液中微粒的物质的量浓度关系正确的是 ()

A. 在 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NaHCO}_3$ 溶液中： $c(\text{Na}^+) > c(\text{HCO}_3^-) > c(\text{CO}_3^{2-}) > c(\text{H}_2\text{CO}_3)$

B. 在 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{Na}_2\text{CO}_3$ 溶液中： $c(\text{OH}^-) - c(\text{H}^+) = c(\text{HCO}_3^-) + 2c(\text{H}_2\text{CO}_3)$

C. 向 $0.2\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NaHCO}_3$ 溶液中加入等体积 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NaOH}$ 溶液： $c(\text{CO}_3^{2-}) > c(\text{HCO}_3^-) > c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$

D. 常温下， CH_3COONa 和 CH_3COOH 混合溶液 $[\text{pH}=7, c(\text{Na}^+) = 0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}]$ ： $c(\text{Na}^+) = c(\text{CH}_3\text{COO}^-) > c(\text{CH}_3\text{COOH}) > c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$

【考点】 DN：离子浓度大小的比较。

【专题】 16：压轴题；51G：电离平衡与溶液的 pH 专题。

【分析】 A. 碳酸氢钠是强碱弱酸酸式盐，其溶液呈碱性，碳酸氢根离子的水解程度大于电离程度；

B. 根据溶液中质子守恒分析；

C. 向 $0.2\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NaHCO}_3$ 溶液中加入等体积 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NaOH}$ 溶液，碳酸氢钠和氢氧化钠以 1:1 反应生成碳酸钠和水，所以溶液中的碳酸氢钠和碳酸钠的物质的量相等，溶液呈碱性，碳酸根离子水解程度大于碳酸氢根离子电离程度；

D. 溶液呈中性，则 $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$ ，根据溶液中电荷守恒确定 $c(\text{Na}^+)$ 、 $c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$ 的关系，溶液中醋酸的电离程度大于水解程度。

【解答】 解：A. 碳酸氢钠溶液呈碱性，说明碳酸氢根离子的电离程度小于水解程度，所

以 $c(\text{H}_2\text{CO}_3) > c(\text{CO}_3^{2-})$ ，故 A 错误；

B. 根据溶液中质子守恒得 $c(\text{OH}^-) = c(\text{H}^+) + c(\text{HCO}_3^-) + 2c(\text{H}_2\text{CO}_3)$ ，所以 $c(\text{OH}^-) - c(\text{H}^+) = c(\text{HCO}_3^-) + 2c(\text{H}_2\text{CO}_3)$ 正确，故 B 正确；

C. 向 $0.2 \text{ mol/L NaHCO}_3$ 溶液中加入等体积 0.1 mol/L NaOH 溶液后，相当于 0.05 mol/L 的 Na_2CO_3 溶液和 NaHCO_3 溶液的混合液，由于 Na_2CO_3 的水解程度大于 NaHCO_3 的水解程度，因此正确的关系是 $c(\text{HCO}_3^-) > c(\text{CO}_3^{2-}) > c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$ ，故 C 错误；

D. 常温下， CH_3COONa 和 CH_3COOH 混合溶液，包括 CH_3COO^- 水解和 CH_3COOH 电离两个过程， $\text{pH}=7$ ，根据电荷守恒知，得出 $c(\text{Na}^+) = c(\text{CH}_3\text{COO}^-) = 0.1 \text{ mol/L}$ ， $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-) = 1 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$ ，但水解是微弱的，故溶液中醋酸钠的浓度应远大于醋酸的浓度，所以 $c(\text{CH}_3\text{COO}^-) > c(\text{CH}_3\text{COOH})$ ，故 D 正确；

故选：BD。

【点评】 本题考查离子浓度大小比较，根据物料守恒、电荷守恒、质子守恒来分析解答即可，难度较大。

15. (3分) 700°C 时，向容积为 2L 的密闭容器中充入一定量的 CO 和 H_2O ，发生反应： $\text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$ ，反应过程中测定的部分数据见下表（表中 $t_2 > t_1$ ）：

反应时间/min	$n(\text{CO})/\text{mol}$	$\text{H}_2\text{O}/\text{mol}$
0	1.20	0.60
t_1	0.80	
t_2		0.20

下列说法正确的是（ ）

A. 反应在 $t_1 \text{ min}$ 内的平均速率为 $v(\text{H}_2) = 0.40/t_1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$

B. 保持其他条件不变，起始时向容器中充入 0.60 mol CO 和 $1.20 \text{ mol H}_2\text{O}$ ，到达平衡时 $n(\text{CO}_2) = 0.40 \text{ mol}$

C. 保持其他条件不变，向平衡体系中再通入 $0.20 \text{ mol H}_2\text{O}$ ，与原平衡相比，达到新平衡时 CO 转化率增大， H_2O 的体积分数增大

D. 温度升至 800°C ，上述反应平衡常数为 0.64 ，则正反应为吸热反应

【考点】 CP：化学平衡的计算。

【专题】 16：压轴题；51E：化学平衡专题。

【分析】 A、由表中数据可知， $t_1 \text{ min}$ 内参加反应的 CO 的物质的量为 $1.2 \text{ mol} - 0.8 \text{ mol} =$

0.4mol, 根据 $v = \frac{\Delta n}{V \Delta t}$ 计算 $v(\text{CO})$, 再根据速率之比等于化学计量数之比计算 $v(\text{H}_2)$;

B、CO 与 H_2O 按物质的量比 1: 1 反应, 充入 0.60 mol CO 和 1.20 mol H_2O 与充入 1.20 mol CO 和 0.6mol H_2O 到达平衡时对应生成物的浓度、物质的量相同;

C、保持其他条件不变, 增加一种反应物的浓度, 平衡向正反应方向移动, 另一种反应物的转化率增大, 自身转化率降低;

D、 $t_1\text{min}$ 时 $n(\text{CO}) = 0.8\text{mol}$, $n(\text{H}_2\text{O}) = 0.6\text{mol} - 0.4\text{mol} = 0.2\text{mol}$, 20min 时 $n(\text{H}_2\text{O}) = 0.2\text{mol}$, 说明 10min 时反应已经达到平衡状态, 根据平衡时各物质的浓度计算原平衡常数, 比较不同温度下的平衡常数大小可判断反应的吸放热。

