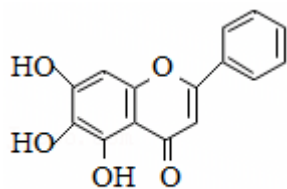


2021 北京高考真题

化 学

本部分共 14 题，每题 3 分，共 42 分。在每题列出的四个选项中，选出最符合题目要求的一项。

1. 我国科研人员发现中药成分黄芩素能明显抑制新冠病毒的活性。下列有关黄芩素的说法不正确的是 ()



黄芩素

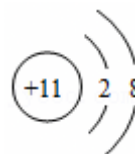
- A. 分子中有 3 种官能团
B. 能与 Na_2CO_3 溶液反应
C. 在空气中可发生氧化反应
D. 能与 Br_2 发生取代反应和加成反应
2. 下列有关放射性核素氚 (${}^3_1\text{H}$) 的表述不正确的是 ()

- A. ${}^3_1\text{H}$ 原子核外电子数为 1
B. ${}^3_1\text{H}$ 原子核内中子数为 3
C. ${}^3_1\text{H}_2$ 与 H_2 化学性质基本相同
D. ${}^3_1\text{H}_2\text{O}$ 具有放射性

3. 下列化学用语或图示表达不正确的是 ()

A. N_2 的结构式: $\text{N}\equiv\text{N}$

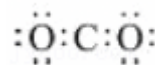
B. Na^+ 的结构示意图:



C. 溴乙烷的分子模型:



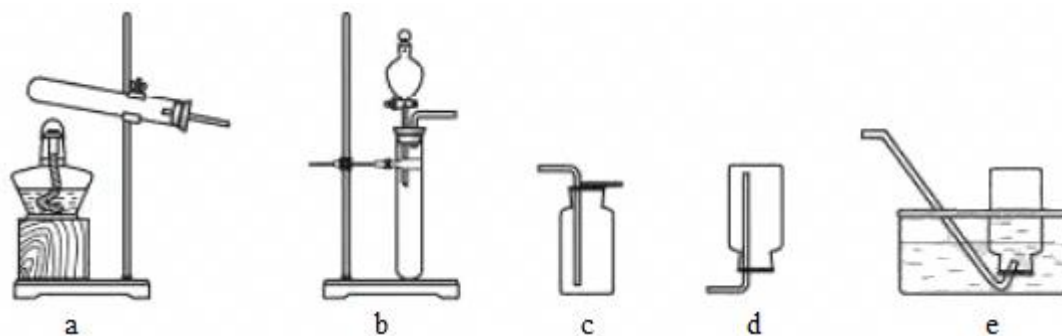
D. CO_2 的电子式:



4. 下列性质的比较，不能用元素周期律解释的是 ()

- A. 酸性: $\text{HClO}_4 > \text{H}_2\text{SO}_3 > \text{H}_2\text{SiO}_3$
B. 碱性: $\text{KOH} > \text{NaOH} > \text{LiOH}$
C. 热稳定性: $\text{H}_2\text{O} > \text{H}_2\text{S} > \text{PH}_3$
D. 非金属性: $\text{F} > \text{O} > \text{N}$

5. 实验室制备下列气体所选试剂、制备装置及收集方法均正确的是 ()



	气体	试剂	制备装置	收集方法
A	O ₂	KMnO ₄	a	d
B	H ₂	Zn+稀 H ₂ SO ₄	b	e
C	NO	Cu+稀 HNO ₃	b	c
D	CO ₂	石灰石+稀 H ₂ SO ₄	b	c

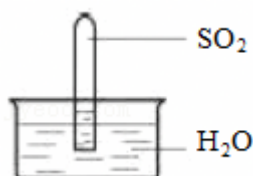
A. A

B. B

C. C

D. D

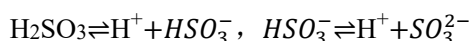
6. 室温下, 1 体积的水能溶解约 40 体积的 SO₂。用试管收集 SO₂ 后进行如下实验。对实验现象的分析正确的是 ()



A. 试管内液面上升, 证明 SO₂ 与 H₂O 发生了反应

B. 试管中剩余少量气体, 是因为 SO₂ 的溶解已达饱和

C. 取出试管中溶液, 立即加入紫色石蕊试液, 溶液显红色, 原因是: SO₂+H₂O⇌H₂SO₃,



D. 取出试管中溶液, 在空气中放置一段时间后 pH 下降, 是由于 SO₂ 挥发

7. 下列方程式不能准确解释相应实验现象的是 ()

A. 酚酞滴入醋酸钠溶液中变为浅红色: CH₃COO⁻+H₂O⇌CH₃COOH+OH⁻

B. 金属钠在空气中加热生成淡黄色固体: 4Na+O₂═2Na₂O

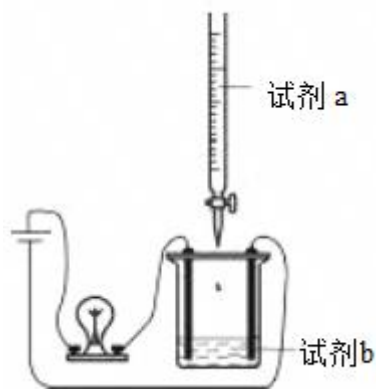
C. 铝溶于氢氧化钠溶液, 有无色气体产生: 2Al+2OH⁻+2H₂O═2AlO₂⁻+3H₂↑

D. 将二氧化硫通入氢硫酸中产生黄色沉淀: 2H₂S+SO₂═3S↓+2H₂O

8. 使用如图装置 (搅拌装置略) 探究溶液离子浓度变化, 灯光变化不可能出现 “亮→暗 (或灭) →亮” 现象的是 ()

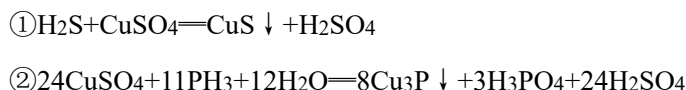
	A	B	C	D
试剂 a	CuSO ₄	NH ₄ HCO ₃	H ₂ SO ₄	CH ₃ COOH

试剂 b	Ba (OH) ₂	Ca (OH) ₂	Ba (OH) ₂	NH ₃ •H ₂ O
------	----------------------	----------------------	----------------------	-----------------------------------



- A. A B. B C. C D. D

9. 用电石（主要成分为 CaC₂，含 CaS 和 Ca₃P₂ 等）制取乙炔时，常用 CuSO₄ 溶液除去乙炔中的杂质。反应为：



下列分析不正确的是（ ）

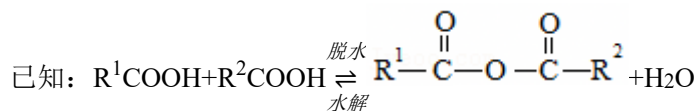
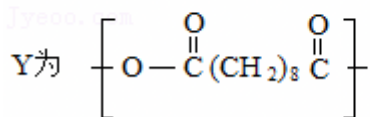
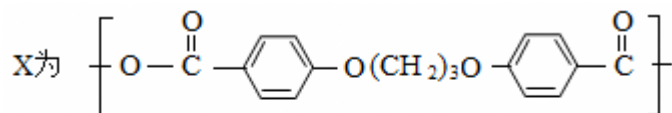
- A. CaS、Ca₃P₂ 发生水解反应的化学方程式：CaS + 2H₂O = H₂S ↑ + Ca (OH) ₂、Ca₃P₂ + 6H₂O = 2PH₃ ↑ + 3Ca (OH) ₂
 B. 不能依据反应①比较硫酸与氢硫酸的酸性强弱
 C. 反应②中每 24mol CuSO₄ 氧化 11mol PH₃
 D. 用酸性 KMnO₄ 溶液验证乙炔还原性时，H₂S 和 PH₃ 有干扰

10. NO₂ 和 N₂O₄ 存在平衡：2NO₂ (g) ⇌ N₂O₄ (g) ΔH < 0。下列分析正确的是（ ）

- A. 1mol 平衡混合气体中含 1mol N 原子
 B. 断裂 2mol NO₂ 中的共价键所需能量小于断裂 1mol N₂O₄ 中的共价键所需能量
 C. 恒温时，缩小容积，气体颜色变深，是平衡正向移动导致的
 D. 恒容时，水浴加热，由于平衡正向移动导致气体颜色变浅

11. 可生物降解的高分子材料聚苯丙生 (L) 的结构片段如图。

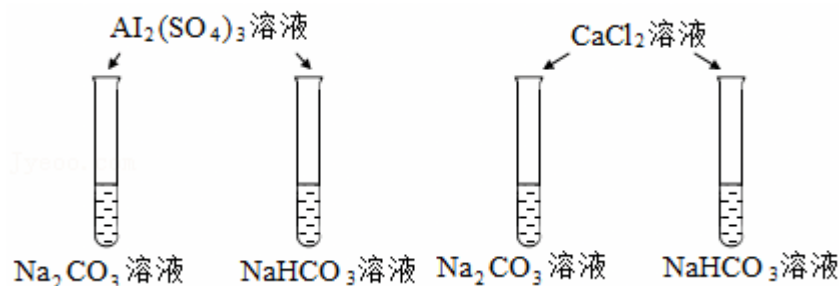
聚苯丙生 (L) $\sim X_m - Y_n - X_p - Y_q \sim$ (\sim 表示链延长)



下列有关 L 的说法不正确的是 ()

- A. 制备 L 的单体分子中都有两个羧基
- B. 制备 L 的反应是缩聚反应
- C. L 中的官能团是酯基和醚键
- D. m、n、p 和 q 的大小对 L 的降解速率有影响

12. 下列实验中, 均产生白色沉淀。



下列分析不正确的是 ()

- A. Na_2CO_3 与 NaHCO_3 溶液中所含微粒种类相同
- B. CaCl_2 能促进 Na_2CO_3 、 NaHCO_3 水解
- C. $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 能促进 Na_2CO_3 、 NaHCO_3 水解
- D. 4 个实验中, 溶液滴入后, 试管中溶液 pH 均降低

