

2013 年普通高等学校招生全国统一考试(北京卷)化学

一、选择题(共 7 小题, 每小题 6 分, 满分 42 分)

1.(6 分)下列设备工作时, 将化学能转化为热能的是()



A.
硅太阳能电池



B.
锂离子电池



C.
太阳能集热器



D.
燃气灶

解析: A.硅太阳能电池是太阳能转化为电能, 故 A 错误;

B.锂离子电池是把化学能转化为电能, 故 B 错误;

C.太阳能集热器是把太阳能转化为热能, 故 C 错误;

D.燃烧是放热反应, 是化学能转化为热能, 故 D 正确。

答案: D。

2.(6 分)下列金属防腐的措施中, 使用外加电流的阴极保护法的是()

A.水中的钢闸门连接电源的负极

B.金属护栏表面涂漆

C.汽车底盘喷涂高分子膜

D.地下钢管连接镁块

解析: A.水中的钢闸门连接电源负极, 阴极上得电子被保护, 所以属于使用外加电流的阴极保护法, 故 A 正确;

B.对健身器材涂油漆使金属和空气、水等物质隔离而防止生锈, 没有连接外加电源, 故 B 错误;

C.汽车底盘喷涂高分子膜阻止了铁与空气、水的接触, 从而防止金属铁防锈, 没有连接外加电源, 故 C 错误;

D.镁的活泼性大于铁,用牺牲镁块的方法来保护船身而防止铁被腐蚀,属于牺牲阳极的阴极保护法,故 D 错误。

答案: A。

3.(6分)下列解释事实的方程式不准确的是()

A.用浓盐酸检验氨: $\text{NH}_3 + \text{HCl} = \text{NH}_4\text{Cl}$

B.碳酸钠溶液显碱性: $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$

C.钢铁发生吸氧腐蚀时,铁作负极被氧化: $\text{Fe} - 3\text{e}^- = \text{Fe}^{3+}$

D.长期盛放石灰水的试剂瓶内壁出现白色固体: $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$

解析: A.氨气是碱性气体,氨气能和浓盐酸反应 $\text{NH}_3 + \text{HCl} = \text{NH}_4\text{Cl}$ 生成 NH_4Cl 现象为白烟,故 A 正确;

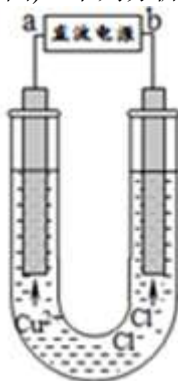
B.碳酸钠为强碱弱酸盐,碳酸钠溶液中碳酸钠电离出的碳酸根离子水解, $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$ 显碱性,故 B 正确;

C.钢铁中含有碳、铁,根据原电池工作原理,活泼的金属作负极,不如负极活泼的金属或导电的非金属作正极,所以碳作正极,铁作负极被氧化,负极 $\text{Fe} - 2\text{e}^- = \text{Fe}^{2+}$,故 C 错误;

D.石灰水中的溶质是氢氧化钙,能与空气中的二氧化碳反应生成碳酸钙和水;由于碳酸钙是一种不溶于水的白色物质,故瓶中常形成一种不溶于水的白色固体;反应的化学方程式为 $\text{CO}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$,故 D 正确。

答案: C。

4.(6分)用石墨电极电解 CuCl_2 溶液(如图)。下列分析正确的是()



A.a 端是直流电源的负极

B.通电使 CuCl_2 发生电离

C.阳极上发生的反应: $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Cu}$

D.通电一段时间后,在阴极附近观察到黄绿色气体

解析: A、依据装置图可知,铜离子移向的电极为阴极,阴极和电源负极相连, a 为负极,故 A 正确;

B、通电氯化铜发生氧化还原反应生成氯气和铜,电离是氯化铜离解为阴阳离子,故 B 错误;

C、与 b 连接的电极是阳极,氯离子失电子发生氧化反应,电极反应式为: $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2 \uparrow$,故 C 错误;

D、通电一段时间后,氯离子在阳极失电子发生氧化反应,在阳极附近观察到黄绿色气体,故 D 错误。

答案: A。

5.(6分)实验:

① $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{AgNO}_3$ 溶液和 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NaCl}$ 溶液等体积混合得到浊液 a,过滤得到滤液 b 和白色沉淀 c;

