

北京市育英学校2024届高三化学学科统测五

2023.12

可能用到的相对原子质量: H 1 B 11 C 12 N 14 O 16 Na 23 Pb 207 Cl 35.5

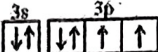
第一部分

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. 用 N_A 代表阿伏加德罗常数的值。下列说法不正确的是

- A. 1 mol 羟基含有的电子数目为 $9N_A$
- B. 12 g 金刚石中 C—C 键数为 $2N_A$
- C. 2 L 0.1 mol·L⁻¹ 的 FeCl₃ 溶液中, Fe³⁺ 的数目为 $0.2N_A$
- D. 标准状况下, 22.4 L C₂H₆ 中含有的氢原子数为 $6N_A$

2. 下列化学用语或图示表达不正确的是

A. 基态 S 原子的最外层电子轨道表示式: 

B. 基态 ²⁹Cu 原子的电子排布式: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^9 4s^2$

C. H₂O 的 VSEPR 模型: 

D. Cl₂ 分子中 σ 键的形成: 

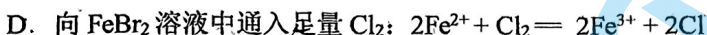
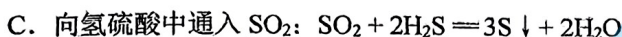
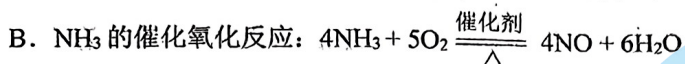
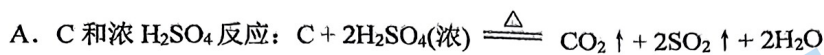
3. 核污染水中含有 ⁹⁰Sr、¹³⁷Cs 等多种放射性同位素粒子, 会对人体和环境产生危害。下列说法不正确的是

- A. ¹³⁷Cs 含有的中子比质子多 27 个
- B. Sr 位于元素周期表第五周期、第 II A 族
- C. 可用沉淀法或离子交换法去除核污染水中的 ⁹⁰Sr²⁺
- D. 借助元素周期表比较可知 Sr 的金属性比 Cs 强

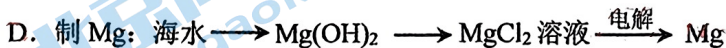
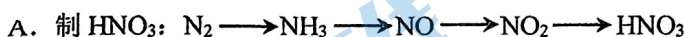
4. 下列物质混合后, 因发生氧化还原反应使溶液 pH 增大的是

- A. 向酸性 KMnO₄ 溶液中加入 FeSO₄ 溶液, 紫色褪去
- B. 向 NaHSO₃ 溶液中加入 Ba(OH)₂ 溶液, 产生白色沉淀
- C. 向 BaCl₂ 溶液中先通入 SO₂, 后通入 O₂, 产生白色沉淀
- D. 向饱和 NaCl 溶液中先通入 NH₃, 后通入 CO₂, 产生白色沉淀

5. 下列反应的方程式不正确的是

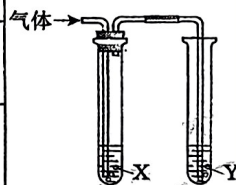


6. 下列制备物质的转化关系不合理的是



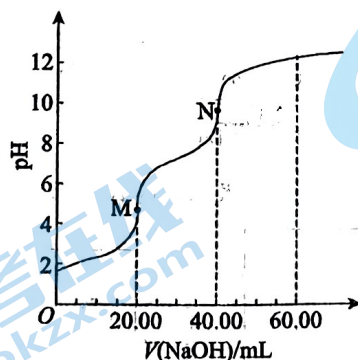
7. 利用如图装置(夹持装置略)进行实验, X、Y 中所选试剂不能达到实验目的的是

选项	实验目的	试剂 X	试剂 Y
A	比较非金属性: $\text{Cl} > \text{Br} > \text{S}$	NaBr 溶液	H_2S 溶液
B	吸收 CO_2 中混有的 SO_2 并检验其是否已除尽	酸性 KMnO_4 溶液	品红溶液
C	检验 $\text{C}_2\text{H}_5\text{Br}$ 与 NaOH 醇 溶液共热的产物乙烯	水	酸性 KMnO_4 溶液
D	证明电石与饱和食盐水反应 产生的气体中含有乙炔	CuSO_4 溶液	酸性 KMnO_4 溶液