13. 有科学研究提出: 锂电池负极材料 (Li) 由于生成 LiH 而不利于电池容量的保持。一定温度下, 利用

足量重水 (D_2O) 与含 LiH 的 Li 负极材料反应, 通过测定 $\frac{n(\text{D}_2)}{n(\text{HD})}$ 可以获知 $\frac{n(\text{Li})}{n(\text{LiH})}$ 。

已知: ① $\text{LiH} + \text{H}_2\text{O} = \text{LiOH} + \text{H}_2 \uparrow$

② $2\text{Li}(\text{s}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{LiH}(\text{s}) \quad \Delta H < 0$

下列说法不正确的是 ()

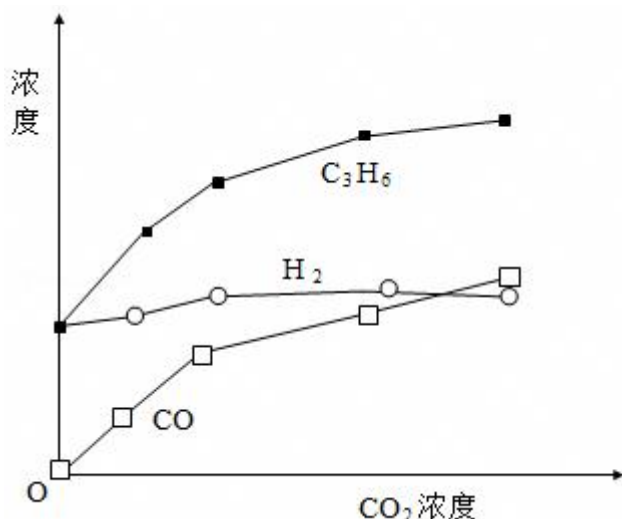
- A. 可用质谱区分 D_2 和 HD
- B. Li 与 D_2O 的反应: $2\text{Li} + 2\text{D}_2\text{O} = 2\text{LiOD} + \text{D}_2 \uparrow$
- C. 若 $\frac{n(\text{Li})}{n(\text{LiH})}$ 越大, 则 $\frac{n(\text{D}_2)}{n(\text{HD})}$ 越小
- D. 80°C 反应所得 $\frac{n(\text{D}_2)}{n(\text{HD})}$ 比 25°C 反应所得 $\frac{n(\text{D}_2)}{n(\text{HD})}$ 大

14. 丙烷经催化脱氢可制丙烯: $\text{C}_3\text{H}_8 \rightleftharpoons \text{C}_3\text{H}_6 + \text{H}_2$ 。600 $^\circ\text{C}$, 将一定浓度的 CO_2 与固定浓度的 C_3H_8 通过含催化剂的恒容反应器, 经相同时间, 流出的 C_3H_6 、CO 和 H_2 浓度随初始 CO_2 浓度的变化关系如图。下列说法不正确的是 ()

已知: ① $\text{C}_3\text{H}_8(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{g}) = 3\text{CO}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -2220\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

② $\text{C}_3\text{H}_6(\text{g}) + \frac{9}{2}\text{O}_2(\text{g}) = 3\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -2058\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

③ $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) = \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -286\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$



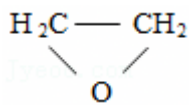
A. $\text{C}_3\text{H}_8(\text{g}) = \text{C}_3\text{H}_6(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \quad \Delta H = +124 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

B. $c(\text{H}_2)$ 和 $c(\text{C}_3\text{H}_6)$ 变化差异的原因: $\text{CO}_2 + \text{H}_2 \rightleftharpoons \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$

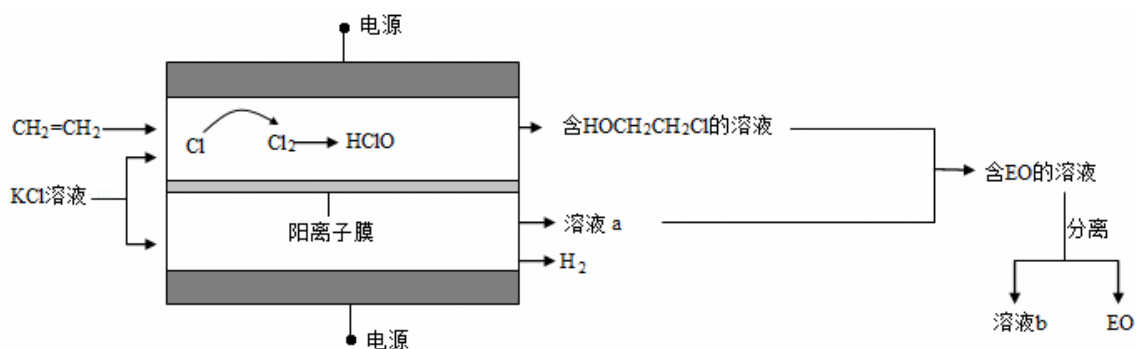
C. 其他条件不变, 投料比 $\frac{c(\text{C}_3\text{H}_8)}{c(\text{CO}_2)}$ 越大, C_3H_8 转化率越大

D. 若体系只有 C_3H_6 、 CO 、 H_2 和 H_2O 生成, 则初始物质浓度 c_0 与流出物质浓度 c 之间一定存在: $3c_0(\text{C}_3\text{H}_8) + c_0(\text{CO}_2) = c(\text{CO}) + c(\text{CO}_2) + 3c(\text{C}_3\text{H}_8) + 3c(\text{C}_3\text{H}_6)$

本部分共 5 题, 满分 58 分。



15. (9 分) 环氧乙烷 ($\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C} - \text{CH}_2 \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{O} \end{array}$, 简称 EO) 是一种重要的工业原料和消毒剂。由乙烯经电解制备 EO 的原理示意图如图。



(1) ①阳极室产生 Cl_2 后发生的反应有: _____、 $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{HClO} \rightarrow \text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$ 。

②结合电极反应式说明生成溶液 a 的原理 _____。

(2) 一定条件下, 反应物按一定流速通过该装置。

电解效率 η 和选择性 S 的定义:

$$\eta(\text{B}) = \frac{n(\text{生成B所用的电子})}{n(\text{通过电极的电子})} \times 100\%$$

$$S(\text{B}) = \frac{n(\text{生成B所用的乙烯})}{n(\text{转化的乙烯})} \times 100\%$$

①若 $\eta(\text{EO}) = 100\%$, 则溶液 b 的溶质为 _____。

②当乙烯完全消耗时，测得 $\eta(\text{EO}) \approx 70\%$ ， $S(\text{EO}) \approx 97\%$ 。推测 $\eta(\text{EO}) \approx 70\%$ 的原因：

I. 阳极有 H_2O 放电

II. 阳极有乙烯放电

III. 阳极室流出液中含有 Cl_2 和 HClO

.....

i. 检验电解产物，推测 I 不成立。需要检验的物质是 _____。

ii. 假设没有生成 EO 的乙烯全部在阳极放电生成 CO_2 ，则 $\eta(\text{CO}_2) \approx$ _____ %。经检验阳极放电产物没有 CO_2 。

iii. 实验证实推测 III 成立，所用试剂及现象是 _____。

可选试剂： AgNO_3 溶液、 KI 溶液、淀粉溶液、品红溶液

16. (10 分) 某小组实验验证 “ $\text{Ag}^+ + \text{Fe}^{2+} \rightleftharpoons \text{Fe}^{3+} + \text{Ag} \downarrow$ ” 为可逆反应并测定其平衡常数。

(1) 实验验证

实验 I. 将 $0.0100 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ Ag_2SO_4 溶液和 $0.0400 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ FeSO_4 溶液 ($\text{pH}=1$) 等体积混合，产生灰黑色沉淀，溶液呈黄色。

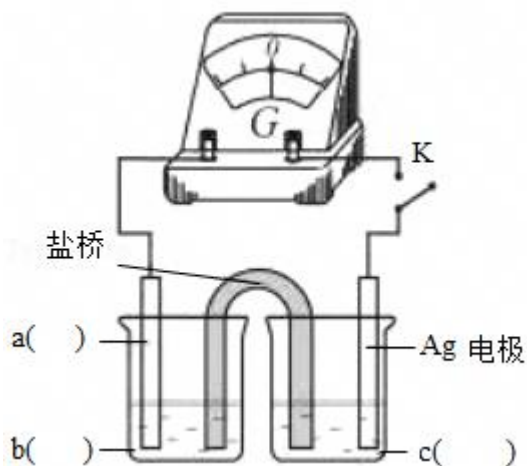
实验 II. 向少量 Ag 粉中加入 $0.0100 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液 ($\text{pH}=1$)，固体完全溶解。

①取 I 中沉淀，加入浓硝酸，证实沉淀为 Ag 。现象是 _____。

②II 中溶液选用 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ，不选用 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 的原因是 _____。

综合上述实验，证实 “ $\text{Ag}^+ + \text{Fe}^{2+} \rightleftharpoons \text{Fe}^{3+} + \text{Ag} \downarrow$ ” 为可逆反应。

③小组同学采用电化学装置从平衡移动角度进行验证。补全电化学装置示意图，写出操作及现象 _____。



(2) 测定平衡常数

实验 III. 一定温度下，待实验 I 中反应达到平衡状态时，取 $v \text{ mL}$ 上层清液，用 $c_1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ KSCN 标准溶液滴定 Ag^+ ，至出现稳定的浅红色时消耗 KSCN 标准溶液 $v_1 \text{ mL}$ 。

资料： $\text{Ag}^+ + \text{SCN}^- \rightleftharpoons \text{AgSCN} \downarrow$ ，(白色) $K = 10^{12}$

$\text{Fe}^{3+} + \text{SCN}^- \rightleftharpoons \text{FeSCN}^{2+}$ (红色) $K = 10^{2.3}$