②向滤液 b 中滴加 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{KI}$ 溶液,出现浑浊;

③向沉淀 c 中滴加 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{KI}$ 溶液,沉淀变为黄色。

下列分析不正确的是()

A.浊液 a 中存在沉淀溶解平衡: $\text{AgCl}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$

- B.滤液 b 中不含有 Ag^+
 C.③中颜色变化说明 AgCl 转化为 AgI
 D.实验可以证明 AgI 比 AgCl 更难溶

解析: A.根据浊液 a 中含有 AgCl , 存在沉淀溶解平衡: $\text{AgCl(s)} \rightleftharpoons \text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$, 故 A 正确;

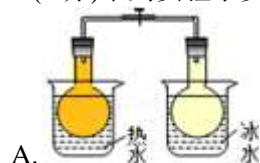
B.滤液为 AgCl 的饱和溶液, 也存在沉淀的溶解平衡, 即存在 Ag^+ , 故 B 错误;

C.向 AgCl 中滴加 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{KI}$ 溶液, 白色 AgCl 沉淀变为黄色 AgI 沉淀, 故 C 正确;

D.向 AgCl 中滴加 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{KI}$ 溶液, 白色 AgCl 沉淀变为黄色 AgI 沉淀, 实验证明 AgI 比 AgCl 更难溶, 故 D 正确。

答案: B。

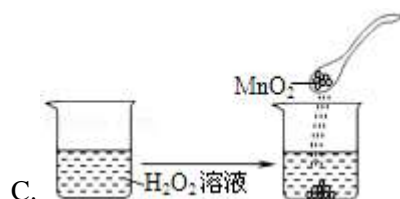
6.(6分)下列实验事实不能用平衡移动原理解释的是()



A. 将 NO_2 球浸泡在冷水和热水中

B.

$t/^\circ\text{C}$	25	50	100
$K_w/10^{-14}$	1.01	5.47	55.0



C.

D.

$C(\text{氨水})/(\text{mol}\cdot\text{L}^{-1})$	0.1	0.01
pH	11.1	10.6

解析: A.存在平衡 $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$, 且正反应是放热反应, 升高温度, 平衡向逆反应方向移动, 所以气体颜色加深, 可以用平衡移动原理解释, 故 A 不选;

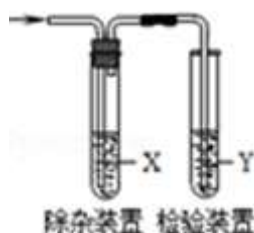
B.水是弱电解质, 存在电离平衡 $\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{OH}^-$, 电离过程是吸热过程, 升高温度, 促进水的电离, 氢离子与氢氧根离子的浓度增大, 水的离子积中增大, 可以用平衡移动原理解释, 故 B 不选;

C.过氧化氢分解, 加入的二氧化锰起催化剂的作用, 加快过氧化氢分解, 不能用平衡移动原理解释, 故 C 选;

D.氨水中存在平衡 $\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$, 浓度越稀, 电离程度越大, 故 0.1mol/L 的氨水稀释 10 倍, pH 变化小于 1 个单位, 可以用平衡移动原理解释, 故 D 不选。

答案: C。

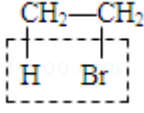
7.(6分)用如图所示装置检验乙烯时不需要除杂的是()

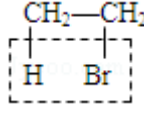


	乙烯的制备	试剂 X	试剂 Y
A	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br}$ 与 NaOH 乙醇溶液共热	水	KMnO_4 酸性溶液

B	CH ₃ CH ₂ Br 与 NaOH 乙醇溶液共热水	Br ₂ 的 CCl ₄ 溶液
C	C ₂ H ₅ OH 与浓 H ₂ SO ₄ 加热至 170°C NaOH 溶液	KMnO ₄ 酸性溶液
D	C ₂ H ₅ OH 与浓 H ₂ SO ₄ 加热至 170°C NaOH 溶液	Br ₂ 的 CCl ₄ 溶液