【解答】解 A、由表中数据可知, $t_1\text{min}$ 内参加反应的 CO 的物质的量为 $1.2\text{mol} - 0.8\text{mol}$

$= 0.4\text{mol}$, $v(\text{CO}) = \frac{0.4\text{mol}}{2L} = \frac{0.2}{t_1}\text{mol}/(\text{L}\cdot\text{min})$, 速率之比等于化学计量数之比计算 v

$(\text{H}_2) = v(\text{CO}) = \frac{0.2}{t_1}\text{mol}/(\text{L}\cdot\text{min})$, 故 A 错误;

B、CO 与 H_2O 按物质的量比 1: 1 反应, 充入 0.60 mol CO 和 1.20 mol H_2O 与充入 1.20 mol CO 和 0.6mol H_2O , 平衡时生成物的浓度对应相同, $t_1\text{min}$ 时 $n(\text{CO}) = 0.8\text{mol}$, $n(\text{H}_2\text{O}) = 0.6\text{mol} - 0.4\text{mol} = 0.2\text{mol}$, $t_2\text{min}$ 时 $n(\text{H}_2\text{O}) = 0.2\text{mol}$, 说明 $t_1\text{min}$ 时反应已经达到平衡状态, 根据化学方程式可知, 则生成的 $n(\text{CO}_2) = 0.4\text{mol}$, 故 B 正确;

C、保持其他条件不变, 向平衡体系中再通入 0.20mol H_2O , 与原平衡相比, 平衡向右移动, 达到新平衡时 CO 转化率增大, H_2O 转化率减小, H_2O 的体积分数会增大, 故 C 正确;

D、 $t_1\text{min}$ 时反应已经达到平衡状态, 此时 $c(\text{CO}) = \frac{0.8\text{mol}}{2L} = 0.4\text{mol}/\text{L}$, $c(\text{H}_2\text{O})$

$= \frac{0.2\text{mol}}{2L} = 0.1\text{mol}/\text{L}$, $c(\text{CO}_2) = c(\text{H}_2) = \frac{0.4\text{mol}}{2L} = 0.2\text{mol}/\text{L}$, 则 $k = \frac{0.2 \times 0.2}{0.4 \times 0.1} = 1$, 温度

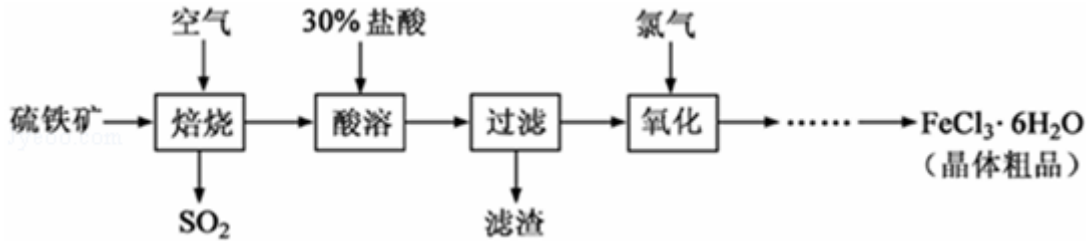
升至 800°C , 上述反应平衡常数为 0.64, 说明温度升高, 平衡是向左移动, 故正反应为放热反应, 故 D 错误;

故选: BC。

【点评】本题是化学平衡问题, 主要考查化学反应速率、化学平衡及平衡常数等计算, 注意 B 选项中的规律利用。

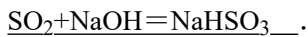
二、解答题

16. 以硫铁矿（主要成分为 FeS_2 ）为原料制备氯化铁晶体（ $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ）的工艺流程如下：



回答下列问题：

(1) 在一定条件下， SO_2 转化为 SO_3 的反应为 $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \xrightleftharpoons[\Delta]{\text{催化剂}} 2\text{SO}_3$ ，该反应的平衡常数表达式为 $K = \frac{c^2(\text{SO}_3)}{c(\text{O}_2)c^2(\text{SO}_2)}$ ；过量的 SO_2 与 NaOH 溶液反应的化学方程式为



(2) 酸溶及后续过程中均需保持盐酸过量，其目的是 提高铁元素的浸出率、抑制 Fe^{3+} 水解。

(3) 通氯气氧化后时，发生的主要反应的离子方程式为 $\text{Cl}_2 + 2\text{Fe}^{2+} = 2\text{Cl}^- + 2\text{Fe}^{3+}$ ；该过程产生的尾气可用碱溶液吸收，尾气中污染空气的气体为 Cl_2 , HCl （写化学式）。

【考点】 F5：二氧化硫的化学性质；GO：铁盐和亚铁盐的相互转变；U3：制备实验方案的设计。

【专题】 523：氧族元素；527：几种重要的金属及其化合物。

【分析】 (1) 依据化学平衡常数概念写出计算式；用平衡状态下生成物浓度的幂次方乘积除以反应物浓度的幂次方乘积；过量二氧化硫和氢氧化钠溶液反应生成亚硫酸氢钠；

(2) 原料中的硫化亚铁酸浸后生成的氯化铁是目标物质，加入过量盐酸是抑制铁离子的水解，使更多的铁元素转化为氯化亚铁；

(3) 氯气是强氧化剂，可以氧化亚铁离子；尾气依据流程图分析判断，有氯气和盐酸挥发出的氯化氢气体；

【解答】 解：(1) 在一定条件下， SO_2 转化为 SO_3 的反应为 $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \xrightleftharpoons[\Delta]{\text{催化剂}} 2\text{SO}_3$ ，该反应的平衡常数表达式为 $K = \frac{c^2(\text{SO}_3)}{c(\text{O}_2)c^2(\text{SO}_2)}$ ；过量的 SO_2 与 NaOH 溶液反应的化学方程式

为： $\text{SO}_2 + \text{NaOH} = \text{NaHSO}_3$ ；

故答案为： $\frac{c^2(\text{SO}_2)}{c(\text{O}_2)c^2(\text{SO}_2)}$ ； $\text{SO}_2 + \text{NaOH} = \text{NaHSO}_3$ ；