①滴定过程中 Fe^{3+} 的作用是 _____。

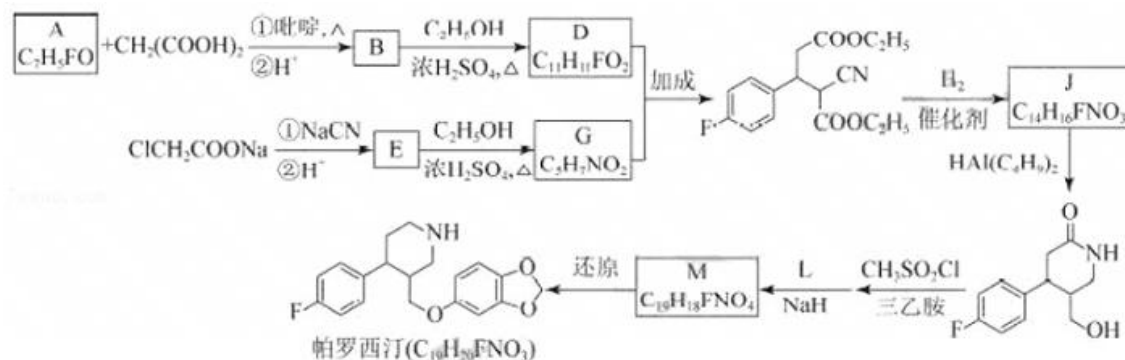
②测得平衡常数 $K =$ _____。

(3) 思考问题

①取实验 I 的浊液测定 $c(\text{Ag}^+)$ ，会使所测 K 值 _____ (填“偏高”“偏低”或“不受影响”)。

②不用实验 II 中清液测定 K 的原因是 _____。

17. (14 分) 治疗抑郁症的药物帕罗西汀的合成路线如图。



已知：i. $\text{RCHO} + \text{CH}_2(\text{COOH})_2 \xrightarrow[\text{②H}^+]{\text{①吡啶, } \Delta} \text{RCH}=\text{CHCOOH}$

ii. $\text{R}'\text{OH} \xrightarrow[\text{三乙胺}]{\text{CH}_3\text{SO}_2\text{Cl}} \text{R}'\text{OR}'' \xrightarrow{\text{NaH}}$

(1) A 分子含有的官能团是 _____。

(2) 已知：B 为反式结构。下列有关 B 的说法正确的是 _____ (填序号)。

- a. 核磁共振氢谱有 5 组峰
- b. 能使酸性 KMnO_4 溶液褪色
- c. 存在含 2 个六元环的酯类同分异构体
- d. 存在含苯环和碳碳三键的羧酸类同分异构体

(3) $\text{E} \rightarrow \text{G}$ 的化学方程式是 _____。

(4) J 分子中有 3 个官能团，包括 1 个酯基。J 的结构简式是 _____。

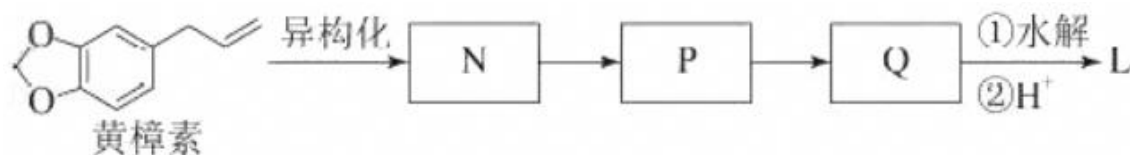
(5) L 的分子式是 $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_3$ 。L 的结构简式是 _____。

(6) 从黄樟素经过其同分异构体 N 可制备 L。

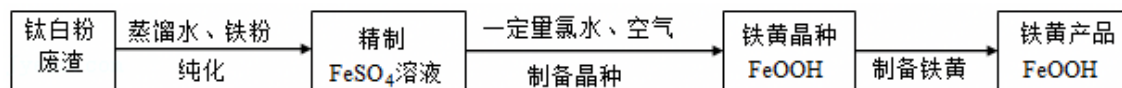
已知：i. $\text{R}^1\text{CH}=\text{CHR}^2 \xrightarrow[\text{②Zn, H}_2\text{O}]{\text{①O}_3} \text{R}^1\text{CHO} + \text{R}^2\text{CHO}$

ii. $\text{HCR} \xrightarrow[\text{乙酸}]{3\text{H}_2\text{O}_2} \text{HCO}_2\text{R}$

写出制备 L 时中间产物 N、P、Q 的结构简式：_____。



18. (12 分) 铁黄是一种重要的化工产品。由生产钛白粉废渣制备铁黄的过程如下。



资料： i. 钛白粉废渣成分：主要为 $\text{FeSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ，含少量 TiOSO_4 和不溶物

ii. $\text{TiOSO}_4 + (x+1) \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{TiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O} \downarrow + \text{H}_2\text{SO}_4$

iii. $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Fe}^{2+}$ 生成 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ，开始沉淀时 $\text{pH}=6.3$ ，完全沉淀时 $\text{pH}=8.3$

$0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Fe}^{3+}$ 生成 FeOOH ，开始沉淀时 $\text{pH}=1.5$ ，完全沉淀时 $\text{pH}=2.8$

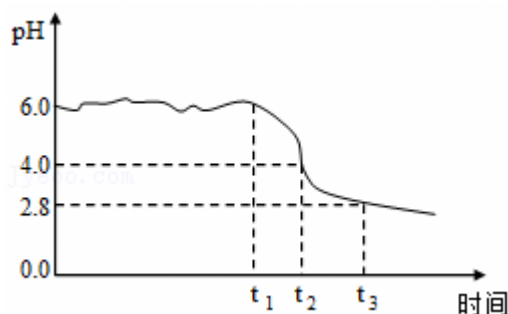
(1) 纯化

① 加入过量铁粉的目的是 _____。

② 充分反应后，分离混合物的方法是 _____。

(2) 制备晶种

为制备高品质铁黄产品，需先制备少量铁黄晶种。过程及现象是：向一定浓度 FeSO_4 溶液中加入氨水，产生白色沉淀，并很快变成灰绿色。滴加氨水至 pH 为 6.0 时开始通空气并记录 pH 变化（如图）。



① 产生白色沉淀的离子方程式是 _____。

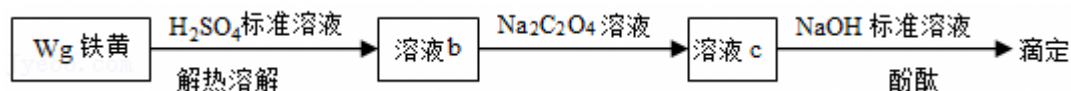
② 产生白色沉淀后的 pH 低于资料 iii 中的 6.3。原因是：沉淀生成后 $c(\text{Fe}^{2+})$ _____ $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ （填“>”“=”或“<”）。

③ $0 - t_1$ 时段， pH 几乎不变； $t_1 - t_2$ 时段， pH 明显降低。结合方程式解释原因：_____。

④ $\text{pH} \approx 4$ 时制得铁黄晶种。若继续通入空气， t_3 后 pH 几乎不变，此时溶液中 $c(\text{Fe}^{2+})$ 仍降低，但 $c(\text{Fe}^{3+})$ 增加，且 $c(\text{Fe}^{2+})$ 降低量大于 $c(\text{Fe}^{3+})$ 增加量。结合总方程式说明原因：_____。

(3) 产品纯度测定

铁黄纯度可以通过产品的耗酸量确定。



资料： $\text{Fe}^{3+} + 3\text{C}_2\text{O}_4^{2-} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3^{3-}$ ， $\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3^{3-}$ 不与稀碱液反应 $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 过量，会使测定结果（填“偏大”“偏小”或“不受影响”）。

19. (13 分) 某小组探究卤素参与的氧化还原反应，从电极反应角度分析物质氧化性和还原性的变化规律。

(1) 浓盐酸与 MnO_2 混合加热生成氯气。氯气不再逸出时，固液混合物 A 中仍存在盐酸和 MnO_2 。

① 反应的离子方程式是 _____。

②电极反应式：

i .还原反应： $\text{MnO}_2 + 2\text{e}^- + 4\text{H}^+ = \text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$

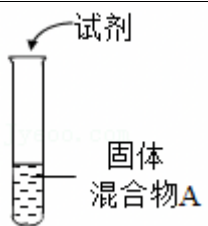
ii .氧化反应：

③根据电极反应式，分析 A 中仍存在盐酸和 MnO_2 的原因。

i .随 $c(\text{H}^+)$ 降低或 $c(\text{Mn}^{2+})$ 升高， MnO_2 氧化性减弱。

ii .随 $c(\text{Cl}^-)$ 降低，_____。

④补充实验证实了③中的分析。

序号	实验	加入试剂	现象
I		较浓硫酸	有氯气
II		a	有氯气
III		a 和 b	无氯气

a 是 _____，b 是 _____。

(2) 利用 $c(\text{H}^+)$ 对 MnO_2 氧化性的影响，探究卤素离子的还原性。相同浓度的 KCl 、 KBr 和 KI 溶液，能与 MnO_2 反应所需的最低 $c(\text{H}^+)$ 由大到小的顺序是 _____，从原子结构角度说明理由 _____。

(3) 根据 (1) 中结论推测：酸性条件下，加入某种化合物可以提高溴的氧化性，将 Mn^{2+} 氧化为 MnO_2 。经实验证实了推测。该化合物是 _____。

(4) Ag 分别与 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的盐酸、氢溴酸和氢碘酸混合， Ag 只与氢碘酸发生置换反应。试解释原因：_____。