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

解析：A. 溴乙烷的消去反应： + NaOH $\xrightarrow[\Delta]{\text{乙醇}}$ CH₂=CH₂↑ + NaBr + H₂O, 利用 KMnO₄ + CH₂=CH₂ + H₂SO₄ → CO₂↑ + K₂SO₄ + MnSO₄ + H₂O, 导致酸性 KMnO₄ 溶液褪色, 检验乙烯; 但乙烯中含有杂质乙醇, 乙醇能与 KMnO₄ 酸性溶液反应, 5C₂H₅OH + 4KMnO₄ + 6H₂SO₄ → 5CH₃COOH + 4MnSO₄ + 11H₂O + 2K₂SO₄, 使 KMnO₄ 酸性溶液褪色, 故需用水分离, 乙醇能和水任意比互溶, 而乙烯难溶于水, 故 A 正确;

B. 乙醇易挥发, CH₃CH₂Br 与 NaOH 乙醇溶液共热: + NaOH $\xrightarrow[\Delta]{\text{乙醇}}$ CH₂=CH₂↑ + NaBr + H₂O, 利用 CH₂=CH₂ + Br₂ → CH₂BrCH₂Br 溶液褪色检验乙烯, 含有的杂质乙醇, 乙醇不与 Br₂ 的 CCl₄ 溶液反应, 无需分离乙醇和乙烯, 故 B 错误;

C. 乙醇在浓硫酸加热 170°C 发生消去反应生成乙烯气体, CH₃-CH₂-OH $\xrightarrow[170^\circ\text{C}]{\text{浓硫酸}}$ CH₂=CH₂↑ + H₂O, 同时乙醇和浓硫酸在 170°C 以上能发生氧化反应, 生成黑色碳、二氧化硫气体和水, 反应为 C₂H₅OH + 2H₂SO₄ $\xrightarrow{\Delta}$ 2C + 2SO₂↑ + 5H₂O, 含有杂质乙醇、二氧化硫、二氧化碳, 乙醇能与 KMnO₄ 酸性溶液反应,

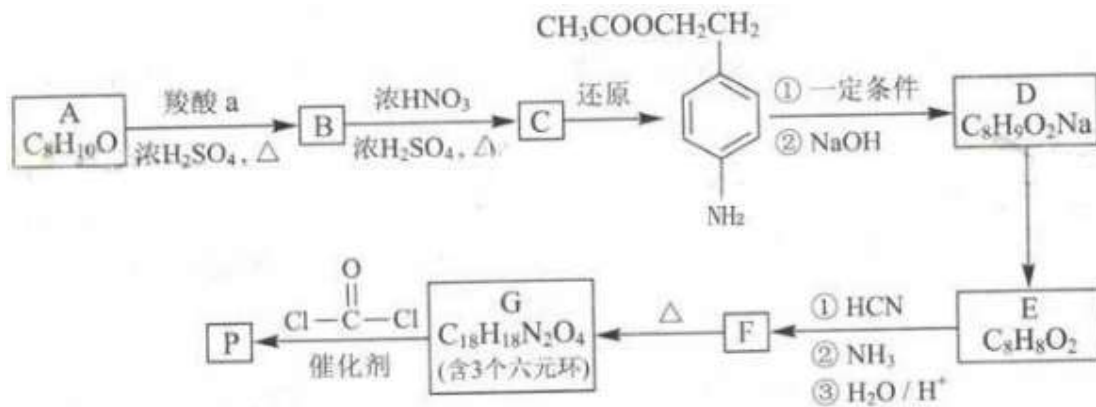
2KMnO₄ + 5SO₂ + 2H₂O = K₂SO₄ + 2MnSO₄ + 2H₂SO₄, 导致酸性 KMnO₄ 溶液褪色, 5C₂H₅OH + 4KMnO₄ + 6H₂SO₄ → 5CH₃COOH + 4MnSO₄ + 11H₂O + 2K₂SO₄, 使 KMnO₄ 酸性溶液褪色, 故需用 NaOH 溶液分离, NaOH 溶液能溶解乙醇, 能和二氧化硫反应, 故 C 正确;

D. 乙醇在浓硫酸加热 170°C 发生消去反应生成乙烯气体, CH₃-CH₂-OH $\xrightarrow[170^\circ\text{C}]{\text{浓硫酸}}$ CH₂=CH₂↑ + H₂O, 利用 CH₂=CH₂ + Br₂ → CH₂BrCH₂Br 溶液褪色检验乙烯, 同时乙醇和浓硫酸在 170°C 以上能发生氧化反应, 生成黑色碳、二氧化硫气体和水, 反应为 C₂H₅OH + 2H₂SO₄ $\xrightarrow{\Delta}$ 2C + 2SO₂↑ + 5H₂O, 含有杂质乙醇、二氧化硫、二氧化碳, 二氧化硫能与 Br₂ 的 CCl₄ 溶液反应, SO₂ + 2H₂O + Br₂ = H₂SO₄ + 2HBr, 乙醇与水互溶, 二氧化碳不影响乙烯的检验, 需用氢氧化钠除去二氧化硫, 故 D 正确。

