
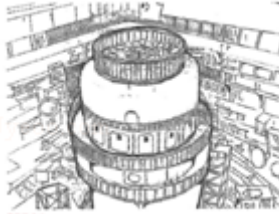
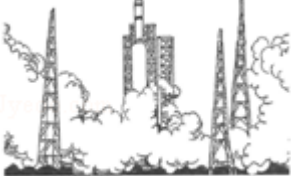



2018年北京市高考化学试卷

参考答案与试题解析

一、选择题（共7小题，每小题6分，共42分。每题只有一个正确选项）

1. （6分）下列我国科技成果所涉及物质的应用中，发生的不是化学变化的是（ ）

			
A. 甲醇低温所制氢气用于新能源汽车	B. 氘、氚用作“人造太阳”核聚变燃料	C. 偏二甲肼用作发射“天宫二号”的火箭燃料	D. 开采可燃冰，将其作为能源使用

A. A

B. B

C. C

D. D

【考点】18：物理变化与化学变化的区别与联系。

【分析】一般来说，物质的熔点、状态发生改变，为物理变化，而生成新物质的变化属于化学变化，化学变化为原子的重新组合，物质的组成、结构和性质发生变化，但原子不会改变，以此解答该题。

【解答】解：A. 甲醇生成氢气，为化学变化，故A不选；

B. 氘、氚用作“人造太阳”核聚变燃料，原子核发生变化，不属于化学变化的范畴，故B选；

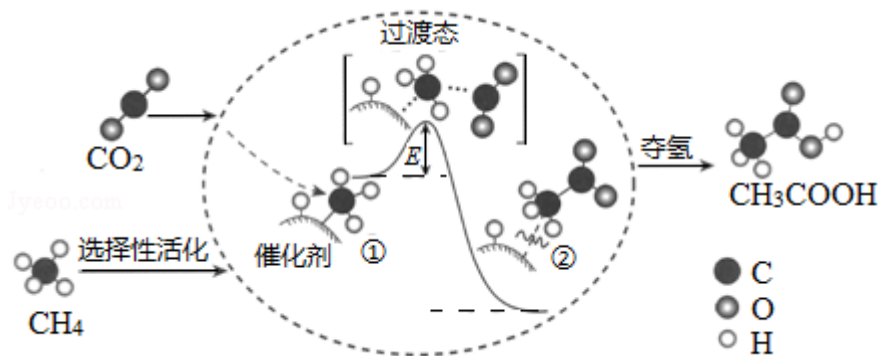
C. 偏二甲肼用作发射“天宫二号”的火箭燃料，燃烧生成氮气和水，发生化学变化，故C不选；

D. 可燃冰的主要成分为甲烷，燃烧生成二氧化碳和水，为化学变化，故D不选。故选：B。

【点评】本题为2018年全国卷，题目考查物质的变化，侧重于化学与生活、生产的考查，有利于培养学生良好的科学素养，主要把握化学变化与物理变化

的区别，难度不大。

2. (6分) 我国科研人员提出了由 CO_2 和 CH_4 转化为高附加值产品 CH_3COOH 的催化反应历程。该历程示意图如下。



下列说法不正确的是 ()

- A. 生成 CH_3COOH 总反应的原子利用率为 100%
- B. $\text{CH}_4 \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH}$ 过程中，有 C - H 键发生断裂
- C. ① \rightarrow ②放出能量并形成了 C - C 键
- D. 该催化剂可有效提高反应物的平衡转化率

【考点】 15: 化学反应的实质; H1: 有机化合物中碳的成键特征.

【分析】 A. 原子利用率是指被利用的原子数和总原子数之比;

B. 甲烷反应后生成乙酸，结合分子中化学键变化法判断;

C. 图中可知。① \rightarrow ②过程中能量降低，说明为放热过程通过过渡态形成了 C - C 化学键;

D. 催化剂改变反应速率不改变化学平衡和反应焓变;

【解答】 解: A. 图中分析，1mol 甲烷和 1mol 二氧化碳反应生成 1mol 乙酸，生成 CH_3COOH 总反应的原子利用率为 100%，故 A 正确;

B. 图中变化可知甲烷在催化剂作用下经过选择性活化，其中甲烷分子中碳原子会与催化剂形成一新的共价键，必有 C - H 键发生断裂，故 B 正确;

C. ① \rightarrow ②的焓值降低，过程为放热过程，有 C - C 键形成，故 C 正确;

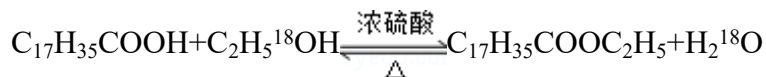
D. 催化剂只加快反应速率，不改变化学平衡转化率，故 D 错误;

故选: D。

【点评】 本题考查了化学反应过程的分析、反应过程中催化剂作用和能量变化、化学键的变化，注意题干信息的理解应用，掌握基础是解题关键，题目难度中等。

3. (6分) 下列化学用语对事实的表述不正确的是 ()

A. 硬脂酸与乙醇的酯化反应：



B. 常温时， $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 氨水的 $\text{pH}=11.1$ ： $\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$

C. 由 Na 和 Cl 形成离子键的过程： $\text{Na} \times + \cdot \ddot{\text{Cl}}: \longrightarrow \text{Na}^+ [\ddot{\text{Cl}}:]^-$

D. 电解精炼铜的阴极反应： $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Cu}$

【考点】 48：化学方程式的书写；92：离子键的形成；BI：电极反应和电池反应方程式；I8：聚合反应与酯化反应。

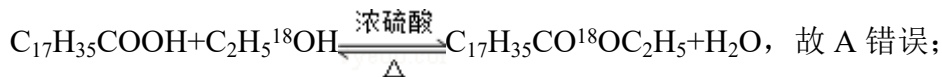
【分析】 A. 硬脂酸为 $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$ ，含有羧基，与 $\text{C}_2\text{H}_5^{18}\text{OH}$ 发生酯化反应生成 $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{CO}^{18}\text{OC}_2\text{H}_5$ ；

B. 常温时， $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 氨水的 $\text{pH}=11.1$ ，说明 $\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$ 不能完全电离，为弱电解质；

C. 氯化钠为离子化合物，含有离子键；

D. 电解精炼铜，阴极析出铜。

【解答】 解：A. 硬脂酸为 $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$ ，含有羧基，与 $\text{C}_2\text{H}_5^{18}\text{OH}$ 发生酯化反应，乙醇脱去 H 原子，硬脂酸脱去羟基，反应的化学方程式为



B. 常温时， $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 氨水的 $\text{pH}=11.1$ ，说明 $\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$ 不能完全电离，为弱电解质，则电离方程式为 $\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ ，故 B 正确；

C. 氯化钠为离子化合物，含有离子键，反应中 Na 失去电子，Cl 得到电子，则由 Na 和 Cl 形成离子键的过程： $\text{Na} \cdot + \cdot \ddot{\text{Cl}}: \longrightarrow \text{Na}^+ [\ddot{\text{Cl}}:]^-$ ，故 C 正确；

D. 电解精炼铜，阴极析出铜，电极方程式为 $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Cu}$ ，故 D 正确。

故选：A。

【点评】 本题综合考查化学用语，涉及酯化反应、弱电解质的电离、电子式以及电极方程式，题目把化学用语与化学反应原理巧妙地结合，很好地考查学生的分析能力，题目难度不大。

4. (6分) 下列实验中的颜色变化，与氧化还原反应无关的是 ()

	A	B	C	D
实验	NaOH 溶液滴入 FeSO ₄ 溶液中	石蕊溶液滴入氯水中	Na ₂ S 溶液滴入 AgCl 浊液中	热铜丝插入稀硝酸中
现象	产生白色沉淀，随后变为红褐色	溶液变红，随后迅速褪色	沉淀由白色逐渐变为黑色	产生无色气体，随后变为红棕色

A. A

B. B

C. C

D. D

【考点】 B1: 氧化还原反应.