8. 以 0.1 mol/L NaOH 溶液滴定 20.00 mL 0.1 mol/L H_3PO_4 溶液的滴定曲线如图。

已知: 酚酞的变色范围是 $\text{pH } 8.2 \sim 10$



下列说法不正确的是

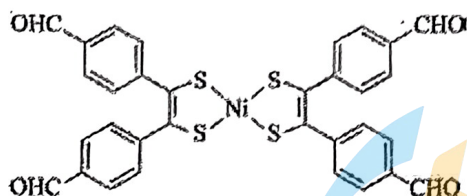
A. M 点主要溶质为 NaH_2PO_4

B. N 点可用酚酞作指示剂指示滴定终点

C. N 点溶液: $c(\text{Na}^+) > c(\text{HPO}_4^{2-}) > c(\text{PO}_4^{3-}) > c(\text{H}_2\text{PO}_4^-)$

D. M \rightarrow N 过程中, 均满足 $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{H}_2\text{PO}_4^-) + 2c(\text{HPO}_4^{2-}) + 3c(\text{PO}_4^{3-}) + c(\text{OH}^-)$

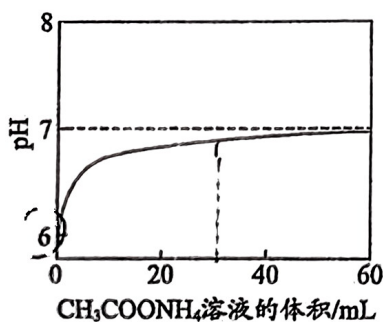
9. 镍二硫烯配合物基元的 COFs 材料因具有良好的化学稳定性、热稳定性和导电性而应用于电池领域。一种基于镍二硫烯配合物的单体结构简式如下图所示, 下列关于该单体的说法不正确的是



- A. Ni 属于 d 区元素
 B. S 与 Ni 形成配位键时, S 提供孤电子对
 C. 组成元素中电负性最大的是 O
 D. 醛基中 C 原子的价层电子对数为 4

10. 在常温下, 向 30 mL 0.1 mol/L NH_4Cl 溶液中加入 0.1 mol/L $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ 溶液, 溶液的 pH 随加入 $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ 溶液的体积的变化如下图。下列说法正确的是

已知: $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ 溶液的 pH 约为 7



- A. NH_4Cl 溶液中存在: $c(\text{NH}_4^+) > c(\text{Cl}^-) > c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$
 B. 0.1 mol/L $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ 溶液中的 $c(\text{NH}_4^+)$ 比 0.1 mol/L NH_4Cl 溶液中的大
 C. 上图说明 NH_4Cl 溶液中存在水解平衡
 D. 溶液的 pH 变化是 NH_4^+ 浓度改变造成的

11. CO_2 转化可减少 CO_2 排放并实现资源利用。 CO_2 催化氧化乙烷制乙烯的主要反应有:



反应的能量变化如图 1 所示。体系中还存在其他副反应。相同时间内, 乙烷的转化率、乙烯的选择性与温度的关系如图 2 所示。

已知: 乙烯的选择性为转化的乙烷中生成乙烯的百分比

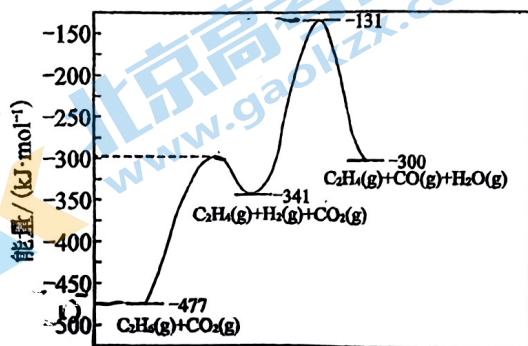


图 1

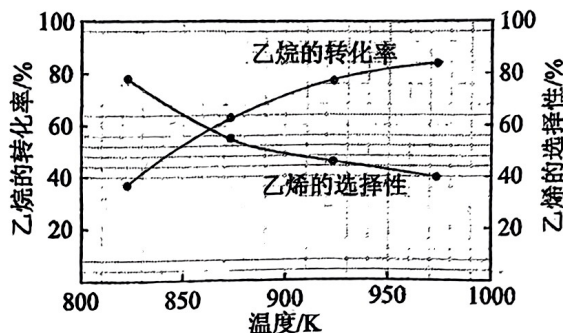
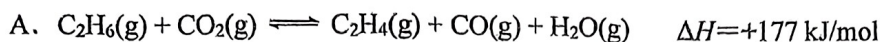


