

山东师范大学附属中学 2022-2023 学年高一上学期学科水平自我诊断

化学试题

可能用到的相对原子质量: H: 1 C: 12 N: 14 O: 16 Na: 23 Mg: 24 S: 32 Cl: 35.5 Fe: 56 Cu: 64 Ba: 137

一、选择题: 本题共 10 小题, 每题 2 分, 共 20 分。每小题只有一个最佳选项符合题意。

1. 化学与生产、生活和社会发展关系密切。下列说法错误的是

- A. 用泡沫灭火器扑灭金属钠的燃烧
- B. 碳中和的最新成果将 CO_2 转化为淀粉 $[(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n]$, 该过程为氧化还原反应
- C. 针对新冠肺炎疫情, 可用医用酒精、84 消毒液等对场所进行杀菌消毒
- D. 汽车限行、燃煤脱硫等都可以减少酸雨的生成

【答案】A

【解析】

【详解】A. 泡沫灭火器不能扑灭钠的燃烧, 因为钠会与二氧化碳、水等反应, 产生可燃性物质, A 错误;

B. 将 CO_2 转化为淀粉 $[(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n]$, C 元素化合价降低, 一定还有元素化合价生成, 该过程属于氧化还原反应, B 正确;

C. 医用酒精、84 消毒液具有杀菌消毒作用, 可对场所进行杀菌消毒, C 正确;

D. 氮氧化物、二氧化硫等均会产生酸雨, 汽车限行可减少氮氧化物的排放, 燃煤脱硫可减少二氧化硫的排放, 这些措施均能减少酸雨的生成, D 正确;

故选 A。

2. 下列有关物质及成分、性质和用途都正确的是

选项	物质及成分	性质	用途
A.	小苏打: Na_2CO_3	与酸反应产生二氧化碳	作发酵粉
B.	磁性氧化铁: Fe_3O_4	难溶于水, 黑色	制造磁性材料
C.	氢氧化铜: $\text{Cu}(\text{OH})_2$	与盐酸、氨水均能反应	$\text{Cu}(\text{OH})_2$ 为两性氧化物
D.	熟石灰: CaO	水溶液显碱性	环保工程师用处理酸性废水

A. A

B. B

C. C

D. D

【答案】B

【解析】

【详解】A. 小苏打的成分为碳酸氢钠, A 错误;

B. Fe_3O_4 俗称四氧化三铁, 为黑色固体, 难溶于水, 有一定的磁性, 可制造磁性材料, B 正确;

C. $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 为碱性氢氧化物, 可与盐酸反应, 与氨水可形成配合物氢氧化四氨合铜, 不是两性氢氧化物, C 错误;

D. 熟石灰的成分主要是氢氧化钠和 CaO , 生石灰是 CaO , D 错误;

故选 B。

3. 下列叙述不涉及氧化还原反应的是
- A. SO_2 作为红酒的食品添加剂
 - B. 小苏打用作食品膨松剂
 - C. “84”消毒液与“洁厕灵”混用会产生有毒气体
 - D. 常温下用铝槽车运输浓硫酸

【答案】 B

【解析】

- 【详解】 A. SO_2 作为红酒的食品添加剂，抗氧化，可杀菌消毒，该过程涉及氧化还原反应，A 不符合题意；
- B. 小苏打受热易分解产生二氧化碳，用作食品膨松剂，该过程不涉及氧化还原反应，B 符合题意；
- C. “84”消毒液的有效成分为次氯酸钠，“洁厕灵”的主要成分为盐酸，两者可以发生氧化还原反应生成氯气，C 不符合题意；
- D. 常温下铝遇浓硫酸会发生钝化，该过程属于氧化还原反应，D 不符合题意；

故选 B。

4. 下列表述正确的数目为

- ①浓硝酸通常保存在细口的棕色试剂瓶中
- ②检验亚硫酸钠溶液在空气中放置是否变质可以通过先加稀硝酸，再加氯化钡溶液的方法
- ③锌与稀硝酸反应可以得到氢气
- ④足量的铁与稀硝酸反应后溶液呈浅绿色，说明稀硝酸不能氧化 Fe^{2+}
- ⑤将浓硫酸滴到纸上，纸变黑，说明浓硫酸具有脱水性
- ⑥二氧化硫和二氧化氮都能形成酸雨，酸雨的 $\text{pH}=5.6$
- ⑦ SO_2 和 Cl_2 都能漂白某些有色溶液，若将等物质的量的两种气体同时通入有色溶液中，漂白效果更好
- ⑧S 与非金属单质反应时，S 均作还原剂
- ⑨浓硫酸具有强氧化性，但不可作 H_2S 气体的干燥剂

A. 1 个 B. 2 个 C. 3 个 D. 4 个

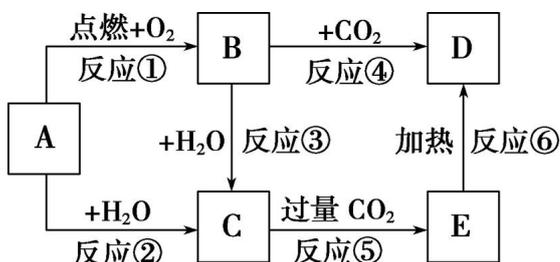
【答案】 C

【解析】

- 【详解】 ①浓硝酸是具有挥发性的不稳定性酸，遇光遇热均会发生分解反应，所以浓硝酸通常保存在棕色试剂瓶中，故正确；
- ②稀硝酸具有强氧化性，能将亚硫酸钠氧化为硫酸钠，加入氯化钡溶液后会有硫酸钡白色沉淀生成，则检验亚硫酸钠溶液在空气中放置是否变质不能通过先加稀硝酸，再加氯化钡溶液的方法检验，故错误；
- ③稀硝酸具有强氧化性，锌与稀硝酸反应可以得到一氧化氮气体，不能得到氢气，故错误；
- ④铁与稀硝酸反应生成硝酸铁、一氧化氮和水，过量的铁与硝酸铁反应生成硝酸亚铁，则足量的铁与稀硝酸反应后溶液呈浅绿色，不能说明稀硝酸不能氧化亚铁离子，故错误；
- ⑤浓硫酸具有脱水性，将浓硫酸滴到纸上，纸中含有的纤维素会脱水碳化而变黑，故正确；
- ⑥二氧化硫和二氧化氮都能形成酸雨，酸雨的 pH 小于 5.6，故错误；
- ⑦二氧化硫和氯气都能漂白某些有色溶液，若将等物质的量的两种气体同时通入有色溶液中，氯气与二氧化硫在水溶液中反应生成的硫酸和盐酸都没有漂白性，漂白效果会降低，故错误；

- ⑧硫与非金属单质氢气反应时，硫元素的化合价降低被还原，硫做反应的氧化剂，故错误；
 ⑨浓硫酸具有吸水性和强氧化性，能将具有强还原性的硫化氢，不能做硫化氢气体的干燥剂，故正确；
 ①⑤⑨正确，故选 C。

5. 如图中，A 为一种常见的单质，B、C、D、E 是含有 A 元素的常见化合物。它们的焰色试验均为黄色。下列叙述不正确的是



- A. 以上反应中属于氧化还原反应的有①②③④
 B. B、C、D 分别属于碱性氧化物、碱、盐
 C. E 与 C 反应的离子方程式为 $\text{OH}^- + \text{HCO}_3^- = \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$
 D. 加热 5.00g D 和 E 的固体混合物，使 E 完全分解，固体混合物的质量减少了 0.31g，则原混合物中 D 的质量为 4.16g

【答案】 B

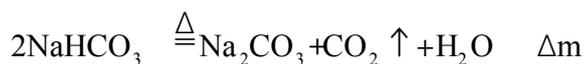
【解析】

【分析】 A 为一种常见的单质，B、C、D、E 是含有 A 元素的常见化合物，它们的焰色试验均为黄色，则为钠的单质或钠的化合物，所以 A 为 Na，结合转化关系可知，B 为 Na_2O_2 ，C 为 NaOH，D 为 Na_2CO_3 ，E 为 NaHCO_3 。

【详解】 A. 反应中①为钠的燃烧，②为 Na 与水反应，③为过氧化钠与水反应，④为过氧化钠与二氧化碳反应，均属于氧化还原反应，A 项正确。

B. Na_2O_2 是过氧化物，不是碱性氧化物，B 项错误。

C. E 为 NaHCO_3 ，C 为 NaOH，所以离子反应为 $\text{OH}^- + \text{HCO}_3^- = \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ ，C 项正确。