【分析】 发生的反应中，存在元素的化合价变化，与氧化还原反应有关；反之，不存在元素的化合价变化，则与氧化还原反应无关，以此解答该题。

【解答】 解：A. NaOH 溶液滴入 FeSO₄ 溶液中，产生白色沉淀，为 Fe(OH)₂，随后后变为红褐色，生成 Fe(OH)₃，Fe 元素化合价发生变化，为氧化还原反应，故 A 不选；

B. 石蕊溶液滴入氯水中，生成盐酸和次氯酸，溶液变红与盐酸有关，后褪色与 HClO 的漂白性有关，Cl 元素化合价发生变化，属于氧化还原反应，故 B 不选；

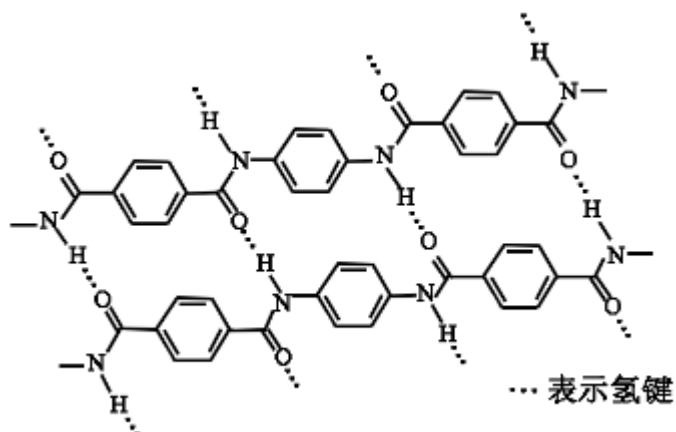
C. Na₂S 溶液滴入 AgCl 浊液中，沉淀由白色逐渐变为黑色，由 AgCl 生成 Ag₂S 沉淀，属于沉淀的转化，元素化合价没有发生变化，不是氧化还原反应，故 C 选；

D. 热铜丝插入稀硝酸中，产生无色气体，随后变为红棕色，涉及 NO 转化为 NO₂，N 元素化合价变化，属于氧化还原反应，故 D 不选。

故选：C。

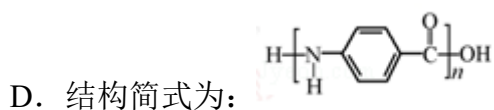
【点评】 本题考查氧化还原反应，为高考常见题型，侧重于氧化还原反应判断的考查，注意把握发生的反应及反应中元素的化合价变化，题目难度不大。

5. (6分) 一种芳纶纤维的拉伸强度比钢丝还高, 广泛用作防护材料, 其结构片段如下图。



下列关于该高分子的说法正确的是 ()

- A. 完全水解产物的单个分子中, 苯环上的氢原子具有不同的化学环境
- B. 完全水解产物的单个分子中, 含有官能团 $-COOH$ 或 $-NH_2$
- C. 氢键对该高分子的性能没有影响



【考点】HD: 有机物的结构和性质。

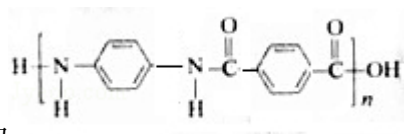
【分析】由结构可知, 该高分子由 和 发生

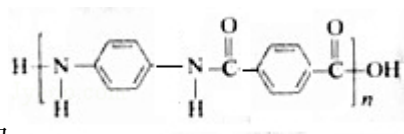
缩聚反应生成, 高分子的结构简式为 , 以此来解答。

【解答】解: A. 单体的苯环上均只有一种化学环境的 H, 故 A 错误;

B. 和 的官能团分别为 $-NH_2$ 、 $-COOH$, 故 B 正确;

C. 氢键影响高分子的物理性质, 如溶解性、熔沸点等, 故 C 错误;



D. 结构简式为 ，故 D 错误；

故选：B。

【点评】 本题考查有机物的结构与性质，为高频考点，把握高分子的结构、缩聚反应为解答的关键，侧重分析与应用能力的考查，注意选项 C 为解答的易错点，题目难度不大。

6. (6分) 测定 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{Na}_2\text{SO}_3$ 溶液先升温再降温过程中的 pH，数据如下：

时刻	①	②	③	④
温度/ $^{\circ}\text{C}$	25	30	40	25
pH	9.66	9.52	9.37	9.25

实验过程中，取①④时刻的溶液，加入盐酸酸化的 BaCl_2 溶液做对比实验，④产生白色沉淀多。

下列说法不正确的是 ()

- A. Na_2SO_3 溶液中存在水解平衡： $\text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HSO}_3^{-} + \text{OH}^{-}$
- B. ④的 pH 与①不同，是由于 SO_3^{2-} 浓度减小造成的
- C. ①→③的过程中，温度和浓度对水解平衡移动方向的影响一致
- D. ①与④的 K_w 值相等

【考点】 D5：弱电解质在水溶液中的电离平衡。

【分析】 A. Na_2SO_3 是强碱弱酸盐， SO_3^{2-} 存在水解平衡；

B. 温度相同，④溶液的 pH 值低于①溶液的 pH 值，说明溶液中 OH^{-} 浓度降低；

C. ①到③过程温度升高，溶液 pH 降低，增大浓度则有利于水解正向移动；

D. 水的离子积常数 K_w 只有温度有关。

【解答】 解：A. Na_2SO_3 是强碱弱酸盐， SO_3^{2-} 存在水解平衡，水解平衡为：

$\text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HSO}_3^{-} + \text{OH}^{-}$ ，忽略二级水解，故 A 正确；

B. 温度相同，④溶液的 pH 值低于①溶液的 pH 值，说明溶液中 OH^{-} 浓度降低，也就说明过程中 SO_3^{2-} 浓度有所降低，故 B 正确；

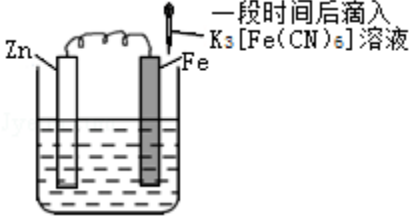
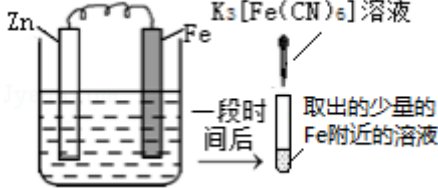
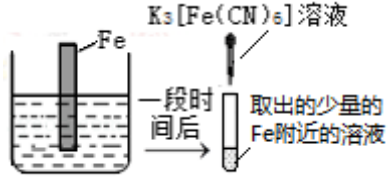
C. ①到③过程温度升高，溶液 pH 降低，说明温度升高并没有起到促进水解平衡右移的作用，增大浓度则有利于水解正向移动，因此温度和浓度对水解平衡移动方向的影响不一致，故 C 错误；