图 2

下列说法不正确的是

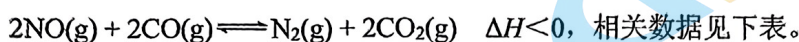


B. 反应②比反应①的速率小，是总反应的决速步

C. 在图 2 所画曲线的温度范围内，温度越高，乙烯的产率越低

D. 其他条件不变，适当增大投料比 $n(\text{CO}_2) : n(\text{C}_2\text{H}_6)$ ，能提高 C_2H_6 的转化率

12. 一定温度下，在 2 个容积均为 1L 的恒容密闭容器中，加入一定量的反应物，发生反应：



容器编号	温度/ $^{\circ}\text{C}$	起始物质的量/mol		平衡物质的量/mol
		NO(g)	CO(g)	CO ₂ (g)
I	T_1	0.2	0.2	0.1
II	T_2	0.2	0.2	0.12

下列说法不正确的是

A. $T_1 > T_2$

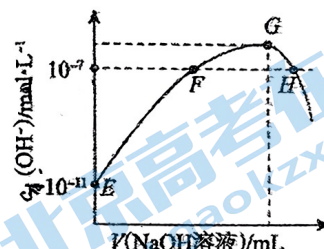
B. I 中反应达到平衡时，CO 的转化率为 50%

C. 达到平衡所需要的时间：II > I

D. 对于 I，平衡后向容器中再充入 0.2 mol CO 和 0.2 mol CO₂，平衡正向移动

13. 常温下，向新制氯水中滴加 NaOH 溶液，溶液中水电离出的

OH⁻浓度与 NaOH 溶液体积之间的关系如图所示。下列推断正确的是



A. E、H 点溶液的 pH 分别为 3 和 7

B. F 点对应的溶液中： $c(\text{Na}^+) = c(\text{Cl}^-) + c(\text{ClO}^-)$

C. G 点对应的溶液中： $c(\text{Na}^+) > c(\text{ClO}^-) > c(\text{Cl}^-) > c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$

D. E~H 点对应的溶液中， $c(\text{Cl}^-) + c(\text{ClO}^-) + c(\text{HClO}) + c(\text{Cl}_2)$ 为定值

14. $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶于一定量水中，溶液呈浅棕黄色(a)。加入少量浓 HCl，黄色加深(b)。

已知： $\text{Fe}^{3+} + 4\text{Cl}^- \rightleftharpoons [\text{FeCl}_4]^-$ (黄色)；浓度较小时 $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ (用 Fe^{3+} 表示) 几乎无色