(5) 总结：物质氧化性和还原性变化的一般规律是 _____。

参考答案

本部分共 14 题，每题 3 分，共 42 分。在每题列出的四个选项中，选出最符合题目要求的一项。

1. 【答案】A

【分析】由结构可知，分子中含酚羟基、醚键、碳碳双键、羰基，结合酚、烯烃等有机物的性质来解答。

【解答】解：A. 含酚羟基、醚键、碳碳双键、羰基，共 4 种官能团，故 A 错误；

B. 含酚羟基，与碳酸钠溶液反应生成酚钠、碳酸氢钠，故 B 正确；

C. 含酚羟基，在空气中可发生氧化反应，故 C 正确；

D. 酚羟基的邻位与溴水发生取代反应，碳碳双键与溴发生加成反应，故 D 正确；

故选：A。

2. 【答案】B

【分析】A. 原子核电荷数=核外电子数=质子数；

B. 原子中质子数+中子数=质量数；

C. 氦和氖核外电子数相同，最外层电子数相同；

D. 核素氚 (${}^3_1\text{H}$) 具有放射性。

【解答】解：A. ${}^3_1\text{H}$ 原子核外电子数=质子数=1，故 A 正确；

B. ${}^3_1\text{H}$ 原子核内中子数=3-1=2，故 B 错误；

C. 氦和氖核外电子数相同，最外层电子数相同， ${}^3_1\text{H}_2$ 与 H_2 化学性质基本相同，故 C 正确；

D. 核素氚 (${}^3_1\text{H}$) 具有放射性，则 ${}^3_1\text{H}_2\text{O}$ 也具有放射性，故 D 正确；

故选：B。

3. 【答案】D

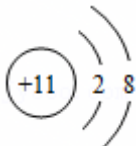
【分析】A. 氮气中 N 原子之间以三键结合；


B. 钠离子的核内有 11 个质子，核外有 10 个电子；

C. 溴乙烷的中 Br 原子半径大于 C 和 H 原子半径；

D. 二氧化碳中 C 原子和氧原子之间以双键结合。

【解答】解：A. 氮气中 N 原子之间以三键结合，其结构式为 $\text{N}\equiv\text{N}$ ，故 A 正确；

B. 钠离子的核内有 11 个质子，核外有 10 个电子，结构示意图为 ，故 B 正确；

C. 溴乙烷的结构简式为 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br}$ ，其中 Br 原子半径大于 C 和 H 原子半径，其分子模型为 ，故 C 正确；

D. 二氧化碳中 C 原子和氧原子之间以双键结合，其电子式为 $:\ddot{\text{O}}::\text{C}::\ddot{\text{O}}:$ ，故 D 错误；
故选：D。

4. 【答案】A

【分析】A.非金属性越强，对应最高价含氧酸的酸性越强，且 H_2SO_3 不是最高价含氧酸；

B.金属性越强，对应最高价氧化物的水化物的碱性越强；

C.非金属性越强，对应简单氢化物的稳定性越强；

D.同周期从左向右非金属性增强。

【解答】解：A.非金属性越强，对应最高价含氧酸的酸性越强，且 H_2SO_3 不是最高价含氧酸，则酸性关系不能用元素周期律解释，故 A 正确；

B.金属性为 $\text{K} > \text{Na} > \text{Li}$ ，对应最高价氧化物的水化物的碱性为 $\text{KOH} > \text{NaOH} > \text{LiOH}$ ，能用元素周期律解释，故 B 错误；

C.非金属性为 $\text{O} > \text{S} > \text{P}$ ，对应简单氢化物的稳定性为 $\text{H}_2\text{O} > \text{H}_2\text{S} > \text{PH}_3$ ，能用元素周期律解释，故 C 错误；

D.同周期从左向右非金属性增强，则非金属性： $\text{F} > \text{O} > \text{N}$ ，能用元素周期律解释，故 D 错误；

故选：A。

5. 【答案】B

【分析】A. KMnO_4 受热分解生成氧气，氧气密度接近于空气；

B. $\text{Zn} + \text{稀 H}_2\text{SO}_4$ 生成氢气，氢气可以用排水法收集；

C. NO 与氧气反应，不能用排空气法收集；

D. 一般用石灰石和稀盐酸反应制取二氧化碳， CO_2 密度大于空气，用向上排空气法收集。

【解答】解：A. KMnO_4 受热分解生成氧气，氧气密度接近空气，不可以用向下排空气法收集，故 A 错误；

B. $\text{Zn} + \text{稀 H}_2\text{SO}_4$ 生成氢气，氢气不溶于水，可以用排水法收集，故 B 正确；

C. $\text{Cu} + \text{稀 HNO}_3$ 生成 NO ，会和空气反应生成 NO_2 ，不能用排空气法收集，故 C 错误；

D. 一般用石灰石和稀盐酸反应制取二氧化碳，且要用向上排空气法收集，故 D 错误；

故选：B。

6. 【答案】C

【分析】A. 室温下，1 体积的水能溶解约 40 体积的 SO_2 ，其先溶于水；

B. 二氧化硫中可能含有其他杂质，导致水不能充满试管；

C. 酸性溶液能使紫色石蕊试液变红，亚硫酸为弱酸，在水溶液中电离出氢离子；

D. 二氧化硫与水反应生成亚硫酸，亚硫酸为弱酸，取出试管中溶液，在空气中放置一段时间，被氧气氧化，生成硫酸，硫酸为强酸，酸性增强。

【解答】解：A. 由信息可知， SO_2 易溶于水，也能使液面上升，故 A 错误；

B. 如果全部为二氧化硫，水充满试管，可能是含有其他杂质，导致水不能充满，故 B 错误；

C. 滴入石蕊试液，溶液变为红色，说明溶液显酸性， SO_2 与水反应生成亚硫酸，亚硫酸为弱酸，分步电离出氢离子，故 C 正确；

D. 亚硫酸具有较强的还原性，易被氧化为硫酸，弱酸变强酸，也能使 pH 下降，故 D 错误；

故选：C。

7. 【答案】B

【分析】A. 醋酸钠为强碱弱酸盐，水解显碱性；

B. 钠在空气中放置生成氧化钠；

C. 铝与氢氧化钠反应生成偏铝酸钠和氢气；

D. 二氧化硫与硫化氢反应生成硫单质和水。

【解答】解：A. 酚酞滴入醋酸钠溶液中变为浅红色，离子方程式为： $\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOH} + \text{OH}^-$ ，故 A 正确；

B. 钠与氧气加热生成淡黄色过氧化钠，方程式为： $2\text{Na} + \text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{O}_2$ ，在空气中放置生成氧化钠，氧化钠为白色固体，化学方程式为： $4\text{Na} + \text{O}_2 = 2\text{Na}_2\text{O}$ ，故 B 错误；

C. 铝溶于氢氧化钠溶液，有无色气体产生，离子方程式为： $2\text{Al} + 2\text{OH}^- + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{AlO}_2^- + 3\text{H}_2 \uparrow$ ，故 C 正确；

D. 将二氧化硫通入氢硫酸中产生黄色沉淀，化学方程式为： $2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 = 3\text{S} \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ，故 D 正确；

故选：B。

8. 【答案】D

【分析】溶液导电性强弱与离子浓度成正比，实验时灯泡能出现由亮 - 暗 - 熄灭 - 亮，说明在滴加溶液过程中导致离子浓度减小，最终为 0，再继续滴加溶液，离子浓度逐渐增大。

【解答】解：A. 氢氧化钡为强电解质，硫酸铜滴入氢氧化钡溶液中，发生反应生成氢氧化铜和硫酸钡沉淀，溶液导电性减弱，过量后导电性增强，出现“亮→暗（或灭）→亮”现象，故 A 错误；

B. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 是强电解质，随碳酸氢铵滴入发生反应，生成碳酸钙、氨气和水，导电性减弱，过量后导电性增强，出现“亮→暗（或灭）→亮”现象，故 B 错误；

C. 向 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液中滴入稀 H_2SO_4 ，生成硫酸钡沉淀和水，溶液中离子浓度逐渐减小，灯泡变暗，二者恰好反应时溶液的导电性几乎为零，灯泡熄灭，继续加硫酸，溶液的导电性又增强，灯泡又变亮，故 C 错误；

D. 一水合氨为弱电解质，醋酸和一水合氨反应生成醋酸铵，醋酸铵为强电解质，随溶液滴入溶液导电性增强，不可能出现“亮→暗（或灭）→亮”现象，故 D 正确；

故选：D。

9. 【答案】C

【分析】A. 水解过程中各元素的化合价不变，根据水解原理结合乙炔中常混有的 H_2S 、 PH_3 知， CaS 、 Ca_3P_2 水解生成氢化物 and 氢氧化钙；

B. 该反应能发生是因为有不溶于水也不溶于酸的 CuS 生成；

C. 反应②中 Cu 元素的化合价由 +2 价降低为 +1 价，得到 1 个电子，P 元素化合价从 -3 价升高到 +5 价，失去 8 个电子，根据转移电子守恒计算可氧化 PH_3 的物质的量；

D. KMnO_4 酸性溶液具有强氧化性，能氧化还原性物质。

【解答】解：A. 水解过程中各元素的化合价不变，根据水解原理结合乙炔中常混有的 H_2S 、 PH_3 可知， CaS 的水解方程式为 $\text{CaS} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{S} \uparrow$ 、 Ca_3P_2 水解方程式为 $\text{Ca}_3\text{P}_2 + 6\text{H}_2\text{O} = 3\text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{PH}_3 \uparrow$ ，故 A 正确；

B. 该反应能发生是因为有不溶于水也不溶于酸的 CuS 生成，因此反应①不能说明 H_2S 的酸性强于 H_2SO_4 ，事实上硫酸的酸性强于氢硫酸，故 B 正确；

C. 反应②中 Cu 元素的化合价由 +2 价降低为 +1 价，得到 1 个电子，P 元素化合价从 -3 价升高到 +5 价，失去 8 个电子，则 24mol CuSO_4 完全反应时，可氧化 PH_3 的物质的量 = $\frac{24\text{mol}}{8} = 3\text{mol}$ ，故 C 错误；

D. H_2S 、 PH_3 均被 KMnO_4 酸性溶液氧化，所以会干扰 KMnO_4 酸性溶液对乙炔性质的检验，故 D 正确；
故选：C。

10. 【答案】B

【分析】A. 1mol NO_2 中含 1mol N 原子， $1\text{mol N}_2\text{O}_4$ 中含 2mol N 原子；

B. 焓变为负，为放热反应，且焓变等于断裂化学键吸收的能量减去成键释放的能量；

C. 恒温时，缩小容积，浓度增大；

D. 恒容时，升高温度平衡逆向移动。

【解答】解：A. 1mol NO_2 中含 1mol N 原子， $1\text{mol N}_2\text{O}_4$ 中含 2mol N 原子，平衡时混合气体的组成未知，不能确定 1mol 平衡混合气体中 N 原子的物质的量，故 A 错误；

