

化学试题

本试题卷共 8 页,14 题。全卷满分 100 分。考试时间 75 分钟。

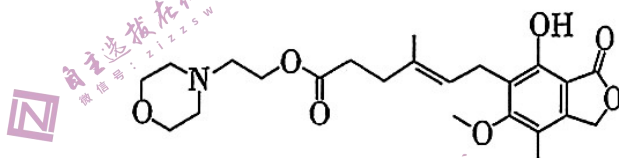
可能用到的相对原子质量: C 12 O 16 Na 23 Ti 48

一、选择题: 本题共 10 小题, 每小题 4 分, 共 40 分。在每小题给出的四个选项中, 只有一个选项是合题目要求的。

1. 化学与社会、生产、生活、环境等密切相关。下列说法正确的是

- A. 量子通信材料螺旋碳纳米管与石墨烯互为同素异形体
- B. 建造“福厦高铁”跨海大桥所采用的钢材的熔点、硬度均比纯铁高
- C. 我国科学家利用电催化实现了醇到醛的高选择性转化, 该过程体现了醇的氧化性
- D. 华为手机配备的玻璃屏幕属于有机高分子材料

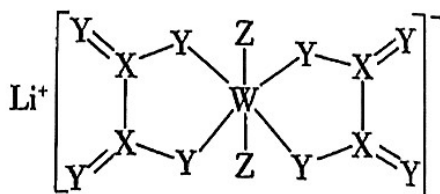
2. 吗替麦考酚酯主要用于预防器官排斥反应, 其结构简式如图。下列关于该化合物说法错误的是



- A. 含氧官能团有 3 种
- B. 不含手性碳原子
- C. 1 mol 该有机物最多可消耗 4 mol NaOH
- D. 可以发生加成、氧化、取代反应

3. 一种用作锂离子电池电解液的锂盐结构如图所示, X、Y、Z、W 为原子序数依次增大的短周期主族

素, W 原子的最外层电子数等于其电子总数的 $\frac{1}{3}$ 。下列说法正确的是



- A. 原子半径: $W > Z > Y > X$
- B. 简单氢化物稳定性: $Y > Z > X$

C. 电负性: $Z > Y > X$

D. 阴离子中所有原子最外层均达到 $8e^-$ 稳定结构

4. 我国科学家李亚栋、钱逸泰等利用以下反应原理合成了金刚石, $CCl_4 + 4Na \xrightarrow[700^\circ C, \text{高压釜中}]{Ni-Co-Mn, Au} 4NaCl + C(\text{金刚石})$ 。

N_A 为阿伏加德罗常数的值, 下列说法正确的是

A. 12 g 金刚石中含有的 C—C 键的数目为 $2N_A$

B. 标准状况下, 22.4 L CCl_4 含有 σ 键数目为 $4N_A$

C. $0.1 \text{ mol} \cdot L^{-1}$ NaCl 溶液中 Na^+ 和 Cl^- 数目之和为 $0.2N_A$

D. 每消耗 46 g 的钠单质, 转移的电子数目为 $8N_A$

5. 下列离子方程式书写正确的是

A. 明矾溶液与过量氨水混合: $Al^{3+} + 4NH_3 \cdot H_2O \rightleftharpoons [Al(OH)_4]^- + 4NH_4^+$

B. 将铜丝插入稀硝酸中: $3Cu + 8H^+ + 2NO_3^- \rightleftharpoons 3Cu^{2+} + 2NO \uparrow + 4H_2O$

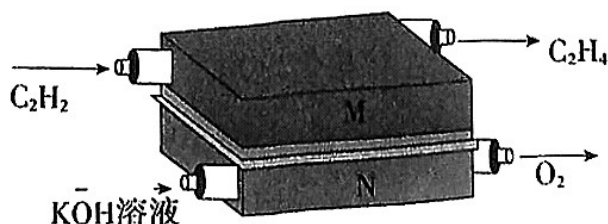
C. $Ba(OH)_2$ 溶液中滴加 $NaHSO_4$ 至 Ba^{2+} 完全沉淀: $Ba^{2+} + 2OH^- + 2H^+ + SO_4^{2-} \rightleftharpoons BaSO_4 \downarrow + 2H_2O$