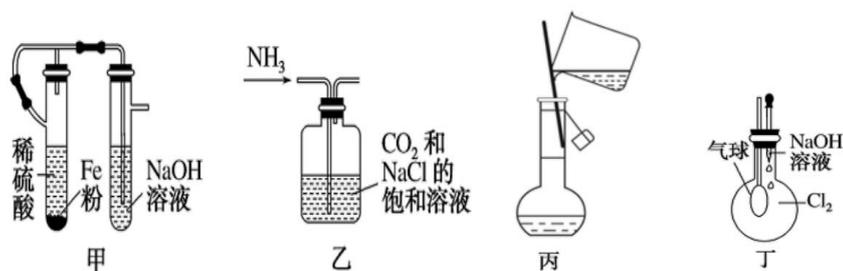


D. 利用差量法计算：
$$\begin{array}{r} 2 \times 84 \\ x \\ \hline 62 \\ 0.31\text{g} \end{array}$$
，计算得到原混合物中碳酸氢钠的质量 $x=0.84\text{g}$ ，

所以混合物中碳酸钠的质量为 $5.00\text{g} - 0.84\text{g} = 4.16\text{g}$ 。

故选 B。

6. 下列实验操作能达到实验目的的是



- A. 图甲可用于制备氢氧化亚铁
 B. 图乙可用于制备 NaHCO_3

C. 在托盘天平的左盘上垫上一张洁净的滤纸，准确称量 10.6gNa₂CO₃ 固体置于 100mL 丙容器中，加水至刻度线，配制 1.000mol·L⁻¹ 的 Na₂CO₃ 溶液

D. 图丁可用于证明 Cl₂ 能溶于水或与 NaOH 溶液反应

【答案】 D

【解析】

【详解】 A. 甲装置左边试管可以制备 Fe²⁺，同时产生 H₂，可以将装置中的空气赶出装置，但是应在试管左侧的橡胶管加一个止水夹，而且导管应插入液面以下，才能利用压强差将 Fe²⁺ 压入右边的具支试管中与 NaOH 混合，A 错误；

B. 制备 NaHCO₃ 应先通入 NH₃ 使溶液显碱性，再通入 CO₂，B 错误；

C. 配制溶液溶解过程应该在小烧杯中进行，不能在容量瓶中溶解，C 错误；

D. 若 Cl₂ 能溶于水或与 NaOH 溶液反应，则烧瓶中压强减小，气球会膨胀，D 正确；

故答案为： D。

7. 室温下，下列各组离子一定能与指定溶液共存的是

A. 0.1mol·L⁻¹ 的 FeCl₃ 溶液： NH₄⁺、 Ba²⁺、 I⁻、 SCN⁻

B. 0.2mol·L⁻¹ 的 Ba(OH)₂ 溶液： Na⁺、 K⁺、 Cl⁻、 ClO⁻

C. 0.1mol·L⁻¹ 的 NH₄HCO₃ 溶液： Na⁺、 K⁺、 OH⁻、 NO₃⁻

D. 0.4mol·L⁻¹ 的 H₂SO₄ 溶液： Fe²⁺、 NH₄⁺、 NO₃⁻、 Cl⁻

【答案】 B

【解析】

【详解】 A. Fe³⁺ 与 I⁻ 离子会发生氧化还原反应，与 SCN⁻ 会发生络合反应，A 错误；

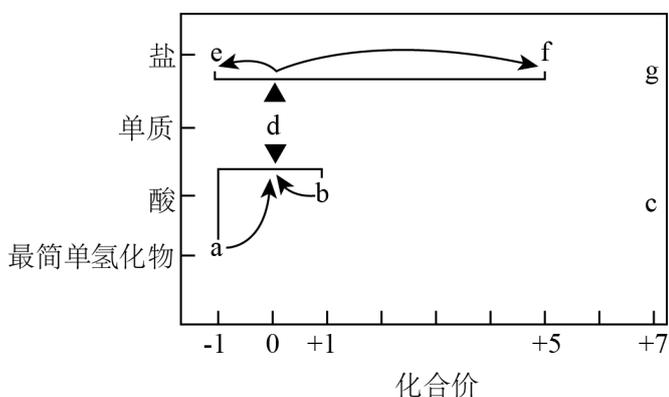
B. 上述四组离子在 0.2mol·L⁻¹ 的 Ba(OH)₂ 溶液中均不反应，能大量共存，B 正确；

C. 碳酸氢根离子会与氢氧根离子发生反应 HCO₃⁻ + OH⁻ = H₂O + CO₃²⁻，两者不能大量共存，C 错误；

D. 硝酸根离子在酸性条件下具有强氧化性，不能大量共存，D 错误；

故选 B。

8. 在“价一类”二维图中融入“杠杆模型”，可直观辨析部分物质间的转化及其定量关系。图中的字母分别代表常见的含氯元素的物质，下列相关推断合理的是



A. 若 e 为钠盐，实验室可用 e 和浓硫酸反应制取少量气体 a

B. 若 d 在加热条件下与强碱溶液反应生成的含氯化合物只有 e 和 f，则 n(e) : n(f) = 1 : 5

C. c 是一元强酸，b 具有强氧化性，是漂白液的主要成分

D. 室温下, c 的稀溶液和变价金属反应一定生成相应金属的高价盐

【答案】 A

【解析】

【分析】 据图中信息, a 是 HCl, b 是 HClO, c 是 HClO₄, d 是 Cl₂, e 是氯化物, f 是氯酸盐, g 是高氯酸盐。

【详解】 A. 实验室用 NaCl 和浓硫酸反应制取气态 HCl, A 项符合题意;

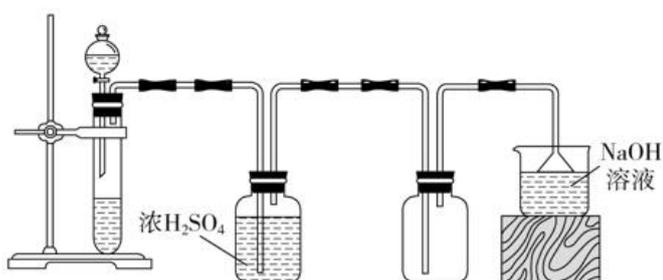
B. 若 Cl₂ 在加热条件下与强碱溶液反应生成的含氯化合物只有氯化物和氯酸盐, 则 n(e): n(f)= 5: 1, B 项不符合题意;

C. 漂白液的主要成分是 NaClO, C 项不符合题意;

D. 室温下, 高氯酸稀溶液的氧化性较弱, 和变价金属反应不能生成相应金属的高价盐, D 项不符合题意。

故选 A。

9. 下列实验目的可以用如图所示装置达到的是



A. 以 MnO₂、浓盐酸为原料, 制备、干燥、收集 Cl₂

B. 以 Na₂SO₃ 固体、质量分数为 70%的浓硫酸为原料, 制备、干燥、收集 SO₂

C. 以浓氨水、生石灰为原料, 制备、干燥、收集 NH₃

D. 以 Cu、稀硝酸为原料, 制备、干燥、收集 NO

【答案】 B

【解析】

【分析】

【详解】 A. MnO₂ 和浓盐酸反应, 需要加热, 此装置图中缺少加热装置, 故 A 错误;

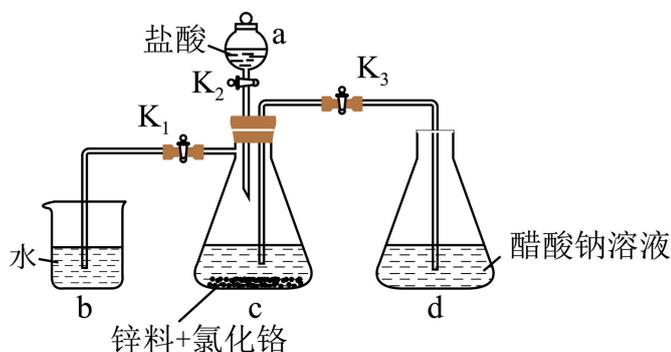
B. Na₂SO₃ 与 70%的浓硫酸反应产生 SO₂, 通过浓硫酸进行干燥, 因为 SO₂ 的密度大于空气, 因此向上排空气法收集, SO₂ 有毒, 必须尾气处理, 故 B 正确;

C. NH₃ 能与浓硫酸反应, 不能用浓硫酸进行干燥, 因为 NH₃ 的密度小于空气, 因此用向下排空气法收集, 故 C 错误;

D. NO 能与空气中氧气反应, 因此用排水法收集, 故 D 错误。

故选 B。

10. 醋酸亚铬[(CH₃COO)₂Cr·H₂O] 为砖红色晶体, 难溶于冷水, 易溶于酸, 在气体分析中常用作氧气吸收剂。一般制备方法: 先在封闭体系中利用金属锌作还原剂, 将铬(Ⅲ)还原为铬(Ⅱ); 铬(Ⅱ)再与醋酸钠溶液作用可制得醋酸亚铬。实验装置如图所示, 则下列说法不正确的是