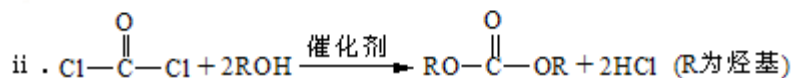
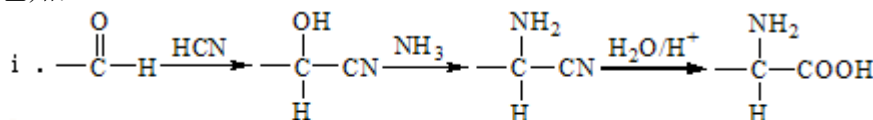
答案：B。

二、解答题(共 4 小题, 满分 58 分)

8.(17 分)可降解聚合物 P 的合成路线如下:



已知:



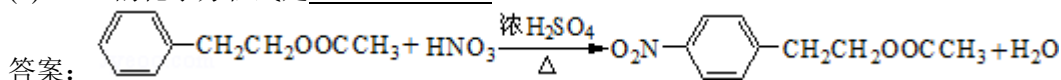
(1) A 的含氧官能团名称是_____。

答案: 醇羟基

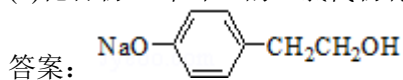
(2) 羧酸 a 的电离方程式是_____。

答案: $\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$

(3) B→C 的化学方程式是_____。



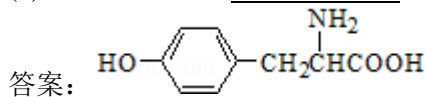
(4) 化合物 D 苯环上的一氯代物有 2 种, D 的结构简式是_____。



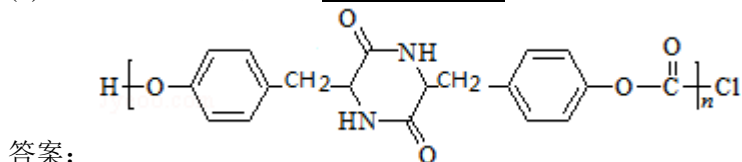
(5) E→F 中反应①和②的反应类型分别是_____。

答案: 加成反应、取代反应

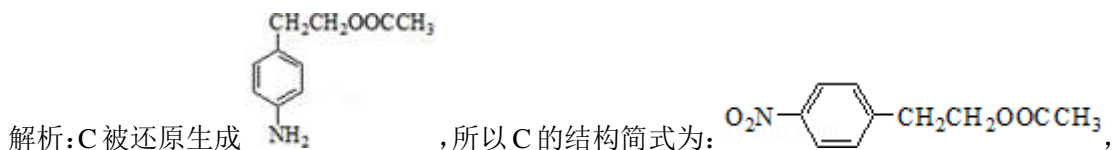
(6) F 的结构简式是_____。



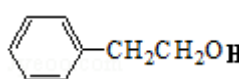
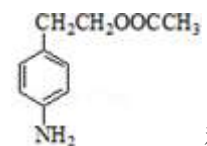
(7) 聚合物 P 的结构简式是_____。



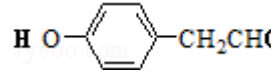
答案:

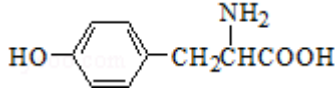


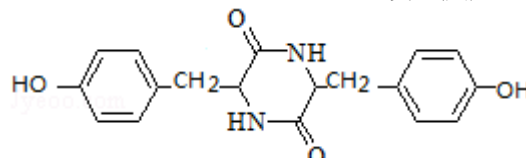
B 和浓硝酸发生取代反应生成 C, 所以 B 的结构简式为:
$$\text{C}_6\text{H}_5\text{-CH}_2\text{CH}_2\text{OOCCH}_3$$
, A 和