B. 焓变为负，为放热反应，且焓变等于断裂化学键吸收的能量减去成键释放的能量，则断裂 2mol NO_2 中的共价键所需能量小于断裂 $1\text{mol N}_2\text{O}_4$ 中的共价键所需能量，故 B 正确；

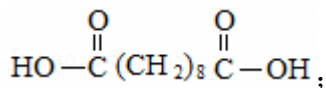
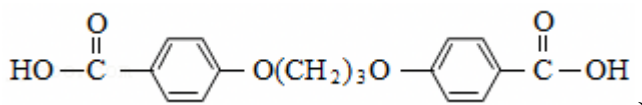
C. 恒温时，缩小容积，浓度增大，则气体颜色变深，浓度增大的程度大于平衡正向移动的程度，故 C 错误；

D. 恒容时，水浴加热时，升高温度平衡逆向移动，气体颜色变深，故 D 错误；

故选：B。

11. 【答案】C

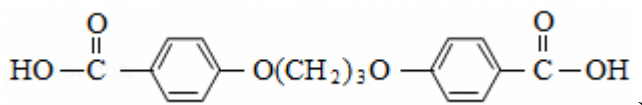
【分析】A. 制备 L 的单体为



B. 生成 L 时除了生成高分子化合物外还生成小分子水；

C. 聚苯丙生中含有的官能团有 $-\text{O}-$ 、 $-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-$ ；

D. 聚合物的分子结构对聚合物的降解有本质的影响。



【解答】解：A. 制备 L 的单体为

$\text{HO}-\overset{\overset{\text{O}}{\parallel}}{\text{C}}(\text{CH}_2)_3\overset{\overset{\text{O}}{\parallel}}{\text{C}}-\text{OH}$ ，每个单体都有两个羧基，故 A 正确；

B. 生成 L 时除了生成高分子化合物外还生成小分子水，所以该反应属于缩聚反应，故 B 正确；

C. 聚苯丙生中含有的官能团有 $-\text{O}-$ 、 $-\overset{\overset{\text{O}}{\parallel}}{\text{C}}-\text{O}-\overset{\overset{\text{O}}{\parallel}}{\text{C}}-$ ，不存在酯基，故 C 错误；

D. 聚合物的分子结构对聚合物的降解有本质的影响，m、n、p、q 的值影响聚苯丙生（L）的降解速率，故 D 正确；

故选：C。

12. 【答案】B

【分析】A. 两溶液都含有 Na^+ 、 H_2CO_3 、 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 、 OH^- 、 H^+ 、 H_2O ；

B. 氯化钙与碳酸钠反应；

C. 铝离子与碳酸根离子、碳酸氢根离子都能发生双水解；

D. 硫酸铝与碳酸钠和碳酸氢钠发生双水解，都生成氢氧化铝和二氧化碳，氯化钙与碳酸钠反应生成碳酸钙，碳酸氢根离子电离产生氢离子和碳酸根离子，钙离子与碳酸根离子结合促进碳酸氢根离子电离平衡正向移动。

【解答】解：A. Na_2CO_3 溶液和 NaHCO_3 溶液中都含有 Na^+ 、 H_2CO_3 、 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 、 OH^- 、 H^+ 、 H_2O ，两溶液中含有粒子的种类相同，故 A 正确；

B. 钙离子能够与碳酸根离子反应，使碳酸根离子水解平衡逆向移动，抑制碳酸根离子水解，故 B 错误；

C. 铝离子与碳酸根离子、碳酸氢根离子都能发生双水解， $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 能促进 Na_2CO_3 、 NaHCO_3 水解，故 C 正确；

D. 硫酸铝与碳酸钠和碳酸氢钠发生双水解，都生成氢氧化铝和二氧化碳，导致溶液酸性增强，溶液 pH 降低，氯化钙与碳酸钠反应生成碳酸钙，导致碳酸根离子浓度简单，溶液 pH 降低，碳酸氢根离子电离产生氢离子和碳酸根离子，钙离子与碳酸根离子结合促进碳酸氢根离子电离平衡正向移动，导致溶液 pH 降低，故 D 正确；

故选：B。

13. 【答案】C

【分析】A. 一般质谱图中最大的数字为相对分子质量；

B. Li 与 D_2O 的反应，类似于钠和水的反应，据此分析判断；

C. D_2 由通过反应 $2\text{Li}+2\text{D}_2\text{O}=2\text{LiOD}+\text{D}_2\uparrow$ 制得，HD 通过反应， $\text{LiH}+\text{D}_2\text{O}=\text{LiOD}+\text{HD}\uparrow$ 制得；

D. 高温下， $2\text{Li}(\text{s})+\text{H}_2(\text{g})\rightleftharpoons 2\text{LiH}(\text{s})$ $\Delta H<0$ ，平衡左移，Li 增多，LiH 减少，据此分析判断。

【解答】解：A. D_2 和 HD 的相对分子质量不同，可用质谱区分 D_2 和 HD，故 A 正确；

B. Li 与 D_2O 的反应生成 LiOD 和 D_2 ，反应的化学方程式为： $2\text{Li}+2\text{D}_2\text{O}=2\text{LiOD}+\text{D}_2\uparrow$ ，故 B 正确；

C. D_2 由 Li 与 D_2O 的反应生成，HD 通过反应 $\text{LiH}+\text{D}_2\text{O}=\text{LiOD}+\text{HD}\uparrow$ ， $\frac{n(\text{D}_2)}{n(\text{HD})}$ 越大， $\frac{n(\text{Li})}{n(\text{LiH})}$ 越大，故 C 错误；

D. 升高温度, $2\text{Li}(\text{s}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{LiH}(\text{s})$ $\Delta H < 0$, 平衡左移, Li 增多, LiH 减少, 80°C 反应 $\frac{n(\text{D}_2)}{n(\text{HD})}$

大于 25°C 反应所得 $\frac{n(\text{D}_2)}{n(\text{HD})}$, 故 D 正确;

故选: C。

14. 【答案】C

【分析】A. 根据盖斯定律合写方程式计算;

B. 根据 $\text{C}_3\text{H}_8(\text{g}) = \text{C}_3\text{H}_6(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$, $c(\text{H}_2)$ 和 $c(\text{C}_3\text{H}_6)$ 应该相等, 因为其它反应造成二者浓度变化不同;

C. 根据图示投料比 $\frac{c(\text{C}_3\text{H}_8)}{c(\text{CO}_2)}$ 越大, C_3H_8 转化率越小;

D. 根据碳原子守恒分析。

【解答】解: A. 根据盖斯定律方程式① - ② - ③得 $\text{C}_3\text{H}_8(\text{g}) = \text{C}_3\text{H}_6(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$ $\Delta H = \Delta H_1 - \Delta H_2 - \Delta H_3 = -2220\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1} + 2058\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1} + 286\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1} = +124\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, 故 A 正确;

B. 根据坐标系 $c(\text{H}_2)$ 和 $c(\text{C}_3\text{H}_6)$ 的变化不同, 根据方程式 $\text{C}_3\text{H}_8(\text{g}) = \text{C}_3\text{H}_6(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$, $c(\text{H}_2)$ 和 $c(\text{C}_3\text{H}_6)$ 应该相等, 因为 $\text{CO}_2 + \text{H}_2 \rightleftharpoons \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$, $c(\text{C}_3\text{H}_6)$ 增加快, 故 B 正确;

C. 根据图示, 横坐标为二氧化碳的浓度, 所以投料比 $\frac{c(\text{CO}_2)}{c(\text{C}_3\text{H}_8)}$ 越大, C_3H_8 转化率越大, 故 C 错误;

D. 根据碳原子守恒, 若体系只有 C_3H_6 、 CO 、 H_2 和 H_2O 生成, 则初始物质浓度 c_0 与流出物质浓度 c 之间一定存在: $3c_0(\text{C}_3\text{H}_8) + c_0(\text{CO}_2) = c(\text{CO}) + c(\text{CO}_2) + 3c(\text{C}_3\text{H}_8) + 3c(\text{C}_3\text{H}_6)$, 故 D 正确;

故选: C。

本部分共 5 题, 满分 58 分。

15. 【答案】(1) ① $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{HClO}$;

② 阴极反应为: $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-$, 阳极氯离子放电后, 钾离子通过阳离子膜进入阴极, 生成 KOH , 从而得到 KCl 和 KOH 的混合溶液;

(2) ① KCl ;

② i. 氧气;

ii. 13;

iii. KI 溶液和淀粉溶液, 溶液变蓝色。

【分析】(1) ① 由图可知, 阳极室产生 Cl_2 后发生的反应有: Cl_2 和 H_2O 反应生成 HCl 和 HClO , $\text{CH}_2 = \text{CH}_2$ 和 HClO 反应生成 $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$;

② 阴极电极反应为: $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-$, 阳极氯离子放电后, 钾离子通过阳离子膜进入阴极, 生成 KOH , 从而得到 KCl 和 KOH 的混合溶液;

(2) ① 若 $\eta(\text{EO}) = 100\%$, 则说明反应中只有乙烯中碳的化合价发生变化, 其它元素化合价没有改变, 即可判断溶液 b 的溶质;

② i. 阳极有 H_2O 放电时会产生氧气, 即需要检验氧气;

ii. 设 EO 的物质的量为 $a\text{ mol}$, 则转化的乙烯的物质的量为: $\frac{a}{97\%}$, 生成 EO 转移的电子的物质的量为: $2a\text{ mol}$, 此过程转移的电子的总物质的量为 $\frac{2a}{70\%}$, 生成 CO_2 的物质的量为: $2 \times \frac{a}{97\%} \times 3\%$, 生成 CO_2 转移的电子的物质的量为 $2 \times \frac{a}{97\%} \times 3\% \times 6$, 即可计算 $\eta(\text{CO}_2)$;

iii. 实验证实推测 III 成立, 则会产生氯气, 验证氯气即可。

【解答】解: (1) ①由图可知, 阳极室产生 Cl_2 后发生的反应有: $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{HClO}$, $\text{CH}_2 = \text{CH}_2 + \text{HClO} \rightarrow \text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$,