- A. 实验中所用蒸馏水均需经煮沸后迅速冷却，目的是去除溶解氧，防止铬(II)被氧化
- B. 将过量锌粒和氯化铬固体置于 c 装置中，加入少量蒸馏水，按图连接好装置，关闭 K₃，打开 K₁、K₂，可以利用产生的 H₂ 排净体 c 装置内的空气
- C. 当 b 装置中导管末端产生稳定持续的气流后，打开 K₃，关闭 K₂、K₁，利用压强差可以将 c 装置中溶液压入 d 装置
- D. d 装置中析出砖红色沉淀，为使沉淀充分析出并分离，需采用的操作是：蒸发浓缩、趁热过滤、洗涤、干燥，从而在 d 装置中得到纯净的 (CH₃COO)₂Cr·H₂O

【答案】D

【解析】

【分析】醋酸亚铬在气体分析中用作氧气吸收剂，说明亚铬离子具有强还原性，易与氧气反应，则制备实验中应避免接触氧气，实验时，将过量锌粒和氯化铬固体置于 c 中，加入少量蒸馏水，按图连接好装置，打开 K₁、K₂，关闭 K₃，盐酸与锌反应可生成氢气，可将装置内的空气排出，避免亚铬离子被氧化，且发生 $Zn + 2Cr^{3+} = Zn^{2+} + 2Cr^{2+}$ ，可观察到 c 中溶液由绿色逐渐变为亮蓝色，打开 K₃，关闭 K₁ 和 K₂，c 中压强增大，可将亮蓝色溶液流入 d，可生成醋酸亚铬砖红色沉淀，以此解答该题。

- 【详解】A. 为避免亚铬离子被氧化，应除去水中的溶解氧，则实验中所用蒸馏水均需经煮沸后迅速冷却，A 正确；
- B. 盐酸与锌反应可生成氢气，可将装置内的空气排出，避免亚铬离子被氧化，B 正确；
- C. 打开 K₃，关闭 K₁ 和 K₂，c 中压强增大，可将亮蓝色溶液流入 d，生成醋酸亚铬砖红色沉淀，C 正确；
- D. d 装置中已析出砖红色沉淀，故为使沉淀充分析出并分离，需采用的操作是冷却、过滤、洗涤，干燥，D 错误；
- 故选 D。

二、选择题：本题共 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目要求，全部选对得 4 分，选对但不全的得 2 分，有选错的得 0 分。

11. 下列离子方程式书写正确的是

- A. 向 Ca(ClO)₂ 溶液中通入少量 SO₂: $Ca^{2+} + 3ClO^- + SO_2 + H_2O = CaSO_4 \downarrow + 2HClO + Cl^-$
- B. 向碳酸氢铵溶液中加入足量澄清石灰水，溶液变浑浊: $Ca^{2+} + HCO_3^- + OH^- = CaCO_3 \downarrow + H_2O$
- C. 用稀硫酸酸化的高锰酸钾溶液与 H₂O₂ 溶液反应证明 H₂O₂ 具有还原性: $2MnO_4^- + 5H_2O_2 + 6H^+ = 2Mn^{2+} + 5O_2 \uparrow + 8H_2O$
- D. 氢氧化铁和氢碘酸混合: $Fe(OH)_3 + 3H^+ = Fe^{3+} + 3H_2O$

【答案】AC

【解析】

【详解】A. Ca(ClO)₂ 具有强氧化性，SO₂ 具有还原性，两者会发生氧化还原反应，所以向 Ca(ClO)₂ 溶液中通入少量 SO₂ 离子方程式为: $Ca^{2+} + 3ClO^- + SO_2 + H_2O = CaSO_4 \downarrow + 2HClO + Cl^-$ ，A 正确；

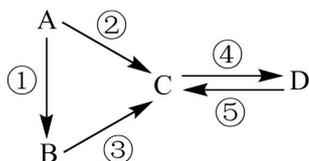
B. 向碳酸氢铵溶液中加入足量澄清石灰水, 氢氧根离子除了与钙离子、碳酸氢根离子反应以外, 还会和铵根离子反应生成一水合氨, B 错误;

C. 用稀硫酸酸化的高锰酸钾溶液与 H_2O_2 溶液反应产生氧气, 说明 H_2O_2 具有还原性, C 正确;

D. 氢碘酸具有还原性, 生成的铁离子会继续与碘离子发生氧化还原反应, D 错误;

故选 AC。

12. 已知 A、B、C、D 均为中学化学常见的物质, 它们有如图所示的反应关系, 所需试剂与反应条件任选, 下列说法正确的是



A. 若 A 是一种常见的气体, 常用来制作氮肥, C、D 是氧化物且会造成光化学污染, 标准状况下用试管收集 D 气体, 倒扣在水槽中(不考虑溶质扩散), 试管中所得溶液的浓度约为 $0.045\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$

B. 若 A 是应用最广泛的金属, C 可用来腐蚀铜板, D 是红褐色固体, 则 D 胶体带正电荷, 因为胶粒对光线的散射而有丁达尔效应

C. 若 A 为一元强碱且阴、阳离子所含的电子数相同, C 可用作单一膨松剂, D 为日常生活中常用的调味品, 则⑤的反应原理可用于侯氏制碱法, 其母液溶质中只有氯化铵

D. 若 A 常温下是一种有臭鸡蛋气味气体, C 是一种大气污染物, D 是一种二元强酸, 则⑤的反应可以是铜丝和过量 D 的浓溶液反应, 为了观察溶液中某产物颜色, 应向反应后的溶液中加入少量水

【答案】A

【解析】

【详解】A. 若 A 是一种常见的气体, 常用来制作氮肥, C、D 是氧化物且会造成光化学污染, 则 A 是 NH_3 、B 是 N_2 、C 是 NO 、D 是 NO_2 , 标准状况下用试管收集 NO_2 气体, 设试管的体积为 $V\text{L}$, NO_2 的物质的量为 $\frac{V}{22.4}\text{mol}$,

倒扣在水槽中(不考虑溶质扩散), 生成硝酸的物质的量为 $\frac{V}{22.4}\text{mol} \times \frac{2}{3}$, 硝酸溶液的体积为 $\frac{2V}{3}\text{L}$, 所以试管中所

得硝酸溶液的浓度为 $\frac{1}{22.4}\text{mol}\cdot\text{L}^{-1} \approx 0.045\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$, A 正确;

B. 若 A 是应用最广泛的金属, C 可用来腐蚀铜板, D 是红褐色固体, 则 A 是 Fe 、B 是 FeCl_2 、C 是 FeCl_3 、D 是 $\text{Fe}(\text{OH})_3$, 氢氧化铁胶体不带电, 胶粒带正电荷, 因为胶粒对光线的散射而有丁达尔效应, B 错误;

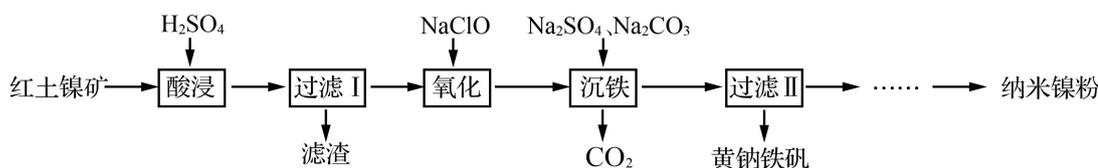
C. 若 A 为一元强碱且阴、阳离子所含的电子数相同, C 可用于泡沫灭火器, D 为日常生活中常用的调味品, 则 A 是 NaOH 、B 是 Na_2CO_3 、C 是 NaHCO_3 、D 是 NaCl , 则⑤的反应原理可用于侯氏制碱法, 其母液溶质中含有氯化铵、和少量碳酸氢钠, C 错误;

D. 若 A 常温下是一种有臭鸡蛋气味气体, C 是一种大气污染物, D 是一种二元强酸, A 是 H_2S 、B 是 S 单质、C 是 SO_2 、D 是 H_2SO_4 , 则⑤的反应可以是铜丝和浓硫酸反应, 反应后的溶液中含有浓硫酸, 为了观察溶液中硫酸铜的颜色, 应把反应后的溶液倒入水中, D 错误;

故选 A。

13. 以红土镍矿(主要含有 Fe_2O_3 、 FeO 、 NiO 、 SiO_2 等)为原料, 获取净水剂黄钠铁矾 $[\text{NaFe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6]$ 和纳米镍