D. 以铁为电极电解饱和食盐水: $2Cl^- + 2H_2O \xrightarrow{\text{通电}} 2OH^- + H_2 \uparrow + Cl_2 \uparrow$

6. 下列实验正确的是

			
A. 除去 HCl 气体中少量的 SO_2	B. 分离固体 I_2 和 NH_4Cl	C. 用苯萃取碘水中的 I_2	D. 模拟工业制备 $NaHCO_3$

7. 膜电极反应器具有电阻低、能耗低、结构紧凑等优点, 研究人员设计了一种(碱性)膜电极反应器(如图所示)用于持续制备 C_2H_4 , 下列说法中正确的是



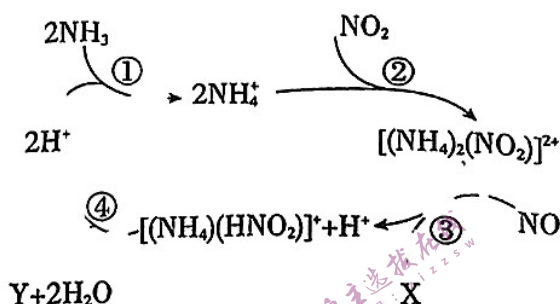
A. 电极 M 上, 反应物和生成物中碳原子的杂化方式相同

B. 电极 N 的电极反应式: $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- = 4\text{H}^+ + \text{O}_2 \uparrow$

C. 反应后溶液的 pH 变大

D. 电极 M 上产生 44.8 L C_2H_4 , 转移电子的数目为 $4N_A$

8. 在化工生产中常利用某分子筛作催化剂, 催化 NH_3 脱除废气中的 NO 和 NO_2 , 生成两种无毒物质, 其反应历程如图所示。下列说法错误的是



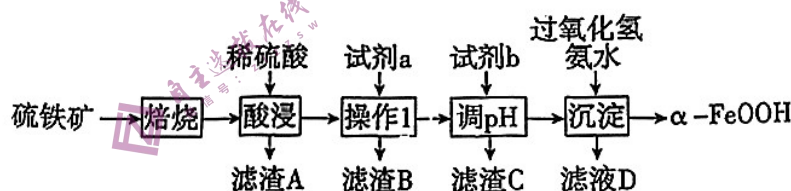
A. X 为纯净物, 且生成 X 的反应为氧化还原反应

B. NH_3 和 NH_4^+ 中心原子杂化方式相同, 但微粒的空间结构不同

C. NH_3 脱除废气中的 NO 和 NO_2 时, $n(\text{NH}_3) : n(\text{NO}) : n(\text{NO}_2) = 2 : 1 : 1$

D. 历程④可表示为 $[(\text{NH}_4)(\text{HNO}_2)]^+ + \text{H}^+ = \text{N}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{H}^+$

9. $\alpha\text{-FeOOH}$ 可用于生产软磁铁氧体, 以硫铁矿(主要成分是 FeS_2 , 含少量 Al_2O_3 、 SiO_2 和 Fe_3O_4) 为原料制备 $\alpha\text{-FeOOH}$ 的工艺流程如下, 相关数据见下表。下列说法错误的是



金属离子	Fe^{3+}	Fe^{2+}	Al^{3+}
开始沉淀 pH(25℃)	1.9	7.6	4.0
沉淀完全 pH(25℃)	3.2	9.7	5.2

A. “焙烧”时硫铁矿发生的化学反应为 $2\text{FeS}_2 + 5\text{O}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{FeO} + 4\text{SO}_2$

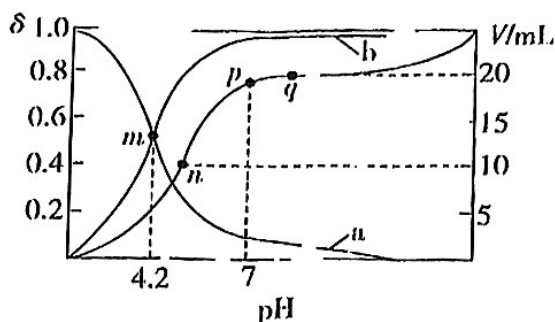
B. “试剂 a”可选用铁粉, 主要目的是将 Fe^{3+} 转化为 Fe^{2+}

C. “试剂 b”可选用氨水, 应调节溶液的 pH 范围: $5.2 \leq \text{pH} < 7.6$

D. “滤液 D”的主要成分为 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, 可用作氮肥

10. H_2A 为二元弱酸, 常温下将 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaOH 溶液滴入 $20 \text{ mL } 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaHA 溶液中, 溶液中 HA^- (或 A^{2-}) 的分布系数 δ 、 NaOH 溶液体积 V 与 pH 的关系如图所示[已知:

$$\delta(\text{HA}^-) = \frac{c(\text{HA}^-)}{c(\text{HA}^-) + c(\text{A}^{2-}) + c(\text{H}_2\text{A})}]$$



A. 曲线 b 表示的是 A^{2-} 的分布系数变化曲线

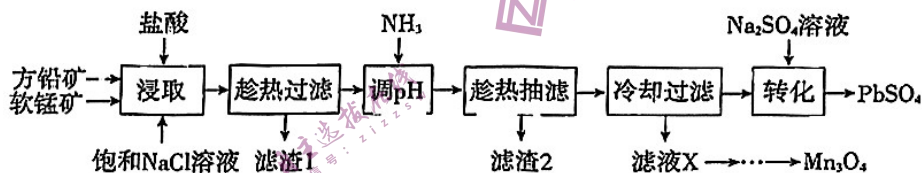
B. H_2A 的第二步电离平衡常数 $K_{a2} = 1 \times 10^{-4.2}$