D. 水的离子积常数 K_w 只有温度有关，①和④温度相同，所以①和④的 K_w 值相等，故 D 正确，

故选：C。

【点评】 本题考查弱电解质在水中的电离平衡，明确 Na_2SO_3 的水解平衡是解题的关键，盐类水解是高频考点，也是高考的重点和难点，本题难度不大，是基础题。

7. (6分) 验证牺牲阳极的阴极保护法，实验如下(烧杯内均为经过酸化的 3%NaCl 溶液)。

①		在 Fe 表面生成蓝色沉淀
②		试管内无明显变化
③		试管内生成蓝色沉淀

下列说法不正确的是 ()

- A. 对比②③，可以判定 Zn 保护了 Fe
- B. 对比①②， $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 可能将 Fe 氧化
- C. 验证 Zn 保护 Fe 时不能用①的方法
- D. 将 Zn 换成 Cu，用①的方法可判断 Fe 比 Cu 活泼

【考点】 BH: 原电池和电解池的工作原理.

【分析】A. ②③相比较，可说明铁连接锌后，铁没有被腐蚀；

B. ①②相比较，可知铁棒表面被氧化，但溶液中没有亚铁离子；

C. 如铁不纯，也可形成原电池反应而被氧化，不能通过铁棒的表面反应判断；

D. 用实验①的方法不能比较金属的活泼性。

【解答】解：A. ②中铁没有被腐蚀，而③铁腐蚀，可说明铁连接锌后，锌保护了铁，故 A 正确；

B. ①②相比较，可知铁棒表面被氧化，但溶液中没有亚铁离子，可能的原因为 $K_3[Fe(CN)_6]$ 将 Fe 氧化，故 B 正确；

C. 如铁不纯，也可形成原电池反应而被氧化，加入 $K_3[Fe(CN)_6]$ 可在铁的表面生成蓝色沉淀，则验证 Zn 保护 Fe 时不能用①的方法，应用②的方法，故 C 正确；

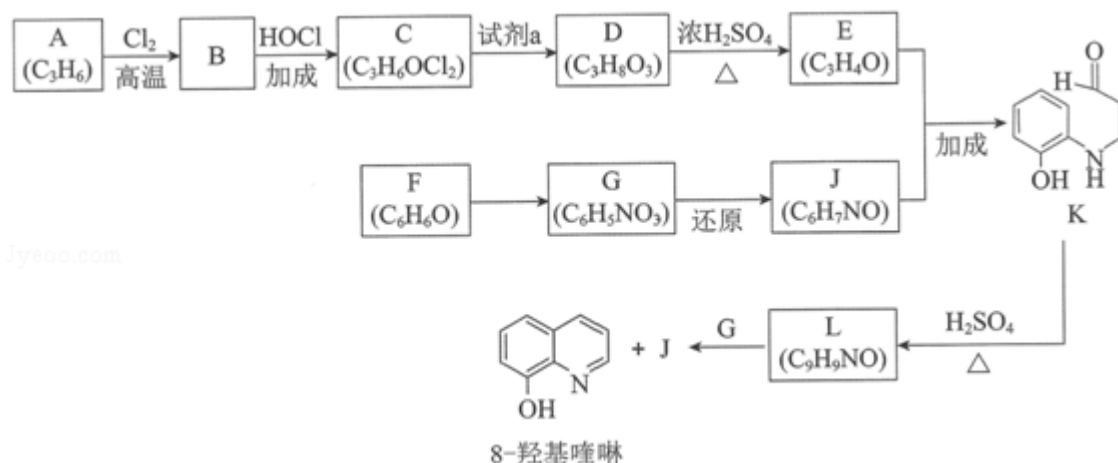
D. 实验①可说明铁被氧化，说明方法存在缺陷，不能比较金属的活泼性，则换成铜，也不能证明金属的活泼性，故 D 错误。

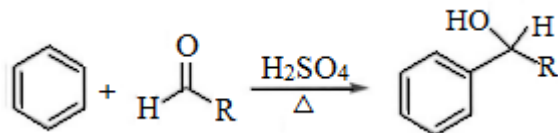
故选：D。

【点评】本题探究铁的腐蚀与防护，为 2018 年北京考题，侧重考查学生的分析能力和实验能力，主要把握实验的原理以及金属的腐蚀，主要把握实验的合理性与可行性的评价，把握物质的性质，难度中等。

二、非选择题 II 卷（60 分）

8. （17 分）8-羟基喹啉被广泛用作金属离子的络合剂和萃取剂，也是重要的医药中间体。下图是 8-羟基喹啉的合成路线。





已知：i.

ii. 同一个碳原子上连有 2 个羟基的分子不稳定。

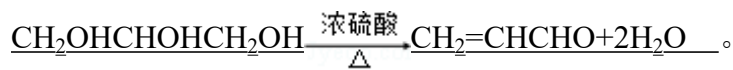
(1) 按官能团分类，A 的类别是 烯烃。

(2) A→B 的化学方程式是 $\text{CH}_2=\text{CHCH}_3 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{高温}} \text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{Cl} + \text{HCl}$ 。

(3) C 可能的结构简式是 $\text{CH}_2\text{ClCHOHCH}_2\text{Cl}$ 或 $\text{CH}_2\text{OHCHClCH}_2\text{Cl}$ 。

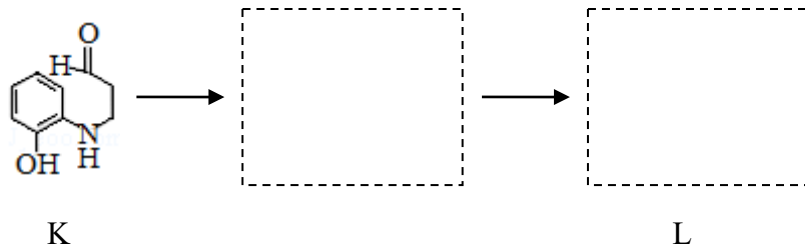
(4) C→D 所需的试剂 a 是 NaOH 水溶液。

(5) D→E 的化学方程式是



(6) F→G 的反应类型是 取代反应。

(7) 将下列 K→L 的流程图补充完整：



(8) 合成 8-羟基喹啉时，L 发生了 氧化（填“氧化”或“还原”）反应，反应时还生成了水，则 L 与 G 物质的量之比为 3:1。

【考点】 HC：有机物的合成。

【专题】 534：有机物的化学性质及推断。

【分析】 E 和 J 发生加成反应生成 K，根据 K 结构简式确定 F 中含有苯环、A 为

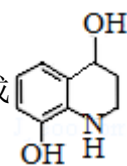
链状结构，由 F 分子式知 F 为 ；由 E、J 分子式知，E 为

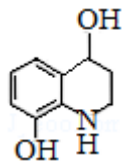
$\text{CH}_2=\text{CHCHO}$ ，J 为 ，F 发生邻位取代生成 G 为 ，G 发生

