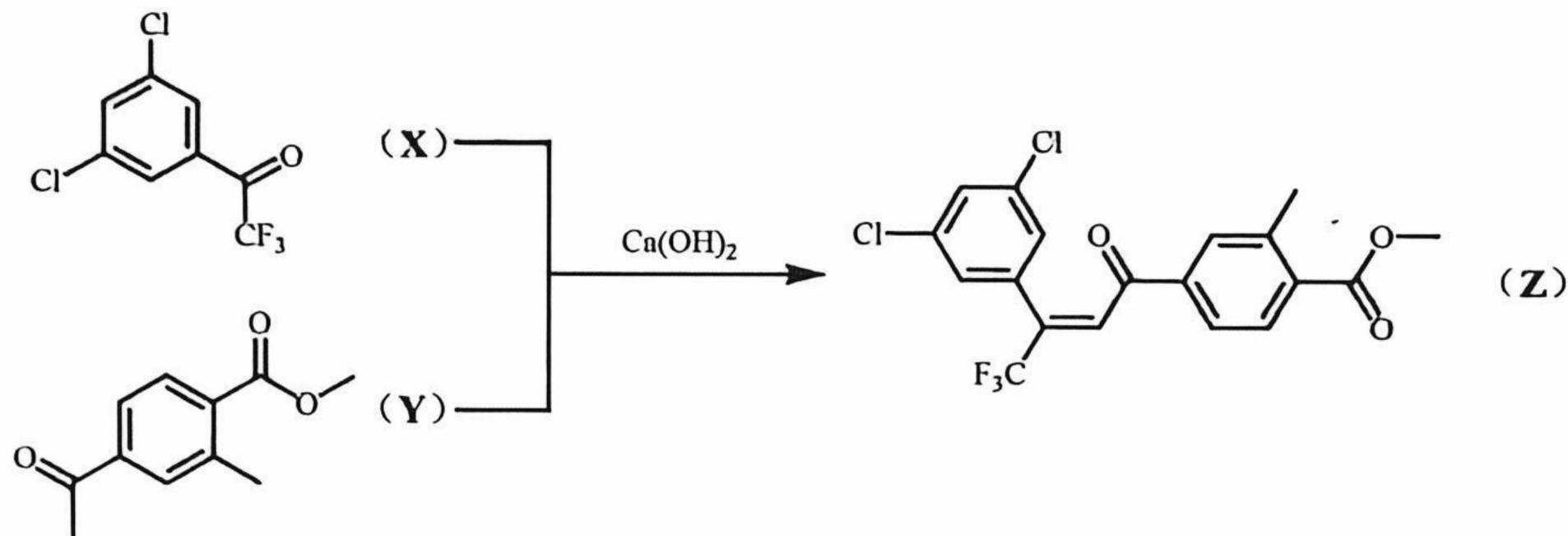


一、选择题（本题共 10 小题，每小题 4 分。在每小题给出的四个选项中，只有一项是符合题目要求的）

1. 福建科研团队利用  $[\text{Cu}(\text{CH}_3\text{CN})_4]\text{PF}_6$  催化不对称 B—H 键插入反应，可高效合成具有氮、硼、碳连续手性中心的分子。下列说法正确的是

- A. 硼元素位于元素周期表 s 区  
 B. 催化剂中 Cu 元素的化合价为 +2 价  
 C. 催化剂参与反应并降低反应活化能  
 D.  $\text{PF}_6^-$  中 P 原子的杂化方式为  $\text{sp}^3$

2. 有机物 Z 是合成某杀虫剂的中间体，合成路线如下：

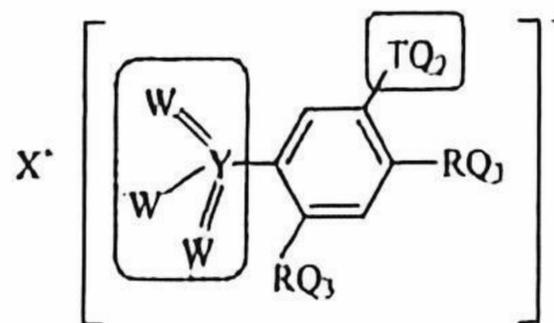


下列说法正确的是

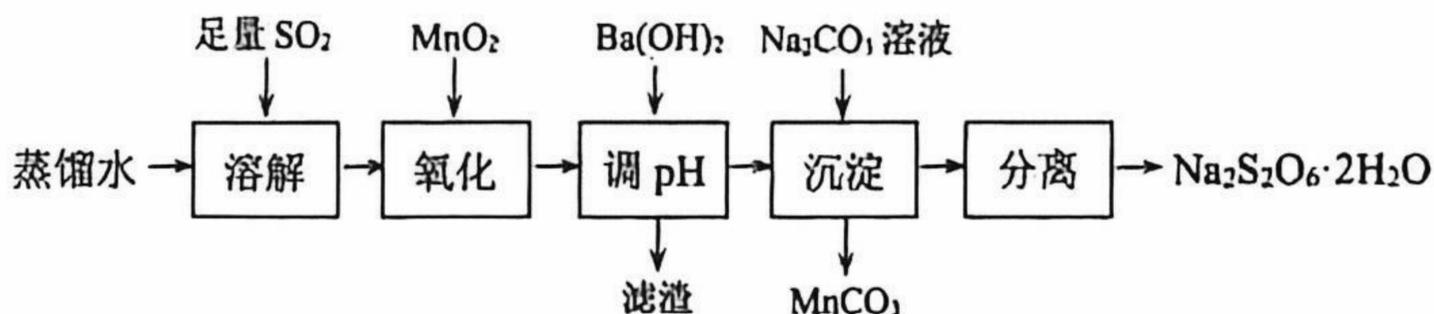
- A. X 中所有原子可能共平面  
 B. 可用酸性高锰酸钾溶液鉴别 X 和 Z  
 C. Y 的核磁共振氢谱有 5 组峰  
 D. 该反应的原子利用率为 100%

3. 某合成染料的中间体结构如图所示，Q、R、T、W、X和Y为原子序数依次增大的短周期元素，下列说法错误的是

- A. 简单离子半径： $Y > X > W$
- B. 第一电离能： $T > W > Y$
- C. 虚框内基团均可与水分子形成氢键
- D. 最高价氧化物对应水化物的酸性： $R < T$