(2) 酸溶及后续过程中均需保持盐酸过量，其目的是使氧化铁溶解为氯化铁，抑制铁离子的水；

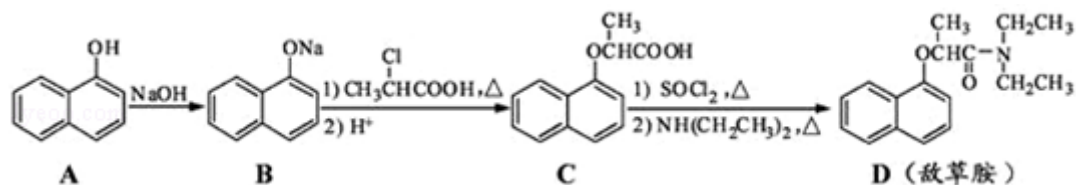
故答案为：提高铁元素的浸出率；抑制 Fe^{3+} 水解；

(3) 通氯气氧化后时，氯气氧化亚铁离子为铁离子，发生的主要反应的离子方程式为： $\text{Cl}_2 + 2\text{Fe}^{2+} = 2\text{Cl}^- + 2\text{Fe}^{3+}$ ；该过程产生的尾气可用碱溶液吸收，尾气中污染空气的气体为过量的氯气和盐酸溶液中挥发出的氯化氢气体；

故答案为： Cl_2 ， HCl ；

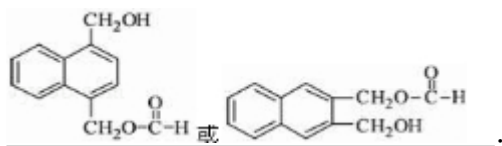
【点评】 本题考查了化学平衡的平衡常数计算式书写，流程步骤中的操作目的和反应现象、反应产物的分析判断，尾气的成分判断和处理方法，题目难度中等。


17. 敌草胺是一种除草剂。它的合成路线如下：



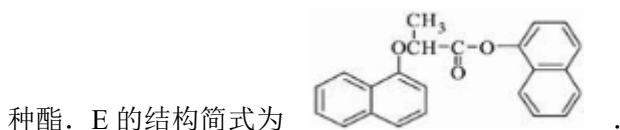
回答下列问题：

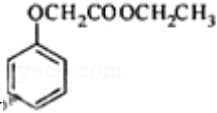
- (1) 在空气中久置，A 由无色转变为棕色，其原因是 A 被空气中的 O_2 氧化。
- (2) C 分子中有 2 个含氧官能团，分别为 羧基 和 醚键 填官能团名称)。
- (3) 写出同时满足下列条件的 C 的一种同分异构体的结构简式：



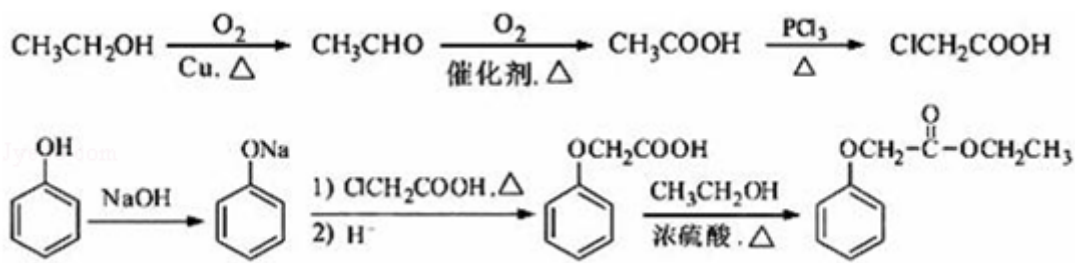
- ①能与金属钠反应放出 H_2 ；②是萘 () 的衍生物，且取代基都在同一个苯环上；
- ③可发生水解反应，其中一种水解产物能发生银镜反应，另一种水解产物分子中有 5 种不同化学环境的氢。

(4) 若 C 不经提纯，产物敌草胺中将混有少量副产物 E (分子式为 $\text{C}_{23}\text{H}_{18}\text{O}_3$)，E 是一

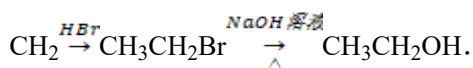


(5) 已知: $RCH_2COOH \xrightarrow[\Delta]{PCl_3, Cl} RCHClCOOH$, 写出以苯酚和乙醇为原料制备 

的合成路线流程图



____ (无机试剂任用)。合成路线流程图例如下: $H_2C =$



【考点】 HC: 有机物的合成.

【专题】 538: 有机化合物的获得与应用.

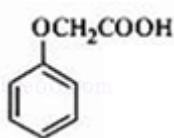
【分析】 (1) A 中含有酚羟基, 易被空气中的氧气氧化;

(2) 根据官能团的结构简式判断;

(3) 能与金属钠反应放出 H_2 说明含有羟基, 可发生水解反应, 其中一种水解产物能发生银镜反应, 说明是甲酸某酯. 另一种水解产物分子中有 5 种不同化学环境的氢, 说明水解产物苯环支链一定是对称的, 且支链是一样的;

(4) 由 C 和 E 的分子式可知, E 是由 A 和 C 反应生成的;

(5) 由题给信息可知应先生成 $ClCH_2COOH$ 和苯酚钠, 然后在酸性条件下反应生成

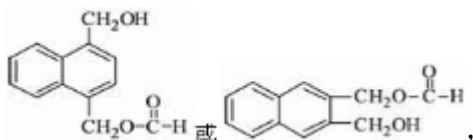


, 进而与乙醇发生酯化反应可生成目标物.