还原反应生成 J；

根据信息 ii 结合 D 分子式知 D 为 $\text{CH}_2\text{OHCHOHCH}_2\text{OH}$ ，则 C 为 $\text{CH}_2\text{ClCHOHCH}_2\text{Cl}$ 或 $\text{CH}_2\text{OHCHClCH}_2\text{Cl}$ ，则 a 为 NaOH 水溶液，结合 A 分

子式知 A 为 $\text{CH}_2=\text{CHCH}_3$ ，高温条件下 A 和氯气发生取代反应，则 B 为

$\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{Cl}$ ，K 在浓硫酸作用下发生信息 i 的反应生成 ，然后



发生消去反应生成 L 为 ，以此解答该题。

【解答】解：（1）由以上分析可知 A 为 $\text{CH}_2=\text{CHCH}_3$ ，为烯烃，

故答案为：烯烃；

（2）A 为 $\text{CH}_2=\text{CHCH}_3$ ，B 为 $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{Cl}$ ，高温条件下 A 和氯气发生甲基上的取代反应，则 $\text{A} \rightarrow \text{B}$ 的化学方程式是



故答案为： $\text{CH}_2=\text{CHCH}_3 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{高温}} \text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{Cl} + \text{HCl}$ ；

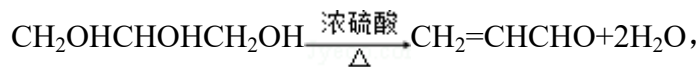
（3）由以上分析可知 C 的结构简式是 C 为 $\text{CH}_2\text{ClCHOHCH}_2\text{Cl}$ 或 $\text{CH}_2\text{OHCHClCH}_2\text{Cl}_2$ ，

故答案为： $\text{CH}_2\text{ClCHOHCH}_2\text{Cl}$ 或 $\text{CH}_2\text{OHCHClCH}_2\text{Cl}$ ；


（4）通过以上分析知， $\text{C} \rightarrow \text{D}$ 所需的试剂 a 是 NaOH 水溶液，

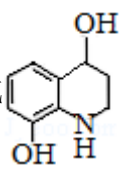
故答案为：NaOH 水溶液；

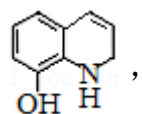
（5）E 为 $\text{CH}_2=\text{CHCHO}$ ，D 为 $\text{CH}_2\text{OHCHOHCH}_2\text{OH}$ ，D 发生消去反应和氧化反应生成 E，反应的化学方程式为



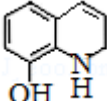
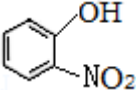
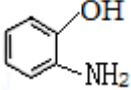
故答案为： $\text{CH}_2\text{OHCHOHCH}_2\text{OH} \xrightarrow[\Delta]{\text{浓硫酸}} \text{CH}_2=\text{CHCHO} + 2\text{H}_2\text{O}$ ；

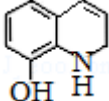
（6）F 为  发生取代反应生成 G，故答案为：取代反应；

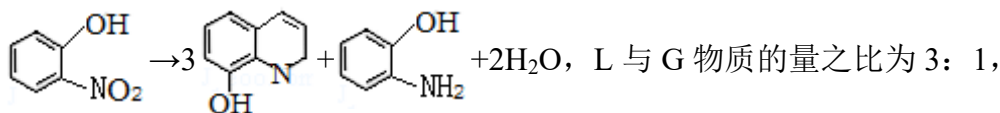
（7）由题给信息可知 K 首先发生加成反应生成 ，然后再发生消去反应

生成 L 为 ，

故答案为：：

(8) L 为  , G 为  , J 为  , L 与 G 反应生成 J 和 8-

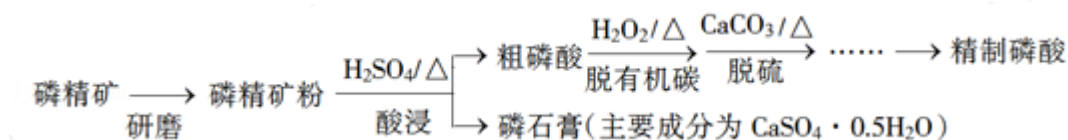
羟基喹啉, L 失去氢, 应为氧化反应, 反应的化学方程式为 3  +



故答案为: 氧化反应; 3: 1。

【点评】 本题考查有机物的合成, 为 2018 年北京考题, 侧重考查学生的分析能力, 注意把握题给信息以及有机物官能团的转化, 正确推断有机物的结构为解答该题的关键, 难度中等。

9. (13 分) 磷精矿湿法制备磷酸的一种工艺流程如下:



已知: 磷精矿主要成分为 $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$, 还含有 $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ 和有机碳等。

溶解度: $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH}) < \text{CaSO}_4 \cdot 0.5\text{H}_2\text{O}$

(1) 上述流程中能加快反应速率的措施有 研磨, 加热。

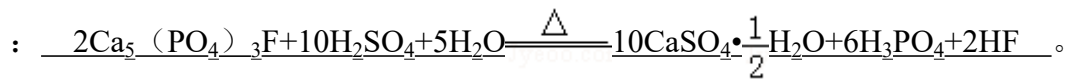
(2) 磷精矿粉酸浸时发生反应:



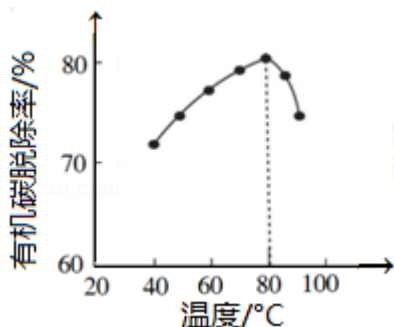
① 该反应体现出酸性关系: H_3PO_4 < H_2SO_4 (填“>”或“<”)。

② 结合元素周期律解释①中结论: P 和 S 电子层数相同。 同一周期, 从左到右, 半径逐渐减小, 得电子能力增强, 最高价氧化物对应的水化物酸性增强, 所以 H_3PO_4 的酸性小于 H_2SO_4 的酸性。

(3) 酸浸时, 磷精矿中 $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ 所含氟转化为 HF, 并进一步转化为 SiF_4 除去, 写出生成 HF 的化学方程式



(4) H_2O_2 将粗磷酸中的有机碳氧化为 CO_2 脱除，同时自身也会发生分解。相同投料比、相同反应时间，不同温度下的有机碳脱除率如图所示。80°C后脱除率变化的原因：温度高于 80°C时， H_2O_2 的分解速率加快，导致 H_2O_2 的浓度降低，也就导致有机碳脱除率下降。



(5) 脱硫时， CaCO_3 稍过量，充分反应后仍有 SO_4^{2-} 残留，原因是 $\text{CaSO}_4(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$ ， CaSO_4 的溶解度相对较大；加入 BaCO_3 可进一步提高硫的脱除率，其离子方程式是 $\text{BaCO}_3 + \text{SO}_4^{2-} \rightleftharpoons \text{BaSO}_4 + \text{CO}_3^{2-}$ 。