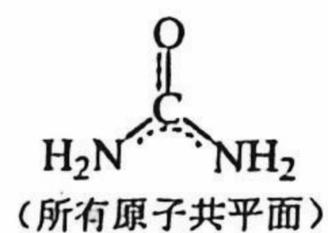
4.  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_6 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  常用于印染工业。实验室制备  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_6 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  的流程如下：



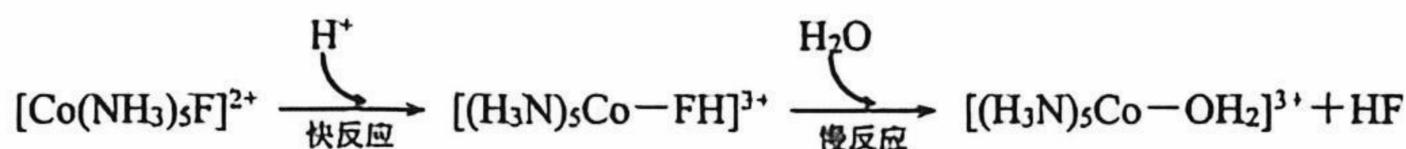
下列说法错误的是

- A. “溶解”时，利用冰水浴控制低温可增大  $\text{SO}_2$  的溶解度
  - B. “氧化”时，少量多次加入  $\text{MnO}_2$  可减少  $\text{SO}_4^{2-}$  生成
  - C. “调 pH”的主要目的是除去过量的  $\text{SO}_2$  和  $\text{SO}_3^{2-}$
  - D. “分离”时，需选用坩埚、漏斗、烧杯、玻璃棒等仪器
5. 用尿素（结构如图）除去溶液中  $\text{NO}_3^-$  的反应原理为  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 + 2\text{NO}_3^- + 2\text{H}^+ = \text{CO}_2 \uparrow + 2\text{N}_2 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$ 。设  $N_A$  为阿伏加德罗常数的值，下列说法错误的是

- A. 1 mol  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  中孤电子对数为  $2N_A$
- B. 1 L  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaNO}_2$  溶液中阴离子总数小于  $0.1N_A$
- C. 每生成 0.1 mol  $\text{CO}_2$  转移电子数为  $0.6N_A$
- D. 标准状况下，2.24 L  $\text{N}_2$  中含有的  $\pi$  键数为  $0.2N_A$



6. 配离子  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{F}]^{2+}$  在酸性溶液中的水解机理如图：



下列说法错误的是

- A.  $\text{H}-\text{N}-\text{H}$  键角： $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{F}]^{2+} < \text{NH}_3$
- B. 与  $\text{Co}(\text{III})$  的配位能力： $\text{H}_2\text{O} > \text{HF}$
- C. 转化过程，涉及极性键的断裂和生成
- D.  $\text{H}-\text{F}$  键的形成削弱了  $\text{Co}-\text{F}$  键，促进水解

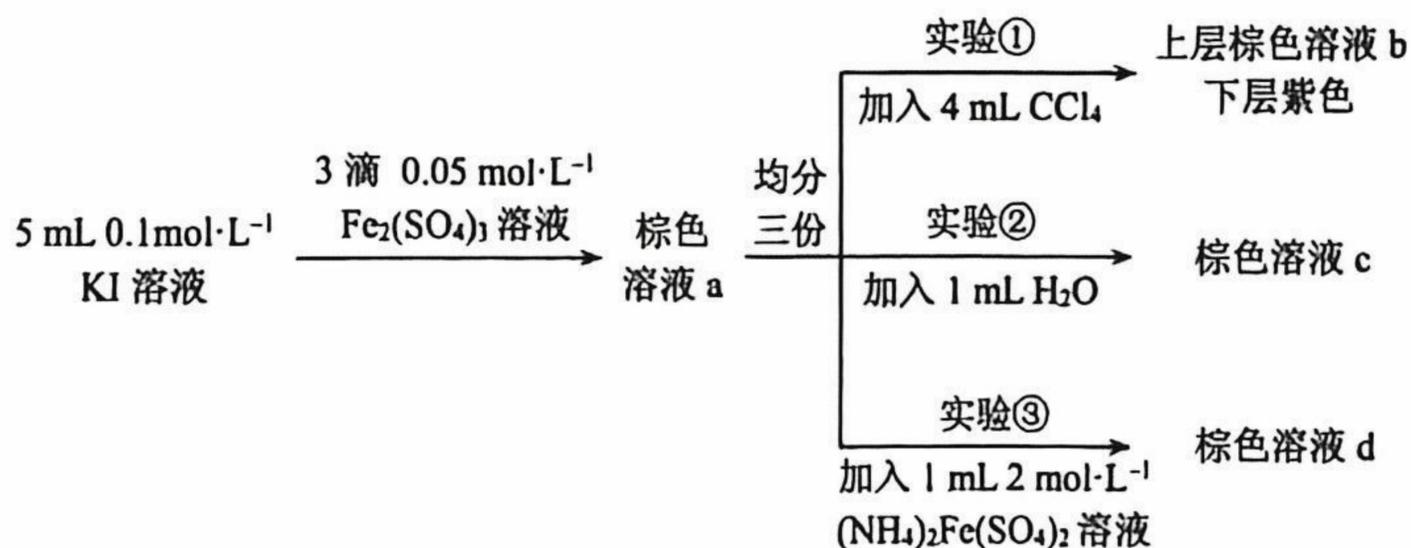
7. 金属钍 (Th) 是重要的核燃料之一, 在空气中易被氧化, 工业上制备海绵钍 (内部有大量微小气孔且结构疏松) 的方法如下:



下列说法错误的是

- A. “热还原”前先通氩气排除装置内的空气
- B. “热还原”存在反应:  $2\text{Ca} + \text{ThF}_4 \xrightarrow{\Delta} 2\text{CaF}_2 + \text{Th}$ 、 $\text{Ca} + \text{ZnCl}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{CaCl}_2 + \text{Zn}$
- C. “除杂”可除去  $\text{CaF}_2$ 、 $\text{CaCl}_2$  及  $\text{Ca}$  等杂质
- D. 根据流程可推测  $\text{Zn}$  的沸点比  $\text{Th}$  高