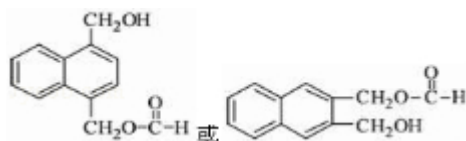
【解答】 解: (1) A 中含有酚羟基, 易被空气中的氧气氧化而变色, 故答案为: A 被空气中的 O_2 氧化;

(2) C 分子中有 2 个含氧官能团, 分别为羧基和醚键, 故答案为: 羧基; 醚键;

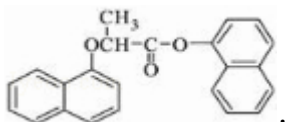
(3) 能与金属钠反应放出 H_2 说明含有羟基, 可发生水解反应, 其中一种水解产物能发生银镜反应, 说明是甲酸某酯. 另一种水解产物分子中有 5 种不同化学环境的氢, 说明水解产物苯环支链一定是对称的, 且支链是一样的, 则对应的结构有



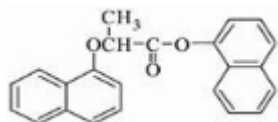
故答案为:



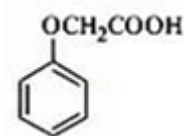
(4) 由 C 和 E 的分子式可知, E 是由 A 和 C 反应生成的, 结构为



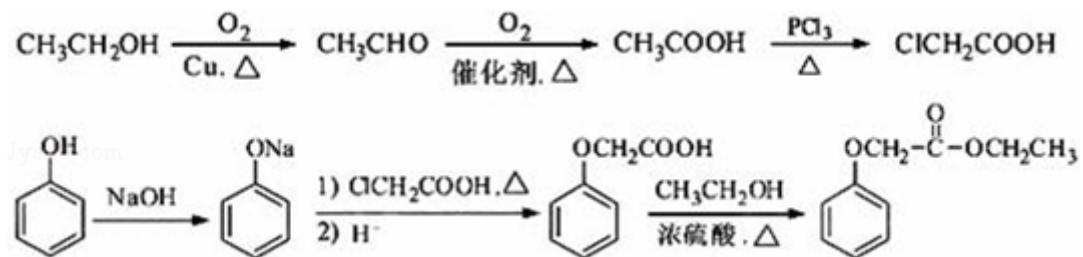
故答案为:



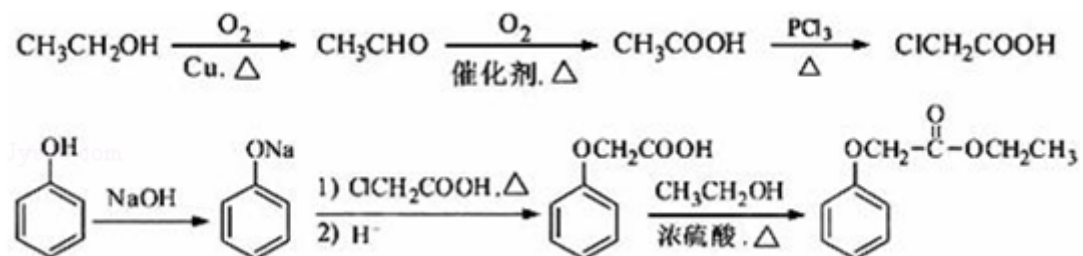
(5) 由题给信息可知应先生成 ClCH_2COOH 和苯酚钠, 然后在酸性条件下反应生成



, 进而与乙醇发生酯化反应可生成目标物, 合成路线为

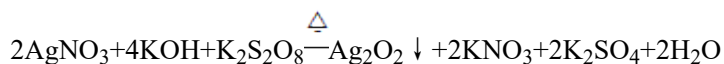


故答案为:



【点评】 本题是一道基础有机合成题, 仅将敌草胺的合成过程列出, 着力考查阅读有机合成方案设计、利用题设信息、解决实际问题的能力, 也考查了学生对信息接受和处理的敏锐程度、思维的整体性和对有机合成的综合分析能力, 题目难度中等。

18. Ag_2O_2 是银锌碱性电池的正极活性物质, 可通过下列方法制备: 在 KOH 加入适量 AgNO_3 溶液, 生成 Ag_2O 沉淀, 保持反应温度为 80°C , 边搅拌边将一定量 $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ 溶液缓慢加到上述混合物中, 反应完全后, 过滤、洗涤、真空干燥得到固体样品. 反应方程式为



回答下列问题:

(1) 上述制备过程中, 检验洗剂是否完全的方法是 取少许最后一次洗涤滤液, 滴入 1~2 滴 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液, 若不出现白色浑浊, 表示已洗涤完全 (或取少许最后一次洗涤滤液, 滴入 1~2 滴酚酞溶液, 若溶液不显红色, 表示已洗涤完全).

(2) 银锌碱性电池的电解质溶液为 KOH 溶液, 电池放电时正极的 Ag_2O_2 转化为 Ag , 负极的 Zn 转化为 $\text{K}_2\text{Zn}(\text{OH})_4$, 写出该电池反应方程式: $\text{Ag}_2\text{O}_2 + 2\text{Zn} + 4\text{KOH} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{K}_2\text{Zn}(\text{OH})_4 + 2\text{Ag}$.

(3) 准确称取上述制备的样品 (设仅含 Ag_2O_2 和 Ag_2O) 2.558g , 在一定的条件下完全分解为 Ag 和 O_2 , 得到 224.0mL O_2 (标准状况下). 计算样品中 Ag_2O_2 的质量分数 (计算结果精确到小数点后两位).

【考点】BL: 化学电源新型电池.

【专题】51I: 电化学专题.

【分析】(1) 检验是否洗涤完全, 可取最后一次滤液, 检验溶液中是否含有 SO_4^{2-} 或 OH^- ;

(2) 电池放电时正极的 Ag_2O_2 转化为 Ag , 负极的 Zn 转化为 $\text{K}_2\text{Zn}(\text{OH})_4$, 反应还应有 KOH 参加;

(3) 结合质量守恒列方程组计算.