(6) 取 $a \text{ g}$ 所得精制磷酸，加适量水稀释，以百里香酚酞作指示剂，用 $b \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ NaOH 溶液滴定至终点时生成 Na_2HPO_4 ，消耗 NaOH 溶液 $c \text{ mL}$ 。精制磷酸中 H_3PO_4 的质量分数是 $\frac{0.049bc}{a} \times 100\%$ （已知： H_3PO_4 摩尔质量为 $98 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ ）

【考点】 U3：制备实验方案的设计。

【分析】 (1) 常用加快化学反应速率的措施有研磨，加热，溶解时搅拌等；

(2) ①根据反应方程式，是由 H_2SO_4 参加反应得到 H_3PO_4 ，是由强酸制取弱酸

② H_3PO_4 和 H_2SO_4 均为无机含氧酸，主要可从 P 和 S 的非金属性角度考虑，S 的非金属性强于 P，可以使 O 上电子云密度降低更大，继而导致 H^+ 更易电离， H^+ 越易电离，含氧酸酸性越强；

(3) 酸浸时，磷精矿中 $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ 所含氟转化为 HF ，反应过程为 $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ 和 H_2SO_4 反应，生成 $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ ， H_3PO_4 和 HF ，据此写出反应方程式：

(4) 根据图象，80°C前随着温度升高，有机碳脱除率增大，80°C后随着温度升高，有机碳脱除率降低，考虑 H_2O_2 受热分解，导致 H_2O_2 浓度降低影响有机

碳的脱除率；

(5) 脱硫过程是加入 CaCO_3 发生反应，脱硫时， CaCO_3 稍过量，充分反应后仍有 SO_4^{2-} 残留，反应过程生成 CaSO_4 ，而 CaSO_4 相对于 CaCO_3 溶解度较大，能产生多余的 SO_4^{2-} ，加入 BaCO_3 可进一步提高硫的脱除率，则是由于发生沉淀转化， BaCO_3 可转化为更难溶的 BaSO_4 ；

(6) 滴定反应为： $\text{H}_3\text{PO}_4 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{HPO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ ，据此计算。

【解答】解：（1）常用加快化学反应速率的措施有研磨，加热，溶解时搅拌等，根据流程图，加快化学反应速率的措施有：研磨，加热，

故答案为：研磨，加热；

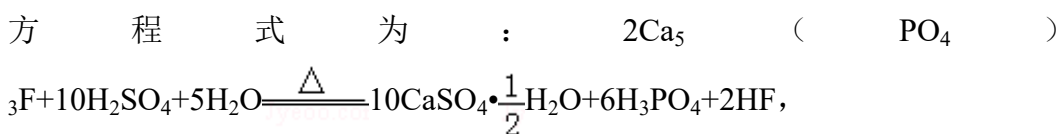
(2) ①根据反应方程式，是由 H_2SO_4 参加反应得到 H_3PO_4 ，是由强酸制取弱酸，因此酸性强弱为： $\text{H}_3\text{PO}_4 < \text{H}_2\text{SO}_4$ ，

故答案为：<；

② H_3PO_4 和 H_2SO_4 均为无机含氧酸，主要可从 P 和 S 的非金属性角度考虑，S 的非金属性强于 P，可以使 O 上电子云密度降低更大，继而导致 H^+ 更易电离， H^+ 越易电离，含氧酸酸性越强，可以简单解释为：P 的半径大于 S，P 的非金属性小于 S，所以 H_3PO_4 的酸性小于 H_2SO_4 的酸性，

故答案为：同一周期，从左到右，半径逐渐减小，得电子能力增强，最高价氧化物对应的水化物酸性增强，所以 H_3PO_4 的酸性小于 H_2SO_4 的酸性；

(3) 酸浸时，磷精矿中 $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ 所含氟转化为 HF，反应过程为 $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ 和 H_2SO_4 反应，生成 $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ ， H_3PO_4 和 HF，所以化学反应



故答案为： $2\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F} + 10\text{H}_2\text{SO}_4 + 5\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} 10\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O} + 6\text{H}_3\text{PO}_4 + 2\text{HF}$ ；

(4) 根据图象， 80°C 前随着温度升高，有机碳脱除率增大， 80°C 后随着温度升高，有机碳脱除率降低，考虑 H_2O_2 受热分解，导致 H_2O_2 浓度降低影响有机碳的脱除率，所以可以解释为：温度高于 80°C 时， H_2O_2 的分解速率加快，导致 H_2O_2 的浓度降低，也就导致有机碳脱除率下降，

故答案为：温度高于 80°C 时， H_2O_2 的分解速率加快，导致 H_2O_2 的浓度降低，也

就导致有机碳脱除率下降；

(5) 脱硫过程是加入 CaCO_3 发生反应，脱硫时， CaCO_3 稍过量，充分反应后仍有 SO_4^{2-} 残留，反应过程生成 CaSO_4 ，而 CaSO_4 相对于 CaCO_3 溶解度较大，能产生多余的 SO_4^{2-} ，所以原因可以解释为： $\text{CaSO}_4(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$ ， CaSO_4 的溶解度相对较大，

加入 BaCO_3 可进一步提高硫的脱除率，则是由于发生沉淀转化， BaCO_3 可转化为更难溶的 BaSO_4 ，离子方程式为： $\text{BaCO}_3 + \text{SO}_4^{2-} \rightleftharpoons \text{BaSO}_4 + \text{CO}_3^{2-}$ ，

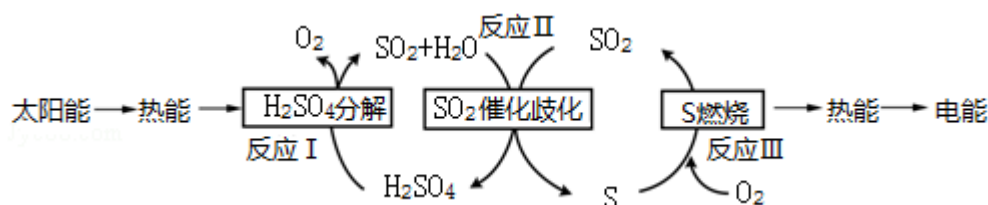
故答案为： $\text{CaSO}_4(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$ ， CaSO_4 的溶解度相对较大；
 $\text{BaCO}_3 + \text{SO}_4^{2-} \rightleftharpoons \text{BaSO}_4 + \text{CO}_3^{2-}$ ；

(6) 用 NaOH 滴定 H_3PO_4 至 Na_2HPO_4 的滴定反应为： $\text{H}_3\text{PO}_4 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{HPO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ ，根据反应方程式，制磷酸中 H_3PO_4 的物质的量为 $\frac{bc \times 10^{-3}}{2} \text{mol}$ ，则精制磷酸中 H_3PO_4 的质量分数是 $\frac{\frac{bc \times 10^{-3}}{2} \times 98}{a} \times 100\% = \frac{0.049bc}{a} \times 100\%$ ，

故答案为： $\frac{0.049bc}{a} \times 100\%$ 。

【点评】 本题考察无机流程分析，综合了化学反应原理，考查了元素周期律，无机含氧酸强度比较，陌生反应方程式的书写，沉淀溶解平衡原理，酸碱滴定反应相关计算，是一道考察综合知识的题，题目整体难度中等，有助于培养综合运用化学原理解决问题的能力。

