

山东省实验中学 2022 ~ 2023 学年高一上学期期末考试

化学试题

说明：本试卷满分 100 分，分为第 I 卷(选择题)和第 II 卷(非选择题)两部分，第 I 卷为第 1 页至第 4 页，第 II 卷为第 4 页至第 8 页。试题答案请用 2B 铅笔或 0.5mm 签字笔填涂到答题卡规定位置上，书写在试题上的答案无效。考试时间 90 分钟。

可能用到的相对原子质量：H 1 C 12 N 14 O 16 Mg 24 S 32 Cl 35.5 Fe 56 Cu 64

第 I 卷 (共 40 分)

一、选择题(本题包括 10 小题，每小题 2 分，共 20 分。每小题只有一个选项符合题意)

1. 分类法在化学发展中起到非常重要的作用，下列分类标准合理的是
A. 根据化合物在水溶液中能否导电，将化合物分为电解质和非电解质
B. 根据分散系是否具有丁达尔现象，将分散系分为溶液、胶体和浊液
C. 根据化学式中所含氢原子的个数，将酸分为一元酸、二元酸和多元酸
D. 根据反应中是否有电子转移，将化学反应分为氧化还原反应和非氧化还原反应

【答案】D

【解析】

- 【详解】A. 根据化合物在水溶液或熔融状态下中能否导电，将化合物分为电解质和非电解质，故错误；
B. 根据分散系中分散质微粒直径，将分散系分为溶液、胶体和浊液，不是根据是否有丁达尔效应分，故错误；
C. 根据酸能电离出的氢离子个数，将酸分为一元酸、二元酸和多元酸，故错误；
D. 根据反应中是否有电子转移，将化学反应分为氧化还原反应和非氧化还原反应，故正确。
故选 D。

2. 设 N_A 为阿伏加德罗常数的值。下列说法正确的是

- A. $1\text{mol Na}_2\text{O}_2$ 固体中含离子总数为 $4N_A$
- B. 标准状况下， 11.2L SO_3 中含有分子的数目为 $0.5N_A$
- C. 常温常压下， 0.1mol Cl_2 溶于水，溶液中 Cl^- 、 HClO 、 ClO^- 的数目之和小于 $0.2N_A$
- D. 等体积、等物质的量浓度的 NaCl 和 KCl 溶液中，阴、阳离子数目之和均为 $2N_A$

【答案】C

【解析】

- 【详解】A. $1\text{mol Na}_2\text{O}_2$ 由 2mol Na^+ 和 1mol O_2^{2-} 构成，故 $1\text{mol Na}_2\text{O}_2$ 固体中含离子总数为 $3N_A$ ，A 错误；
B. 标准状况下，三氧化硫是固体， 11.2L SO_3 中含有分子的数目远远大于 $0.5N_A$ ，B 错误；

C. 氯水中存在 $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{Cl}^- + \text{HClO}$ ，根据物料守恒可知 0.1mol Cl_2 溶于水，溶液中：

$2n(\text{Cl}_2) + n(\text{Cl}^-) + n(\text{HClO}) + n(\text{ClO}^-) = 0.2\text{mol}$ ，则溶液中 Cl^- 、 HClO 、 ClO^- 的数目之和小于 $0.2N_A$ ，C 正确；

D. NaCl 和 KCl 溶液中均还存在水的电离且 NaCl 和 KCl 溶液的体积和浓度均未知，无法计算二者阴、阳离子数目之和，D 错误；

答案选 C。

3. 室温下，在透明的强酸和强碱性溶液中均能大量共存的离子组是

A. MnO_4^- 、 K^+ 、 Na^+ 、 SO_4^{2-}

B. Na^+ 、 Fe^{3+} 、 S^{2-} 、 Cl^-

C. K^+ 、 Zn^{2+} 、 SO_3^{2-} 、 NO_3^-

D. NH_4^+ 、 HCO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 Cl^-

【答案】A

【解析】

【详解】A. MnO_4^- 、 K^+ 、 Na^+ 、 SO_4^{2-} 之间不反应，也不与 H^+ 或 OH^- 反应，能大量共存，A 符合题意；

B. Fe^{3+} 和 S^{2-} 发生氧化还原反应， S^{2-} 和 H^+ 反应， Fe^{3+} 和 OH^- 反应，在强酸和强碱性溶液中均不能大量共存，B 不符题意；

C. 强酸性溶液中 H^+ 和 SO_3^{2-} 、 NO_3^- 之间发生氧化还原反应，不能大量共存，强碱性溶液中 OH^- 和 Zn^{2+} 不能大量共存，C 不符题意；

D. 强酸性溶液中 H^+ 和 HCO_3^- 不能大量共存，强碱性溶液中 OH^- 和 NH_4^+ 、 HCO_3^- 均不能大量共存，D 不符题意；

答案选 A。

4. 下列离子方程式书写正确的是

A. $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液和 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液反应： $\text{Fe}^{3+} + \text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} + 3\text{OH}^- = \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{BaSO}_4 \downarrow$

B. 向 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 溶液中滴入少量 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶液： $\text{Ca}^{2+} + \text{OH}^- + \text{HCO}_3^- = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$

C. $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 溶液与过量 NaOH 溶液反应制 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 的离子方程式： $\text{Fe}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Fe}(\text{OH})_2 \downarrow$

D. 常温下，将氯气通入水中： $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{H}^+ + \text{Cl}^- + \text{ClO}^-$

【答案】B

【解析】

【详解】A. $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液和 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液反应的离子方程式为

$2\text{Fe}^{3+} + 3\text{SO}_4^{2-} + 3\text{Ba}^{2+} + 6\text{OH}^- = 2\text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{BaSO}_4 \downarrow$ ，故 A 错误；

B. 向 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 溶液中滴入少量 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶液生成碳酸钙沉淀和水，离子方程式为

$\text{Ca}^{2+} + \text{OH}^- + \text{HCO}_3^- = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ ，故 B 正确；

C. $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 溶液与过量 NaOH 溶液反应制 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 的离子方程式为

$2\text{NH}_4^+ + \text{Fe}^{2+} + 4\text{OH}^- = \text{Fe}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ，故 C 错误；

D. HClO 为弱酸，写化学式，离子方程式为 $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}^+ + \text{Cl}^- + \text{HClO}$ ，故 D 错误；

故选 B。

5. 把一小块金属钠放入下列溶液中，说法正确的是

A. 放入饱和 NaOH 溶液中：有氢气放出，恢复到原温度时溶液的 pH 增大

B. 放入稀 CuSO_4 溶液中：有氢气放出，有紫红色铜析出

C. 放入 MgCl_2 溶液中：有氢气放出，有白色沉淀生成

D. 放入 NH_4NO_3 溶液中：有无色无味气体放出

【答案】C

【解析】

【详解】A. 饱和 NaOH 溶液中放入钠，钠与水反应消耗水且生成 NaOH ，溶剂减少，有部分 NaOH 晶体析出，同时生成氢气，溶液仍是饱和溶液，则溶液的 pH 不变，A 错误；