粉的部分工艺流程如图：



已知：

- ① Fe^{3+} 在 pH 约为 3.7 时可完全转化为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ， Fe^{2+} 在 pH 约为 9 时可完全转化为 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ；
 ② SiO_2 为不溶于水的酸性氧化物，常温下和硫酸不反应，但可以溶于强碱溶液。

下列说法不正确的是

- A. “滤渣”的主要成分是 SiO_2
 B. 为提高“酸浸”速率，可将稀硫酸更换为浓硫酸
 C. “氧化”过程发生的离子方程式为： $2\text{H}^++2\text{Fe}^{2+}+\text{ClO}^-\rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+}+\text{Cl}^-+\text{H}_2\text{O}$
 D. “沉铁”过程中加入碳酸钠的作用是调节溶液的酸碱度，应将 pH 控制在 3.7~9

【答案】BD

【解析】

【分析】红土镍矿主要含有 Fe_2O_3 、 FeO 、 NiO 、 SiO_2 等，由流程可知，加入硫酸酸浸，酸浸后的酸性溶液中含有 Ni^{2+} ，另含有少量 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 等，过滤分离出滤渣为 SiO_2 ，加入 NaClO 发生 $2\text{H}^++2\text{Fe}^{2+}+\text{ClO}^-\rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+}+\text{Cl}^-+\text{H}_2\text{O}$ ，加入碳酸钠、硫酸钠溶液使铁离子全部沉淀生成 $\text{NaFe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$ ，过滤后的滤液中再加入碳酸钠沉淀镍离子生成 NiCO_3 ，将 NiCO_3 经处理可得到 Ni ，以此解答该题。

- 【详解】A. 由上述分析可知，“滤渣”的主要成分是 SiO_2 ，故 A 正确；
 B. 将矿山粉碎或者适当提高硫酸浓度，可提高酸浸速率，但不能换成浓硫酸，如果换成浓硫酸会使反应原理发生变化，产生 SO_2 ，不符合绿色化学的思想，故 B 错误；
 C. 亚铁离子具有还原性， NaClO 具有氧化性，则“氧化”过程发生的离子方程式为 $2\text{H}^++2\text{Fe}^{2+}+\text{ClO}^-\rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+}+\text{Cl}^-+\text{H}_2\text{O}$ ，故 C 正确；
 D. Fe^{3+} 在 pH 约为 3.7 时可完全转化为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ，“沉铁”过程中加入碳酸钠的作用是调节溶液的酸碱度，应将 pH 控制在 2 左右生成黄钠铁矾，故 D 错误；

答案选 BD。

14. 标准电极电势 (E^\ominus) 可用来比较对应氧化剂的氧化性强弱。现有 5 组标准电极电势数据如下：

氧化还原电对氧化型 / 还原型	电极反应式氧化型 $+ne^- \rightleftharpoons$ 还原型	电极电势 (E^\ominus/V)
$\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$	$\text{Fe}^{3+}+e^- \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+}$	+0.77
I_2/I^-	$\text{I}_2+2e^- \rightleftharpoons 2\text{I}^-$	+0.54
Cl_2/Cl^-	$\text{Cl}_2+2e^- \rightleftharpoons 2\text{Cl}^-$	+1.36
$\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}$	$\text{MnO}_4^-+8\text{H}^++5e^- \rightleftharpoons \text{Mn}^{2+}+4\text{H}_2\text{O}$	+1.51

$\text{PbO}_2/\text{PbSO}_4$	$\text{PbO}_2 + 4\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$	+1.69
------------------------------	--	-------

下列分析错误的是

- A. 标准电极电势 (E^\ominus) 越大, 对应氧化剂的氧化性越强
- B. 还原性: $\text{I}^- > \text{Fe}^{2+} > \text{Mn}^{2+}$
- C. 向氯化亚铁溶液中加少量 PbO_2 可观察到黄绿色气体生成
- D. PbO_2 与酸性 MnSO_4 溶液反应的离子方程式: $5\text{PbO}_2 + 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+ = 5\text{PbSO}_4 + 2\text{MnO}_4^- + 2\text{H}_2\text{O}$

【答案】C

【解析】

【详解】A. 根据同主族从上而下非金属性减弱, 氧化性减弱知氧化性 $\text{Cl}_2 > \text{I}_2$, 表中标准电极电势 $\text{Cl}_2/\text{Cl}^- > \text{I}_2/\text{I}^-$, 故标准电极电势 (E^\ominus) 越大, 对应氧化剂的氧化性越强, 选项 A 正确;

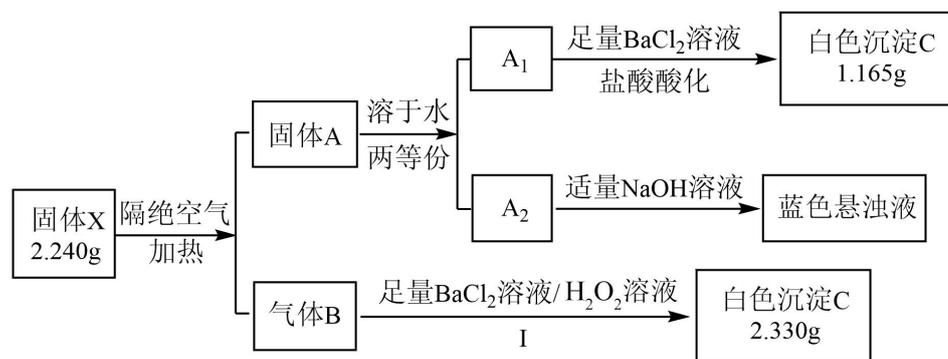
B. 由电对的标准电极电势越高, 其中氧化剂的氧化性越强, 氧化性 $\text{MnO}_4^- > \text{Fe}^{3+} > \text{I}_2$, 故对应还原性 $\text{I}^- > \text{Fe}^{2+} > \text{Mn}^{2+}$, 选项 B 正确;

C. 根据标准电极电势知, 还原性 $\text{Fe}^{2+} > \text{Cl}^-$, 向氯化亚铁溶液中加少量 PbO_2 , 还原性强的 Fe^{2+} 先与 PbO_2 反应, 不可能有黄绿色气体生成, 选项 C 错误;

D. PbO_2 的氧化性强于 MnO_4^- , PbO_2 能将 Mn^{2+} 氧化成 MnO_4^- , 自身转化为硫酸铅, 反应的离子方程式为 $5\text{PbO}_2 + 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+ = 5\text{PbSO}_4 + 2\text{MnO}_4^- + 2\text{H}_2\text{O}$, 选项 D 正确;

答案选 C.

15. 某兴趣小组对化合物 X 开展探究实验。



其中: X 是易溶于水的强酸盐, 由 3 种元素组成; A 和 B 均为纯净物; B 可使品红水溶液褪色。

下列说法不正确的是:

- A. 组成 X 的 3 种元素是 Cu、S、O, X 的化学式是 CuS_2O_6
- B. 将固体 X 加入温热的稀 H_2SO_4 中, 产生气体 B, 离子方程式是: $\text{S}_2\text{O}_6^{2-} \xrightarrow[\Delta]{\text{H}^+} \text{SO}_4^{2-} + \text{SO}_2 \uparrow$
- C. 步骤 II, 某同学未加 H_2O_2 溶液, 发现也会缓慢出现白色浑浊, 此时产生 BaSO_3 白色沉淀
- D. 气体 B 通入石蕊试液, 溶液先变红后褪色, 体现了 B 的水溶液具有酸性和漂白性

【答案】CD

【解析】

【分析】将固体隔绝空气加热，能生成一种固体 A 和一种气体 B，其中将固体 A 溶于水分成两等分，一份加入盐酸酸化的氯化钡溶液，能生成白色沉淀，说明固体中有硫酸根的存在；另一份溶液加入适量的 NaOH 溶液，出现蓝色悬浊液，说明固体中存在 Cu^{2+} ，则固体 A 为 CuSO_4 。B 可使品红水溶液褪色，将气体 B 通入足量的 BaCl_2 溶液和 H_2O_2 溶液中，出现白色沉淀，说明该气体可以被 H_2O_2 氧化，则气体 B 为 SO_2 ，再根据产生沉淀 C 和固体 X 的质量计算固体 X 的化学式。