取溶液进行如下实验，对现象的分析不正确的是

A. 测溶液 a 的 pH ≈ 1.3 ，证明 Fe^{3+} 发生了水解

B. 加入浓 HCl，H⁺ 与 Cl⁻ 对溶液颜色变化、 Fe^{3+} 浓度大小的影响是一致的

C. 向 b 中加入 AgNO_3 后，黄色褪去，说明 H⁺ 能抑制 Fe^{3+} 水解

D. 将溶液 a 滴入沸水中，加热，检测有丁达尔效应，说明加热能促进 Fe^{3+} 水解

第二部分

本部分共 5 题，共 58 分。

15. (10 分) 2023 年杭州亚运会开幕式首次使用“零碳甲醇”作为主火炬塔燃料，实现废碳再生、循环内零碳排放。

已知某些共价键的键能：

化学键	H-H	C-H	O-H	C-O	C=O
键能/(kJ mol ⁻¹)	436	413	463	351	745

(1) CO₂ 的电子式为_____。

(2) CH₃OH 分子结构如图 1。

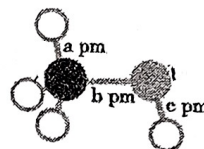


图 1

① CH₃OH 分子中 O 的杂化轨道类型_____。

② 键长 a、b、c 从长到短的顺序为：_____。

③ 乙醇的沸点 (78℃) 高于甲醇 (65℃)。解释原因：_____。

(3) 在 350℃、In₂O₃ 催化下用 CO₂ 制备 CH₃OH 的反应原理如图 2。

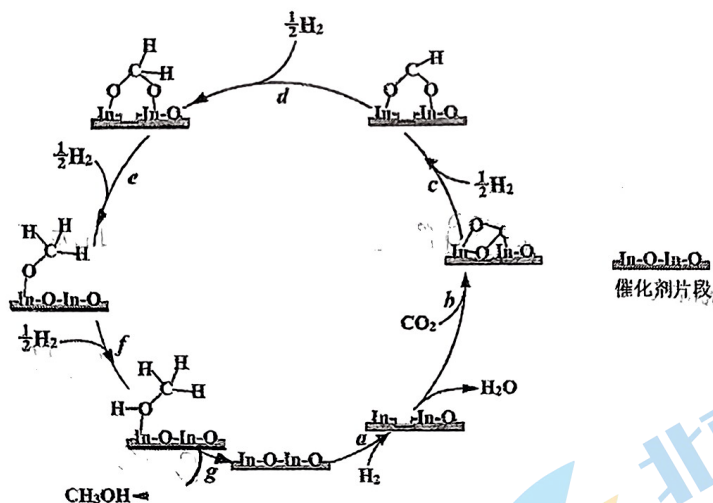


图 2

① 该条件下制备甲醇的热化学方程式为：_____。

② 下列说法正确的是_____ (填序号)。

a. 电负性由大到小的顺序：O>C>H

b. 步骤 a 涉及 s-s σ 键的断裂和 s-sp³ σ 键的生成

c. 步骤 d、e 的反应热 (ΔH) 相等

d. 升高温度可以提高反应速率和 CH₃OH 的平衡产率

(4) 干冰 (CO₂) 的晶胞结构如图 3 所示，若该晶胞边长为 a pm，干冰晶体的密度为 ρ g·cm⁻³，

则阿伏加德罗常数 N_A 的值为_____。

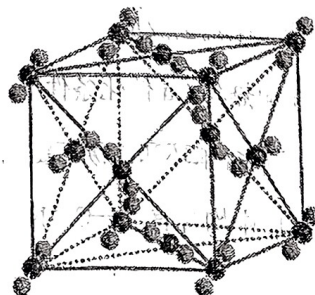


图 3

16. (11分) 研究人员对 Na_2SO_3 和 Fe 粉去除废水中的硝态氮进行研究。

已知: i. 某工厂排放的含氮废水中总氮 = $10 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, 含有硝态氮 ($\text{NO}_3^- \cdot \text{N}$) = $9.8 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, 氨氮 ($\text{NH}_4^+ \cdot \text{N}$) = $0.2 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

ii. 本实验中 Na_2SO_3 在 $\text{pH} \in 1 \sim 3$ 时, 脱除硝态氮 (转化为 N_2) 效果较强。

iii. Na_2SO_3 和 Fe 粉均可以脱除硝态氮, 本实验中二者均为过量。

(1) Na_2SO_3 和 Fe 粉在去除废水中硝态氮的过程中表现_____性 (填“氧化”或“还原”)。

(2) 研究 Na_2SO_3 在 $\text{pH}=1$ 的含氮废水中发生反应的情况, 实验结果如图 1。

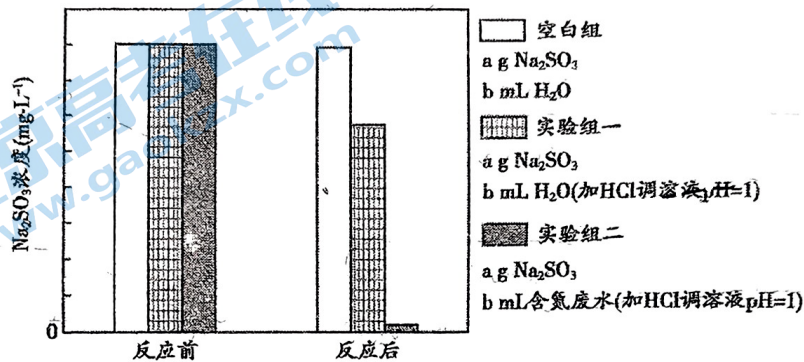


图 1

① 根据图 1, 写出“实验组一”中发生反应的离子方程式_____。

② 进行“实验组二”实验时发现, 降低溶液 pH 更有利于 NO_3^- 的去 除, 可能的原因是_____。

(3) 脱除 $\text{pH}=1$ 的含氮废水中硝态氮, 单独加入 Na_2SO_3 或同时加入 Na_2SO_3 与 Fe 粉的实验结果如图 2 和图 3。