B. 钠与水反应生成氢气和 NaOH ， NaOH 与 CuSO_4 反应会生成 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 蓝色沉淀，不会置换出 Cu ，B 错误；

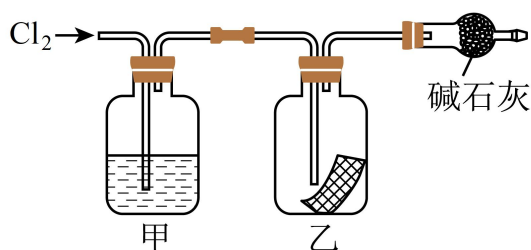
C. 钠与水反应生成的 NaOH 与 MgCl_2 反应生成 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 白色沉淀，C 正确；

D. 钠与水反应放热，生成的 NaOH 与 NH_4^+ 反应生成 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ，部分 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 受热分解产生的少量氨气会与氢气同时逸出，则放出的气体有刺激性气味，D 错误。

【点睛】钠在水溶液中不会和金属发生置换反应，钠与水反应生成 NaOH 和氢气。

6. 将一定量 Cl_2 通过甲装置后，再通过放有湿润红色布条的乙装置，红色布条不褪色。甲装置中所盛试剂可能是

①浓硫酸 ② NaOH 溶液 ③纯碱溶液 ④饱和食盐水 ⑤ FeCl_2 溶液



A. ①④⑤

B. ①②③

C. ②③④

D. ②③⑤

【答案】D

【解析】

【分析】干燥的氯气没有漂白性，潮湿的氯气（含有次氯酸）具有漂白性；一定量 Cl_2 通过甲装置后，再通过放有湿润红色布条的乙装置，红色布条不褪色，说明没有氯气进入到装置乙内，进而说明甲装置内的试剂能够吸收氯气

或与氯气发生反应，据此进行分析。

【详解】①浓硫酸能够吸收水蒸气，干燥氯气，不能吸收氯气，氯气能够进入到乙装置中，因此装置乙内湿润红色布条褪色，与题意不符，故不选；

②氯气能够与 NaOH 溶液反应生成氯化钠、次氯酸钠，氯气被吸收，所以装置乙内湿润红色布条不褪色，符合题意，故可选；

③纯碱溶液显碱性，氯气能够与碳酸钠溶液发生反应，氯气被吸收，所以装置乙内湿润红色布条不褪色，符合题意，故可选；

④氯气在饱和食盐水中溶解度较小，氯气能够通过甲装置进入到乙装置内，湿润红色布条褪色，与题意不符，故不选；

⑤氯气能够与 FeCl_2 发生反应生成氯化铁，氯气被吸收，所以装置乙内湿润红色布条不褪色，符合题意，故可选；

结合以上分析，符合题意的有②③⑤；

故选 D。

7. 下列对某溶液所含离子的检验，叙述正确的是

A. 滴入 BaCl_2 溶液和稀硝酸，产生白色沉淀，则原溶液中一定含有 SO_4^{2-}

B. 滴入盐酸酸化，再滴入硝酸银溶液，产生白色沉淀，则原溶液中一定含有 Cl^-

C. 滴入 NaOH 溶液并加热，产生能使湿润的蓝色石蕊试纸变红的气体，则原溶液中一定含有 NH_4^+

D. 滴入 KSCN 溶液无明显现象，再通入少量 Cl_2 后呈红色，则原溶液中一定含有 Fe^{2+}

【答案】D

【解析】

【详解】A. 若原溶液中含有 SO_3^{2-} ，加入硝酸， SO_3^{2-} 会被氧化为 SO_4^{2-} ，也能产生白色沉淀，因此不能判断原溶液中是否含有 SO_4^{2-} ，A 项错误；

B. 加入盐酸酸化，溶液中引入了 Cl^- ，无法证明原溶液中是否含有 Cl^- ，B 项错误；

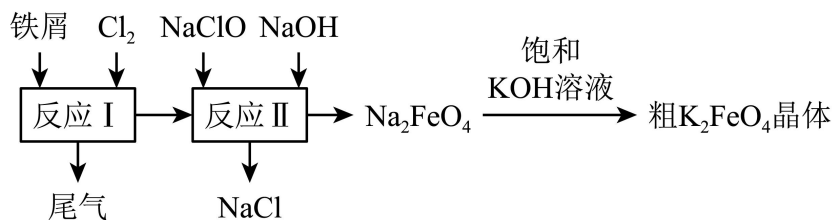
C. 能使湿润的蓝色石蕊试纸变红的为酸性气体，而氨气为碱性气体，能使湿润的红色石蕊试纸变蓝，C 项错误；

D. 开始滴入 KSCN 溶液无明显现象，说明溶液中不含 Fe^{3+} ，通入少量 Cl_2 后呈红色，说明发生反应

$2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$ ，生成 Fe^{3+} 证明原溶液中含有 Fe^{2+} ，D 项正确；

答案选 D。

8. 高铁酸钾(K_2FeO_4)是一种环保、高效、多功能饮用水处理剂，在水处理过程中，高铁酸钾转化为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体，制备高铁酸钾的流程如图所示。下列叙述错误的是



- A. 反应 I 的化学方程式是 $2\text{Fe} + 3\text{Cl}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{FeCl}_3$
- B. 反应 II 中氧化剂与还原剂的物质的量之比为 2 : 3
- C. 污水处理过程中产生的 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体使悬浮物聚沉，利用了胶体具有较强吸附能力的特点
- D. Na_2FeO_4 制备粗 K_2FeO_4 晶体的反应为复分解反应

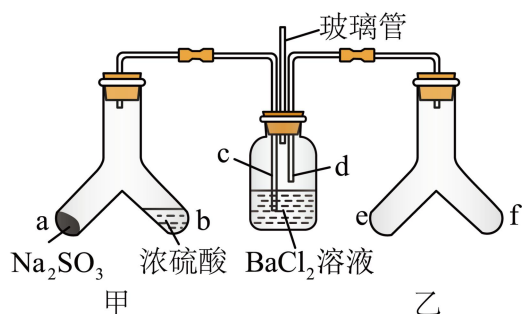
【答案】B

【解析】

【分析】铁与氯气在加热条件下反应生成氯化铁，加入 NaClO 、 NaOH ，次氯酸钠将铁离子在碱性条件下氧化成 Na_2FeO_4 ，加入饱和 KOH 溶液可析出高铁酸钾(K_2FeO_4)，分离得到粗 K_2FeO_4 ，采用重结晶、洗涤、低温烘干将其提纯。

- 【详解】A. 反应 I 是氯气和铁反应生成氯化铁，化学方程式是 $2\text{Fe} + 3\text{Cl}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{FeCl}_3$ ，故 A 正确；
- B. 反应 II 是 $2\text{FeCl}_3 + 3\text{NaClO} + 10\text{NaOH} = 2\text{Na}_2\text{FeO}_4 + 9\text{NaCl} + 5\text{H}_2\text{O}$ ， NaClO 中 Cl 元素化合价由 +1 降低为 -1， FeCl_3 中 Fe 元素化合价由 +3 升高为 +6， NaClO 是氧化剂、 FeCl_3 是还原剂，氧化剂与还原剂的个数比为 3 : 2，故 B 错误；
- C. 胶体具有吸附性，用 K_2FeO_4 对饮用水杀菌消毒的同时， $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体吸附杂质净化水，故 C 正确；
- D. 向 Na_2FeO_4 溶液中加入饱和 KOH 溶液能析出 K_2FeO_4 晶体，属于复分解反应，故 D 正确；
- 选 B。