【详解】A. 根据上述分析可知：加入盐酸酸化的氯化钡溶液，生成 1.165g 硫酸钡沉淀，则该份硫酸铜的质量为 0.005mol，则固体 CuSO_4 的物质的量为 0.010mol，质量为 1.6g，根据质量守恒的气体 SO_2 的质量为 0.640g，该物质中三种元素的质量比 $m(\text{Cu}):m(\text{S}):m(\text{O})=0.640\text{g}:0.640\text{g}:0.960\text{g}$ ，则这三种原子的物质的量的比 $n(\text{Cu}):n(\text{S}):n(\text{O})=1:2:6$ ，则固体 X 的化学式： CuS_2O_6 ，A 正确；

B. 将固体 X 加入温热的稀 H_2SO_4 (催化剂) 中，产生气体 B，该反应的离子方程式为 $\text{S}_2\text{O}_6^{2-} \xrightarrow[\Delta]{\text{H}^+} \text{SO}_4^{2-} + \text{SO}_2\uparrow$ ，B 正确；

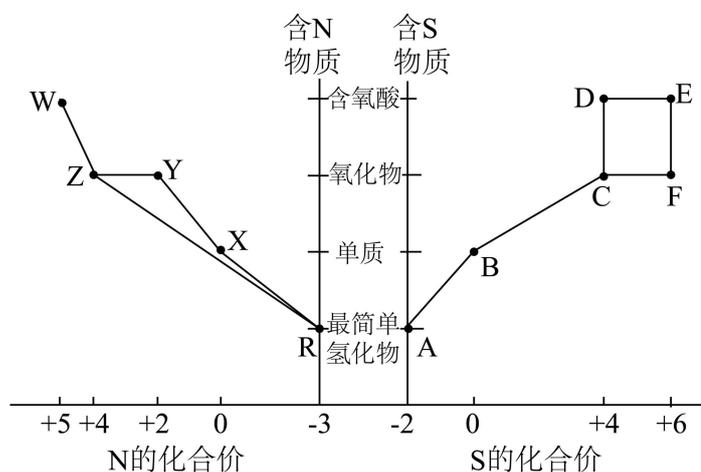
C. 步骤 II 中未加入过氧化氢，也可以出现白色沉淀，说明 SO_2 溶于水后可以被空气中的氧气氧化，生成的沉淀为硫酸钡沉淀，C 错误；

D. 气体 B 为二氧化硫，二氧化硫溶于水形成的亚硫酸具有酸性，可使石蕊溶液变红，但二氧化硫不能漂白酸碱指示剂，D 错误；

故选 CD。

二、非选择题：本题共 5 小题，共 60 分。

16. I. 元素的“价—类”二维图体现了化学变化之美。部分含硫、氮物质的类别与硫元素和氮元素化合价的对应关系如下图所示。



回答下列问题：

(1) 写出实验室利用两种固体物质加热制备物质 R 的化学方程式_____。

(2) 下列有关图中所示含 N、S 物质的叙述，正确的是_____ (填标号)。

a. 在催化剂的作用下，R 可将 Y、Z 还原为 X

b. 图中所示的物质中，只有 W、D、E 属于电解质

c. 用玻璃棒分别蘸取浓的 R 溶液和浓的 W 溶液，玻璃棒靠近时有白烟产生

d. Z、C、F 均能与 NaOH 溶液反应，都是酸性氧化物

e. 制备焦亚硫酸钠 ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$)，从氧化还原反应的角度分析，可选择 B 和 D 反应

II. 已知: ①联氨(N_2H_4)在水中电离方式与 NH_3 相似, 若将 NH_3 视为一元弱碱, 则 N_2H_4 是一种二元弱碱。

② N_2H_4 中 N 显-2 价, 既有氧化性又有还原性。在酸性溶液中以氧化性为主, 还原产物是 NH_4^+ , 但大多数氧化还原反应的速率都很慢, 在碱性溶液中以还原性为主, 氧化产物一般是 N_2 , 通常总是把联氨用作强还原剂。

(3) 在实验室中可以用次氯酸钠和氨气常温制备联氨, 反应的化学方程式为: _____。

(4) 根据以上信息, 推断下列关于 N_2H_4 的说法不正确的是_____

A. 它与 E 形成的酸式盐可以表示为 $N_2H_5HSO_4$

B. 它溶于水所得的溶液中共有 4 种离子

C. 它溶于水发生电离的第一步可表示为: $N_2H_4 + H_2O \rightleftharpoons N_2H_5^+ + OH^-$

D. 若已知联氨和四氧化二氮可以做火箭推进剂, 两者反应产物可以是氮气和水

(5) 在标准状况下将 1.92g 铜粉投入一定量浓 HNO_3 中, 随着铜粉的溶解, 反应生成的气体颜色逐渐变浅, 当铜粉完全溶解后共收集到只由 NO_2 和 NO 组成的混合气体 1.12L, 则混合气体中 NO 的体积为_____

A. 56mL

B. 112mL

C. 224mL

D. 448mL

【答案】(1) $2NH_4Cl + Ca(OH)_2 \xrightarrow{\Delta} CaCl_2 + 2NH_3\uparrow + 2H_2O$

(2) ac

(3) $NaClO + 2NH_3 = N_2H_4 + NaCl + H_2O$

(4) A

(5) B

【解析】

【分析】结合图可知 A 为 H_2S , B 为 S, C 为 SO_2 , D 为 H_2SO_3 , E 为 H_2SO_4 , F 为 SO_3 ; R 为 NH_3 , X 为 N_2 , Y 为 NO , Z 为 NO_2 , W 为 HNO_3 。

【小问 1 详解】

R 为 NH_3 , 实验室利用两种固体物质加热制备物质 NH_3 的化学方程式为 $2NH_4Cl + Ca(OH)_2 \xrightarrow{\Delta} CaCl_2 + 2NH_3\uparrow + 2H_2O$;

【小问 2 详解】

a. NH_3 具有还原性, 在催化剂的作用下, $R(NH_3)$ 可将 $Y(NO)$ 、 $Z(NO_2)$ 还原为 $X(N_2)$, a 正确;

b. A 为 H_2S , B 为 S, C 为 SO_2 , D 为 H_2SO_3 , E 为 H_2SO_4 , F 为 SO_3 ; R 为 NH_3 , X 为 N_2 , Y 为 NO , Z 为 NO_2 , W 为 HNO_3 , 在水溶液里或熔融状态下能够导电的化合物称为电解质, 常见的电解质有酸、碱、盐、水、活泼金属氧化物, 故图中所示的物质中, 属于电解质的为 ADEW, b 错误;

c. R 为 NH_3 , W 为 HNO_3 , 浓硝酸、氨水具有挥发性, 用玻璃棒分别蘸取浓的 R 溶液(氨水)和浓的 W 溶液(HNO_3), 二者挥发出 NH_3 和 HNO_3 反应产生白色 NH_4Cl 固体小颗粒, 故玻璃棒靠近时有白烟产生, c 正确;

d. $Z(NO_2)$ 、 $C(SO_2)$ 、 $F(SO_3)$ 均能与 $NaOH$ 溶液反应, 但只有 $C(SO_2)$ 、 $F(SO_3)$ 是酸性氧化物, $Z(NO_2)$ 不是酸性氧化物, d 错误;

e. 焦亚硫酸钠($Na_2S_2O_5$)中 S 的价态为+4 价, 制备焦亚硫酸钠($Na_2S_2O_5$), 从氧化还原反应的角度分析, 可选择 B(S) 和 E(H_2SO_4)反应, 不可选择 B(S)和 D(H_2SO_3)反应, e 错误;

答案选 ac;

【小问 3 详解】

用次氯酸钠和氨气常温制备联氨, 次氯酸钠作氧化剂, 被还原为 $NaCl$, 氨气作还原剂, 被氧化为联氨, 反应的化学方程式为: $NaClO + 2NH_3 = N_2H_4 + NaCl + H_2O$;

【小问 4 详解】

- A. N_2H_4 是一种二元弱碱，则它与 $\text{E}(\text{H}_2\text{SO}_4)$ 形成的酸式盐可以表示为 $\text{N}_2\text{H}_6\text{HSO}_4$ ，A 错误；
- B. N_2H_4 是一种二元弱碱，在水中电离方式与 NH_3 相似，则其电离方程式为 $\text{N}_2\text{H}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{N}_2\text{H}_5^+ + \text{OH}^-$ 、
 $\text{N}_2\text{H}_5^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{N}_2\text{H}_6^{2+} + \text{OH}^-$ ，它溶于水所得的溶液中有 N_2H_5^+ 、 OH^- 、 $\text{N}_2\text{H}_6^{2+}$ 、 H^+ 共 4 种离子，B 正确；
- C. N_2H_4 是一种二元弱碱，在水中电离方式与 NH_3 相似，则其溶于水电离方程式为 $\text{N}_2\text{H}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{N}_2\text{H}_5^+ + \text{OH}^-$ 、
 $\text{N}_2\text{H}_5^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{N}_2\text{H}_6^{2+} + \text{OH}^-$ ，它溶于水发生电离的第一步可表示为： $\text{N}_2\text{H}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{N}_2\text{H}_5^+ + \text{OH}^-$ ，C 正确；
- D. 联氨有强还原性，四氧化二氮有氧化性，联氨和四氧化二氮发生归中反应生成氮气和水，若已知联氨和四氧化二氮可以做火箭推进剂，两者反应产物可以是氮气和水，D 正确；