【解答】解: (1) 检验是否洗涤完全, 可取最后一次滤液, 检验溶液中是否含有 SO_4^{2-} 或 OH^- , 滴入 1~2 滴 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液, 若不出现白色浑浊, 表示已洗涤完全 (或取少许最后一次洗涤滤液, 滴入 1~2 滴酚酞溶液, 若溶液不显红色, 表示已洗涤完全), 故答案为: 取少许最后一次洗涤滤液, 滴入 1~2 滴 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液, 若不出现白色浑浊, 表示已洗涤完全 (或取少许最后一次洗涤滤液, 滴入 1~2 滴酚酞溶液, 若溶液不显红色, 表示已洗涤完全);

(2) 电池放电时正极的 Ag_2O_2 转化为 Ag , 负极的 Zn 转化为 $\text{K}_2\text{Zn}(\text{OH})_4$, 反应还应有 KOH 参加, 反应的方程式为 $\text{Ag}_2\text{O}_2 + 2\text{Zn} + 4\text{KOH} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{K}_2\text{Zn}(\text{OH})_4 + 2\text{Ag}$,

故答案为： $\text{Ag}_2\text{O}_2 + 2\text{Zn} + 4\text{KOH} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{K}_2\text{Zn}(\text{OH})_4 + 2\text{Ag}$;

$$(3) n(\text{O}_2) = \frac{224.0\text{mL}}{22.4\text{L/mol} \times 1000\text{mL/L}} = 1.000 \times 10^{-2}\text{mol},$$

设样品中 Ag_2O_2 的物质的量为 x , Ag_2O 的物质的量为 y

$$248\text{g/mol} \times x + 232\text{g/mol} \times y = 2.558\text{g}$$

$$x + \frac{y}{2} = 1.000 \times 10^{-2}\text{mol}$$

$$x = 9.64 \times 10^{-3}\text{mol}$$

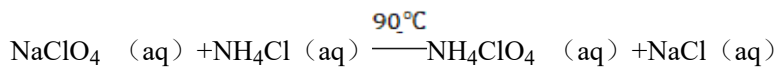
$$y = 7.2 \times 10^{-4}\text{mol}$$

$$w(\text{Ag}_2\text{O}_2) = \frac{m(\text{Ag}_2\text{O}_2)}{m(\text{样品})} = \frac{9.64 \times 10^{-3}\text{mol} \times 248\text{g/mol}}{2.558\text{g}} = 0.93.$$

答：样品中 Ag_2O_2 的质量分数为 0.93.

【点评】 本题考查较为综合，在原电池的基础上综合考查物质的分离、检验以及含量的测定，题目难度中等，注意从质量守恒的角度计算。

19. 高氯酸铵 (NH_4ClO_4) 是复合火箭推进剂的重要成分，实验室可通过下列反应制取



(1) 若 NH_4Cl 用氨气和浓盐酸代替，上述反应不需要外界供热就能进行，其原因是 氨气与浓盐酸反应放出热量。

(2) 反应得到的混合溶液中 NH_4ClO_4 和 NaCl 的质量分数分别为 0.30 和 0.15 (相关物质的溶解度曲线见图 1)。从混合溶液中获得较多 NH_4ClO_4 晶体的实验操作依次为 (填操作名称) 蒸发浓缩，冷却结晶，过滤，冰水洗涤，干燥。

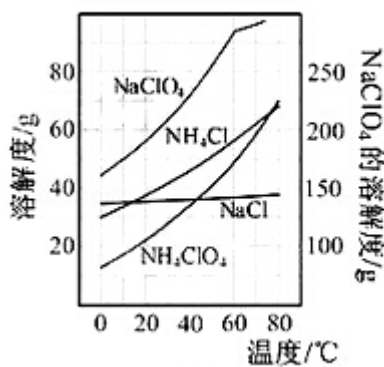


图1

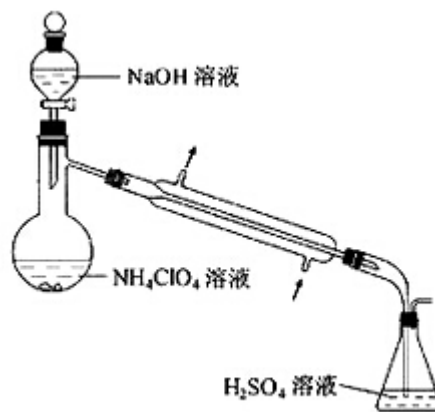


图2

(3) 样品中 NH_4ClO_4 的含量可用蒸馏法进行测定，蒸馏装置如图 2 所示（加热和仪器固定装代已略去），实验步骤如下：

步骤 1：按图 2 所示组装仪器，检查装置气密性。

步骤 2：准确称取样品 $a\text{g}$ （约 0.5g ）于蒸馏烧瓶中，加入约 150mL 水溶解。

步骤 3：准确量取 40.00mL 约 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{H}_2\text{SO}_4$ 溶解于锥形瓶中。

步骤 4：经滴液漏斗向蒸馏瓶中加入 20mL $3\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NaOH}$ 溶液。

步骤 5：加热蒸馏至蒸馏烧瓶中剩余约 100mL 溶液。

步骤 6：用新煮沸过的水冲洗冷凝装置 2~3 次，洗涤液并入锥形瓶中。

步骤 7：向锥形瓶中加入酸碱指示剂，用 $c\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NaOH}$ 标准溶液滴定至终点，消耗 NaOH 标准溶液 $v_1\text{mL}$

步骤 8：将实验步骤 1 - 7 重复 2 次

①步骤 3 中，准确量取 $40.00\text{mL}\text{H}_2\text{SO}_4$ 溶液的玻璃仪器是 酸式滴定管。

②步骤 1 - 7 中确保生成的氨被稀硫酸完全吸收的实验是 1, 5, 6（填写步骤号）。

③为获得样品中 NH_4ClO_4 的含量，还需补充的实验是 用 NaOH 标准溶液标定 H_2SO_4 溶液的浓度。

【考点】RD：探究物质的组成或测量物质的含量。

【专题】18：实验分析题。

【分析】(1) 反应温度较低，氨气与浓盐酸反应放出热量；

(2) 由图可知， NH_4ClO_4 的溶解度受温度影响很大， NaCl 溶解度受温度影响不大， NH_4Cl 、 NaClO_4 的溶解度受温度影响也很大，但相同温度下，它们溶解度远大于 NH_4ClO_4 ，故采取蒸发浓缩，冷却结晶，过滤，并用冰水洗涤，减少损失；