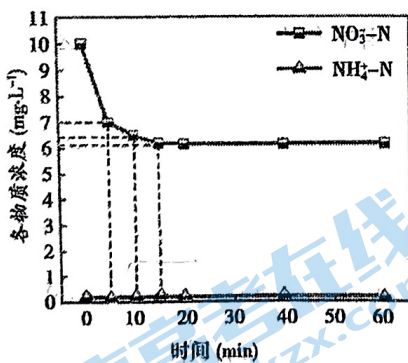


图 2 亚硫酸钠单独脱除某工厂含氮废水

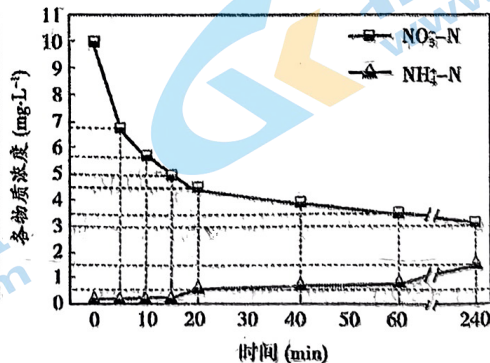


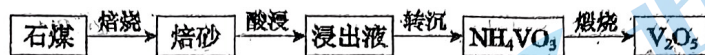
图 3 亚硫酸钠与铁粉共同脱除某工厂含氮废水

① 根据图 2, 前 15min 内 Na_2SO_3 脱除 NO_3^- 主要反应的离子方程式为_____。

② 根据图 2 和图 3, 20~60min 内体系中生成 NH_4^+ 主要反应的离子方程式为_____。

③ 检验处理后的废水中存在 NH_4^+ : 取一定量废水蒸发浓缩, _____ (补充操作和现象)。

17. (11分) 工业上用含三价钒(V_2O_3)为主的某石煤为原料(含有 Al_2O_3 、 CaO 等杂质), 钙化法焙烧制备 V_2O_5 , 其流程如下:



【资料】: +5价钒在溶液中的主要存在形式与溶液pH的关系:

pH	4~6	6~8	8~10	10~12
主要离子	VO_2^+	VO_3	$V_2O_7^{4-}$	VO_4^{3-}

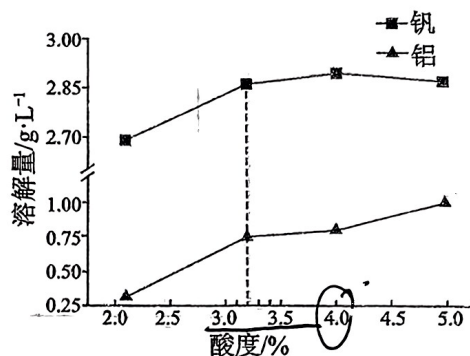
(1) 焙烧: 向石煤中加生石灰焙烧, 将 V_2O_3 转化为 $Ca(VO_3)_2$ 的化学方程式是_____。

(2) 酸浸:

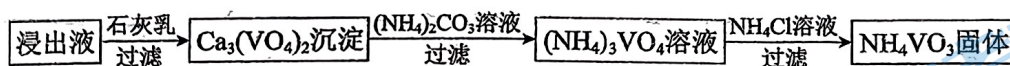
- ① $Ca(VO_3)_2$ 难溶于水, 可溶于盐酸。若焙砂酸浸时溶液的 $pH=4$, $Ca(VO_3)_2$ 溶于盐酸的离子方程式是_____。

② 酸度对钒和铝的溶解量的影响如右图所示:

酸浸时溶液的酸度控制在大约3.2%, 根据右图推测, 酸浸时不选择更高酸度的原因是_____。



(3) 转沉: 将浸出液中的钒转化为 NH_4VO_3 固体, 其流程如下:

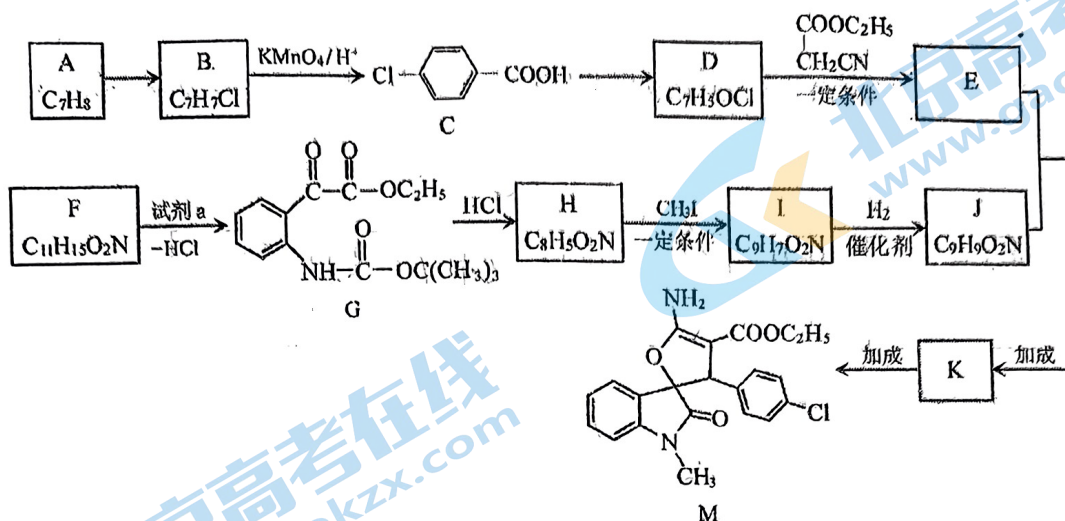


- ① 浸出液中加入石灰乳的作用是_____。
- ② 已知 $CaCO_3$ 的溶解度小于 $Ca_3(VO_4)_2$ 。向 $Ca_3(VO_4)_2$ 沉淀中加入 $(NH_4)_2CO_3$ 溶液, 可使钒从沉淀中溶出。结合化学用语, 用平衡移动原理解释其原因: _____。

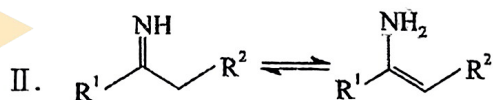
(4) 测定产品中 V_2O_5 的纯度:

称取 a g 产品, 先用硫酸溶解, 得到 $(VO_2)_2SO_4$ 溶液。再加入 b_1 mL c_1 mol·L⁻¹ $(NH_4)_2Fe(SO_4)_2$ 溶液 ($VO_2^+ + 2H^+ + Fe^{2+} = VO^{2+} + Fe^{3+} + H_2O$)。最后用 c_2 mol·L⁻¹ $KMnO_4$ 溶液滴定过量的 $(NH_4)_2Fe(SO_4)_2$ 至终点, 消耗 $KMnO_4$ 溶液的体积为 b_2 mL。已知 MnO_4^- 被还原为 Mn^{2+} , 假设杂质不参与反应。则产品中 V_2O_5 的质量分数是_____。(V_2O_5 的摩尔质量: $182 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$)

18. (14分) 螺环化合物 M 具有抗病毒、抗肿瘤功能, 其合成路线如下:



已知:



- (1) A→B 的反应类型为_____。
- (2) C 中含有的官能团是_____。
- (3) 酸性环境下电化学氧化法可实现 B→D 的一步合成, 阳极区涉及到的反应有:
 - i. $\text{Mn}^{2+} - \text{e}^- = \text{Mn}^{3+}$;
 - ii. _____, Mn^{2+} 可循环利用。
- (4) D→E 的化学方程式为_____。
- (5) 试剂 a 的分子式为 $\text{C}_4\text{H}_5\text{O}_3\text{Cl}$, 其结构简式为_____。
- (6) H 分子中含有一个六元环和一个五元环。I 的结构简式为_____。
- (7) 关于 J 的说法正确的是_____。
 - a. 含有手性碳原子
 - b. 能发生消去反应
 - c. 在加热和 Cu 催化条件下, 不能被 O_2 氧化
 - d. 存在含苯环和碳碳三键的同分异构体
- (8) E、K 中均含有 “ $\text{—C}\equiv\text{N}$ ”, K 的结构简式为_____。