9. Y 形管是一种特殊的仪器，与其他仪器组合可以进行某些实验探究。利用如图装置可以探究 SO_2 与 BaCl_2 溶液反应生成沉淀的条件。下列判断错误的是



- A. e、f 两管中的试剂可以分别是 KMnO_4 固体和浓盐酸

- B. e、f 两管中的试剂可以分别是 NaOH 固体和浓氨水
- C. 为了使气体充分反应，c、d 两导管均要插入液面下
- D. 玻璃管的作用是连通大气，平衡压强，也可连接尾气处理装置

【答案】C

【解析】

【分析】由实验装置可知，要使 SO_2 与 BaCl_2 反应产生沉淀，溶液中必须存在大量的 SO_3^{2-} 或 SO_4^{2-} ，右侧 Y 型管中应能生成碱性气体或氧化性气体，如是碱性气体，溶液中存在大量的 SO_3^{2-} ，如是氧化性气体，溶液中可生成 SO_4^{2-} ，则生成的沉淀可能为 BaSO_3 或 BaSO_4 ，容器内压强增大，溶液倒吸，气体不容易导入，所以玻璃管的作用是保持集气瓶内外气压平衡，以便左右两边产生的气体顺利导入，以此来解答。

【详解】A. 若 e、f 两管中的试剂可以分别是 KMnO_4 固体和浓盐酸，则乙中产生氯气，可以氧化 SO_2 生成 SO_4^{2-} ，可以产生沉淀，故 A 正确；

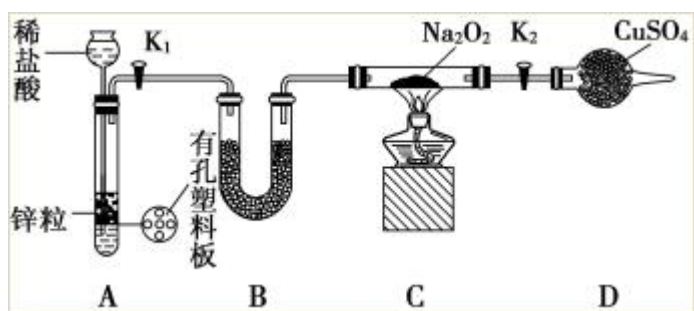
B. 如是碱性气体，溶液中存在大量的 SO_3^{2-} ，所以 e、f 两管中的试剂可以分别是浓氨水和 NaOH，二者混合发生反应产生氨气， NH_3 和 SO_2 在溶液中反应生成 SO_3^{2-} 和 NH_4^+ ，故 B 正确；

C. 若乙中产生氨气，氨气极易溶于水，易发生倒吸，为防止倒吸，d 导管不能插入 BaCl_2 溶液中，故 C 错误；

D. 玻璃管的作用是连通大气，平衡压强，以便左右两边产生的气体顺利导入，也可连接尾气处理装置，故 D 正确；

故选 C。

10. 某同学结合所学知识探究 Na_2O_2 与 H_2 能否反应，设计装置如图，下列说法正确的是



- A. 装置 A 气密性的检查方法：直接向长颈漏斗中加水，当漏斗中液面高于试管中液面，说明气密性良好
- B. 装置 A 也可直接用于 Cu 与浓硫酸反应制取 SO_2
- C. 为达到实验目的需在装置 B 中盛放无水 CaCl_2
- D. 装置 C 加热前，用试管在干燥管管口处收集气体点燃，通过声音判断气体纯度

【答案】D

【解析】

【分析】由实验装置可知，A 装置中锌与稀盐酸反应制备氢气，盐酸易挥发，制得的氢气中混有氯化氢和水蒸气，B 装置中应盛放碱石灰除去氢气中混有的氯化氢和水蒸气；C 装置中过氧化钠用于验证过氧化钠在加热条件下是否

与氢气反应；D 装置中盛有的无水硫酸铜用于检验过氧化钠与氢气共热反应后是否有水生成。

【详解】A. 检验 A 装置气密性可通过液差法检验，具体操作为先关闭活塞 K_1 ，然后直接向长颈漏斗中加水至漏斗中液面高于试管中液面，静置一段时间后，长颈漏斗中液面高于试管中液面且高度不变说明气密性良好，故 A 错误；

B. Cu 与浓硫酸反应制取 SO_2 需要加热，故 B 错误；

C. 由分析可知，B 装置中应盛放碱石灰除去氢气中混有的氯化氢和水蒸气，故 C 错误；

D. 氢气属于可燃气体，反应前先验纯，用试管在干燥管管口处收集气体点燃，若发出尖锐的爆鸣声，则说明该气体不纯，故 D 正确；

故选 D。

二、选择题(本题包括 5 小题，每小题 4 分，共 20 分。每小题有一个或两个选项符合题意，漏选得 2 分，多选错选不得分)

11. 有一包白色粉末由 $CuSO_4$ 、 $CaCO_3$ 、 $BaCl_2$ 、 Na_2SO_4 、 $NaOH$ 中的两种或两种以上物质混合而成，为探究其组成，进行如下实验：

①加水搅拌溶解，有白色沉淀 B 生成，过滤得无色溶液 C；

②取白色沉淀 B 于试管中，加入足量的稀盐酸，沉淀全部溶解且有无色气体放出；

③另取无色溶液 C，通入定量的 CO_2 ，有白色沉淀 D 生成，过滤得无色滤液 E。

下列说法错误的是

A. 原白色粉末中一定不含有 $CuSO_4$ 、 Na_2SO_4

B. 原白色粉末中一定含有 $CaCO_3$ 、 $BaCl_2$ 、 $NaOH$

C. 若无色滤液 E 中只含一种溶质，则无色滤液 E 中的溶质为 Na_2SO_4

D. 白色沉淀 D 的化学式为 $BaSO_4$

【答案】CD

【解析】

【分析】①加水搅拌溶解，有白色沉淀 B 生成，过滤得无色溶液 C，白色沉淀可能为 $CaCO_3$ 、 $BaSO_4$ ，溶液 C 为无色，则白色粉末中一定不含 $CuSO_4$ ；

②取白色沉淀 B 于试管中，加入足量的稀盐酸，沉淀全部溶解且有无色气体放出，说明该白色沉淀只有 $CaCO_3$ ， $BaCl_2$ 和 Na_2SO_4 不能同时存在；

③另取无色溶液 C，通入定量的 CO_2 ，有白色沉淀 D 生成，过滤得无色滤液 E，溶液 C 中能够与 CO_2 反应的物质只能是 $NaOH$ ， $NaOH$ 与一定量 CO_2 反应生成 Na_2CO_3 ， Na_2CO_3 再与 $BaCl_2$ 反应生成白色沉淀 $BaCO_3$ ，说明白色固体中一定含有 $BaCl_2$ 、 $NaOH$ ；则一定不含 Na_2SO_4 ；由 Na_2CO_3 再与 $BaCl_2$ 反应可知，滤液 E 中一定含有 $NaCl$ ， $NaOH$ 与一定量 CO_2 反应过程中，可能有 $NaHCO_3$ 生成，因此滤液 E 中可能含有 $NaOH$ 、 $NaHCO_3$ 、 $BaCl_2$ 、 Na_2CO_3 等(Na_2CO_3