答案选 A；

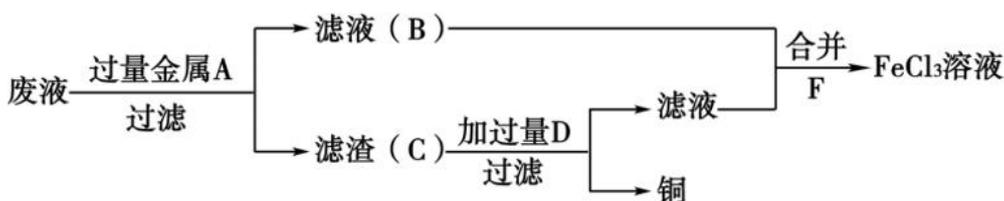
【小问 5 详解】

$\text{Cu} + 4\text{HNO}_3(\text{浓}) = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{NO}_2\uparrow$ 、 $3\text{Cu} + 8\text{HNO}_3(\text{稀}) = 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 4\text{H}_2\text{O} + 2\text{NO}\uparrow$ ，设生成 NO 的物质的量为 $x\text{mol}$ ，

生成 NO_2 的物质的量为 $y\text{mol}$ ，则 $x + y = \frac{1.12}{22.4} = 0.05$ ， $(1.5x + 0.5y) \times 64 = 1.92$ ，联立二式子解得 $x = 0.005$ ，

$y = 0.05 - 0.005 = 0.045$ ，则 NO 的体积为 $0.005\text{mol} \times 22.4\text{L/mol} = 0.112\text{L} = 112\text{mL}$ ，答案选 B。

17. 电子工业常用 FeCl_3 溶液腐蚀绝缘板上的铜箔，制造印刷电路板。为改善环境，废物利用，可从腐蚀废液(主要含 FeCl_3 、 FeCl_2 、 CuCl_2)中回收铜并使腐蚀液再生。处理流程如下图：



(1) 电子工业用 FeCl_3 溶液腐蚀敷在绝缘板上的铜，制造印刷电路板，请写出 FeCl_3 溶液与铜反应的离子方程式：

_____。

(2) 废液中加入过量金属 A 时发生置换反应的离子反应方程式为：_____。

(3) 检验废液中是否含有 Fe^{3+} 所需要试剂名称为_____；

试剂 F 宜选用下列试剂中的_____ (填选项序号)，

- A. 酸性 KMnO_4 溶液 B. 氯水 C. 溴水 D. 稀硝酸

若将上面所选试剂 F 换成 H_2O_2 ，也能达到同样目的。请写出试剂 F 为 H_2O_2 时反应的离子方程式：_____。

(4) 若要检验 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液中是否含有 FeSO_4 ，可选用的最佳试剂为_____ (填选项序号)

- A. 氢氧化钠溶液 B. 氯水 C. 酸性 KMnO_4 溶液 D. 稀硝酸

(5) 若向滤液 B 中加入氢氧化钠溶液并在空气中放置一段时间，沉淀转化的化学方程式为：_____。

【答案】(1) $2\text{Fe}^{3+} + \text{Cu} = 2\text{Fe}^{2+} + \text{Cu}^{2+}$

(2) $\text{Fe} + \text{Cu}^{2+} = \text{Fe}^{2+} + \text{Cu}$

(3) ①. 硫氰酸钾 ②. B ③. $2\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$ (4) C

(5) $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{Fe}(\text{OH})_3$

【解析】

【分析】腐蚀废液(主要含 FeCl_3 、 FeCl_2 、 CuCl_2)加入足量的铁粉，铁粉先和铁离子反应生成亚铁离子，再和铜离子反应生成铜单质和亚铁离子，过滤，得到沉淀 C 为铜和未反应的铁，向 C 中加入过量稀盐酸，生成氯化亚铁和氢气，

铜不与稀盐酸反应，过滤，滤液合并后通入足量氯气，将氯化亚铁氧化生成氯化铁，据此作答。

【小问 1 详解】

FeCl_3 溶液腐蚀敷在绝缘板上的铜，制造印刷电路板的反应原理是强氧化性的 Fe^{3+} 与 Cu 反应，生成 Fe^{2+} 和 Cu^{2+} ，反应的离子方程式为： $2\text{Fe}^{3+} + \text{Cu} = 2\text{Fe}^{2+} + \text{Cu}^{2+}$ ；

【小问 2 详解】

根据分析可知，过量金属 A 是 Fe，铁粉先和铁离子反应生成亚铁离子，再和铜离子反应生成铜单质和亚铁离子，其中发生置换的方程式为： $\text{Fe} + \text{Cu}^{2+} = \text{Fe}^{2+} + \text{Cu}$ ；

【小问 3 详解】

铁离子常用 KSCN 溶液检验，溶液变为红色，因此检验废液中是否含有 Fe^{3+} 所需要的试剂为硫氰化钾；根据分析，试剂 F 的作用是将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} ，又不引入新的杂质：

- A. 引入 Mn 元素和 K 元素，A 不选；
- B. 不会引入杂质，B 选；
- C. 引入 Br 元素，C 不选；
- D. 引入 N 元素，D 不选；

故选 B；

H_2O_2 能将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} ，离子方程式： $2\text{H}^+ + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{Fe}^{2+} = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$ ；

【小问 4 详解】

若要检验 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液中是否含有 FeSO_4 ，可选用的最佳试剂应该满足能与 Fe^{2+} 反应，且有明显现象变化：

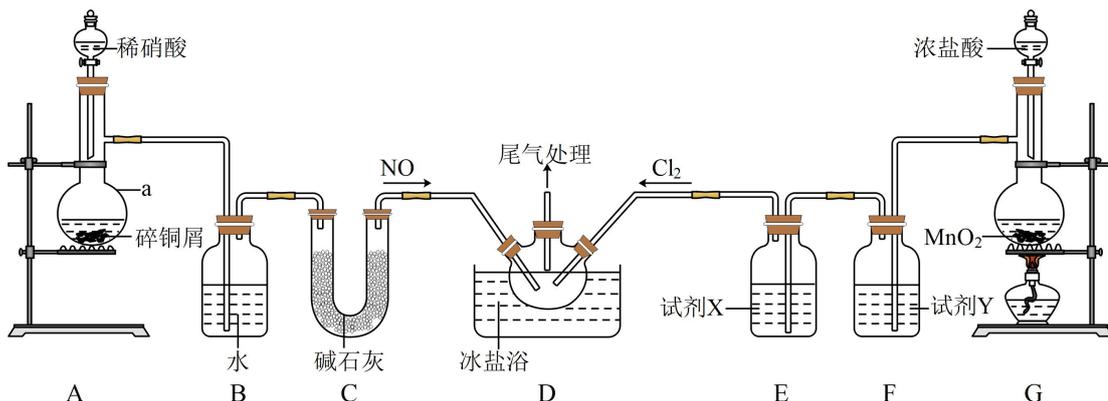
- A. 加入氢氧化钠溶液，两者均会产生沉淀，无法检验，A 不选；
- B. 氯水会与 Fe^{2+} 反应，不与 Fe^{3+} 反应，但是现象变化不明显，无法检验，B 不选；
- C. 酸性 KMnO_4 溶液会与 Fe^{2+} 反应，不与 Fe^{3+} 反应，从而使酸性 KMnO_4 溶液褪色，现象变化明显，C 选；
- D. 稀硝酸会与 Fe^{2+} 反应，不与 Fe^{3+} 反应，但是现象变化不明显，无法检验，D 不选；

故选 C；

【小问 5 详解】

根据分析，滤液 B 为 FeCl_2 溶液，向滤液 B 中加入氢氧化钠溶液并在空气中放置一段时间，会生成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀，沉淀转化的化学方程式为： $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{Fe}(\text{OH})_3$ 。