(3) ①用酸式滴定管准确量取 $40.00\text{ml}\text{H}_2\text{SO}_4$ 溶液；

②为确保生成的氨被稀硫酸完全吸收，应气密性好，尽可能反应完全，并冲洗冷凝管附着的氨水；

③为获得样品中 NH_4ClO_4 的含量，还需要用 NaOH 标准溶液标定 H_2SO_4 溶液的浓度。

【解答】解：(1) 氨气与浓盐酸反应放出热量，反应需要温度较低，故 NH_4Cl 用氨气和浓盐酸代替，上述反应不需要外界供热就能进行，

故答案为：氨气与浓盐酸反应放出热量；

(2) 由图可知， NH_4ClO_4 的溶解度受温度影响很大， NaCl 溶解度受温度影响不大， NH_4Cl 、 NaClO_4 的溶解度受温度影响也很大，但相同温度下，它们溶解度远大于

NH_4ClO_4 ，故从混合溶液中获得较多 NH_4ClO_4 晶体的实验操作依次为：蒸发浓缩，冷却结晶，过滤，并用冰水洗涤，减少损失，

故答案为：蒸发浓缩，冷却结晶，过滤，冰水洗涤；

(3) ①用酸式滴定管准确量取 40.00 ml H_2SO_4 溶液，

故答案为：酸式滴定管；

②为确保生成的氨被稀硫酸完全吸收，应气密性好，尽可能反应完全，并冲洗冷凝管附着的氨水，为确保生成的氨被稀硫酸完全吸收的实验步骤为：1，5，6，

故答案为：1，5，6；

③为获得样品中 NH_4ClO_4 的含量，还需要用 NaOH 标准溶液标定 H_2SO_4 溶液的浓度，

故答案为：用 NaOH 标准溶液标定 H_2SO_4 溶液的浓度。

【点评】 本题以复合火箭推进剂的重要成分制取和分析为背景的综合实验题，涉及理论分析、阅读理解、读图看图、沉淀制备、沉淀洗涤、含量测定等多方面内容，考查学生对综合实验处理能力，难度较大。

20. 氢气是一种清洁能源，氢气的制取与储存是氢能源利用领域的研究热点。

已知： $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) = \text{CO}(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \quad \Delta H = +206.2\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

$\text{CH}_4(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) = 2\text{CO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \quad \Delta H = +247.4\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

$2\text{H}_2\text{S}(\text{g}) = 2\text{H}_2(\text{g}) + \text{S}_2(\text{g}) \quad \Delta H = +169.8\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

(1) 以甲烷为原料制取氢气是工业上常用的制氢方法。 $\text{CH}_4(\text{g})$ 与 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 反应生成 $\text{CO}_2(\text{g})$ 和 $\text{H}_2(\text{g})$ 的热化学方程式为 $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2(\text{g}) \quad \Delta H = 165.0\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。

(2) H_2S 热分解制氢时，常向反应器中通入一定比例空气，使部分 H_2S 燃烧，其目的是为 H_2S 热分解反应提供热量；燃烧生成的 SO_2 与 H_2S 进一步反应，生成物在常温下均非气体，写出该反应的化学方程式： $2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + 3\text{S}$ 。

(3) H_2O 的热分解也可得到 H_2 ，高温下水分解体系中主要气体的体积分数与温度的关系如图 1 所示。图中 A、B 表示的物质依次是 氢原子、氧原子。

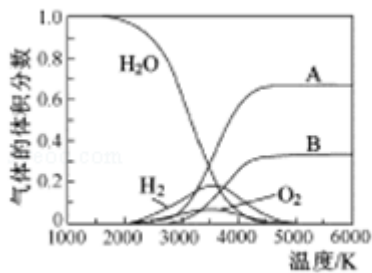


图 1

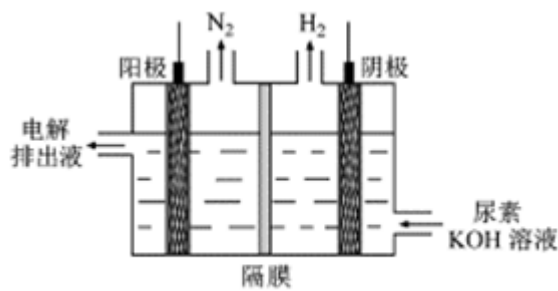
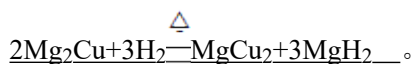


图 2

(4) 电解尿素[CO(NH₂)₂]的碱性溶液制氢的装置示意图见图 2 (电解池中隔膜仅阻止气体通过, 阴、阳极均为惰性电极)。电解时, 阳极的电极反应式为 CO(NH₂)₂+8OH⁻-6e⁻=CO₃²⁻+N₂↑+6H₂O。

(5) Mg₂Cu 是一种储氢合金。350℃时, Mg₂Cu 与 H₂ 反应, 生成 MgCu₂ 和仅含一种金属元素的氢化物 (其中氢的质量分数为 0.077)。Mg₂Cu 与 H₂ 反应的化学方程式为



【考点】 BE: 热化学方程式; BH: 原电池和电解池的工作原理。

【专题】 517: 化学反应中的能量变化; 51I: 电化学专题。

【分析】 (1) 将已知方程式变性运算得到目标方程式, 依据盖斯定律计算反应热, 标注物质聚集状态和对应反应量的反应热;

(2) 使部分 H₂S 燃烧放出热量, 为 H₂S 热分解反应提供热量; SO₂ 与 H₂S 进一步反应, 生成物在常温下均非气体, 二者反应生成 S 与 H₂O;

(3) 由图可知, 水的分解化学键断裂先生成 H 原子与 O 原子, 氢原子结合生成氢气, 氧原子结合生成氧气, 由水的分子式可知氢原子物质的量是氧原子 2 倍, 据此判断;

(4) 由图可知, CO(NH₂)₂ 在阳极放电生成 N₂, C 元素价态未变化, 故还有碳酸钾生成与水生成;