与 BaCl_2 不能同时存在, NaOH 与 NaHCO_3 不能同时存在)。

【详解】A. 由上述分析①和③可知, 原白色粉末中一定不含有 CuSO_4 、 Na_2SO_4 , A 正确;

B. 由上述分析②和③可知, 原白色粉末中一定含有 CaCO_3 、 BaCl_2 、 NaOH , B 正确;

C. 由上述分析③可知若无色滤液 E 中只含一种溶质, 则无色滤液 E 中的溶质为 NaCl , C 错误;

D. 由上述分析③可知白色沉淀 D 的化学式为 BaCO_3 , D 错误;

答案选 CD。

12. 在 100mL 的混合液中, 硝酸和硫酸的物质的量浓度分别是 0.4mol/L、0.2mol/L, 向该混合液中加入 2.56g 铜粉, 加热, 待充分反应后, 所得溶液中铜离子的物质的量浓度是

A. 0.15mol/L

B. 0.225mol/L

C. 0.30mol/L

D. 0.45mol/L

【答案】C

【解析】

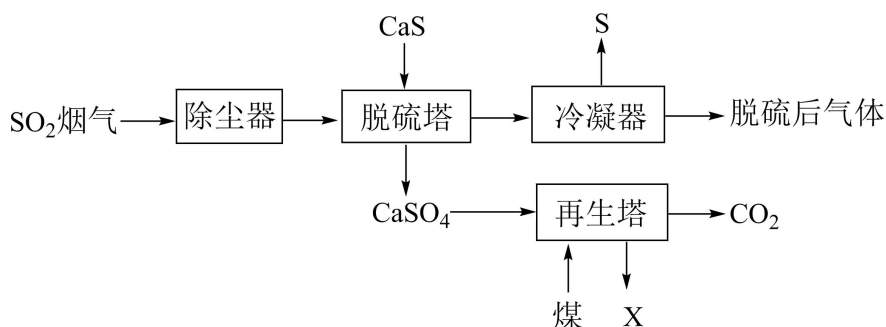
【详解】反应离子方程式为 $3\text{Cu} + 8\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- = 3\text{Cu}^{2+} + 2\text{NO}\uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$, 由题可知, $n(\text{NO}_3^-) = 0.04\text{mol}$, $n(\text{H}^+) = 0.08\text{mol}$,

当 $n(\text{Cu}) = 0.04\text{mol}$, H^+ 量不足, 计算得到 $n(\text{Cu}^{2+}) = \frac{3}{8} \times 0.08\text{mol} = 0.03\text{mol}$, $c(\text{Cu}^{2+}) = \frac{0.03\text{mol}}{0.1\text{L}} = 0.30\text{mol/L}$, 故 C 项正确;

答案为 C。

13. 认识和利用 SO_2 的性质可有效防治 SO_2 对环境的污染, 并实现 SO_2 的综合利用。某研究团队提出的 SO_2 烟气脱硫工艺流程如图, 该流程中脱硫剂反复循环, 可实现对烟气中 SO_2 的持续脱除。已知: 脱硫塔中发生的主要反应为

$2\text{CaS} + 3\text{SO}_2 = 2\text{CaSO}_3 + 3\text{S}$ 、 $2\text{CaSO}_3 + \text{O}_2 = 2\text{CaSO}_4$ 。下列有关说法错误的是



A. 脱硫塔中反应生成的 S 只为还原产物

B. 经冷凝器得到的几种单质(S_2 、 S_4 、 S_6 和 S_8)互为同素异形体

C. 将 CaSO_4 和煤粉碎混合, 再投入再生塔, 有利于反应充分进行

D. 再生塔中得到的 X 主要成分为 CaS

【答案】A

【解析】

【分析】 SO_2 烟气通过除尘器除尘后与 CaS 在脱硫塔发生 $2\text{CaS} + 3\text{SO}_2 = 2\text{CaSO}_3 + 3\text{S}$ 、 $2\text{CaSO}_3 + \text{O}_2 = 2\text{CaSO}_4$

生成 CaSO_4 和气态的 S 单质, CaSO_4 和煤在再生塔反应生成 CO_2 和 $\text{X}(\text{CaS})$, 气态的 S 单质随气体进入冷凝器冷凝后得到 S 单质和脱硫后气体。

【详解】A. 脱硫塔中生成 S 的反应为 $2\text{CaS} + 3\text{SO}_2 = 2\text{CaSO}_3 + 3\text{S}$, 根据得失电子守恒可知 2molCaS 被氧化为 2molS , 1molSO_2 被还原为 1molS , 故 S 既是氧化产物又是还原产物, A 错误;

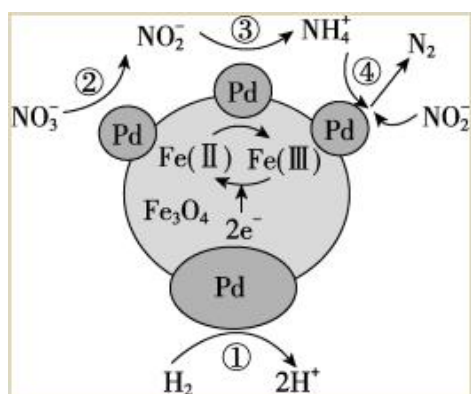
B. 几种单质(S_2 、 S_4 、 S_6 和 S_8)均是由同种元素组成的单质, 互为同素异形体, B 正确;

C. CaSO_4 和煤在再生塔反应生成 CO_2 和 $\text{X}(\text{CaS})$, 将 CaSO_4 和煤粉碎混合, 再投入再生塔, 增大了反应物的接触面积, 有利于反应充分进行, C 正确;

D. X 主要成分为 CaS , D 正确;

答案选 A。

14. 水体中存在的 NO_3^- 、 NO_2^- 等致癌阴离子对人体健康构成严重威胁。采用 $\text{Pd}-\text{Fe}_3\text{O}_4$ 双催化剂, 可实现用 H_2 消除酸性废水中的 NO_3^- 、 NO_2^- 。 Fe_3O_4 中含有 ^{+2}Fe 、 ^{+3}Fe , 分别表示为 $\text{Fe}(\text{II})$ 、 $\text{Fe}(\text{III})$, 其反应历程如图所示。下列说法错误的是



A. $\text{Fe}(\text{II})$ 与 $\text{Fe}(\text{III})$ 的相互转化起到了传递电子的作用

B. 过程③发生的反应为 $\text{NO}_2^- + 6\text{Fe}^{2+} + 8\text{H}^+ = 6\text{Fe}^{3+} + \text{NH}_4^+ + 2\text{H}_2\text{O}$

C. 过程④每生成 1molN_2 , 转移 3mol 电子

D. 用该法处理后水体的酸性增强

【答案】D

【解析】

【详解】A. $\text{Fe}(\text{II})$ 与 $\text{Fe}(\text{III})$ 是该反应的催化剂, 它们的相互转化起到了传递电子的作用, A 正确;

B. 由图可知, 反应③为 NO_2^- 转化为 NH_4^+ , 反应的离子方程式为: $\text{NO}_2^- + 6\text{Fe}^{2+} + 8\text{H}^+ = 6\text{Fe}^{3+} + \text{NH}_4^+ + 2\text{H}_2\text{O}$, B 正确;