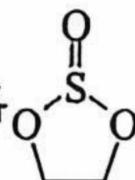
8. 探究反应:  $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$  的实验步骤如下:



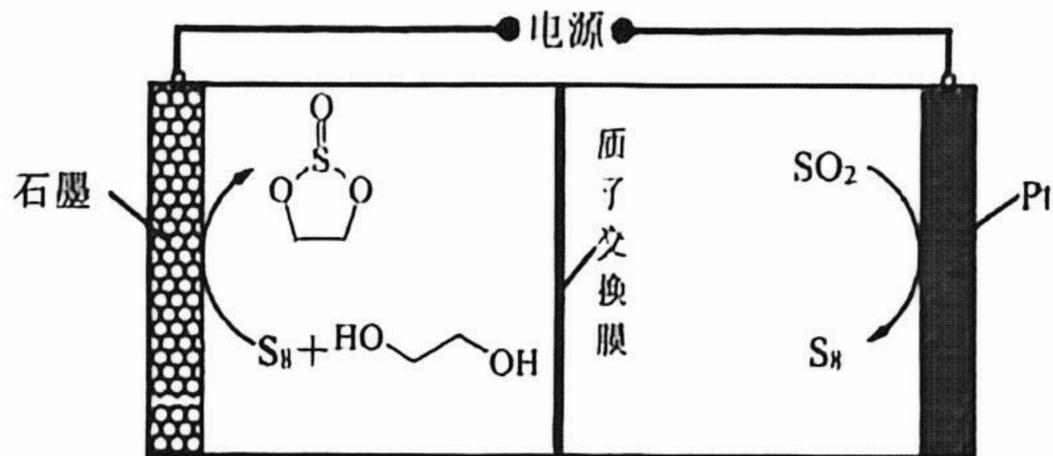
已知: 溶液 a、b、c、d 颜色深浅各不相同

下列说法错误的是

- A. 实验①说明  $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$  存在一定的限度
  - B. 实验①用 4 mL  $\text{CCl}_4$  萃取一次与分成 2 mL 萃取两次, 溶液 b 颜色深浅不同
  - C. 实验②, 平衡向逆方向移动且  $c(\text{Fe}^{3+})$  减小
  - D. 对比实验②③可用于判断生成物浓度对化学平衡的影响
9. 我国科研工作者采用配对电解体系将工业废气中的  $\text{SO}_2$  转化为单质硫, 并与二醇反应高效构建五元、六元及七元环状亚硫酸酯, 实现资源的可持续利用。例如, 与乙二醇反应制备



的原理如图。下列说法错误的是



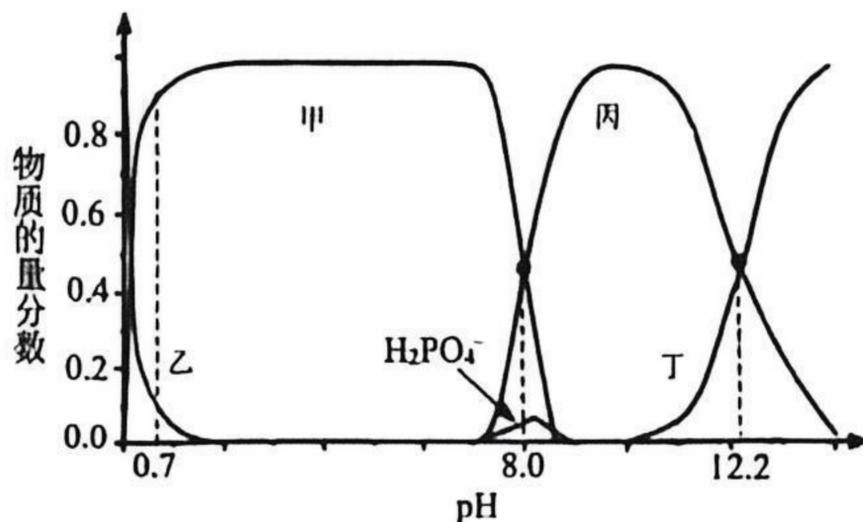
A. 石墨为阳极，发生氧化反应

B. 总反应方程式为： $\text{SO}_2 + \text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH} \xrightarrow{\text{通电}} \text{H}_2\text{O} + \text{C}_2\text{H}_4\text{S}_2\text{O}_2$

C. 若消耗 0.5 mol 乙二醇，理论上交换膜中通过的离子数为  $2N_A$

D. 若与  $\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_3$  反应，可制得  $\text{C}_4\text{H}_8\text{S}_2\text{O}_2$

10. 常温下，向 1 L 水中分别加入 0.005 mol  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  和 0.01 mol  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ，调节溶液的 pH（忽略体积变化），平衡时体系中 P 元素以  $\text{FePO}_4$ 、 $\text{PO}_4^{3-}$ 、 $\text{HPO}_4^{2-}$ 、 $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  和  $\text{H}_3\text{PO}_4$  形式存在，物质的量分数[如  $\text{FePO}_4$  的物质的量分数为  $\frac{n(\text{FePO}_4)}{n(\text{所有含磷物种})} \times 100\%$ ]随 pH 变化如图。



已知： $K_{sp}(\text{FePO}_4) = 9.9 \times 10^{-16}$ ， $K_{sp}[\text{Fe}(\text{OH})_3] = 2.8 \times 10^{-39}$ ， $10^{0.2} \approx 1.6$