故答案为: $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{HClO}$;

②阴极电极反应为: $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-$, 阳极氯离子放电后, 钾离子通过阳离子膜进入阴极, 生成 KOH , 从而得到 KCl 和 KOH 的混合溶液, 即 a 溶液,

故答案为: 阴极反应为: $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-$, 阳极氯离子放电后, 钾离子通过阳离子膜进入阴极, 生成 KOH , 从而得到 KCl 和 KOH 的混合溶液;

(2) ①若 $\eta(\text{EO}) = 100\%$, 则说明反应中只有乙烯中碳的化合价发生变化, 其它元素化合价没有改变, 故溶液 b 的溶质为 KCl ,

故答案为: KCl ;

② i. 阳极有 H_2O 放电时会产生氧气, 故需要检验的物质是氧气,
故答案为: 氧气;

ii. 设 EO 的物质的量为 $a\text{ mol}$, 则转化的乙烯的物质的量为: $\frac{a}{97\%}$, 生成 EO 转移的电子的物质的量为: $2a\text{ mol}$, 此过程转移的电子的总物质的量为 $\frac{2a}{70\%}$, 生成 CO_2 的物质的量为: $2 \times \frac{a}{97\%} \times 3\%$, 生成 CO_2 转移的电子的物质的量为 $2 \times \frac{a}{97\%} \times 3\% \times 6$, 则 $\eta(\text{CO}_2) = \frac{2 \times \frac{a}{97\%} \times 3\% \times 6}{\frac{2a}{70\%}} \approx 13\%$,

故答案为: 13;

iii. 实验证实推测 III 成立, 则会产生氯气, 验证氯气即可, 故选用 KI 溶液、淀粉溶液, 现象为溶液变蓝色,

故答案为: KI 溶液和淀粉溶液, 溶液变蓝色。

16. 【答案】(1) ①灰黑色固体溶解, 产生红棕色气体; ②防止酸性条件下, NO_3^- 氧化 Fe^{2+} 干扰实验结果;
③a: 铂/石墨电极, b: FeSO_4 溶液, c: AgNO_3 溶液, 闭合开关 K, Ag 电极上银离子得到电子生成银, 则右边灰黑色固体析出, 指针向右偏转, 一段时间后指针归零; 再向左侧烧杯中滴加较浓的 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液, Ag 电极上固体逐渐减少, 指针向左偏转;

(2) ①指示剂; ②指示剂: $\frac{0.01 - \frac{c_1 v_1}{v}}{\frac{c_1 v_1}{v} \times (0.01 + \frac{c_1 v_1}{v})}$;

(3) ①偏低; ② Ag 完全反应, 无法判断体系是否达到化学平衡状态。

【分析】(1) ① Ag 与浓硝酸反应现象为灰黑色固体溶解, 产生红棕色气体;

② NO_3^- 与 H^+ 结合成强氧化性的 HNO_3 ，能氧化 Fe^{2+} ，干扰实验；

③由装置图可知，利用原电池原理来证明反应 $\text{Fe}^{2+} + \text{Ag}^+ \rightleftharpoons \text{Ag} + \text{Fe}^{3+}$ 为可逆反应，两电极反应为： $\text{Fe}^{2+} - \text{e}^- = \text{Fe}^{3+}$ ， $\text{Ag}^+ + \text{e}^- = \text{Ag}$ ，故另一个电极要用惰性电极，左侧必须含有 Fe^{3+} 或者 Fe^{2+} ，右侧烧杯中必须含有 Ag^+ ；根据b中所加试剂的不同，电流方向可能不同，据此分析解答；

(2) ① Fe^{3+} 与 SCN^- 反应生成红色 FeSCN^{2+} ，所以 Fe^{3+} 的作用是滴定反应的指示剂；

②取I中所得上清液 $v\text{mL}$ ，用 $c_1\text{mol/L}$ 的 KSCN 溶液滴定，至溶液变为稳定浅红色时，消耗 $v_1\text{mL}$ ，已知： $\text{Ag}^+ + \text{SCN}^- \rightleftharpoons \text{AgSCN}$ ， $K = 10^{12}$ ，说明反应几乎进行完全，故有I中上层清液中 Ag^+ 的浓度为： c

$$(\text{Ag}^+) = \frac{c_1 v_1}{v} \text{mol/L}，根据平衡三段式计算各物质的浓度，代入 $K = \frac{c(\text{Fe}^{3+})}{c(\text{Fe}^{2+}) \cdot c(\text{Ag}^+)}；$$$

(3) ①实验I所得浊液含有 Ag ，因存在平衡 $\text{Fe}^{2+} + \text{Ag}^+ \rightleftharpoons \text{Ag} + \text{Fe}^{3+}$ ，且存在反应 $\text{Ag}^+ + \text{SCN}^- \rightleftharpoons \text{AgSCN}$ ，导致测得平衡体系中的 $c(\text{Ag}^+)$ 偏大，即 $\frac{c_1 v_1}{v}$ 偏大，故所得到的 $K = \frac{0.01 - \frac{c_1 v_1}{v}}{\frac{c_1 v_1}{v} \times (0.01 + \frac{c_1 v_1}{v})}$ 偏低；

②由于实验II中 Ag 完全溶解，故无法判断体系是否达到化学平衡状态。

【解答】解：(1) ①由于 Ag 能与浓硝酸发生反应： $\text{Ag} + 2\text{HNO}_3(\text{浓}) = \text{AgNO}_3 + \text{NO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ，故当观察到的现象为灰黑色固体溶解，产生红棕色气体，即可证实灰黑色固体是 Ag ，

故答案为：灰黑色固体溶解，产生红棕色气体；

②由于 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 溶液电离出 NO_3^- 将与溶液中的 H^+ 结合成由强氧化性的 HNO_3 ，能氧化 Fe^{2+} ，而干扰实验，故实验II使用的是 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液，而不是 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 溶液，

故答案为：防止酸性条件下， NO_3^- 氧化 Fe^{2+} 干扰实验结果；

③由装置图可知，利用原电池原理来证明反应 $\text{Fe}^{2+} + \text{Ag}^+ \rightleftharpoons \text{Ag} + \text{Fe}^{3+}$ 为可逆反应，两电极反应为： $\text{Fe}^{2+} - \text{e}^- = \text{Fe}^{3+}$ ， $\text{Ag}^+ + \text{e}^- = \text{Ag}$ ，故另一个电极必须是与 Fe^{3+} 不反应的材料，可用石墨或者铂电极，左侧烧杯中电解质溶液必须含有 Fe^{3+} 或者 Fe^{2+} ，采用 FeSO_4 或 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 或二者混合溶液，右侧烧杯中电解质溶液必须含有 Ag^+ ，故用 AgNO_3 溶液，组装好仪器后，加入电解质溶液，闭合开关K，装置产生电流，电流从哪边流入，指针则向哪个方向偏转，根据b中所加试剂的不同，电流方向可能不同，操作及现象：

a：铂/石墨电极，b： FeSO_4 溶液，c： AgNO_3 溶液，闭合开关K， Ag 电极上银离子得到电子生成银，则右边灰黑色固体析出，指针向右偏转，一段时间后指针归零；再向左侧烧杯中滴加较浓的 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液， Ag 电极上固体逐渐减少，指针偏转方向与电子移动方向相反，指针向左偏转，

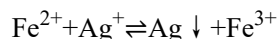
故答案为：a：铂/石墨电极，b： FeSO_4 溶液，c： AgNO_3 溶液，闭合开关K， Ag 电极上银离子得到电子生成银，则右边灰黑色固体析出，指针向右偏转，一段时间后指针归零；再向左侧烧杯中滴加较浓的 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液， Ag 电极上固体逐渐减少，指针偏转方向与电子移动方向相反，故指针向左偏转；

(2) ① Fe^{3+} 与 SCN^- 反应生成红色 FeSCN^{2+} ，因 Ag^+ 与 SCN^- 反应相较于 Fe^{3+} 与 SCN^- 反应更加容易及彻底，当溶液变为稳定浅红色，说明溶液中的 Ag^+ 恰好完全滴定，且溶液中 Fe^{3+} 浓度不变，说明上述反应达到平衡，故溶液中 Fe^{3+} 的作用是滴定反应的指示剂，

故答案为：指示剂；

②取 I 中所得上清液 $v\text{mL}$ ，用 $c_1\text{mol/L}$ 的 KSCN 溶液滴定，至溶液变为稳定浅红色时，消耗 $v_1\text{mL}$ ，已知： $\text{Ag}^+ + \text{SCN}^- \rightleftharpoons \text{AgSCN}$ ， $K=10^{12}$ ，说明反应几乎进行完全，故有 I 中上层清液中 Ag^+ 的浓度为： c

$(\text{Ag}^+) = \frac{c_1 v_1}{v} \text{mol/L}$ ，根据平衡三段式进行计算如下：



起始浓度 (mol/L) 0.02 0.01 0

转化浓度 (mol/L) $0.01 - \frac{c_1 v_1}{v}$ $0.01 - \frac{c_1 v_1}{v}$ $0.01 - \frac{c_1 v_1}{v}$

平衡浓度 (mol/L) $0.01 + \frac{c_1 v_1}{v}$ $\frac{c_1 v_1}{v}$ $0.01 - \frac{c_1 v_1}{v}$

故反应的平衡常数 $K = \frac{c(\text{Fe}^{3+})}{c(\text{Fe}^{2+}) \cdot c(\text{Ag}^+)} = \frac{0.01 - \frac{c_1 v_1}{v}}{\frac{c_1 v_1}{v} \times (0.01 + \frac{c_1 v_1}{v})}$ ，

故答案为： $\frac{0.01 - \frac{c_1 v_1}{v}}{\frac{c_1 v_1}{v} \times (0.01 + \frac{c_1 v_1}{v})}$ ；