19. (12分) 资料显示, 酸性介质中, $S_2O_8^{2-}$ 和 Mn^{2+} 可反应转化为 MnO_4^- 和 SO_4^{2-} 。小组探究利用该反应测定 Mn^{2+} 含量的条件。

实验	序号	物质a	实验现象
 0.0005 mol $(NH_4)_2S_2O_8$ 固体 1 mL 物质a中加入3滴 1 mol/L H_2SO_4 溶液	I	0.002 mol/L $MnSO_4$ 溶液	无明显变化
	II	0.002 mol/L $MnSO_4$ 溶液	加热至沸腾, 5 min后溶液变为紫色
	III	0.05 mol/L $MnSO_4$ 溶液	加热至沸腾, 生成大量棕黑色沉淀, 静置, 上层溶液未变紫色

(1) 实验II中反应的离子方程式是_____。

(2) 实验I的条件下 $S_2O_8^{2-}$ 能将 Mn^{2+} 氧化为 MnO_4^- , 推测实验I未出现紫色的原因: _____。

(3) 经检验, 棕黑色沉淀为 MnO_2 , 针对实验III中的现象, 提出以下假设:

假设1: $S_2O_8^{2-}$ 的浓度较低, 不足以将 Mn^{2+} 氧化为 MnO_4^-

假设2: 溶液中存在还原剂 Mn^{2+} , 将生成的 MnO_4^- 还原为 MnO_2

① 甲同学分析上述实验设计, 认为假设1不成立, 理由是_____。

② 针对假设2, 乙同学设计实验IV证实了推测合理。

请写出实验操作和现象: _____。

③ 实验III中生成 MnO_2 的离子方程式是_____, 从化学反应原理的角度分析实验III未得到紫色溶液的原因: _____。

(4) 资料表明 Ag^+ 可作为 Mn^{2+} 和 $S_2O_8^{2-}$ 反应转化为 MnO_4^- 的催化剂。丙同学设计实验III的对比实验进行了证实。向_____中滴加2滴 0.1 mol/L $AgNO_3$ 溶液, 再加入 0.0005 mol $(NH_4)_2S_2O_8$ 固体, 加热至沸腾, 观察到溶液变为紫色。

(5) 根据上述实验, 要利用 $(NH_4)_2S_2O_8$ 将 Mn^{2+} 转化为 MnO_4^- 的反应来快速测定 Mn^{2+} 的含量, 应控制的反应条件有: 加热至沸腾、_____。

1-14 CBDAD DACCD CDBB

15. (10 分)

(1) CH_3COOH (2) ① sp^3 杂化② $b > a > c$

③ 乙醇和甲醇存在相似的分子间氢键, 但乙醇的相对分子质量大于甲醇, 分子间作用力更大

(3) ① $\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \xrightarrow[350^\circ\text{C}]{\text{In}_2\text{O}_3} \text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H = -181 \text{ kJ/mol}$

② a、b

(4) $4 \times 41 / \rho \times (a \times 10^{-10})^3$

16. (11 分)

(1) 还原 (1 分)

(2) ① $\text{SO}_3^{2-} + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{HSO}_3^-$ (2 分)② $c(\text{H}^+)$ 较大时, NO_3^- 的氧化性较强; 或增大 $c(\text{H}^+)$ 有利于提高 SO_3^{2-} 和 NO_3^- 反应速率 (2 分)(3) ① $5\text{SO}_3^{2-} + 2\text{NO}_3^- + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons 5\text{SO}_4^{2-} + \text{N}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ (2 分)② $4\text{Fe} + \text{NO}_3^- + 10\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + 4\text{Fe}^{2+} + 3\text{H}_2\text{O}$ (2 分)

③ 加入浓 NaOH 溶液并加热, 产生能使湿润的红色石蕊试纸变蓝的气体 (2 分)

17. (11 分)

(1) $\text{CaO} + \text{O}_2 + \text{V}_2\text{O}_5 \xrightarrow{\text{焙烧}} \text{Ca}(\text{VO}_3)_2$ (2 分)(2) ① $\text{Ca}(\text{VO}_3)_2 + 4\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{VO}_2^+ + \text{Ca}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$ (2 分)