(5) 令金属氢化物为 RH_x, 金属 R 的相对分子质量为 a, 则 $\frac{x}{a+x} = 0.077$, 即 $923x =$

$77a$, X 为金属的化合价, 讨论可得 $x=2$, $a=24$, 故该金属氢化物为 MgH₂。

【解答】 (1): ①CH₄(g) + H₂O(g) = CO(g) + 3H₂(g) ΔH = +206.2 kJ mol⁻¹

②CH₄(g) + CO₂(g) = 2CO(g) + 2H₂(g) ΔH = +247.4 kJ mol⁻¹

据盖斯定律, ①×2 - ②得: CH₄(g) + 2H₂O(g) = CO₂(g) + 4H₂(g) ΔH = +165.0 kJ mol⁻¹

故答案为： $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2(\text{g}) \quad \Delta H = +165.0 \text{ kJ mol}^{-1}$;

(2) 使部分 H_2S 燃烧，放出热量，为 H_2S 热分解反应提供热量， SO_2 与 H_2S 进一步反应，生成物在常温下均非气体，二者反应生成 S 与 H_2O ，

反应方程式为 $2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + 3\text{S}$ ，

故答案为：为 H_2S 热分解反应提供热量； $2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + 3\text{S}$ ；

(3) 由图可知，水的分解化学键断裂先生成 H 原子与 O 原子，氢原子结合生成氢气，氧原子结合生成氧气，由水的分子式可知氢原子物质的量是氧原子 2 倍，故 A 为氢原子、 B 为氧原子，

故答案为：氢原子、氧原子；

(4) 由图可知， $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ 在阳极放电生成 N_2 ， C 元素价态未变化，故还有碳酸钾生成与水生成，电极反应式为 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 + 8\text{OH}^- - 6\text{e}^- = \text{CO}_3^{2-} + \text{N}_2 \uparrow + 6\text{H}_2\text{O}$ ，

故答案为： $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 + 8\text{OH}^- - 6\text{e}^- = \text{CO}_3^{2-} + \text{N}_2 \uparrow + 6\text{H}_2\text{O}$ ；

(5) 令金属氢化物为 RH_x ，金属 R 的相对分子质量为 a ，则 $\frac{x}{a+x} = 0.077$ ，即 $923x =$

$77a$ ， X 为金属的化合价，讨论可得 $x=2$ ， $a=24$ ，故该金属氢化物为 MgH_2 ，故反应方

程式为 $2\text{Mg}_2\text{Cu} + 3\text{H}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{MgCu}_2 + 3\text{MgH}_2$ ，

故答案为： $2\text{Mg}_2\text{Cu} + 3\text{H}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{MgCu}_2 + 3\text{MgH}_2$ 。

【点评】 本题为综合题，涉及热化学方程式的书写、化学方程式的书写、电极反应式的书写，熟悉盖斯定律计算反应热的方法、明确电解池工作原理、物质的性质是解题关键，题目难度中等。

21. 原子序数小于 36 的 X 、 Y 、 Z 、 W 四种元素，其中 X 形成的单质是最轻的物质， Y 原子基态时最外层电子数是其内层电子数的 2 倍， Z 原子基态时 2p 原子轨道上有 3 个未成对的电子， W 的原子序数为 29。

回答下列问题：

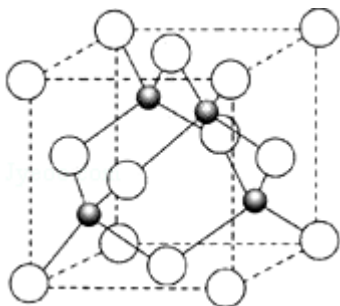
(1) Y_2X_2 分子中 Y 原子轨道的杂化类型为 sp 杂化， $1 \text{ mol Y}_2\text{X}_2$ 含有 σ 键的数目为 3N_A 或 $3 \times 6.02 \times 10^{23}$ 个。

(2) 化合物 ZX_3 的沸点比化合物 YX_4 的高，其主要原因是 NH_3 分子存在氢键。

(3) 元素 Y 的一种氧化物与元素 Z 的一种氧化物互为等电子体，元素 Z 的这种氧化物

的分子式是 N_2O 。

(4) 元素 W 的一种氯化物晶体的晶胞结构如图所示，该氯化物的化学式是 CuCl ，
它可与浓盐酸发生非氧化还原反应，生成配合物 H_2WCl_3 ，反应的化学方程式为
 $\text{CuCl} + 2\text{HCl} = \text{H}_2\text{CuCl}_3$ (或 $\text{CuCl} + 2\text{HCl} = \text{H}_2[\text{CuCl}_3]$)。



【考点】 96: 共价键的形成及共价键的主要类型; 99: 配合物的成键情况; 9I: 晶胞的计算; 9S: 原子轨道杂化方式及杂化类型判断; A5: 氢键的存在对物质性质的影响。

【专题】 16: 压轴题; 51D: 化学键与晶体结构。

【分析】 原子序数小于 36 的 X、Y、Z、W 四种元素，其中 X 是形成的单质是最轻的物质，则 X 是 H 元素；

Y 原子基态时最外层电子数是其内层电子数的 2 倍，最外层电子数不超过 8，所以内层电子数只能是 2，则 Y 是 C 元素；

Z 原子基态时 2p 原子轨道上有 3 个未成对的电子，则 Z 是 N 元素，W 的原子序数为 29，则 W 是 Cu 元素。

【解答】 解：原子序数小于 36 的 X、Y、Z、W 四种元素，其中 X 是形成的单质是最轻的物质，则 X 是 H 元素；

Y 原子基态时最外层电子数是其内层电子数的 2 倍，最外层电子数不超过 8，所以内层电子数只能是 2，则 Y 是 C 元素；

Z 原子基态时 2p 原子轨道上有 3 个未成对的电子，则 Z 是 N 元素，W 的原子序数为 29，则 W 是 Cu 元素。

(1) Y_2X_2 是乙炔，分子式为 C_2H_2 ，碳氢原子之间存在 σ 键，碳碳三键中含有一个 σ 键，所以每个碳原子含有 2 个 σ 键，采取 sp 杂化，一个乙炔分子中含有 3 个 σ 键，所以 1mol Y_2X_2 含有 σ 键 $3N_A$ 或 $3 \times 6.02 \times 10^{23}$ 个，