羧酸生成酯 B，所以 A 的结构简式为：， 和氢氧化钠溶液发生水解反应生成 D，化合物 D 苯环上的一氯代物有 2 种，结合 D 的分子式知，D

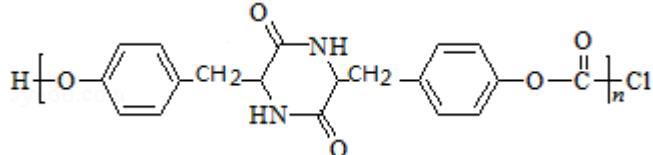
的结构简式为 ，D 反应生成 E，结合 E 的分子式知，E 的结构简式

为：，E 发生一系列反应生成 F，根据题给信息知，F 的结构简式为：

，F 发生反应生成 G，G 的结构简式为：



G 和 $\text{Cl}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{Cl}$ 反应生成 P，P 的结构简式为：



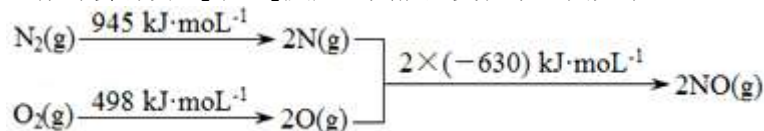
9.(14 分) NO_x 是汽车尾气中的主要污染物之一。

(1) NO_2 能形成酸雨，写出 NO_2 转化为 HNO_3 的化学方程式：_____。

解析：二氧化氮和水反应生成硝酸和一氧化氮，反应方程式为： $3\text{NO}_2+\text{H}_2\text{O}=2\text{HNO}_3+\text{NO}$ ，

答案： $3\text{NO}_2+\text{H}_2\text{O}=2\text{HNO}_3+\text{NO}$

(2) 汽车发动机工作时会引发 N_2 和 O_2 反应，其能量变化示意图如下：



① 写出该反应的热化学方程式：_____。

② 随温度升高，该反应化学平衡常数的变化趋势是：_____。

解析：① 该反应中的反应热 $= (945+498)\text{kJ/mol} - 2 \times 630\text{kJ/mol} = +183\text{kJ/mol}$ ，所以其热化学反应方程式为： $\text{N}_2(\text{g})+\text{O}_2(\text{g})=2\text{NO}(\text{g}) \Delta H=+183 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。

② 该反应的正反应是吸热反应，升高温度，平衡向正反应方向移动，生成物浓度增大，反应物浓度减小，所以平衡常数增大。

答案：① $\text{N}_2(\text{g})+\text{O}_2(\text{g})=2\text{NO}(\text{g}) \Delta H=+183 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ② 增大

(3) 在汽车尾气系统中装置催化转化器，可有效降低 NO_x 的排放。

① 当尾气中空气不足时， NO_x 在催化转化器中被还原成 N_2 排出。写出 NO 被 CO 还原的化学方程式：_____。

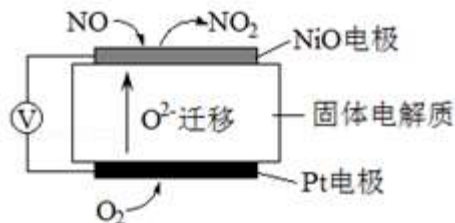
② 当尾气中空气过量时，催化转化器中的金属氧化物吸收 NO_x 生成盐。其吸收能力顺序如下： $_{12}\text{MgO} < _{20}\text{CaO} < _{38}\text{SrO} < _{56}\text{BaO}$ 。原因是：_____，元素的金属性逐渐增强，金属氧化物对 NO_x 的吸收能力逐渐增强。

① 在催化剂条件下，一氧化碳被氧化生成二氧化碳，一氧化氮被还原生成氮气，所以其反应方程式为： $2\text{CO}+2\text{NO} \xrightarrow{\text{催化剂}} \text{N}_2+2\text{CO}_2$ 。

② 根据 Mg 、 Ca 、 Sr 和 Ba 的质子数，得知它们均为 II A 族元素。同一主族的元素，从上到下，原子半径逐渐增大，原子半径越大，反应接触面积越大，则吸收能力越大。

答案：① $2\text{CO}+2\text{NO} \xrightarrow{\text{催化剂}} \text{N}_2+2\text{CO}_2$ ②根据 Mg、Ca、Sr 和 Ba 的质子数，得知它们均为 II A 族元素，同一主族的元素，从上到下，原子半径逐渐增大。