(3) ①若取实验 I 所得浊液测定 Ag^+ 浓度，则浊液中还有 Ag ，因存在平衡 $\text{Fe}^{2+} + \text{Ag}^+ \rightleftharpoons \text{Ag} + \text{Fe}^{3+}$ ，且随着反应 $\text{Ag}^+ + \text{SCN}^- \rightleftharpoons \text{AgSCN}$ ，使得上述平衡逆向移动，则测得平衡体系中的 $c(\text{Ag}^+)$ 偏大，即 $\frac{c_1 v_1}{v}$ 偏大，

故所得到的 $K = \frac{0.01 - \frac{c_1 v_1}{v}}{\frac{c_1 v_1}{v} \times (0.01 + \frac{c_1 v_1}{v})}$ 偏低，

故答案为：偏低；

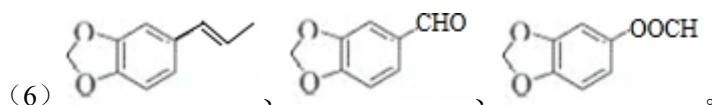
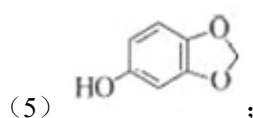
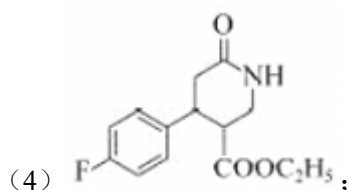
②由于实验 II 中 Ag 完全溶解，故无法判断体系是否达到化学平衡状态，因而不需实验 II 所得溶液进行测定并计算 K ，

故答案为： Ag 完全反应，无法判断体系是否达到化学平衡状态。

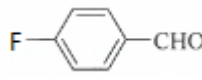
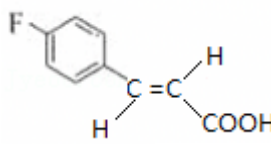
17. 【答案】(1) 氟原子、醛基；

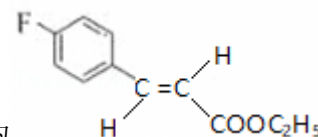
(2) abc；

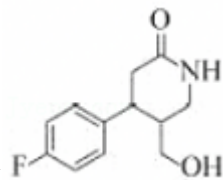
(3) $\text{NC} - \text{CH}_2\text{COOH} + \text{HOCH}_2\text{CH}_3 \xrightleftharpoons[\Delta]{\text{浓硫酸}} \text{NC} - \text{CH}_2\text{COOCH}_2\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ ；

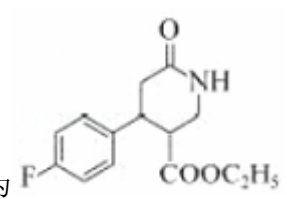
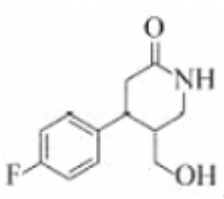


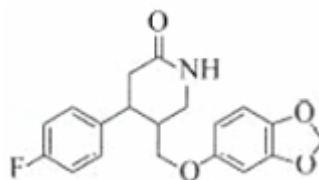
【分析】A 与 $\text{CH}_2(\text{COOH})_2$ 发生信息 i 中反应生成 B，则 A 中含有醛基，由 A 的分子式、D 与 G 加成产物结构，结合转化中其它有机物的分子式，可知 A 中含有苯环，且 $-\text{CHO}$ 与 $-\text{F}$ 处于对位，故 A 为

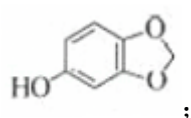
，(2) 中已知 B 为反式结构，则 B 为 ，B 与乙醇发生酯化反应

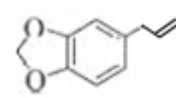
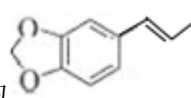
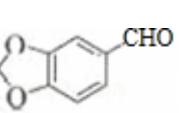
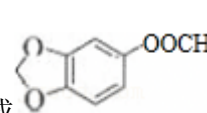
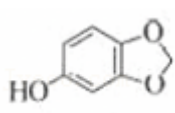
生成 D 为 ，逆推可知 G 为 $\text{NC}-\text{CH}_2\text{COOC}_2\text{H}_5$ 、E 为 $\text{NC}-\text{CH}_2\text{COOH}$ ，(4) 中 J 分子中有 3 个官能团，包括 1 个酯基，对 J 前、后有机物结构，结合 J 的分子式可知，生成 J 的过程中

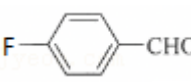
形成了含有酰胺键的六元环，而 J 中 $-\text{COOC}_2\text{H}_5$ 转化为 $-\text{CH}_2\text{OH}$ 生成 ，故 J 的结构

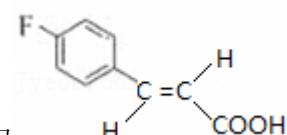
简式为 ， 发生信息 ii 中转化生成 M，M 中酰胺键被还原转化为

帕罗西汀，可推知 M 为 ，结合 (5) 中 L 的分子式是 $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_3$ ，可推知 L 为



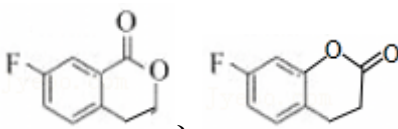
(6) 由本题中信息可知， 异构为 ，先经过① O_3 、② $\text{Zn}/\text{H}_2\text{O}$ 氧化生成 ，再用 H_2O_2 氧化生成 ，最后水解生成 。

【解答】解：(1) 由分析可知 A 的结构简式为 ，A 分子含有的官能团是氟原子、醛基，故答案为：氟原子、醛基；

(2) a. B 的结构简式为 ，分子中有 5 种化学环境不同的氢，其核磁共振氢谱有

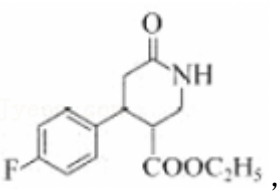
5 组峰，故 a 正确；

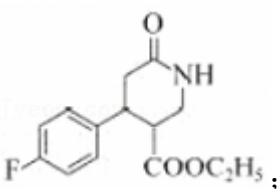
b. B 分子中含有碳碳双键，能被酸性 KMnO_4 溶液氧化，能使酸性 KMnO_4 溶液褪色，故 b 正确；

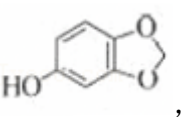
- c. 存在含 2 个六元环的酯类同分异构体, 如  等, 故 c 正确;
- d. 碳碳双键与碳碳三键的不饱和度不相同, 不存在含苯环和碳碳三键的羧酸类同分异构体, 故 d 错误;
- 故答案为: abc;

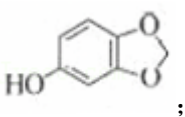
(3) E→G 的化学方程式是 $\text{NC}-\text{CH}_2\text{COOH}+\text{HOCH}_2\text{CH}_3 \xrightleftharpoons[\Delta]{\text{浓硫酸}} \text{NC}-\text{CH}_2\text{COOCH}_2\text{CH}_3+\text{H}_2\text{O}$,

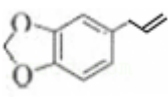
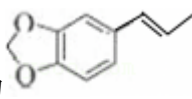
故答案为: $\text{NC}-\text{CH}_2\text{COOH}+\text{HOCH}_2\text{CH}_3 \xrightleftharpoons[\Delta]{\text{浓硫酸}} \text{NC}-\text{CH}_2\text{COOCH}_2\text{CH}_3+\text{H}_2\text{O}$;

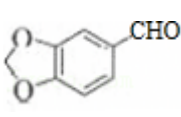
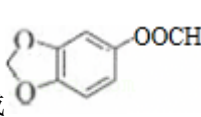
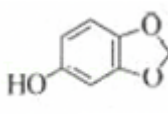
(4) 由分析可知, J 的结构简式是 ,

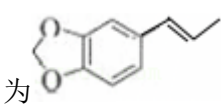
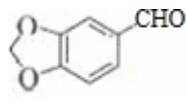
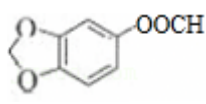
故答案为: ;

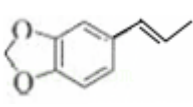
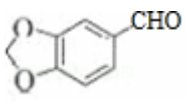
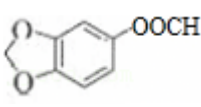
(5) 由分析可知, L 的结构简式是 ,

故答案为: ;

(6) 由本题中信息可知,  异构为 , 先经过① O_3 、② $\text{Zn}/\text{H}_2\text{O}$ 氧化生成

, 再用 H_2O_2 氧化生成 , 最后水解生成 , 故 N、P、Q 依次

为 、、,

故答案为: 、、。

18. 【答案】(1) ①与硫酸反应, 使得 $\text{TiOSO}_4+2\text{H}_2\text{O}\rightleftharpoons\text{TiO}_2\cdot\text{H}_2\text{O}\downarrow+\text{H}_2\text{SO}_4$ 平衡正向移动沉钛并防止二价铁被氧化;
- ②过滤;
- (2) ① $\text{Fe}^{2+}+2\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}=\text{Fe}(\text{OH})_2+2\text{NH}_4^+$;
- ②>;

③pH=6.0 左右, $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{Fe}(\text{OH})_3$, 因此 pH 几乎不变, 之后发生 $4\text{Fe}^{2+} + \text{O}_2 + 6\text{H}_2\text{O} = 4\text{FeOOH} + 8\text{H}^+$, 溶液中 H^+ 浓度增大, pH 减小;

④ $4\text{Fe}^{2+} + \text{O}_2 + 4\text{H}^+ = 4\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$ 、 $4\text{Fe}^{2+} + \text{O}_2 + 6\text{H}_2\text{O} = 4\text{FeOOH} + 8\text{H}^+$;