故答案为：sp 杂化； $3N_A$ 或 $3 \times 6.02 \times 10^{23}$ 个；

(2) N 原子电负性较大，C 原子电负性较小，所以氨气分子中存在氢键，甲烷分子中不

含氢键，氢键的存在导致氨气的沸点大于甲烷，故答案为：NH₃ 分子存在氢键；

(3) CO₂ 和 N₂O 的原子个数相等、价电子数相等，所以是等电子体，故答案为：N₂O；

(4) 利用均摊法知，该晶胞中黑色球个数=4，白色球个数= $\frac{1}{8} \times 8 + \frac{1}{2} \times 6 = 4$ ，黑色球

和白色球的个数之比=4: 4=1: 1，所以该物质的化学式是 CuCl，它可与浓盐酸发生非氧化还原反应，生成配合物 H₂CuCl₃，根据 CuCl 和 H₂CuCl₃ 知，氯元素、铜元素的化合价不变，所以该反应不是氧化还原反应而是化合反应，所以其反应方程式为 CuCl+2HCl=H₂CuCl₃ (或 CuCl+2HCl=H₂[CuCl₃])，

故答案为：CuCl；CuCl+2HCl=H₂CuCl₃ (或 CuCl+2HCl=H₂[CuCl₃])。

【点评】 本题考查了物质结构，涉及原子杂化方式的判断、氢键、等电子体等知识点，这几个知识点都是高考的热点，注意这些知识的积累。

22. 草酸是一种重要的化工产品。实验室用硝酸氧化淀粉水解液制备草酸的装置如图 14 所示(加热、搅拌和仪器固定装置均已略去)

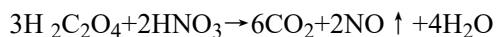
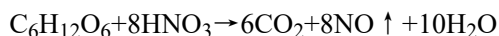
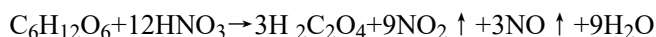
实验过程如下：

①将一定量的淀粉水解液加入三颈瓶中

②控制反应液温度在 55~60℃ 条件下，边搅拌边缓慢滴加一定量含有适量催化剂的混酸(65%HNO₃ 与 98%H₂SO₄ 的质量比为 2: 1.5) 溶液

③反应 3h 左右，冷却，抽滤后再重结晶得草酸晶体。

硝酸氧化淀粉水解液过程中可发生下列反应：



(1) 检验淀粉是否水解完全所需用的试剂为 碘水。

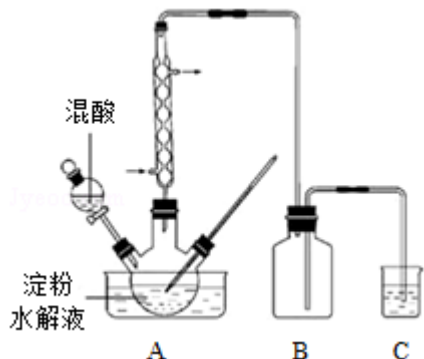
(2) 实验中若混酸滴加过快，将导致草酸产率下降，其原因是 由于温度过高、硝酸浓度过大，导致 C₆H₁₂O₆ 和 H₂C₂O₄ 进一步被氧化。

(3) 装置 C 用于尾气吸收，当尾气中 n(NO₂): n(NO) = 1: 1 时，过量的 NaOH 溶液能将 NO，全部吸收，原因是 NO₂+NO+2NaOH=2NaNO₂+H₂O (用化学方程式表示)

(4) 与用 NaOH 溶液吸收尾气相比较，若用淀粉水解液吸收尾气，其优、缺点是 优点：提高 HNO₃ 利用率

缺点： NO_x 吸收不完全。

(5) 草酸重结晶的减压过滤操作中，除烧杯、玻璃棒外，还必须使用属于硅酸盐材料的仪器有布氏漏斗、吸滤瓶。



【考点】TO：蔗糖与淀粉的性质实验。

【专题】16：压轴题；537：糖类与蛋白质专题。

【分析】(1) 碘水遇到淀粉会变蓝，如果溶液中加入碘水没有变化 则说明水解完全，无淀粉；

(2) 草酸具有还原性，硝酸能进一步氧化 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ 和 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ；

(3) NO 中氮元素为+2 价， NO_2 中氮元素为+4 价，在碱性条件下，发生价态归中反应；

(4) 根据尾气的成分和氢氧化钠和淀粉的性质解答；

(5) 过滤的原理：过滤是把不溶于液体的固体物质跟液体分离开来的一种混合物分离的方法，根据减压过滤的特点解答。

【解答】解：(1) 淀粉遇碘变蓝色，在已经水解的淀粉溶液中滴加几滴碘液，溶液显蓝色，则证明淀粉没有完全水解；溶液若不显色，则证明淀粉完全水解，故答案为：碘水；

(2) 混酸为 $65\%\text{HNO}_3$ 与 $98\%\text{H}_2\text{SO}_4$ 的混合液，混合液溶于水放热，温度高能加快化学反应，硝酸能进一步氧化 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 成二氧化碳，

故答案为：由于温度过高、硝酸浓度过大，导致 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ 和 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 进一步被氧化；

(3) 发生反应为归中反应，根据 N 元素的化合价可知应生成 NaNO_2 ，反应的方程式为 $\text{NO} + \text{NO}_2 + 2\text{NaOH} = 2\text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ，

故答案为： $\text{NO}_2 + \text{NO} + 2\text{NaOH} = 2\text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ；

(4) 尾气为一氧化氮和二氧化氮，用碱吸收，它们将转变为亚硝酸钠完全吸收，如果用淀粉水解液吸收，葡萄糖能继续被硝酸氧化，但 NO_x 吸收不完全，

故答案为：优点：提高 HNO_3 利用率；缺点： NO_x 吸收不完全；

(5)减压过滤与常压过滤相比,优点:可加快过滤速度,并能得到较干燥的沉淀,装置特点:布氏漏斗颈的斜口要远离且面向吸滤瓶的抽气嘴,并且安全瓶中的导气管是短进长出,

故答案为:布氏漏斗、吸滤瓶.

【点评】本题主要考查了硝酸和葡萄糖的反应,解答注意题中的信息和课本知识相结合,学习应注意相关基础知识的积累,题目难度中等.