10. (12分) 近年来，研究人员提出利用含硫物质热化学循环实现太阳能的转化与存储，过程如下：



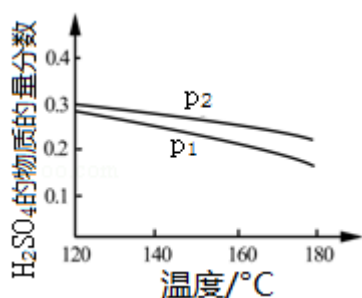
(1) 反应I: $2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{l}) = 2\text{SO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) + \Delta H_1 = +551 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

反应III: $\text{S}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) = \text{SO}_2(\text{g}) \Delta H_3 = -297 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

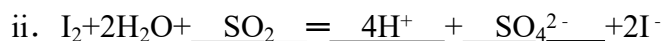
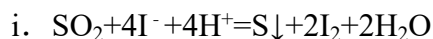
反应II的热化学方程式： $3\text{SO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) = 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{l}) + \text{S}(\text{s})$ ，

$\Delta H = -254 \text{ kJ/mol}$ 。

(2) 对反应II, 在某一投料比时, 两种压强下, H_2SO_4 在平衡体系中物质的量分数随温度的变化关系如图所示, $p_2 > p_1$ (填“>”或“<”), 得出该结论的理由是 当温度相同时, 增大压强, 平衡正向移动, 导致硫酸在平衡体系中物质的量分数增大。



(3) I^- 可以作为水溶液中 SO_2 歧化反应的催化剂, 可能的催化过程如下, 将 ii 补充完整。



(4) 探究 i、ii 反应速率与 SO_2 歧化反应速率的关系, 实验如下: 分别将 18 mL SO_2 饱和溶液加入到 2 mL 下列试剂中, 密闭放置观察现象, (已知: I_2 易溶解在 KI 溶液中)

序号	A	B	C	D
试剂组成	$0.4 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{ KI}$	$a \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{ KI}$ $0.2 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{ H}_2\text{SO}_4$	$0.2 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ H_2SO_4	$0.2 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{ KI}$ 0.0002 mol I_2
实验现象	溶液变黄, 一段时间后出现浑浊	溶液变黄, 出现浑浊较 A 快	无明显现象	溶液由棕褐色很快褪色, 变成黄色, 出现浑浊较 A 快

① B 是 A 的对比实验, 则 $a = \underline{0.4}$ 。

② 比较 A、B、C, 可得出的结论是 在酸性条件下, SO_2 与 I^- 反应速率更快, 且 SO_2 与稀硫酸不发生反应。

③ 实验表明, SO_2 的歧化反应速率 $D > A$ 。结合 i、ii 反应速率解释原因: 反应 i、ii 知, SO_2 先和 I^- 反应生成 I_2 , I_2 再和 SO_2 进一步反应, D 中 KI 溶液溶解

了 I_2 ，导致 D 中的 ii 的反应较 A 快。

【考点】 CJ: 产物百分含量与压强的关系曲线。

【分析】 (1) 根据图知，反应 II 为 $3SO_2(g) + 2H_2O(g) = 2H_2SO_4(l) + S(s)$ ，

将方程式 - I - III 即得 $3SO_2(g) + 2H_2O(g) = 2H_2SO_4(l) + S(s)$ ， ΔH 进行相应的改变；

(2) 相同温度下，增大压强，平衡正向移动；

(3) 化学反应中的催化剂在第一个反应中作反应物、第二个反应中作生成物，总方程式为得 $3SO_2(g) + 2H_2O(g) = 2H_2SO_4(l) + S(s)$ ，催化过程中 i. $SO_2 + 4I^- + 4H^+ = S \downarrow + 2I_2 + 2H_2O$ ，说明 I^- 、 H^+ 在 i 作反应物，在 ii 中作生成物，同时 ii 中还生成 H_2SO_4 ，根据元素守恒知，反应物还有 SO_2 ；

(4) ① B 是 A 的对比实验，所用 $c(KI)$ 应该相等；

② 比较 A、B、C，A 中只含 KI、B 中含有 KI 和硫酸、C 中只含硫酸，反应快慢顺序是 $B > A > C$ ，且 C 中没有明显现象，说明不反应；

③ 反应 i、ii 知， SO_2 先和 I^- 反应生成 I_2 ， I_2 再和 SO_2 进一步反应，D 中 KI 溶液溶解了 I_2 ，导致 D 中的 ii 的反应较 A 快。

【解答】 解：(1) 根据图知，反应 II 为 $3SO_2(g) + 2H_2O(g) = 2H_2SO_4(l) + S(s)$ ，

将方程式 - I - III 即得 $3SO_2(g) + 2H_2O(g) = 2H_2SO_4(l) + S(s)$ ， $\Delta H = - (+551 kJ \cdot mol^{-1}) - (-297 kJ \cdot mol^{-1}) = -254 kJ/mol$ ，

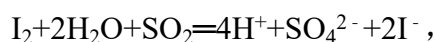
故答案为： $3SO_2(g) + 2H_2O(g) = 2H_2SO_4(l) + S(s)$ ， $\Delta H = -254 kJ/mol$ ；

(2) 相同温度下，增大压强，平衡正向移动，导致硫酸在平衡体系中物质的量分数增大，根据图知，相同温度下，达到平衡状态时硫酸含量： $P_1 < P_2$ ，说明压强 $P_2 > P_1$ ，

故答案为： $>$ ；当温度相同时，增大压强，平衡正向移动，导致硫酸在平衡体系中物质的量分数增大；

(3) 化学反应中的催化剂在第一个反应中作反应物、第二个反应中作生成物，

总方程式为得 $3\text{SO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) = 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{l}) + \text{S}(\text{s})$ ，催化过程中 i。
 $\text{SO}_2 + 4\text{I}^- + 4\text{H}^+ = \text{S}\downarrow + 2\text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ ，说明 I^- 、 H^+ 在 i 作反应物，在 ii 中作生成物，
同时 ii 中还生成 H_2SO_4 ，根据元素守恒知，反应物还有 SO_2 ，所以 ii 中方程
式应该为：



答案为： SO_2 ； 4H^+ ； SO_4^{2-} ；

(4) ①B 是 A 的对比实验，所用 c(KI) 应该相等，否则无法得出正确结论，
所以 $a=0.4$ ，

故答案为：0.4；

②比较 A、B、C，A 中只含 KI、B 中含有 KI 和硫酸、C 中只含硫酸，反应快
慢顺序是 $B > A > C$ ，且 C 中没有明显现象，说明不反应，B 中含有酸导致其
反应速率加快，所以得出的结论是：在酸性条件下， SO_2 与 I^- 反应速率更快，
且 SO_2 与稀硫酸不发生反应，

故答案为：在酸性条件下， SO_2 与 I^- 反应速率更快，且 SO_2 与稀硫酸不发生反应

③反应 i、ii 知， SO_2 先和 I^- 反应生成 I_2 ， I_2 再和 SO_2 进一步反应，D 中 KI 溶液
溶解了 I_2 ，导致 D 中的 ii 的反应较 A 快，所以看到的现象是：D 中出现浑浊
较 A 快，