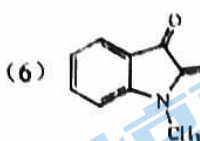
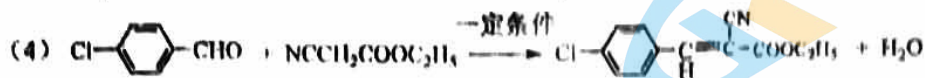
② 酸度大于 3.2% 时, 钒的溶解量增大不明显, 而铝的溶解量增大程度更大 (1 分)

(3) ① 调节溶液的 pH, 并提供 Ca^{2+} , 形成 $\text{Ca}_3(\text{VO}_4)_2$ 沉淀 (富集钒元素) (1 分)② $\text{Ca}_3(\text{VO}_4)_2$ 的浊液中存在平衡 $\text{Ca}_3(\text{VO}_4)_2(\text{s}) \rightleftharpoons 3\text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{VO}_4^{3-}(\text{aq})$, $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 溶液中的 CO_3^{2-} 与 Ca^{2+} 结合生成更难溶的 CaCO_3 沉淀, $c(\text{Ca}^{2+})$ 降低, 平衡正向移动, 使钒从沉淀中溶出 (2 分)(4) $91(c_1b_1 - 5c_2b_2) / (1000a)$ (3 分) (步骤分 2 分, 结果 1 分)

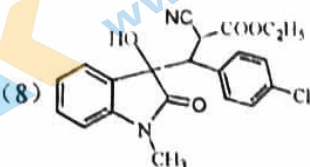
18. (14分)

(1) 取代反应 (1分)

(2) 碳氮键 (或氮原子)、酰胺 (2分)



(7) nd



19. (12分)



(2) 温度低, 反应速率小 (1分)

(3) ① II、III实验中 $S_2O_8^{2-}$ 的浓度相同 (1分)

② 向盛有 1 mL 0.05 mol/L $MnSO_4$ 溶液和 3 滴 1 mol/L H_2SO_4 溶液的试管中, 加入一定量 $KMnO_4$ 溶液, 有棕黑色沉淀生成 (2分)

③ $2MnO_4^- + 3Mn^{2+} + 2H_2O = 5MnO_2 \downarrow + 4H^+$ (2分)

溶液中存在反应: i. $5S_2O_8^{2-} + 2Mn^{2+} + 8H_2O = 10SO_4^{2-} + 2MnO_4^- + 16H^+$

ii. $2MnO_4^- + 3Mn^{2+} + 2H_2O = 5MnO_2 \downarrow + 4H^+$

反应 ii 速率快于反应 i, 所以未得到紫色溶液 (1分)

(4) 1 mL 0.05 mol/L $MnSO_4$ 溶液和 3 滴 1 mol/L H_2SO_4 溶液的混合液 (1分)

(5) $(NH_4)_2S_2O_8$ 过量、加入催化剂 $AgNO_3$ (2分)

关于我们

北京高考在线创办于 2014 年，隶属于北京太星网络科技有限公司，是北京地区极具影响力的中学升学服务平台。主营业务涵盖：北京新高考、高中生涯规划、志愿填报、强基计划、综合评价招生和学科竞赛等。

北京高考在线旗下拥有网站门户、微信公众平台等全媒体矩阵生态平台。平台活跃用户 50W+，网站年度流量数千万量级。用户群体立足于北京，辐射全国 31 省市。

北京高考在线平台一直秉承“精益求精、专业严谨”的建设理念，不断探索“K12 教育+互联网+大数据”的运营模式，尝试基于大数据理论为广大中学和家长提供新鲜的高考资讯、专业的高考政策解读、科学的升学规划等，为广大高校、中学和教科研单位提供“衔接和桥梁纽带”作用。

平台自创办以来，为众多重点大学发现和推荐优秀生源，和北京近百所中学达成合作关系，累计举办线上线下升学公益讲座数千场，帮助数十万考生顺利通过考入理想大学，在家长、考生、中学和社会各界具有广泛的口碑影响力

未来，北京高考在线平台将立足于北京新高考改革，基于对北京高考政策研究及北京高校资源优势，更好的服务全国高中家长和学生。

推荐大家关注北京高考在线网站官方微信公众号：**京考一点通**，我们会持续为大家整理分享最新的高中升学资讯、政策解读、热门试题答案、招生通知等内容！