下列说法正确的是

A. 甲线所示物种为  $\text{HPO}_4^{2-}$

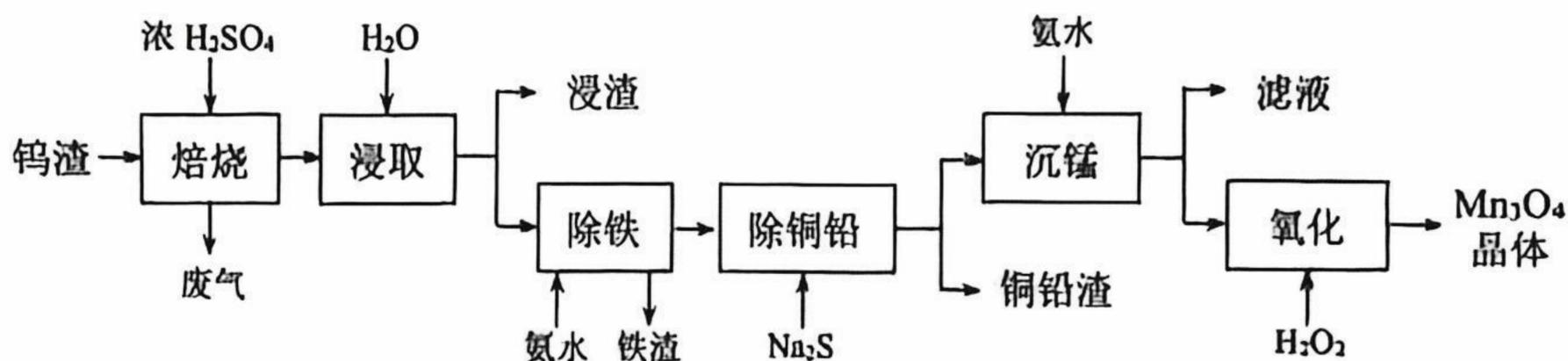
B.  $K_{a2}(\text{H}_3\text{PO}_4) = 1.0 \times 10^{-8}$

C. pH=0.7 时， $c(\text{Na}^+) = 3[c(\text{PO}_4^{3-}) + c(\text{HPO}_4^{2-}) + c(\text{H}_2\text{PO}_4^-) + c(\text{H}_3\text{PO}_4)]$

D.  $\text{FePO}_4 + 2\text{OH}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{HPO}_4^{2-}$  的平衡常数  $K$  的数量级为  $10^{21}$

## 二、非选择题 (本大题共 4 小题, 共 60 分)

11. (16 分) 以钨渣 (主要成分为  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Mn}_2\text{O}_3$ 、 $\text{CaO}$  和  $\text{SiO}_2$ , 及少量  $\text{WO}_3$ 、 $\text{CuO}$ 、 $\text{PbO}$  等) 为原料制备  $\text{Mn}_3\text{O}_4$  晶体的工艺如下图:



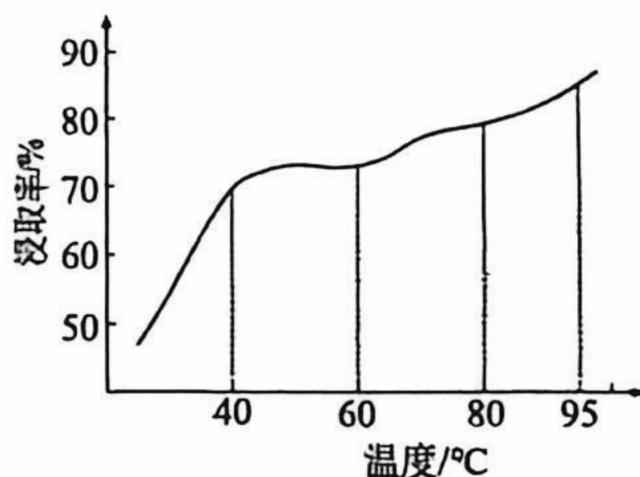
已知:  $\text{H}_2\text{SO}_4$  的沸点为  $338^\circ\text{C}$ ,  $\text{Mn}(\text{OH})_2$  的  $K_{sp}=1.0\times 10^{-13}$ 。

(1) “焙烧”时,

①焙烧温度为  $300^\circ\text{C}$ , 不高于  $300^\circ\text{C}$  的主要原因是\_\_\_\_\_。

② $\text{Mn}_2\text{O}_3$  与浓硫酸反应生成  $\text{MnSO}_4$ , 反应的氧化产物为\_\_\_\_\_。(填化学式)

(2) 不同温度下  $\text{MnSO}_4$  的浸取率曲线如图所示, 则适宜的“浸取”温度为\_\_\_\_\_ $^\circ\text{C}$  左右。



(3) “浸渣”中含有  $\text{SiO}_2$ 、 $\text{WO}_3$  和\_\_\_\_\_。(填化学式)

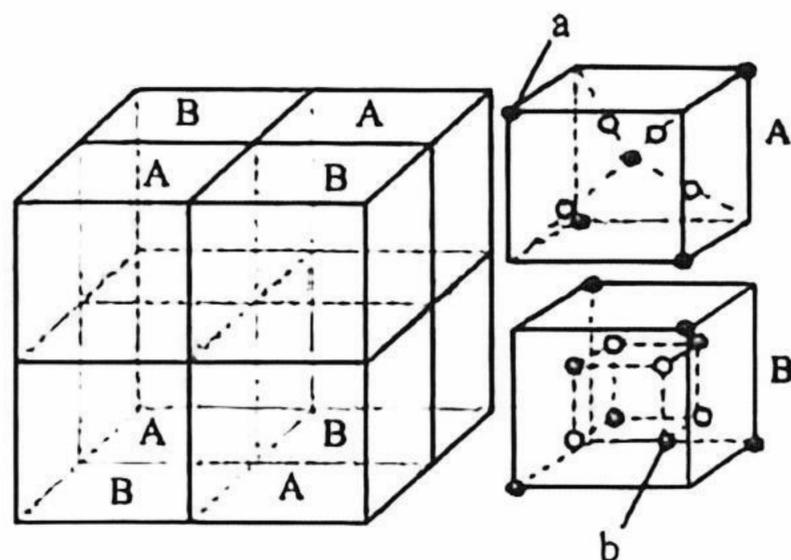
(4) “除铜铅”时, 生成  $\text{CuS}$  的离子方程式为\_\_\_\_\_。若将“除铜铅”与“除铁”对调, 主要的缺点是\_\_\_\_\_。

(5) “沉锰”时, 为使  $\text{Mn}(\text{OH})_2$  沉淀完全 (离子浓度  $\leq 10^{-5} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ), 加入氨水使 pH 不小于\_\_\_\_\_。