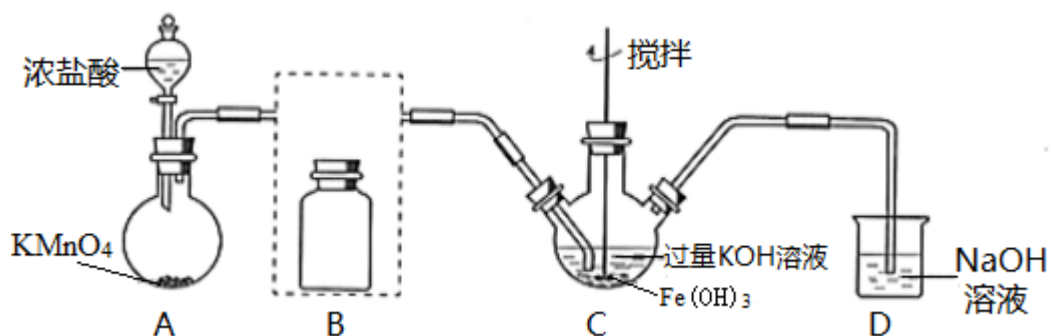
故答案为：反应 i、ii 知， SO_2 先和 I^- 反应生成 I_2 ， I_2 再和 SO_2 进一步反应，D
中 KI 溶液溶解了 I_2 ，导致 D 中的 ii 的反应较 A 快。

【点评】 本题考查较综合，涉及盖斯定律、外界条件对化学平衡移动影响、实验
探究等，明确化学反应原理、实验原理及物质性质是解本题关键，注意：作
对比实验时应该只有一个条件不同，其它条件完全相同，题目难度中等。

11. (16 分) 实验小组制备高铁酸钾 (K_2FeO_4) 并探究其性质。

资料： K_2FeO_4 为紫色固体，微溶于 KOH 溶液；具有强氧化性，在酸性或中性溶
液中快速产生 O_2 ，在碱性溶液中较稳定。

(1) 制备 K_2FeO_4 (夹持装置略)



①A 为氯气发生装置。A 中反应方程式是 $2\text{MnO}_4^- + 10\text{Cl}^- + 16\text{H}^+ = 5\text{Cl}_2\uparrow + 2\text{Mn}^{2+} + 8\text{H}_2\text{O}$ (锰被还原为 Mn^{2+})。

②将除杂装置 B 补充完整并标明所用试剂。

③C 中得到紫色固体和溶液。C 中 Cl_2 发生的反应有 $3\text{Cl}_2 + 2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 10\text{KOH} = 2\text{K}_2\text{FeO}_4 + 6\text{KCl} + 8\text{H}_2\text{O}$, 另外还有 $\text{Cl}_2 + 2\text{KOH} = \text{KCl} + \text{KClO} + \text{H}_2\text{O}$ 。

(2) 探究 K_2FeO_4 的性质

①取 C 中紫色溶液, 加入稀硫酸, 产生黄绿色气体, 得溶液 a, 经检验气体中含有 Cl_2 , 为证明是否 K_2FeO_4 氧化了 Cl^- 而产生 Cl_2 , 设计以下方案:

方案I	取少量 a, 滴加 KSCN 溶液至过量, 溶液呈红色
方案II	用 KOH 溶液充分洗涤 C 中所得固体, 再用 KOH 溶液将 K_2FeO_4 溶出, 得到紫色溶液 b, 取少量 b, 滴加盐酸, 有 Cl_2 产生。

i. 由方案 I 中溶液变红可知 a 中含有 Fe^{3+} 离子, 但该离子的产生不能判断一定 K_2FeO_4 将 Cl^- 氧化, 还可能由 $4\text{FeO}_4^{2-} + 20\text{H}^+ = 4\text{Fe}^{3+} + 3\text{O}_2\uparrow + 10\text{H}_2\text{O}$ 产生 (用方程式表示)。

ii. 方案II可证明 K_2FeO_4 氧化了 Cl^- . 用 KOH 溶液洗涤的目的是 使 K_2FeO_4 稳定溶出, 并把 K_2FeO_4 表面吸附的 ClO^- 除尽, 防止 ClO^- 与 Cl^- 在酸性条件下反应产生 Cl_2 , 避免 ClO^- 干扰实验。

②根据 K_2FeO_4 的制备实验得出: 氧化性 Cl_2 > FeO_4^{2-} (填“>”或“<”), 而方案II实验表明, Cl_2 和 FeO_4^{2-} 的氧化性强弱关系相反, 原因是 溶液酸碱性会影响粒子氧化性的强弱。

③资料表明, 酸性溶液中的氧化性 $\text{FeO}_4^{2-} > \text{MnO}_4^-$, 验证实验如下: 将溶液 b

滴入 MnSO_4 和足量 H_2SO_4 的混合溶液中，振荡后溶液呈浅紫色，该现象能否证明氧化性 $\text{FeO}_4^{2-} > \text{MnO}_4^-$ ，若能，请说明理由；若不能，进一步设计实验方案，理由或方案：能说明，理由： FeO_4^{2-} 在过量酸的作用下完全转化为 Fe^{3+} 和 O_2 ，溶液浅紫色是 MnO_4^- 的颜色，不能说明，方案：向紫色溶液 b 中滴加过量稀硫酸，观察溶液紫色快速褪去还是显浅紫色。

【考点】 U3：制备实验方案的设计。

【分析】 (1) ①A 为氯气发生装置，由高锰酸钾和浓盐酸反应制取得到 Cl_2 ， MnO_4^- 被还原为 Mn^{2+} ， Cl^- 被氧化为 Cl_2 ，据此写出反应的方程式：

②装置 B 为除杂装置，反应使用浓盐酸，浓盐酸会挥发产生 HCl ，使得产生的 Cl_2 中混有 HCl ，需要除去 HCl ，可将混合气体通过饱和食盐水达到除杂的目的；

③C 中得到紫色固体和溶液，紫色的为 K_2FeO_4 ，在碱性条件下， Cl_2 可以氧化 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 制取 K_2FeO_4 ，还存在反应为 Cl_2 和 KOH 反应；

(2) ①i. 方案 I 中加入 KSCN 溶液至过量，溶液呈红色，说明反应产生 Fe^{3+} ，但该离子的产生不能判断一定 K_2FeO_4 将 Cl^- 氧化，注意 K_2FeO_4 在碱性溶液中稳定，酸性溶液中快速产生 O_2 ，自身转化为 Fe^{3+} ；

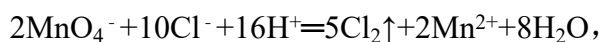
ii. 方案 II 可证明 K_2FeO_4 氧化了 Cl^- ，使用 KOH 溶液溶出 K_2FeO_4 晶体，可以使 K_2FeO_4 稳定析出，并且除去 ClO^- 离子，防止在酸性条件下 ClO^- 和 Cl^- 反应产生 Cl_2 干扰实验；