C. $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaHA}$ 溶液中 $c(\text{A}^{2-}) < c(\text{H}_2\text{A})$

D. n 点时, $2c(\text{H}^+) + c(\text{HA}^-) - 2c(\text{OH}^-) = c(\text{A}^{2-}) - 3c(\text{H}_2\text{A})$

二、非选择题: 本题共 4 小题, 共 60 分。

11. (16 分) 用方铅矿(主要含 PbS 及少量 FeS) 和软锰矿(主要含 MnO_2 及少量 Fe_2O_3 、 Al_2O_3) 制备 PbSO_4 和 Mn_3O_4 的工艺流程如图所示:

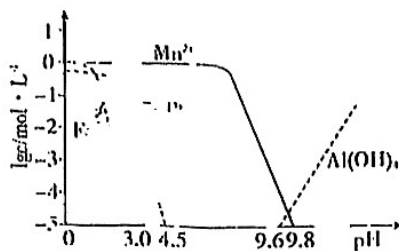


已知: PbCl_2 难溶于冷水, 易溶于热水; $\text{PbCl}_2(\text{s}) + 2\text{Cl}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{PbCl}_4^{2-}(\text{aq}) \quad \Delta H > 0$ 。

回答下列问题:

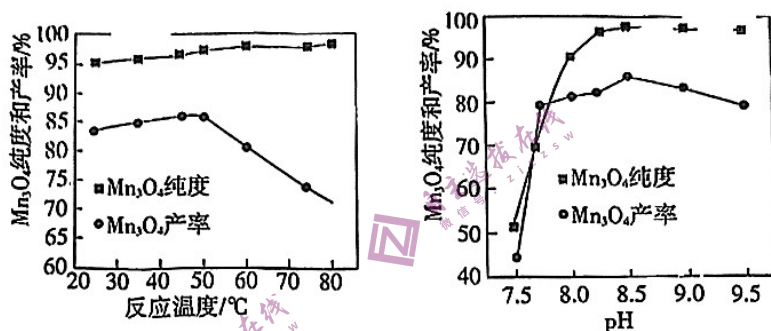
(1) “浸取”时, 为加快反应速率可以采取的措施有 _____ (任写一种); Fe_2O_3 参与反应的离子方程式为 _____; PbS 与 MnO_2 发生氧化还原反应, 滤渣 1 的主要成分为 _____ (填化学式)。

(2) “调 pH”时, 相关元素可溶性组分的 $\lg c$ 与 pH 的关系如下图所示, 试计算 $K_{sp}[\text{Mn}(\text{OH})_2] =$ _____。已知: 常温下 $K_{sp}[\text{Al}(\text{OH})_3] = 1.3 \times 10^{-33}$, 试计算 $\text{pH} = 5$ 时, 溶液中 $c(\text{Al}^{3+}) =$ _____。



(3)“趁热抽滤”后得到滤液 2 的主要成分是_____，“趁热抽滤”后检验铁元素已沉淀完全的操作是_____。

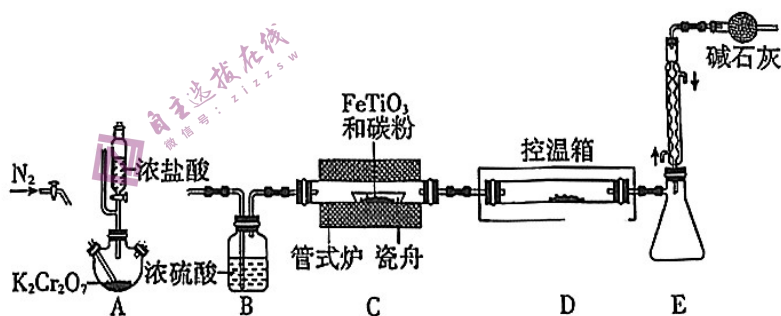
(4)滤液 X 用空气和氨水处理可制备 Mn_3O_4 ，反应温度和溶液 pH 对 Mn_3O_4 的纯度和产率影响如图所示：



①由图可知由滤液 X 制备 Mn_3O_4 的最佳反应条件为 $T = \underline{\hspace{2cm}}$ °C, $\text{pH} = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

②由滤液 X 制备 Mn_3O_4 化学方程式为 $6\text{MnCl}_2 + \text{O}_2 + 12\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = 2\text{Mn}_3\text{O}_4 \downarrow + 12\text{NH}_4\text{Cl} + 6\text{H}_2\text{O}$ ，温度过高 Mn_3O_4 产率下降的原因可能是_____。