C. 图中信息可知, 反应④为 NH_4^+ 和 NO_2^- 反应生成 N_2 和 H_2O , 离子方程式为: $\text{NH}_4^+ + \text{NO}_2^- = \text{N}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$, 根

据反应方程式，每生成 1mol N_2 ，转移 3mol 电子，C 正确；

D. 由图中信息可知，该反应的总反应为： $2\text{NO}_3^- + 5\text{H}_2 + 2\text{H}^+ = \text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ ，反应消耗 H^+ ，溶液酸性减弱，D 正确；
故选 D。

15. 将 1.76g 铜镁合金完全溶解于 50mL 某浓度的硝酸中，得到 NO_2 和 NO 的混合气体 1120mL (标准状况)，当向反应后的溶液中加入 $540\text{mL } 1.0\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaOH}$ 溶液时，金属离子全部转化为沉淀，测得沉淀的质量为 3.12g 。下列说法正确的是

- A. 该合金中铜与镁的物质的量之比是 $1:1$
B. 该硝酸中 HNO_3 的物质的量浓度是 $14.0\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$
C. NO_2 和 NO 的混合气体中， NO_2 的体积分数是 30%
D. 无法计算该硝酸中 HNO_3 的质量分数

【答案】AD

【解析】

【分析】 $\text{Mg} \xrightarrow{-2e^-} \text{Mg}^{2+} \xrightarrow{+2\text{OH}^-} \text{Mg}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Cu} \xrightarrow{-2e^-} \text{Cu}^{2+} \xrightarrow{+2\text{OH}^-} \text{Cu}(\text{OH})_2$ ，最后得到沉淀是氢氧化镁和氢氧化铜的混合物，根据上述分析，可以得知，金属失去电子物质的量等于得到氢氧根离子物质的量，据此分析；

【详解】A. 合金的质量为 $64n(\text{Cu}) + 24n(\text{Mg}) = 1.76$ ，沉淀是氢氧化镁和氢氧化铜的混合物，金属失去电子物质的量等于得到氢氧根离子物质的量， $2n(\text{Cu}) + 2n(\text{Mg}) = \frac{3.12 - 1.76}{17}$ ，解得 $n(\text{Cu}) = 0.02\text{mol}$ ， $n(\text{Mg}) = 0.02\text{mol}$ ，两者物质的量之比为 $1:1$ ，故 A 正确；

B. 金属离子全部转化为沉淀时，钠离子和硝酸根结合转化为 NaNO_3 ，即 NaNO_3 物质的量为 0.54mol ，混合气体总体积为 1120mL ，有 $n(\text{NO}_2) + n(\text{NO}) = \frac{1120\text{mL} \times 10^{-3}\text{L/mL}}{22.4\text{L/mol}} = 0.05\text{mol}$ ，根据原子守恒， $n_{\text{原}}$

$(\text{HNO}_3) = n(\text{NaNO}_3) + n(\text{NO}_2) + n(\text{NO}) = 0.54\text{mol} + 0.05\text{mol} = 0.59\text{mol}$ ，则硝酸浓度为 $\frac{0.56\text{mol}}{0.05\text{L}} = 11.8\text{mol/L}$ ，故 B 错误；

C. 根据 A 选项分析，设 NO 、 NO_2 分别为 $x\text{mol}$ 、 $y\text{mol}$ ，有 $x + y = 0.05$ ， $3x + y = 0.02 \times 2 + 0.02 \times 2$ ，解得 $n(\text{NO}_2) = 0.035\text{mol}$ ， $n(\text{NO}) = 0.015\text{mol}$ ，二氧化氮的体积分数为 $\frac{0.035\text{mol}}{0.05\text{mol}} \times 100\% = 70\%$ ，故 C 错误；

D. 题中没有说明硝酸的密度，无法计算出硝酸溶液的质量，因此无法计算硝酸的质量分数，故 D 正确；

答案为 AD。

第 II 卷(非选择题，共 60 分)

三、非选择题(本题包括 5 小题，共 60 分)

16. 氧化还原反应对我们的生产和生活同时具有正负两方面的影响，如果我们能够掌握化学变化的规律，就有可能做到趋利避害，使之更好地为社会发展服务。下面我们逐一分析：

(1) 黑火药是我国古代的四大发明之一，黑火药着火时，发生如下氧化还原反应：

$2\text{KNO}_3 + \text{S} + 3\text{C} = \text{K}_2\text{S} + \text{N}_2 \uparrow + 3\text{CO}_2 \uparrow$ 。在此反应中，还原剂为_____ (填化学式)，还原产物是_____ (填化学式)，当该反应转移 2.4mol 电子时，产生气体的体积为_____ L (标况下)。

(2) 湿法制备高铁酸钾(K_2FeO_4)是在碱性环境中进行，反应体系中有六种反应微粒： $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、 ClO^- 、 OH^- 、 FeO_4^{2-} 、 Cl^- 、 H_2O 。请依据上述信息，写出并配平湿法制高铁酸钾的离子方程式：_____。

(3) 汽车剧烈碰撞时，安全气囊中发生反应： $10\text{NaN}_3 + 2\text{KNO}_3 = \text{K}_2\text{O} + 5\text{Na}_2\text{O} + 16\text{N}_2 \uparrow$ 。若反应得到的氧化产物比还原产物多 2.8mol，则此过程中转移电子的个数为_____。

(4) Cu_2S 与一定浓度的 HNO_3 反应，生成 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 、 CuSO_4 、 NO_2 、 NO 和 H_2O ，当 NO_2 和 NO 的个数之比为 2 : 1 时，则表现酸性与表现氧化性的 HNO_3 的个数之比为_____。

【答案】 (1) ①. C ②. K_2S 、 N_2 ③. 17.92

(2) $2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{ClO}^- + 4\text{OH}^- = 2\text{FeO}_4^{2-} + 3\text{Cl}^- + 5\text{H}_2\text{O}$

(3) $2N_A$

(4) 1 : 3

【解析】

【小问 1 详解】

该反应中 C 失电子化合价从 0 价升高到 +4 价，故还原剂为 C， KNO_3 中 N 得电子化合价降低，S 得电子化合价降低，故还原产物为 K_2S 和 N_2 。当转移 2.4mol 电子，生成 CO_2 0.6mol，生成 N_2 0.2mol，则产生气体的体积为 $0.8\text{mol} \times 22.4\text{L/mol} = 17.92\text{L}$ 。

【小问 2 详解】

次氯酸根氧化氢氧化铁制备高铁酸根离子，已知该反应在碱性环境中进行，则反应物中有氢氧根离子，则湿法制高铁酸钾的离子方程式为 $2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{ClO}^- + 4\text{OH}^- = 2\text{FeO}_4^{2-} + 3\text{Cl}^- + 5\text{H}_2\text{O}$ 。