② $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 在碱性条件下被 Cl_2 氧化为 FeO_4^{2-} ，可以说明 Cl_2 的氧化性大于 FeO_4^{2-} ，而方案 II 实验表明， Cl_2 和 FeO_4^{2-} 的氧化性强弱关系相反，方案 II 是 FeO_4^{2-} 在酸性条件下氧化 Cl^- 生成 Cl_2 ，注意两种反应体系所处酸碱性介质不一样；

③实验证明氧化性 $\text{FeO}_4^{2-} > \text{MnO}_4^-$ ，即证明 FeO_4^{2-} 能将 Mn^{2+} 氧化为 MnO_4^- ， MnO_4^- 在溶液中显紫色， K_2FeO_4 在碱性溶液中也显紫色，将溶液 b 滴入 MnSO_4 和足量 H_2SO_4 的混合溶液中，振荡后溶液呈浅紫色， FeO_4^{2-} 在酸溶液中立刻反应生成 Fe^{3+} 和 O_2 ，据此分析。

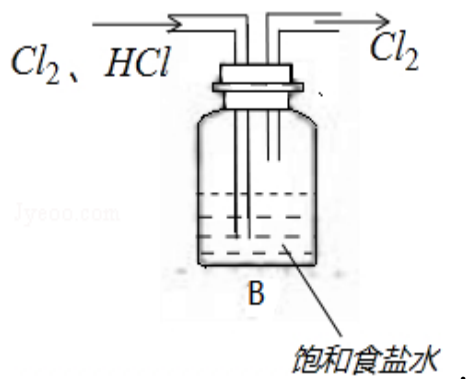
【解答】 解：(1) ①A 为氯气发生装置，由高锰酸钾和浓盐酸反应制取得到

Cl_2 , MnO_4^- 被还原为 Mn^{2+} , Cl^- 被氧化为 Cl_2 , 所以反应的方程式为:

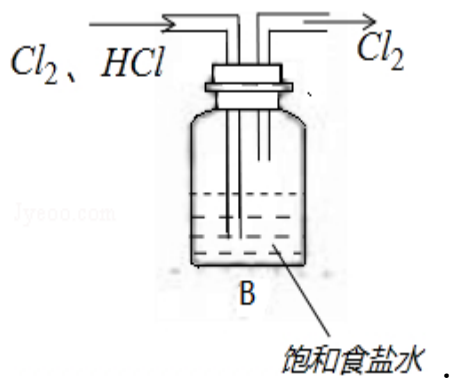


故答案为: $2\text{MnO}_4^- + 10\text{Cl}^- + 16\text{H}^+ = 5\text{Cl}_2\uparrow + 2\text{Mn}^{2+} + 8\text{H}_2\text{O}$;

②装置 B 为除杂装置, 反应使用浓盐酸, 浓盐酸会挥发产生 HCl , 使得产生的 Cl_2 中混有 HCl , 需要除去 HCl , 可将混合气体通过饱和食盐水达到除杂的目的, 所以装置 B 应为:



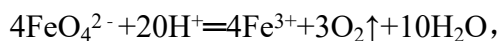
故答案为:



③C 中得到紫色固体和溶液, 紫色的为 K_2FeO_4 , 在碱性条件下, Cl_2 可以氧化 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 制取 K_2FeO_4 , 还存在反应为 Cl_2 和 KOH 反应, 所以还发生的反应方程式为: $\text{Cl}_2 + 2\text{KOH} = \text{KCl} + \text{KClO} + \text{H}_2\text{O}$, 故答案为:



(2) ①i. 方案 I 中加入 KSCN 溶液至过量, 溶液呈红色, 说明反应产生 Fe^{3+} , 但该离子的产生不能判断一定 K_2FeO_4 将 Cl^- 氧化, 注意 K_2FeO_4 在碱性溶液中稳定, 酸性溶液中快速产生 O_2 , 自身转化为 Fe^{3+} , 发生反应为:



故答案为: Fe^{3+} ; $4\text{FeO}_4^{2-} + 20\text{H}^+ = 4\text{Fe}^{3+} + 3\text{O}_2\uparrow + 10\text{H}_2\text{O}$;

ii. 方案II可证明 K_2FeO_4 氧化了 Cl^- ，使用 KOH 溶液溶出 K_2FeO_4 晶体，可以使 K_2FeO_4 稳定析出，同时考虑到 K_2FeO_4 表面可能吸附 ClO^- ， ClO^- 在酸性条件下可与 Cl^- 反应生成 Cl_2 ，从而干扰实验，所以用 KOH 溶液洗涤的目的是：使 K_2FeO_4 稳定溶出，并把 K_2FeO_4 表面吸附的 ClO^- 除尽，防止 ClO^- 与 Cl^- 在酸性条件下反应产生 Cl_2 ，避免 ClO^- 干扰实验，

故答案为：使 K_2FeO_4 稳定溶出，并把 K_2FeO_4 表面吸附的 ClO^- 除尽，防止 ClO^- 与 Cl^- 在酸性条件下反应产生 Cl_2 ，避免 ClO^- 干扰实验；

② $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 在碱性条件下被 Cl_2 氧化为 FeO_4^{2-} ，可以说明 Cl_2 的氧化性大于 FeO_4^{2-} ，而方案II实验表明， Cl_2 和 FeO_4^{2-} 的氧化性强弱关系相反，方案II是 FeO_4^{2-} 在酸性条件下氧化 Cl^- 生成 Cl_2 ，两种反应体系所处酸碱性介质不一样，所以可以说明溶液酸碱性会影响粒子氧化性的强弱，

故答案为：溶液酸碱性会影响粒子氧化性的强弱；

③ MnO_4^- 在溶液中显紫色， K_2FeO_4 在碱性溶液中也显紫色，将溶液 b 滴入 MnSO_4 和足量 H_2SO_4 的混合溶液中，振荡后溶液呈浅紫色， FeO_4^{2-} 在酸溶液中立刻反应生成 Fe^{3+} 和 O_2 ，作为 K_2FeO_4 的紫色褪去，则溶液中还显浅紫红色的一定为 MnO_4^- ，

若答不能说明，则是考虑到 FeO_4^{2-} 在酸性条件下发生反应转化为 Fe^{3+} 和 O_2 ，由于是加入足量的 H_2SO_4 ，溶液酸性较强， Fe^{3+} 水解受到抑制，在水溶液中 Fe^{3+} 以 $\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6^{3+}$ 形式存在，颜色是浅紫色，则说明 FeO_4^{2-} 并没有将 Mn^{2+} 氧化为 MnO_4^- 而显浅紫色，可以设计方案：向紫色溶液 b 中滴加过量稀硫酸，观察溶液快速褪去还是显浅紫色，

故答案为：能说明，理由： FeO_4^{2-} 在过量酸的作用下完全转化为 Fe^{3+} 和 O_2 ，溶液浅紫色一定是 MnO_4^- 的颜色，

不能说明，方案：向紫色溶液 b 中滴加过量稀硫酸，观察溶液紫色快速褪去还是显浅紫色。

【点评】 本题以 K_2FeO_4 为背景，考查氧化还原方程式的书写、配平，穿插实验操作流程的分析，还考察氯及其氧化物的氧化还原反应，需要明确实验室制取 Cl_2 的流程及其相关操作，题目整体难度中等，重在综合思维能力的考查，有助于培养综合分析问题的能力，还需注意题目所给信息的准确使用。