(3) 不受影响。

【分析】结合分析可知, 钛白粉废渣成分: $\text{FeSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 、 TiOSO_4 及其它难溶物加入蒸馏水、铁粉纯化后, $\text{TiOSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{TiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O} \downarrow + \text{H}_2\text{SO}_4$, $\text{TiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 是沉淀, 通过过滤后, 得到精制 FeSO_4 溶液, 加入氨水和空气后, FeSO_4 溶液被氧化成三价铁离子, 同时调整 pH, 根据提示[0.1mol/L Fe^{2+} 沉淀为 $\text{Fe}(\text{OH})_2$, 起始的 pH 为 6.3, 完全沉淀的 pH 为 8.3; 0.1mol/L Fe^{3+} 沉淀为 FeOOH , 起始的 pH: 1.5, 完全沉淀的 pH 为 2.8]和空气, 生成 FeOOH , 再经过系列提纯, 最终制得 FeOOH 固体;

(3) 由于 $\text{Fe}^{3+} + 3\text{C}_2\text{O}_4^{2-} = \text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3$, $\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3$ 不与稀碱溶液反应, 所以过量不受影响。

【解答】解: (1) ①加入铁粉与硫酸反应, 使得 $\text{TiOSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{TiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O} \downarrow + \text{H}_2\text{SO}_4$ 平衡正向移动沉钛; 加入过量的铁粉的作用是防止二价铁被氧化,

故答案为: 与硫酸反应, 使得 $\text{TiOSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{TiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O} \downarrow + \text{H}_2\text{SO}_4$ 平衡正向移动沉钛并防止二价铁被氧化;

②钛白粉废渣成分: $\text{FeSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 、 TiOSO_4 及其它难溶物, 充分反应后有沉淀出现, 所以分离混合物的方法是过滤,

故答案为: 过滤;

(2) ①向一定浓度 FeSO_4 溶液中加入氨水, 产生白色沉淀, 并很快变成灰绿色, 故白色沉淀为 $\text{Fe}(\text{OH})_2$, 产生方程式为 $\text{Fe}^{2+} + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{Fe}(\text{OH})_2 + 2\text{NH}_4^+$,

故答案为: $\text{Fe}^{2+} + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{Fe}(\text{OH})_2 + 2\text{NH}_4^+$;

②产生白色沉淀后的 pH 低于资料 iii 中的 6.3, 则氢氧根离子浓度小于理论数据, 结合 $K_{\text{sp}}[\text{Fe}(\text{OH})_2] = c(\text{OH}^-) \cdot c(\text{Fe}^{2+})$ 可知, 此时 $c(\text{Fe}^{2+}) > 0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$,

故答案为: >;

③分析可知, pH=6.0 左右, $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{Fe}(\text{OH})_3$, 因此 pH 几乎不变, 之后发生 $4\text{Fe}^{2+} + \text{O}_2 + 6\text{H}_2\text{O} = 4\text{FeOOH} + 8\text{H}^+$, 溶液中 H^+ 浓度增大, pH 减小,

故答案为: pH=6.0 左右, $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{Fe}(\text{OH})_3$, 因此 pH 几乎不变, 之后发生 $4\text{Fe}^{2+} + \text{O}_2 + 6\text{H}_2\text{O} = 4\text{FeOOH} + 8\text{H}^+$, 溶液中 H^+ 浓度增大, pH 减小;

④溶液中同时存在两个氧化反应 $4\text{Fe}^{2+} + \text{O}_2 + 4\text{H}^+ = 4\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$ 、 $4\text{Fe}^{2+} + \text{O}_2 + 6\text{H}_2\text{O} = 4\text{FeOOH} + 8\text{H}^+$, 因此 $c(\text{Fe}^{2+})$ 的减小大于 $c(\text{Fe}^{3+})$ 的增加,

故答案为: $4\text{Fe}^{2+} + \text{O}_2 + 4\text{H}^+ = 4\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$ 、 $4\text{Fe}^{2+} + \text{O}_2 + 6\text{H}_2\text{O} = 4\text{FeOOH} + 8\text{H}^+$;

(3) 由于 $\text{Fe}^{3+} + 3\text{C}_2\text{O}_4^{2-} = \text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3$, $\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3$ 不与稀碱溶液反应, 所以加入的 $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 过量, 则测定结果不受影响,

故答案为: 不受影响。

19. 【答案】(1) ① $\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{Cl}^- \xrightarrow{\Delta} \text{Mn}^{2+} + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$; ② $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2 \uparrow$, ③ Cl^- 还原性减弱或 Cl_2

的氧化性增强；④KCl 固体（或浓/饱和溶液）；MnSO₄ 固体（或浓/饱和溶液）；

（2）KCl>KBr>KI；Cl、Br、I 位于第 VIIA 族，从上到下电子层数逐渐增加，原子半径逐渐增大，得电子能力逐渐减弱，阴离子的还原性逐渐增强；

（3）AgNO₃ 或 Ag₂SO₄；

（4）比较 AgX 的溶解度，AgI 溶解度最小， $\text{Ag}^+ + \text{I}^- = \text{AgI} \downarrow$ 使得 Ag 还原性增强的最多，使得 $2\text{Ag} + 2\text{H}^+ = 2\text{Ag}^+ + \text{H}_2 \uparrow$ 反应得以发生；

（5）氧化剂（还原剂）的浓度越大，其氧化性（还原性）越强，还原产物（氧化产物）的浓度越大，氧化剂（还原剂）的氧化性（还原性）越小；反应物浓度越大或生成物浓度越小，氧化剂氧化性越强。

【分析】（1）①二氧化锰和浓盐酸反应生成氯化锰、氯气、水；

②氧化反应是氯离子得电子生成氯气；

③反应不能发生也可能是还原剂还原性减弱，或者产生了氧化性更强的氧化剂；

④可以从增大氯离子浓度的角度再结合实验 II 的现象分析；

（2）非金属性越弱其阴离子的还原性越强，反应时所需的氢离子浓度越小，根据 Cl、Br、I 位于第 VIIA 族，根据同一主族元素变化分析；

（3）根据（1）中的结论推测随 Cl⁻ 浓度降低导致二氧化锰的氧化性减弱，据此分析；

（4）若要使反应 $2\text{Ag} + 2\text{H}^+ = 2\text{Ag}^+ + \text{H}_2 \uparrow$ 发生，根据本题的提示可以降低 Ag⁺ 浓度，对比 AgX 的溶解度，AgI 溶解度最小，故 Ag 只与氢碘酸发生置换反应；

（5）通过本题可以发现，物质氧化性和还原性还与物质的浓度有关，浓度越大氧化性或者还原性越强。

【解答】解：（1）①二氧化锰和浓盐酸制氯气的离子方程式为： $\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{Cl}^- \xrightarrow{\Delta} \text{Mn}^{2+} + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ，

故答案为： $\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{Cl}^- \xrightarrow{\Delta} \text{Mn}^{2+} + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ；

②氧化反应是元素化合价升高，电极反应为氯离子得电子生成氯气，故氧化反应为： $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2 \uparrow$ ，故答案为： $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2 \uparrow$ ；

③反应不能发生也可能是还原剂还原性减弱，或者产生了氧化性更强的氧化剂，所以可能是 Cl⁻ 还原性减弱或 Cl₂ 的氧化性增强，

故答案为：Cl⁻ 还原性减弱或 Cl₂ 的氧化性增强；

④可以从增大氯离子浓度的角度再结合实验 II 的现象分析，试剂 a 可以是 KCl 固体（或浓/饱和溶液）；结合实验 III 的显现是没有氯气，且实验 III 也加入了试剂 a，那一定是试剂 b 影响了实验 III 的现象，再结合原因 i 可知试剂 b 是 MnSO₄ 固体（或浓/饱和溶液），

故答案为：KCl 固体（或浓/饱和溶液）；MnSO₄ 固体（或浓/饱和溶液）；

（2）非金属性越弱其阴离子的还原性越强，反应时所需的氢离子浓度越小，故顺序是 KCl>KBr>KI；其原因是 Cl、Br、I 位于第 VIIA 族，从上到下电子层数逐渐增加，原子半径逐渐增大，得电子能力逐渐减弱，阴离子的还原性逐渐增强，

故答案为：KCl>KBr>KI；Cl、Br、I 位于第 VIIA 族，从上到下电子层数逐渐增加，原子半径逐渐增

大，得电子能力逐渐减弱，阴离子的还原性逐渐增强；

(3) 根据(1)中的结论推测随 Cl^- 浓度降低导致二氧化锰的氧化性减弱，那么如果进一步降低 Cl^- 浓度降低则可以导致可以提高溴的氧化性，将 Mn^{2+} 氧化为 MnO_2 ，

故答案为： AgNO_3 或 Ag_2SO_4 ；

(4) 若要使反应 $2\text{Ag} + 2\text{H}^+ = 2\text{Ag}^+ + \text{H}_2 \uparrow$ 发生，根据本题的提示可以降低 Ag^+ 浓度，对比 AgX 的溶解度， AgI 溶解度最小，故 Ag 只与氢碘酸发生置换反应的原因是：比较 AgX 的溶解度， AgI 溶解度最小， $\text{Ag}^+ + \text{I}^- = \text{AgI} \downarrow$ 使得 Ag 还原性增强的最多，使得 $2\text{Ag} + 2\text{H}^+ = 2\text{Ag}^+ + \text{H}_2 \uparrow$ 反应得以发生，

故答案为：比较 AgX 的溶解度， AgI 溶解度最小， $\text{Ag}^+ + \text{I}^- = \text{AgI} \downarrow$ 使得 Ag 还原性增强的最多，使得 $2\text{Ag} + 2\text{H}^+ = 2\text{Ag}^+ + \text{H}_2 \uparrow$ 反应得以发生；

(5) 通过本题可以发现，物质氧化性和还原性还与物质的浓度有关，浓度越大氧化性或者还原性越强，则规律为氧化剂（还原剂）的浓度越大，其氧化性（还原性）越强，还原产物（氧化产物）的浓度越大，氧化剂（还原剂）的氧化性（还原性）越小；反应物浓度越大或生成物浓度越小，氧化剂氧化性越强，故答案为：氧化剂（还原剂）的浓度越大，其氧化性（还原性）越强，还原产物（氧化产物）的浓度越大，氧化剂（还原剂）的氧化性（还原性）越小；反应物浓度越大或生成物浓度越小，氧化剂氧化性越强。