【小问 3 详解】

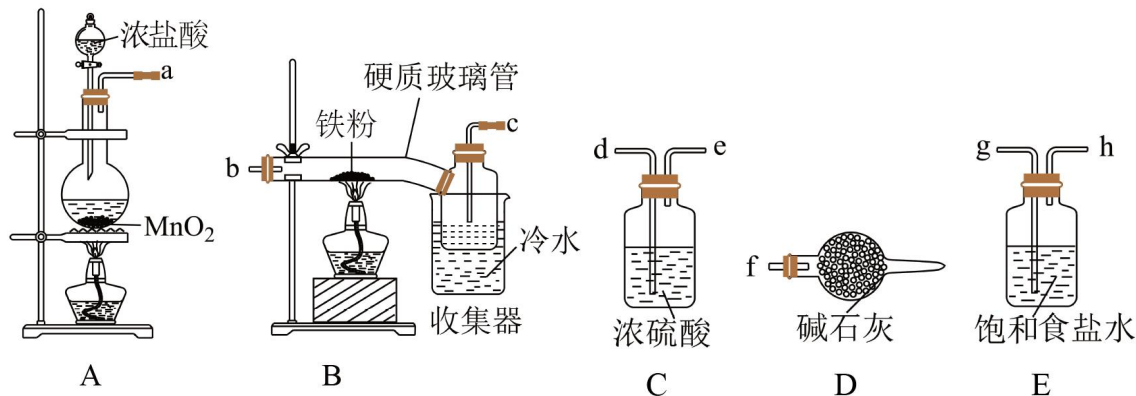
该反应中 NaN_3 中的 N 失电子化合价从 $-\frac{1}{3}$ 价升高到 0 价，生成 N_2 为氧化产物， KNO_3 中 N 得电子化合价降低从 +5 价降低到 0 价，生成 N_2 为还原产物，根据得失电子守恒，生成的 16 个 N_2 中 15 个 N_2 为氧化产物，1 个 N_2 为还原产物，转移 10 个电子，当氧化产物比还原产物多 2.8mol 时，说明生成氧化产物 3mol，生成还原产物 0.2mol，转移电子数为 2mol。

【小问 4 详解】

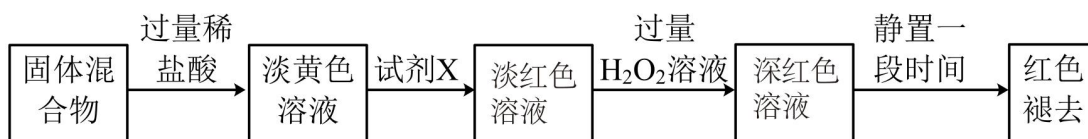
Cu_2S 与 HNO_3 反应，生成 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 、 CuSO_4 、 NO_2 、 NO 和 H_2O ，其中 NO_2 和 NO 的个数比为 2 : 1，设生成 NO_2 2xmol，则生成 NO xmol，设参与反应的 Cu_2S 有 ymol，该反应中氧化剂为 HNO_3 ，生成 2xmol NO_2 和 xmol NO

共得到 $5x\text{mol}$ 电子，还原剂为 Cu_2S ， $y\text{molCu}_2\text{S}$ 被氧化共失去 $2y+8y=10y\text{mol}$ 电子，根据得失电子守恒得 $10y=5x$ ， $y=0.5x$ ，则生成硫酸铜 $0.5x\text{mol}$ ，生成硝酸铜 $0.5x\text{mol}$ ，则体现酸性的硝酸为 $x\text{mol}$ ，体现氧化性的硝酸为 $3x\text{mol}$ ，则两者个数比为 1: 3。

17. 已知三氯化铁的熔点为 306°C ，沸点为 315°C ，易溶于水并且有强烈的吸水性，能吸收空气里的水分而潮解。某学习小组的同学对氯气与铁的反应及产物做了如下探究实验。



- (1) 反应开始时，应先点燃_____装置的酒精灯(填“A”或“B”)。
- (2) 碱石灰的作用是_____。
- (3) 反应一段时间后熄灭酒精灯，冷却后将硬质玻璃管及收集器中的物质一并快速转移至锥形瓶中，加入过量的稀盐酸和少许植物油(反应过程中不振荡)，充分反应后，进行如下实验：



淡红色溶液中加入过量 H_2O_2 后溶液红色加深的原因请用离子方程式表达_____。

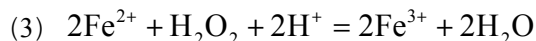
- (4) 已知红色褪去的同时有气体生成，经检验为 O_2 。该小组同学对红色褪去的原因进行探究。通过查阅资料获知：

H_2O_2 在 Fe^{3+} 催化作用下可分解； SCN^- 可被氧化剂氧化。据此进行了如下实验：

- ①取褪色后溶液三份，第一份滴加 FeCl_3 溶液无明显变化；第二份滴加试剂 X，溶液出现红色；第三份滴加稀盐酸和 BaCl_2 溶液，产生白色沉淀。
- ②另取同物质的量浓度的 FeCl_3 溶液滴加 2 滴试剂 X，溶液变红，再通入 O_2 ，无明显变化。

实验①说明_____ (填离子符号) 发生了反应；实验②的目的是排除_____；得出结论：红色褪去的原因是_____。

【答案】(1) A (2) 吸收未反应完的 Cl_2 ，防止污染环境；防止空气中的水蒸气进入装置 B 中



(4) ①. SCN^- ②. H_2O_2 分解产生的 O_2 氧化 SCN^- 的可能 ③. H_2O_2 将 SCN^- 氧化成 SO_4^{2-}

【解析】

【分析】浓盐酸与 MnO_2 反应制备 Cl_2 ，由于盐酸易挥发，生成的氯气中还有氯化氢，所以利用饱和食盐水除去氯气中的氯化氢。又因为三氯化铁的熔点为 306°C ，沸点为 315°C ，易溶于水并且有强烈的吸水性，能吸收空气里的水分而潮解，所以再遇铁反应之前还需要干燥，且还需要防止空气中的水蒸气进入，同时还需要尾气处理；铁离子的检验试剂为硫氰化钾溶液，溶液显红色；过氧化氢、氧气等具有氧化性，可将亚铁离子氧化为铁离子，据此分析解答；

【小问 1 详解】

反应开始时，先点燃 A 处的酒精灯，使装置中充满氯气，再点燃 B 处酒精灯；

【小问 2 详解】

碱石灰的作用是除去未反应的氯气，以及防止空气中水蒸气进入装置 B 中；

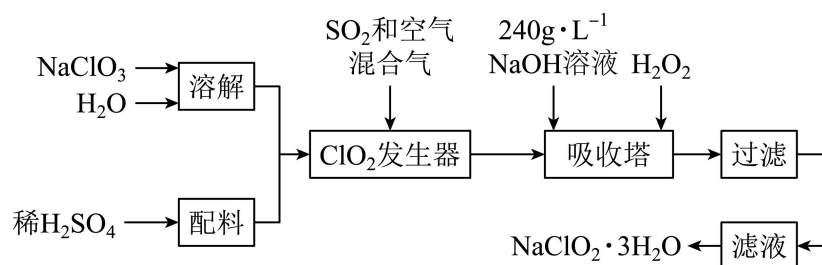
【小问 3 详解】

淡黄色溶液中还有铁离子，加入 X 后显淡红色，这说明 X 是 KSCN 溶液；反应中铁过量遇氯化铁反应生成氯化亚铁，即溶液中还有氯化亚铁，加入双氧水可以把亚铁离子氧化为铁离子，因此红色加深，所以淡红色溶液中加入过量 H_2O_2 后溶液红色加深的原因是双氧水将 Fe^{2+} 氧化成 Fe^{3+} ，离子方程式为 $2\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