(4)通过 NO_x 传感器可监测 NO_x 的含量，其工作原理示意图如下：



①Pt 电极上发生的是_____反应(填“氧化”或“还原”)。

②写出 NiO 电极的电极反应式：_____。

解析：①铂电极上氧气得电子生成氧离子而被还原。

②NiO 电极上 NO 失电子和氧离子反应生成二氧化氮，所以电极反应式为： $\text{NO}+\text{O}^{2-}-2\text{e}^{-}=\text{NO}_2$ 。答案：①还原 ② $\text{NO}+\text{O}^{2-}-2\text{e}^{-}=\text{NO}_2$ 。

10.(12 分)用含有 Al_2O_3 、 SiO_2 和少量 $\text{FeO}\cdot x\text{Fe}_2\text{O}_3$ 的铝灰制备 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3\cdot 18\text{H}_2\text{O}$ ，工艺流程如下(部分操作和条件略)：

I.向铝灰中加入过量稀 H_2SO_4 ，过滤；

II.向滤液中加入过量 KMnO_4 溶液，调节溶液的 pH 约为 3；

III.加热，产生大量棕色沉淀，静置，上层溶液呈紫红色；

IV.加入 MnSO_4 至紫红色消失，过滤；

V.浓缩、结晶、分离，得到产品。

(1) H_2SO_4 溶解 Al_2O_3 的离子方程式是_____。

解析：硫酸溶解氧化铝生成硫酸铝和水，反应的离子方程式为： $\text{Al}_2\text{O}_3+6\text{H}^+=2\text{Al}^{3+}+3\text{H}_2\text{O}$ 。

答案： $\text{Al}_2\text{O}_3+6\text{H}^+=2\text{Al}^{3+}+3\text{H}_2\text{O}$ ；

(2)将 MnO_4^- 氧化 Fe^{2+} 的离子方程式补充完整：

_____ MnO_4^- + _____ Fe^{2+} _____ = _____ Mn^{2+} _____ Fe^{3+} + _____ H_2O

解析：高锰酸根离子在酸溶液中被还原为锰离子，亚铁离子被氧化为铁离子，反应的离子方程式为： $\text{MnO}_4^-+5\text{Fe}^{2+}+8\text{H}^+=5\text{Fe}^{3+}+\text{Mn}^{2+}+4\text{H}_2\text{O}$

答案：1 5 8H⁺ 1 5 4H₂O

(3)已知：

生成氢氧化物沉淀的 pH

	$\text{Al}(\text{OH})_3$	$\text{Fe}(\text{OH})_2$	$\text{Fe}(\text{OH})_3$
开始沉淀时	3.4	6.3	1.5
完全沉淀时	4.7	8.3	2.8

注：金属离子的起始浓度为 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$

根据表中数据解释步骤 II 的目的：_____。

解析：向滤液中加入过量 KMnO_4 溶液，目的是氧化亚铁离子为三价铁离子，依据图表数据分析可知，铁离子开始沉淀和沉淀完全的溶液 PH 为 1.5 - - 2.8，铝离子和亚铁离子开始沉淀的溶液 PH 大于 3，所以调节溶液的 pH 约为 3，可以使铁离子全部沉淀，铝离子不沉淀分离；

答案为：pH 约为 3 时， Fe^{2+} 和 Al^{3+} 不能形成沉淀，将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} ，可使铁完全沉淀

(4)已知：一定条件下， MnO_4^- 可与 Mn^{2+} 反应生成 MnO_2 ，


①向 III 的沉淀中加入浓 HCl 并加热，能说明沉淀中存在 MnO_2 的现象是_____。

②IV 中加入 MnSO_4 的目的是_____。

解析：一定条件下， MnO_4^- 可与 Mn^{2+} 反应生成 MnO_2

- ①向Ⅲ的沉淀中加入浓 HCl 并加热，二氧化锰和浓盐酸在加热条件下反应生成氯化锰、氯气和水，生成的氯气是黄绿色气体，能说明沉淀中存在 MnO₂ 的现象是生成黄绿色气体。
- ②MnO₄⁻ 可与 Mn²⁺ 反应生成 MnO₂，过滤除去，所以可以利用 MnSO₄ 的溶液和高锰酸钾溶液反应生成二氧化锰，把过量高锰酸根离子除去。
- 答案：生成黄绿色气体 除去过量的 MnO₄⁻