18. 亚硝酰氯(NOCl ，熔点： -64.5°C ，沸点： -5.5°C)为红褐色液体或黄色气体，具有刺鼻恶臭味，遇水剧烈发生反应： $2\text{NOCl} + \text{H}_2\text{O} = \text{NO} + \text{NO}_2 + 2\text{HCl}$ ，易溶于浓硫酸，常可用于合成清洁剂、触媒剂及中间体等。实验室可由氯气与一氧化氮在常温常压下合成。某研究性学习小组在实验室中按照下图所示装置制备 NOCl ，并测定其纯度。请按照要求回答下列问题：



(1) a 中反应的离子方程式为_____。

(2) G 装置中反应的化学方程式为_____。试剂 Y 的名称为_____。

(3) 从三颈烧瓶溢出的尾气要先通入浓硫酸后,再通入 NaOH 溶液中吸收,尾气须要先通入浓硫酸的原因是_____。

(4) NOCl 与 NaOH 溶液反应的化学方程式为_____。(已知: $\text{NO}+\text{NO}_2+2\text{NaOH}=\text{2NaNO}_2+\text{H}_2\text{O}$)。

(5) 测量产物 NOCl 的纯度:取三颈烧瓶中所产物 mg 溶于水,配成 250mL 溶液,取出 25.00mL,与 $V\text{mLcmol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 AgNO_3 溶液恰好完全反应,则产物中 NOCl 纯度的计算式为_____。

【答案】 (1) $3\text{Cu}+8\text{H}^++2\text{NO}_3^-=3\text{Cu}^{2+}+2\text{NO}\uparrow+4\text{H}_2\text{O}$

(2) ①. $\text{MnO}_2+4\text{HCl}(\text{浓})\xrightarrow{\Delta}\text{MnCl}_2+\text{Cl}_2\uparrow+2\text{H}_2\text{O}$ ②. 饱和食盐水或饱和氯化钠溶液

(3) 防止 NaOH 溶液中的水蒸气与 NOCl 直接接触,剧烈反应,产生杂质气体,导致制备的 NOCl 不纯

(4) $\text{NOCl}+2\text{NaOH}=\text{NaCl}+\text{NaNO}_2+\text{H}_2\text{O}$

(5) $\frac{0.655cV}{m}\times 100\%$

【解析】

【分析】实验装置图可知,装置 A 中铜和稀硝酸反应制备硝酸铜,装置 B 中盛有的水将二氧化氮转化为一氧化氮,装置 C 中碱石灰用于干燥一氧化氮;装置 G 中二氧化锰和浓盐酸共热反应制备氯气,浓盐酸具有挥发性,制得的氯气中混有氯化氢和水蒸气,装置 F 中盛有的饱和食盐水用于除去氯化氢,装置 E 中盛有的浓硫酸用于干燥氯气,装置 D 中氯气和一氧化氮在冰盐水的条件下反应生成亚硝酰氯,从三颈烧瓶逸出的尾气先通入浓硫酸再通入氢氧化钠溶液中,防止污染空气。

【小问 1 详解】

烧瓶 a 中稀硝酸与铜反应生成硝酸铜、一氧化氮和水,反应的离子方程式为 $3\text{Cu}+8\text{H}^++2\text{NO}_3^-=3\text{Cu}^{2+}+2\text{NO}\uparrow+4\text{H}_2\text{O}$;

【小问 2 详解】

根据分析,G 装置中是实验室制 Cl_2 ,二氧化锰和浓盐酸反应生成氯化锰、水、氯气,反应的化学方程式:

$\text{MnO}_2+4\text{HCl}(\text{浓})\xrightarrow{\Delta}\text{MnCl}_2+\text{Cl}_2\uparrow+2\text{H}_2\text{O}$; F 装置为盛有的饱和食盐水用于除去氯化氢,所以 Y 是饱和食盐水或饱和氯化钠溶液;

【小问 3 详解】

由题给信息可知,亚硝酰氯易与水反应生成一氧化氮、二氧化氮和氯化氢,为防止亚硝酰氯发生水解反应,从三颈烧瓶逸出的尾气应先通入浓硫酸吸收氢氧化钠溶液中产生的水蒸气,再通入氢氧化钠溶液,防止水蒸气进入三颈烧瓶与亚硝酰氯反应,导致产品的产率降低,故答案为:防止 NaOH 溶液中的水蒸气与 NOCl 直接接触,剧烈反应,产生杂质气体,导致制备的 NOCl 不纯;

【小问 4 详解】

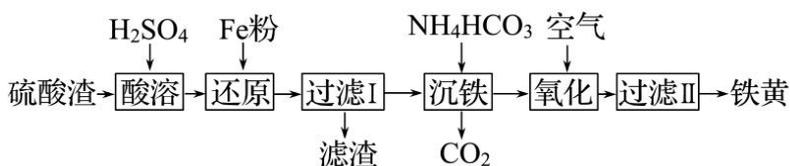
由题给信息可知,亚硝酰氯易与水反应生成一氧化氮、二氧化氮和氯化氢,等物质的量的一氧化氮、二氧化氮与氢氧化钠溶液反应生成亚硝酸钠和水,则亚硝酰氯与氢氧化钠溶液反应生成亚硝酸钠、氯化钠和水,反应的化学方程式为 $\text{NOCl}+2\text{NaOH}=\text{NaNO}_2+\text{NaCl}+\text{H}_2\text{O}$;

【小问 5 详解】

由方程式可得如下转化关系: $\text{NOCl}\text{---}\text{HCl}\text{---}\text{AgNO}_3$, 25.00mL 溶液滴定消耗 $V\text{mLcmol/L}$ 硝酸银溶液,则 mg 样品中

$$\text{亚硝酰氯的纯度} = \frac{c \text{ mol/L} \times 10^{-3} \text{ V L} \times 10 \times 65.5 \text{ g/mol}}{\text{mg}} \times 100\% = \frac{0.655cV}{m} \times 100\%$$

19. 以硫酸渣(主要含 Fe_2O_3 、 SiO_2 等)为原料制备铁黄(FeOOH)的一种工艺流程如图:



已知: SiO_2 为不溶于水的酸性氧化物, 常温下和硫酸不反应。

- (1) “酸溶”中加快溶解的方法可采取加热、_____、适当增大硫酸浓度或粉碎硫酸渣等方法。
- (2) “酸溶”过程中的主要反应的离子方程式为_____; “还原”过程中的离子方程式为_____。
- (3) “沉铁”过程中生成 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 的化学方程式为_____。
- (4) “氧化”时, 用 NaNO_2 浓溶液代替空气氧化 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 浆液, 虽然能缩短氧化时间, 缺点可能是_____。

【答案】 (1) 搅拌 (2) ①. $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$ ②. $\text{Fe} + 2\text{Fe}^{3+} = 3\text{Fe}^{2+}$

(3) $\text{FeSO}_4 + 2\text{NH}_4\text{HCO}_3 = \text{Fe}(\text{OH})_2 \downarrow + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 2\text{CO}_2 \uparrow$

(4) NaNO_2 的还原可能为氮氧化物, 会污染空气

【解析】

【分析】 硫酸渣(含 Fe_2O_3 、 SiO_2 等)加硫酸后, 氧化铁溶于硫酸得到硫酸铁, 二氧化硅不溶于硫酸, 再加铁粉, 将硫酸铁还原为硫酸亚铁, 过滤除去二氧化硅和过量的铁粉, 滤液中加碳酸氢铵, 发生反应生成氢氧化亚铁沉淀, 经氧化得到铁黄, 据此分析解答。

【小问 1 详解】

酸溶时, 可通过适当增大硫酸的浓度, 升高温度, 粉碎硫酸渣, 加速搅拌等方式加快反应速率;

【小问 2 详解】

根据分析, “酸溶”过程中氧化铁溶于硫酸得到硫酸铁, 二氧化硅不溶于硫酸, 主要反应的离子方程式

$\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$; 还原过程中硫酸铁被还原为硫酸亚铁, 反应的离子方程式为: $\text{Fe} + 2\text{Fe}^{3+} = 3\text{Fe}^{2+}$;

【小问 3 详解】

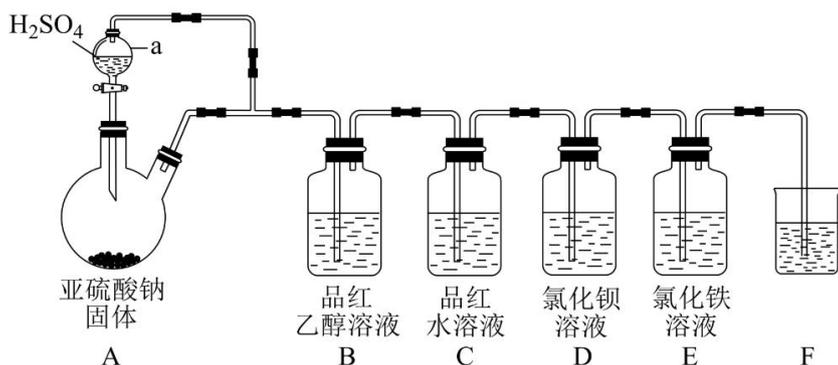
有题中信息可知沉铁时碳酸氢铵与硫酸亚铁反应生成氢氧化亚铁, 二氧化碳, 和硫酸铵, 反应方程式为:

$\text{FeSO}_4 + 2\text{NH}_4\text{HCO}_3 = \text{Fe}(\text{OH})_2 \downarrow + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 2\text{CO}_2 \uparrow$;

【小问 4 详解】

NaNO_2 作氧化剂时, 其还原产物为可能生成 NO 等, 氮的氧化物有毒会污染空气。

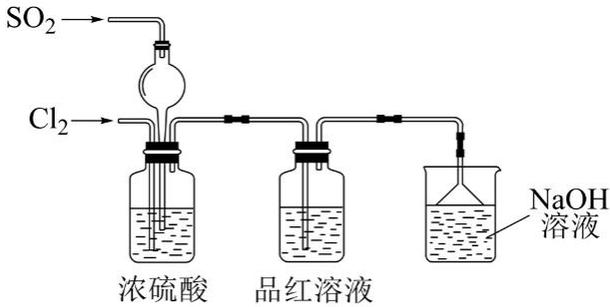
20. 某学习小组设计了如图装置用于制取 SO_2 并验证其性质。



(1) 仪器 a 的名称为 _____，实验时装置 E 中反应的离子方程式为 _____。

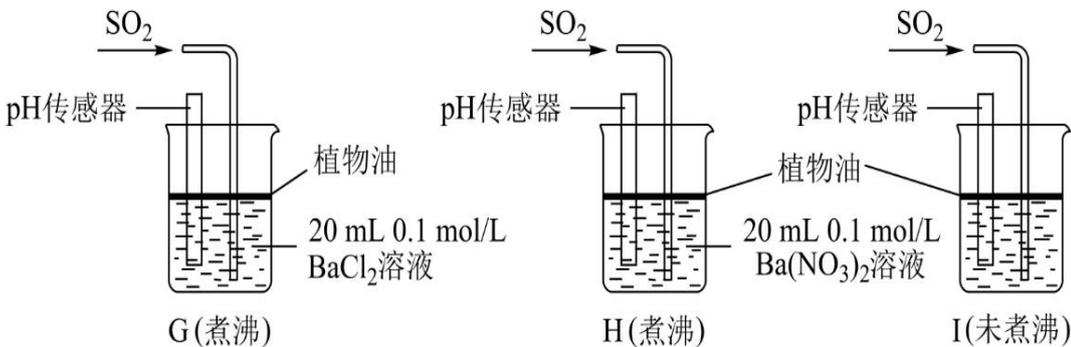
(2) 若装置 B 中溶液无明显现象，装置 C 中溶液红色褪去，则使品红的水溶液褪色的含硫微粒一定不是 _____ (填化学式)。

(3) 该实验小组的甲、乙两位同学为了进一步探究 SO₂ 的漂白性，按下图装置继续进行实验并记录相关实验现象。请根据下表中实验现象做出合理解释。



组别	实验现象	合理解释
甲	品红溶液几乎不褪色	反应离子方程式为 _____
乙	品红溶液随时间的推移变得越来越浅	原因可能是 _____

(4) 该实验小组的学生丙预测装置 D 中没有白色沉淀产生，但随着反应的进行，发现装置 D 中产生了少量白色沉淀。为进一步探究产生沉淀的原因，分别用煮沸和未煮沸过的蒸馏水配制的 Ba(NO₃)₂ 和 BaCl₂ 溶液，进行如图实验：



实验中 G、H、I 烧杯中观察到的现象如表：

烧杯	实验现象
G	无白色沉淀产生，pH 传感器测的溶液 pH=5.3
H	有白色沉淀产生
I	有白色沉淀产生，I 中出现白色沉淀比 H 中快很多

①据 G 中现象推测 D 中产生的白色沉淀的化学式是 _____。

②据 I 中出现白色沉淀的速率比 H 中快很多的现象，推测其根本原因可能是 _____。

(5) 该实验小组的学生丁用 200ml 0.1mol·L⁻¹ 酸性 KMnO₄ 溶液测定空气中 SO₂ 含量，若气体流速为 a cm³·min⁻¹，当时间为 t min 时酸性 KMnO₄ 溶液恰好褪色，则空气中 SO₂ 的含量为 _____ (g·cm⁻³)。

【答案】 (1) ①. 分液漏斗 ②. $2Fe^{3+} + SO_2 + 2H_2O = 2Fe^{2+} + SO_4^{2-} + 4H^+$

(2) SO₂ (3) ①. Cl₂+SO₂+2H₂O=4H⁺+2Cl⁻+SO₄²⁻ ②. Cl₂与SO₂流速不相同, 导致其中一种过量, 漂

白品红溶液

(4) ①. BaSO₄ ②. 水溶液中的溶解氧氧化SO₂比硝酸根氧化SO₂更快, 生成沉淀更快

(5) $\frac{3.2}{\text{at}}$

【解析】

【分析】由实验装置图可知, 装置A中亚硫酸钠与稀硫酸反应制得二氧化硫, B中盛有的品红乙醇溶液不褪色, C中盛有的品红溶液褪色, D中盛有的氯化钡溶液不与二氧化硫反应, 溶液中没有现象, D中氯化铁溶液与二氧化硫发生氧化还原反应, 溶液由棕黄色变为浅绿色, F中盛有的氢氧化钠溶液用于吸收有毒的二氧化硫, 防止污染环境。

【小问1详解】

由实验装置图可知, 仪器a为分液漏斗; 装置E中发生的反应为氯化铁溶液与二氧化硫发生氧化还原反应生成氯化亚铁、盐酸和硫酸, 反应的离子方程式为: $2\text{Fe}^{3+}+\text{SO}_2+2\text{H}_2\text{O}=2\text{Fe}^{2+}+\text{SO}_4^{2-}+4\text{H}^+$;

【小问2详解】

若装置B中溶液无明显现象, 装置C中溶液红色褪去, 说明使品红的水溶液褪色的含硫微粒是二氧化硫与水反应生成的亚硫酸或亚硫酸根或亚硫酸氢根, 不是二氧化硫, 故答案为: SO₂;

【小问3详解】

由甲中品红溶液几乎不褪色可知, 二氧化硫和氯气在品红溶液恰好完全反应生成没有漂白性的盐酸和硫酸, 反应的化学方程式为 $\text{Cl}_2+\text{SO}_2+2\text{H}_2\text{O}=2\text{HCl}+\text{H}_2\text{SO}_4$; 由乙中品红溶液随着时间的推移变得越来越浅, 说明某种气体流速过快, 导致氯气或二氧化硫过量, 使品红溶液漂白褪色, 故答案为: $\text{Cl}_2+\text{SO}_2+2\text{H}_2\text{O}=2\text{HCl}+\text{H}_2\text{SO}_4$; Cl₂与SO₂流速不相同, 导致其中一种过量, 漂白品红溶液;

【小问4详解】

①由G中无白色沉淀产生, pH传感器测的溶液pH=5.3可知, D中二氧化硫与溶液中的氧气反应生成硫酸, 硫酸与氯化钡溶液反应生成硫酸钡沉淀, 故答案为: BaSO₄;

②由I中出现白色沉淀的速率比H中快很多的现象可知, 没有煮沸的蒸馏水中溶有的氧气与二氧化硫的反应速率比硝酸根离子在酸性条件下与二氧化硫反应的速率快, 说明在水溶液中氧气氧化SO₂比硝酸根氧化SO₂活化能小, 生成沉淀速率快, 故答案为: 在水溶液中氧气氧化SO₂比硝酸根氧化SO₂活化能小, 生成沉淀速率快;

【小问5详解】

由题意可知, 二氧化硫与酸性高锰酸钾溶液反应生成硫酸锰、硫酸钾、硫酸和水, 由得失电子数目守恒可得: $2\text{KMnO}_4\text{—}5\text{SO}_2$, 由tmin时酸性高锰酸钾溶液恰好褪色可知二氧化硫的含量为

$$\frac{0.1\text{mol/L} \times 0.2\text{L} \times \frac{5}{2} \times 64\text{g/mol}}{\text{acm}^3/\text{min} \times t\text{min}} = \frac{3.2}{\text{at}} \text{g/cm}^3, \text{ 故答案为: } \frac{3.2}{\text{at}}.$$