(6) “氧化”反应的化学方程式为\_\_\_\_\_。

(7)  $\text{Mn}_3\text{O}_4$  晶体的晶胞结构如图所示。

①a 表示\_\_\_\_\_ (填 “ $\text{Mn}^{2+}$ ” 或 “ $\text{Mn}^{3+}$ ”), 晶胞中含 b 的个数为\_\_\_\_\_。

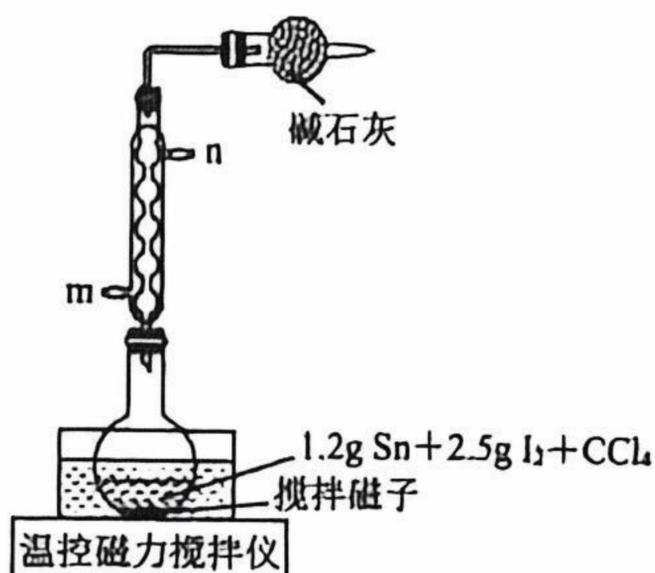


②已知物质的磁性与其组成微粒的核外电子排布紧密相关。一般情况下, 电子均成对则抗磁, 具有单电子则顺磁。则该晶体为\_\_\_\_\_ (填 “顺磁” 或 “抗磁”) 性。

12. (16分) 无水  $\text{SnI}_4$  为橙红色晶体, 熔点  $145.8^\circ\text{C}$ , 易水解, 是重要的有机合成原料, 实验室以锡粒和  $\text{I}_2$  为原料制备  $\text{SnI}_4$  并测定纯度, 制备装置如图所示 (夹持装置省略)。

### I. $\text{SnI}_4$ 的制备

打开冷却水, 加热回流至反应完成。趁热过滤, 蒸馏滤液, 得到  $\text{SnI}_4$  粗品并回收溶剂。



(1) 与碳同族的 Sn 位于周期表第五周期, 其基态原子的价电子排布式为\_\_\_\_\_。

(2)  $\text{SnI}_4$  可溶于  $\text{CCl}_4$  的原因是\_\_\_\_\_。

(3) 当圆底烧瓶液面上方观察不到\_\_\_\_\_ (填实验现象), 表明反应已完成。

(4) 下列说法错误的是\_\_\_\_\_。(填标号)

a. 冷却水从 n 口通入, m 口流出

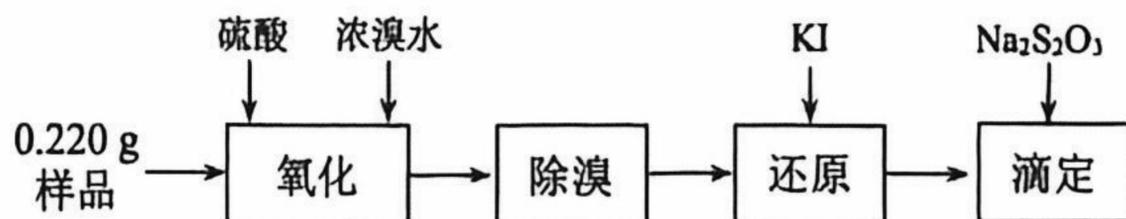
b.  $\text{CCl}_4$  可加快反应速率

c. 碱石灰的主要作用是吸收挥发的  $\text{I}_2$

d. 该反应不必加沸石

(5) 趁热过滤的目的是\_\_\_\_\_。

### II. $\text{SnI}_4$ 的纯度测定

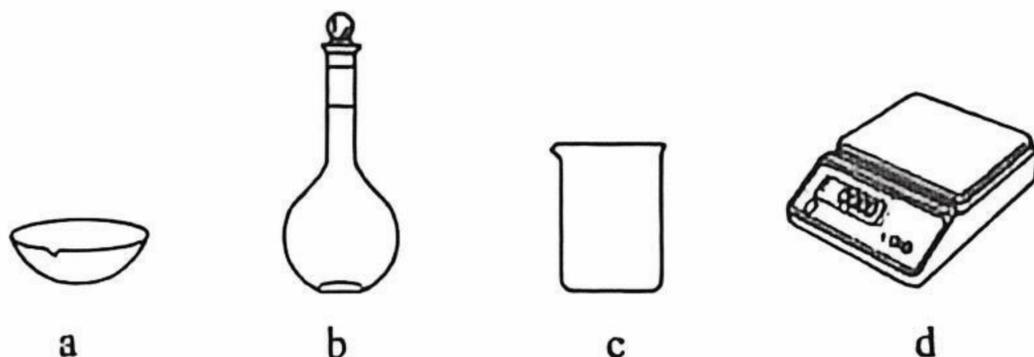


已知: “还原”和“滴定”分别发生反应:  $\text{IO}_3^- + 5\text{I}^- + 6\text{H}^+ = 3\text{I}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$ 、 $2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + \text{I}_2 = 2\text{I}^- + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$

(6) “氧化”时, 溶液中  $\text{I}^-$  转化为  $\text{IO}_3^-$  的离子反应方程式为\_\_\_\_\_。

(7) “还原”后将溶液稀释至 100 mL, 取 25.00 mL 于锥形瓶中, 用  $0.100 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$   $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  标准液平行滴定三次, 平均消耗  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  溶液 20.00 mL。