11.(15分)某学生对 SO₂ 与漂粉精的反应进行实验探究：

操作	现象
取 4g 漂粉精固体，加入 100mL 水	部分固体溶解，溶液略有颜色
过滤，测漂粉精溶液的 pH	pH 试纸先变蓝(约为 12)，后褪色
持续通入 SO ₂ →  漂粉精溶液 A	i. 液面上方出现白雾； ii. 稍后，出现浑浊，溶液变为黄绿色； iii. 稍后，产生大量白色沉淀，黄绿色褪去

(1)Cl₂ 和 Ca(OH)₂ 制取漂粉精的化学方程式是_____。

解析：氯气和碱反应，利用氢氧化钙和氯气发生反应生成次氯酸钙、氯化钙和水，反应的化学方程式为：2Cl₂+2Ca(OH)₂=CaCl₂+Ca(ClO)₂+2H₂O；

答案：2Cl₂+2Ca(OH)₂=CaCl₂+Ca(ClO)₂+2H₂O；

(2)pH 试纸颜色的变化说明漂粉精溶液具有的性质是_____。

解析：pH 试纸先变蓝(约为 12)溶液呈碱性，后褪色溶液具有漂白性，所以说明溶液呈碱性，具有漂白性。

答案：碱性、漂白性；

(3)向水中持续通入 SO₂，未观察到白雾。推测现象 i 的白雾由 HCl 小液滴形成，进行如下实验：

a.用湿润的碘化钾淀粉试纸检验白雾，无变化；

b.用酸化的 AgNO₃ 溶液检验白雾，产生白色沉淀。

①实验 a 目的是_____。

②由实验 a、b 不能判断白雾中含有 HCl，理由是_____。

解析：向水中持续通入 SO₂，未观察到白雾。推测现象的白雾由 HCl 小液滴形成，

①。用湿润的碘化钾淀粉试纸检验白雾，无变化；为了检验白雾中是否含有氯气，因为含有氯气在检验氯化氢存在时产生干扰；

故答案为：；

②用酸化的 AgNO₃ 溶液检验白雾，产生白色沉淀，若含有二氧化硫气体，通入硝酸酸化的硝酸银溶液，会被硝酸氧化为硫酸，硫酸和硝酸银反应也可以生成硫酸银沉淀，所以通过实验不能证明一定含有氯化氢。

答案：①检验白雾中是否含有 Cl₂，排除 Cl₂ 干扰 ②白雾中混有 SO₂，SO₂ 可与酸化的 AgNO₃ 反应产生白色沉淀

(4)现象 ii 中溶液变为黄绿色的可能原因：随溶液酸性的增强，漂粉精的有效成分和 Cl⁻ 发生反应。通过进一步实验确认了这种可能性，其实验方案是_____。

解析：现象 ii 中溶液变为黄绿色的可能原因：随溶液酸性的增强，漂粉精的有效成分和 Cl⁻ 发生反应。通过进一步实验确认了这种可能性，漂粉精中成分为次氯酸钙、氯化钙，次氯酸根具有强氧化性在酸性溶液中可以氧化氯离子为氯气。

答案：向漂粉精溶液中逐滴加入硫酸，观察溶液是否变为黄绿色；

(5)将 A 瓶中混合物过滤、洗涤，得到沉淀 X。

①向沉淀 X 中加入稀 HCl，无明显变化。取上层清液，加入 BaCl₂ 溶液，产生白色沉淀。则沉淀 X 中含有的物质是_____。

②用离子方程式解释现象 iii 中黄绿色褪去的原因：_____。

解析：①取上层清液，加入 BaCl_2 溶液，产生白色沉淀，说明 SO_2 被氧化为 SO_4^{2-} ，故沉淀 X 为 CaSO_4 。

②溶液呈黄绿色，有 Cl_2 生成， Cl_2 与 SO_2 反应生成盐酸与硫酸；反应的离子方程式为：
 $\text{SO}_2 + \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{SO}_4^{2-} + 2\text{Cl}^- + 4\text{H}^+$ ，

答案：① CaSO_4 ② CaSO_4 ： $\text{SO}_2 + \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{SO}_4^{2-} + 2\text{Cl}^- + 4\text{H}^+$