【小问 4 详解】

取褪色后溶液三份，第一份滴加 FeCl_3 溶液无明显变化，说明溶液中不存在 KSCN 溶液；第二份滴加试剂 X，溶液出现红色，这说明溶液中存在铁离子；第三份滴加稀 HCl 和 BaCl_2 溶液，产生白色沉淀，这说明溶液中有硫酸根，所以根据实验①可知 SCN^- 发生了反应而不是 Fe^{3+} 发生反应，另取同浓度的 FeCl_3 溶液滴加 2 滴试剂 X，溶液变红，再通入 O_2 ，无明显变化，这说明红色褪去不是氧气氧化导致的，即实验②的目的是排除 H_2O_2 分解产生的 O_2 氧化 SCN^- 的可能；综合以上分析可知溶液褪色的原因是 H_2O_2 将 SCN^- 氧化成 SO_4^{2-} 。

18. 亚氯酸钠(NaClO_2)是一种重要的含氯消毒剂，主要用于水的消毒以及砂糖、油脂的漂白与杀菌。以下是过氧化氢法生产亚氯酸钠的工艺流程图：



已知：① NaClO_2 的溶解度随温度升高而增大，适当条件下可结晶析出 $\text{NaClO}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ；

②纯 ClO_2 易分解爆炸，一般用稀有气体或空气稀释到 10% 以下。

(1) ClO_2 发生器中反应的离子方程式为_____。

(2) 通入空气的作用可能是_____。

(3) 吸收塔内发生反应的离子方程式为_____；吸收塔内的温度不能超过 20℃，其目的是_____。

(4) 240g/LNaOH 溶液的物质的量浓度为_____mol/L。

(5) 从滤液中得到 $\text{NaClO}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 粗晶体的实验操作依次是_____ (填序号)。

A.蒸发浓缩 B.蒸馏 C.过滤 D.灼烧 E.冷却结晶

【答案】(1) $2\text{ClO}_3^- + \text{SO}_2 = \text{SO}_4^{2-} + 2\text{ClO}_2$

(2) 稀释 ClO_2 以防爆炸

(3) ①. $2\text{OH}^- + 2\text{ClO}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 = 2\text{ClO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$ ②. 防止 H_2O_2 受热分解

(4) 6 (5) AEC

【解析】

【分析】在发生器中： NaClO_3 、稀硫酸混合溶液中通入 SO_2 和空气的混合气，发生反应生成 ClO_2 ，同时 SO_2 被氧化为 Na_2SO_4 ；在吸收塔内， ClO_2 在碱性溶液中被 H_2O_2 还原为 NaClO_2 ， H_2O_2 被氧化生成 O_2 ；将滤液蒸发浓缩、冷却结晶，便可获得 $\text{NaClO}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 晶体。

【小问 1 详解】

在发生器中 SO_2 、 NaClO_3 和发生氧化还原反应生成 ClO_2 ，反应的离子方程式为 $2\text{ClO}_3^- + \text{SO}_2 = \text{SO}_4^{2-} + 2\text{ClO}_2$ ；

【小问 2 详解】

由已知可知纯 ClO_2 易分解爆炸，一般用稀有气体或空气稀释到 10%以下，故通入空气的作用可能是稀释 ClO_2 以防爆炸；

【小问 3 详解】

ClO_2 在碱性溶液中被 H_2O_2 还原为 NaClO_2 ，同时 H_2O_2 被氧化生成 O_2 ，发生反应的离子方程式为

$2\text{OH}^- + 2\text{ClO}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 = 2\text{ClO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$ ；因为 H_2O_2 热稳定性差，所以吸收塔内的温度不能超过 20℃，其目的是防止 H_2O_2 分解；

【小问 4 详解】

240g·L⁻¹NaOH 溶液的物质的量浓度为 $\frac{240\text{g/L}}{40\text{g/mol}} = 6\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ；

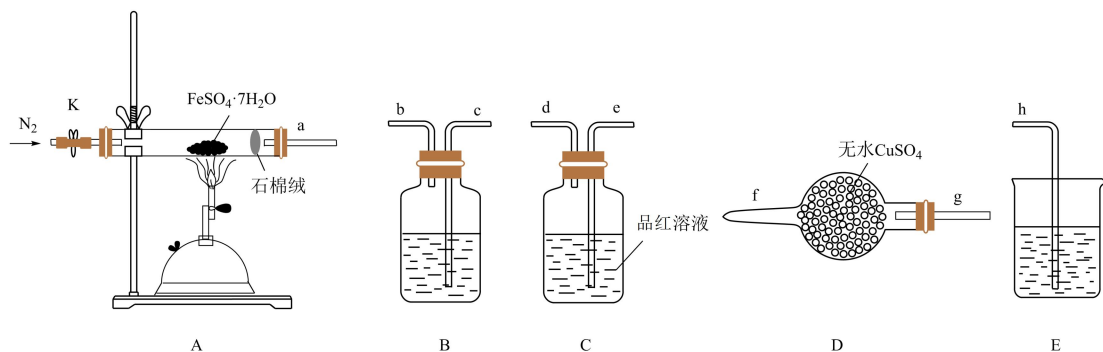
【小问 5 详解】

从滤液中得到 $\text{NaClO}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 粗晶体的实验操作依次是蒸发浓缩、冷却结晶、过滤等，故选 AEC。

19. 硫酸亚铁在印染、医药、化肥等多个行业有广泛应用。已知：

$2\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{高温}} \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{SO}_2 \uparrow + \text{SO}_3 \uparrow + 14\text{H}_2\text{O} \uparrow$ 。某学习小组对硫酸亚铁晶体($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)的热分解

产物进行探究。回答下列问题：



(1) 装置 A 中石棉绒的作用为_____。

(2) 按气流方向, 上述装置合理的连接顺序为 a→g、f→_____、_____→_____、_____→h(填装置口小写字母)。

(3) 该小组同学按上述顺序连接各装置并进行实验, 请为他们补全表格:

装置编号	填装试剂	实验现象	实验结论
A	$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	绿色固体逐渐变为红色粉末	
B	①_____	②_____	分解产物中含有 SO_3
C	品红溶液	溶液由红色褪为无色	③_____
D	无水 CuSO_4 粉末	白色固体逐渐变为蓝色	分解产物中含有水蒸气
E	NaOH 溶液		

(4) 设计实验证明 A 中得到的红色粉末不含+2 价铁元素: _____(简述实验操作及现象)。

【答案】(1) 防止固体粉末堵塞导管

(2) a→g、f→c、b→e、d→h

(3) ①. BaCl_2 溶液 ②. 产生白色沉淀 ③. 分解产物含有 SO_2

(4) 取实验后反应管中少量固体, 加入稀硫酸溶解, 再滴加高锰酸钾溶液溶解, 溶液紫色不褪去

【解析】

【分析】装置 A 为绿矾煅烧分解的装置, 分解生成 Fe_2O_3 、 SO_2 、 SO_3 和水, 装置 B 盛放品红溶液, 可以检验 SO_2 , 装置 C 盛放 BaCl_2 溶液, 可以检验 SO_3 , 装置 D 中无水 CuSO_4 粉末, 可以检验水蒸气, 装置 E 盛放氢氧化钠溶液, 进行尾气处理, 据此分析解答。