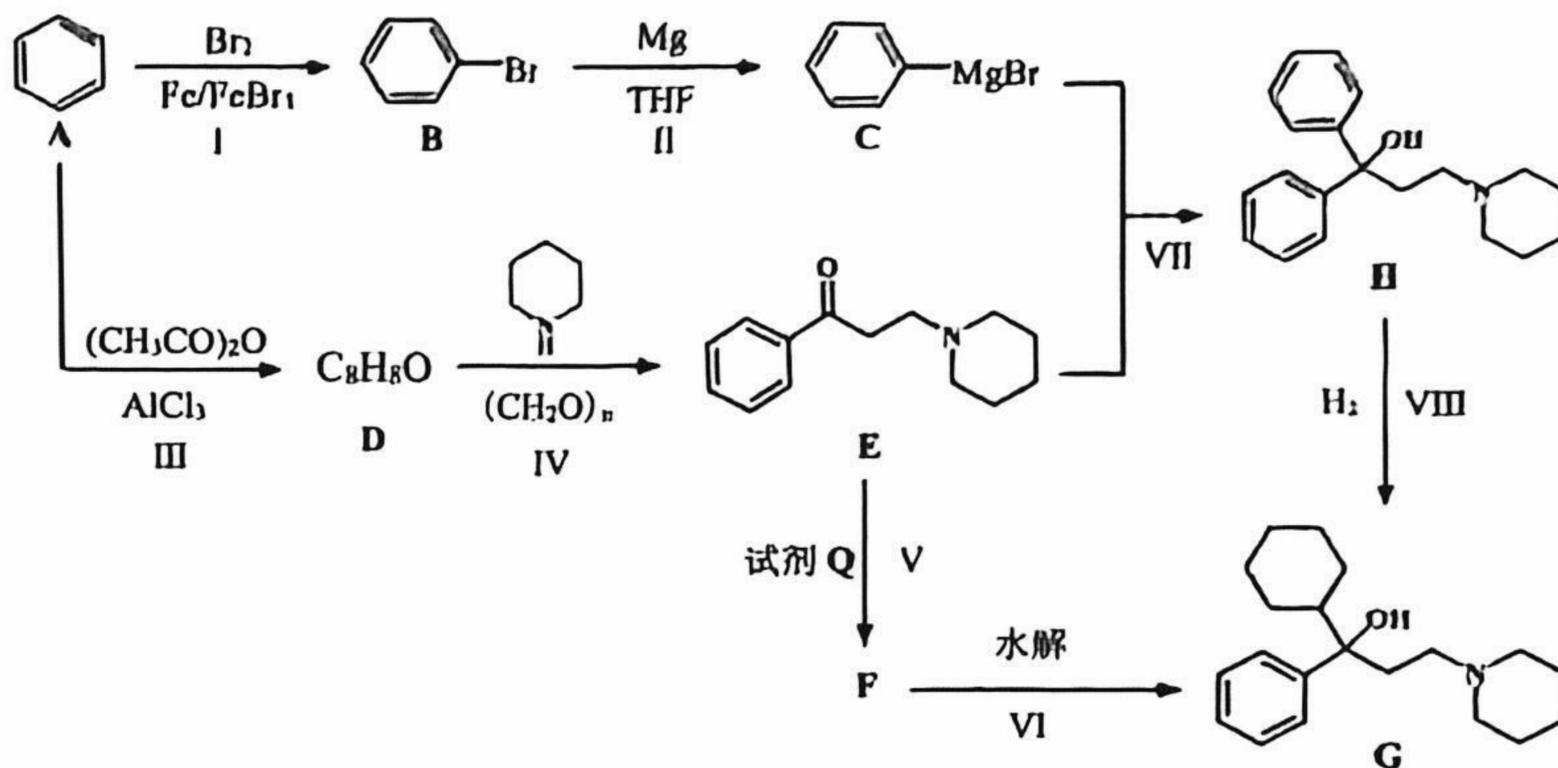
①稀释时需要用到下列仪器中的\_\_\_\_\_。(填标号)



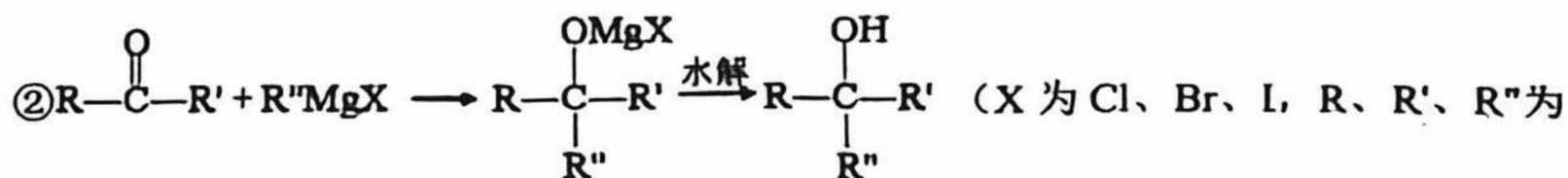
②测得  $\text{SnI}_4$  纯度为\_\_\_\_\_%。 [ $M(\text{SnI}_4) = 627 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ ]

(8) 将  $\text{SnI}_4$  中的碘元素氧化为  $\text{IO}_3^-$ , 再加 KI 将  $\text{IO}_3^-$  还原为  $\text{I}_2$ , 目的是\_\_\_\_\_。

13. (13分) 苯海索(G)是一种抗胆碱药, 主要用于治疗帕金森病, 其合成路线如下图。



已知: ①THF 为四氢呋喃, 结构简式为

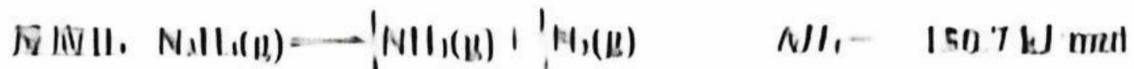
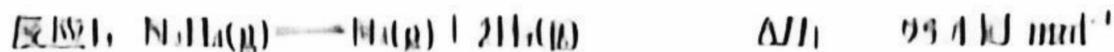


H 或烃基)

回答下列问题:

- (1) I 中苯发生的反应类型为\_\_\_\_\_, E 中官能团为次氨基、\_\_\_\_\_ (填名称)。
- (2) 关于H的下列事实的解释正确的是\_\_\_\_\_。(填标号)
  - 溴苯比氯苯更易与 Mg 反应: 键能  $\text{C}-\text{Br} < \text{C}-\text{Cl}$
  - 反应需无水环境: C 易与水反应
  - 用 THF 作溶剂: THF 为非极性分子
- (3) III 的化学方程式为\_\_\_\_\_。
- (4) F 为含氯化合物, 根据已知信息, 则 Q 的结构简式为\_\_\_\_\_。
- (5) G 的抗胆碱药理活性和结构中的手性碳密切相关。若 VIII 中  $\text{H}_2$  过量可能生成 K, 使药理活性产物减少。K 的结构简式为\_\_\_\_\_。K 和 G 可通过红外光谱进行鉴别, 除 C-N 键、O-H 键等特征峰外, 若有\_\_\_\_\_特征峰, 则为 G。
- (6) 写出 1 种满足下列条件 E 的芳香族同分异构体的结构简式: \_\_\_\_\_。
  - ①苯环上只有两个取代基, 其中 1 个为 -CN;
  - ②核磁共振氢谱有 4 组峰, 峰面积比为 2:2:6:9。

14. (13分)肼( $\text{N}_2\text{H}_4$ , 沸点113.9℃)是一种具有良好应用价值的储氢材料,其分解反应如下。



(1) 反应  $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{NH}_3(\text{g}) \quad \Delta H_3 = \quad \text{kJ mol}^{-1}$ 。

(2) 在金属Pt催化下,发生反应I。

①图1中表示 $\Delta H - T\Delta S$ 随 $T$ 的变化趋势正确的是\_\_\_\_\_ (填“a”“b”“c”或“d”)。

②图2为反应I催化机理,则M的化学式为\_\_\_\_\_。

③已知电负性Ni为1.9, Pt为2.3。若改用Ni-Pt做催化剂,催化剂表面存在Ni和Pt两种活性位点,则肼中的N原子吸附于\_\_\_\_\_ (填“Ni”或“Pt”)活性位点,理由是\_\_\_\_\_。

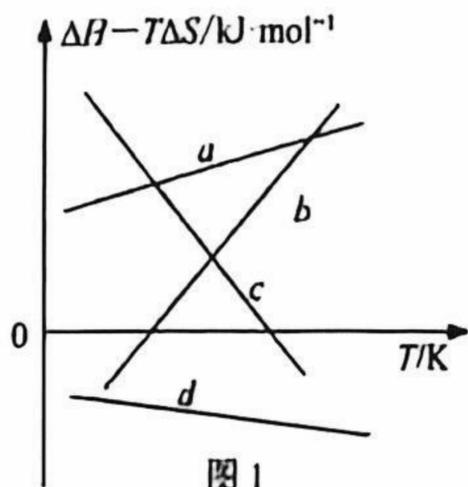


图1

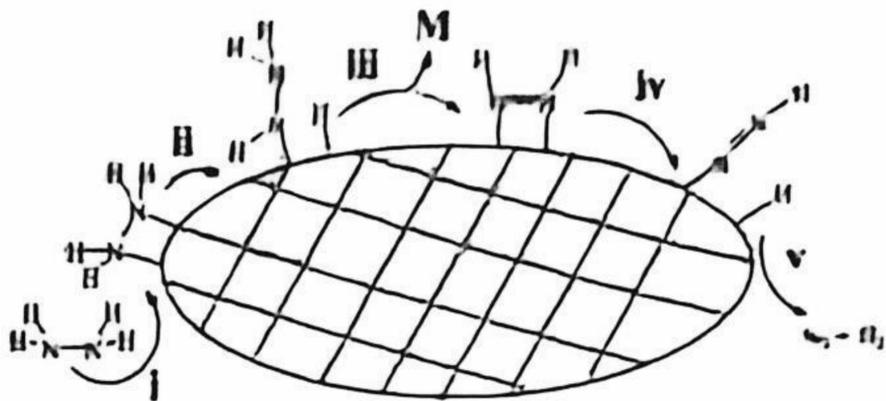


图2

(3) 在 $p_0$  kPa下,催化3 mol  $\text{N}_2\text{H}_4$ 发生反应I、II,平衡时产物的物质的量与温度的关系如图3。

①曲线a所示物种为\_\_\_\_\_。理由为\_\_\_\_\_。

②常温下,能提高 $\text{N}_2\text{H}_4$ 的平衡转化率的是\_\_\_\_\_。(填标号)

- a. 改变催化剂
- b. 增大 $\text{N}_2\text{H}_4$ 的用量
- c. 恒压时通入惰性气体

③Q点时,反应I的 $K_p = \quad$ 。(用含 $p_0$ 的式子表示)。

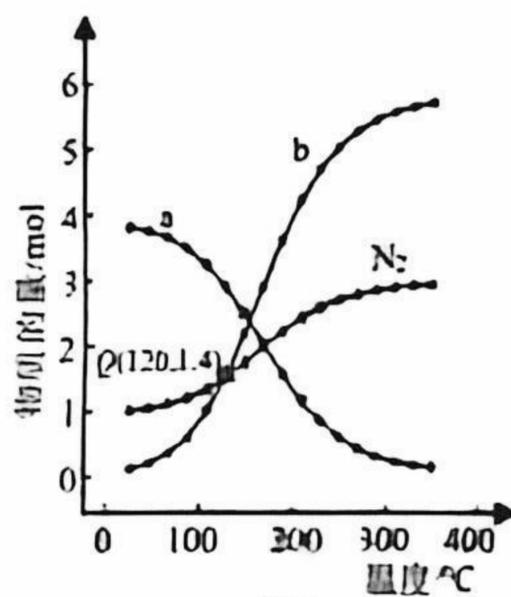


图3

(4) 25℃,在R催化下, $\text{N}_2\text{H}_4$ 在NaOH溶液( $c < 1.0 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ )中发生反应I、II的速率方程

为:  $v = k c^a(\text{N}_2\text{H}_4\cdot\text{H}_2\text{O}) \cdot c^{\beta}(\text{NaOH}) \cdot c^{\gamma}(\text{R})$ ,  $k$ 是速率常数, $a$ 、 $\beta$ 为常数,探究 $c(\text{R})$ 与 $\text{N}_2\text{H}_4\cdot\text{H}_2\text{O}$ 转化率为50%时所需时间的关系,测得实验数据如下:

实验	$c(\text{N}_2\text{H}_4\cdot\text{H}_2\text{O})/\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$c(\text{NaOH})/\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$c(\text{R})/\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	时间/s
1	m	n	p	q
2	m	n	2p	$\frac{q}{2}$
3	m	n	3p	t

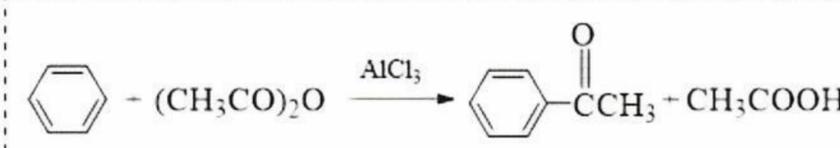
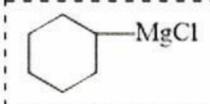
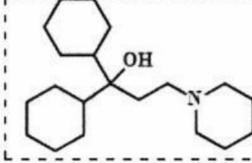
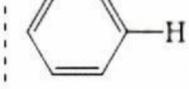
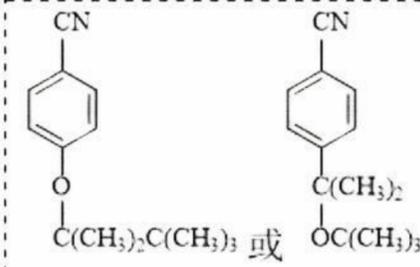
根据表中数据分析,  $t = \quad$  (用含q的式子表示)。

总说明:

1. 本答案及评分说明供阅卷评分时使用, 考生若写出其他正确答案, 可参照本说明给分。
2. 化学方程式(包括离子方程式、电极反应式等)中的化学式、离子符号写错, 不得分; 化学式、离子符号书写正确, 但未配平、“↑”“↓”未标、必须书写的反应条件未写(或写错)等化学用语书写规范错误的, 每个化学方程式累计扣1分。
3. 化学专用名词书写错误均不得分。

1~10    CBADB    ADADD

11. (16分)		
(1)	防止硫酸挥发	(1分)
	O <sub>2</sub>	(1分)
(2)	95 (90~100 范围内均给分)	(1分)
(3)	CaSO <sub>4</sub> 、PbSO <sub>4</sub> (写 CaSO <sub>4</sub> 可得 2 分, 只写 PbSO <sub>4</sub> 得 1 分)	(2分)
(4)	Cu <sup>2+</sup> +S <sup>2-</sup> = CuS↓ 或 [Cu(NH <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> ] <sup>2+</sup> +S <sup>2-</sup> = CuS↓ +4NH <sub>3</sub>	(2分)
	生成大量的 H <sub>2</sub> S 导致 Na <sub>2</sub> S 损失 (或 “Fe <sup>3+</sup> 被还原导致铁沉淀不完全”)	(2分)
(5)	10	(2分)
(6)	3Mn(OH) <sub>2</sub> +H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> = Mn <sub>3</sub> O <sub>4</sub> +4H <sub>2</sub> O	(2分)
	Mn <sup>2+</sup>	(1分)
(7)	16	(1分)
	顺磁	(1分)
12. (16分)		
(1)	5s <sup>2</sup> 5p <sup>2</sup>	(1分)
(2)	二者均为非极性分子, 相似相溶 (只答 “相似相溶” 给 1 分)	(2分)
(3)	浅紫色蒸气 (写到 “紫色” 给分)	(1分)
(4)	ac (写 “a” 或 “c” 或 “abc” 或 “acd” 可得 1 分, 其余答案不得分)	(2分)
(5)	分离出锡粒与搅拌磁子, 同时防止 SnI <sub>4</sub> 析出 (没写 “搅拌磁子” 不扣分, 只写 “分离锡粒” 或 “防止 SnI <sub>4</sub> 析出” 均给 1 分)	(2分)
(6)	I <sup>-</sup> +3Br <sub>2</sub> +3H <sub>2</sub> O = IO <sub>3</sub> <sup>-</sup> +6Br <sup>-</sup> +6H <sup>+</sup>	(2分)
(7)	①bc (写 “b” 或 “c” 或 “abc” 或 “bcd” 可得 1 分, 其余答案不得分)	(2分)
	②95 (写 95% 不给分)	(2分)
(8)	放大碘的浓度, 提高滴定灵敏度 (答 “增大 I <sub>2</sub> 或 I <sup>-</sup> 的浓度” 也可, 不写 “提高灵敏度” 不扣分, 其他合理也给分)	(2分)
13. (13分)		
(1)	取代反应	(1分)

	羰基	(1分)
(2)	ab (写“a”或“b”或“abc”可得1分, 其余答案不得分)	(2分)
(3)		(2分)
(4)		(2分)
(5)		(2分)
(5)	 键 (回答“Ar-H、苯环上的 C-H 键、苯环上的 C-C 键或苯环上的键、苯环”也给分)	(1分)
(6)		(2分)
14. (15分)		
(1)	-91.95	(2分)
	d	(1分)
	H <sub>2</sub>	(1分)
(2)	Ni	(1分)
	Ni 的电负性较小, 带正电, 与带负电的氮原子结合 (其他合理答案也可) (只答“Ni 的电负性较小”或“氮原子带负电”均给1分)	(2分)
	NH <sub>3</sub>	(1分)
	N <sub>2</sub> (g) + 3H <sub>2</sub> (g) ⇌ 2NH <sub>3</sub> (g) ΔH < 0, 温度升高, 平衡逆向移动, n(NH <sub>3</sub> )减少 或“由图可知, 在 350℃ 左右, n(N <sub>2</sub> ) 约为 3 mol, 依据反应前后氮元素守恒, 此温度下 NH <sub>3</sub> 及 N <sub>2</sub> H <sub>4</sub> 的物质的量近似为 0, 因此, a 为 NH <sub>3</sub> ” (其他前后关	(2分)
(3)	联且合理答案也给分)	
	c	(1分)
	$\frac{7^3}{29^2} p_0^2 \text{ 或 } \frac{(\frac{1.4}{5.8} p_0) \times (\frac{1.4}{5.8} p_0)^2}{(\frac{0.2}{5.8} p_0)}$	(2分)
(4)	$\frac{9}{3}$	(2分)