【小问 1 详解】

装置 A 中石棉绒可以防止固体粉末堵塞导管;

【小问 2 详解】

装置 A 为绿矾煅烧分解的装置，装置 B 盛放品红溶液，检验 SO_2 ，装置 C 盛放 BaCl_2 溶液，检验 SO_3 ，装置 D 无水 CuSO_4 粉末，检验分解产物中的水蒸气，装置 E 盛放氢氧化钠溶液，吸收尾气：因为检验 SO_2 和 SO_3 时都有水溶液，会带出水蒸气， SO_3 极易溶于水且和水反应，故这三种生成物应该先检验水蒸气，然后检验 SO_3 ，最后检验 SO_2 ，所以连接顺序为 $a \rightarrow g$ 、 $f \rightarrow c$ 、 $b \rightarrow e$ 、 $d \rightarrow h$ ；

【小问 3 详解】

装置 B 盛放 BaCl_2 溶液，用于检验 SO_3 ，产生白色沉淀，说明分解产物中含有 SO_3 ；装置 C 盛放品红溶液，用于检验 SO_2 ，品红溶液褪色，说明分解产物中含有 SO_2 ；

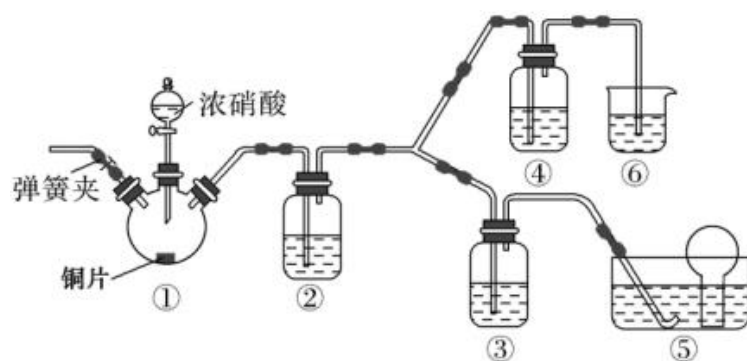
【小问 4 详解】

要证明 A 中得到的红色粉末不含 +2 价铁元素，需要取实验后反应管中少量固体，溶于稀盐酸或稀硫酸后，再检验溶液中是否含还原性的亚铁离子，方法为：取实验后反应管中少量固体，加入稀硫酸溶解，再滴加高锰酸钾溶液溶解，溶液紫色不褪去。

20. 某学习小组探究浓、稀硝酸氧化性的相对强弱，按下图装置进行试验(夹持仪器已略去)。实验表明浓硝酸能将 NO 氧化成 NO_2 ，而稀硝酸不能氧化 NO ，由此得出的结论是浓硝酸的氧化性强于稀硝酸。

可选药品：浓硝酸、3mol/L 稀硝酸、蒸馏水、氢氧化钠溶液及氮气。

已知：氢氧化钠溶液不与 NO 反应，能与 NO_2 反应： $2\text{NO}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaNO}_3 + \text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$



(1) 实验应避免有害气体排放到空气中，装置②、③、④、⑤、⑥中盛放的药品依次是_____ (选填“A、B、C、D”，药品可重复使用)。

A. 蒸馏水 B. 浓硝酸 C. 3mol/L 稀硝酸 D. 氢氧化钠溶液

(2) 滴加浓硝酸之前的操作是：检验装置的气密性，加入药品，打开弹簧夹后，继续进行的操作是_____，然后关闭弹簧夹，将装置⑤中导管末端伸入倒置的烧瓶内。

(3) 装置①中发生反应的化学方程式是_____。

(4) 装置②发生反应的化学方程式是_____。

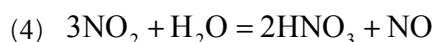
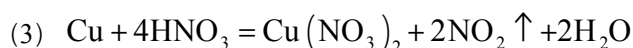
(5) 该小组得出结论依据的实验现象是_____。

(6) 实验结束后，同学们发现装置①中溶液呈绿色，而不显蓝色。甲同学认为是该溶液中硝酸铜的质量分数较高所致，而乙同学认为是该溶液中溶解了生成的气体。同学们分别设计了以下 4 个试验来判断两种看法是否正确。这些方案中可行的是_____ (填字母)。

- a.加热该绿色溶液，观察颜色变化
b.向该绿色溶液中通入氮气，观察颜色变化
c.向饱和硝酸铜溶液中通入浓硝酸与铜反应产生的气体，观察颜色变化
d.加水稀释绿色溶液，观察颜色变化

【答案】(1) ACBAD

(2) 通入 N_2 一段时间



(5) 装置③中液面上方气体仍为无色，装置④中液面上方气体由无色变为红棕色

(6) abc

【解析】

【分析】要验证浓硝酸可以将 NO 氧化成 NO_2 ，而稀硝酸不可以。装置①为铜和浓硝酸反应生成 NO_2 的装置，经②与水发生反应生成 NO，再分别通过浓硝酸和稀硝酸，进行验证试验；由于氮氧化物均为有毒物质，所以均需要尾气处理。

【小问 1 详解】

氮氧化物均为有毒气体，均需要尾气处理，根据已知，NO 不能被 NaOH 吸收，而 NO_2 可以，装置②为蒸馏水，则装置⑥为 NaOH 吸收 NO_2 的装置，则④中盛放的为浓硝酸，将 NO 氧化成 NO_2 ，装置③中为稀硝酸，不能将 NO 氧化，而 NO 不溶于水，排水法收集，装置⑤为蒸馏水。答案为 ACBAD；

【小问 2 详解】

由于装置中残存的空气能氧化 NO 而对实验产生干扰，所以滴加浓 HNO_3 之前需要通入一段时间 N_2 赶走装置中的空气，同时也需将装置⑤中导管末端伸入倒置的烧瓶内防止反应产生的 NO 气体逸出；

【小问 3 详解】

Cu 与浓 HNO_3 反应生成 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 、 NO_2 、 H_2O ： $\text{Cu} + 4\text{HNO}_3(\text{浓}) = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ；

【小问 4 详解】

装置①为铜和浓硝酸反应生成 NO_2 的装置，经②与水发生反应生成 NO。所欲装置②中盛放 H_2O ，使 NO_2 与 H_2O 反应生成 NO： $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$ 。

【小问 5 详解】

NO 通过稀 HNO_3 溶液后，若无红棕色 NO_2 产生，说明稀 HNO_3 不能氧化 NO，所以盛放稀 HNO_3 装置的液面上方没有颜色变化即可说明之。装置④中盛放的是浓 HNO_3 ，若浓 HNO_3 能氧化 NO 则装置④液面的上方会产生红棕色气体；答案为装置③中液面上方气体仍为无色，装置④中液面上方气体由无色变为红棕色；

【小问 6 详解】

- a. 加热会使二氧化氮气体逸出，如果褪色，说明乙同学的假设正确，a 可行；
- b. 通入氮气，二氧化氮可以被赶出，如果褪色，说明乙同学的假设正确，b 可行；
- c. 向饱和硝酸铜溶液中通入二氧化氮，绿色加深则说明是二氧化氮的原因，c 可行；
- d. 加水稀释，硝酸铜和二氧化氮的浓度均会降低，无法确定溶液绿色是谁引起的，d 不可行；

答案为 abc。