12. (16 分)某小组利用如图甲所示装置制备并收集 TiCl_4 (夹持装置略去)。



已知：I. TiCl_4 高温时能与 O_2 反应，极易水解，能溶于 CCl_4 ；

II. 相关物质的熔沸点如表：

物质	TiCl_4	FeCl_3	CCl_4
熔点 / °C	-23.2	306	-23
沸点 / °C	136.4	315	76.8

(1) 加热管式炉前需先通入 N_2 的目的是_____, 管式炉加热至 $900^\circ C$ 时, 瓷舟中会生成 $TiCl_4$ 、 $FeCl_3$ 和一种有毒的气态氧化物, 并发生副反应生成少量 CCl_4 , 写出主反应生成 $TiCl_4$ 的化学方程式_____。

(2) 为除去 $TiCl_4$ 中的 $FeCl_3$ 应调节控温箱的温度范围为_____ $^\circ C$ 。

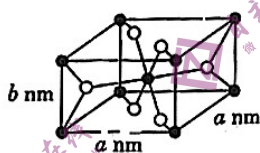
(3) 碱石灰的作用是_____, 该装置的缺陷是_____。

(4) 已知 TiC 在碳化物中硬度最大, 工业上一般在真空和高温 ($>1800^\circ C$) 条件下用 C 还原 TiO_2 制取 TiC : $TiO_2 + 3C \xrightarrow{>1800^\circ C} TiC + 2CO \uparrow$ 。

① 基态 Ti 原子的电子排布式为_____。

② 反应中涉及的元素第一电离能最大的是_____, TiC 中化学键类型为_____。

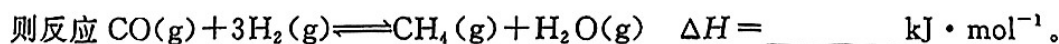
③ TiO_2 是一种优良的颜料, 其晶胞结构如图。



则黑球代表_____ (填“ Ti ”或“ O ”)。该晶体的密度为_____ $g \cdot cm^{-3}$ (用含 a 、 b 、 N_A 的代数式表示, N_A 为阿伏加德罗常数的值)。

13. (14 分) 当今, 世界多国相继规划了碳达峰、碳中和的时间节点。因此, 研发 CO_2 利用技术, 降低空气中 CO_2 含量成为研究热点。

(1) CO_2 加氢制甲烷过程中的主要反应为



(2) 恒容密闭容器中充入一定量 CO_2 和 H_2 , 下列说明主反应和副反应均达到平衡状态的有_____ (填标号)。

A. 混合气体密度不随时间变化

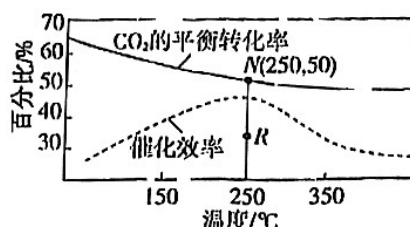
B. 气体总压强不随时间变化

C. 气体平均摩尔质量不随时间变化

D. H_2 的消耗速率等于水蒸气生成速率

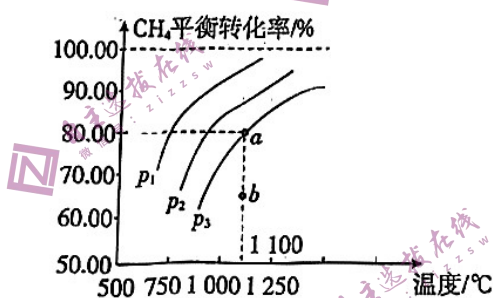
(3) 500℃时,向 1 L 恒容密闭容器中充入 4 mol CO_2 和 12 mol H_2 及催化剂,经 10 min 反应达到平衡后。①测得转化率 $\alpha(\text{CO}_2)=50\%$,生成 CO 的物质的量为 1 mol,0~10 min 用 CO_2 表示的平均反应速率=_____ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$,主反应的平衡常数 K =_____。

② CO_2 的平衡转化率与催化剂的催化效率随温度变化结果如图。



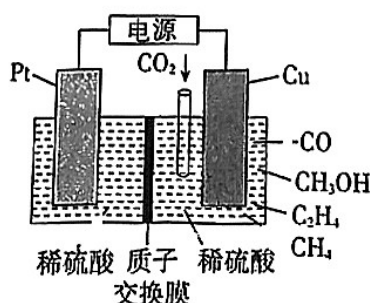
若无催化剂, N 点平衡转化率能否降至 R 点并说明理由_____。

(4) 往恒容密闭容器中通入 CH_4 与 CO_2 ,在一定条件下发生反应 $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{CH}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g})$,测得 CH_4 的平衡转化率与温度及压强的关系如图所示:



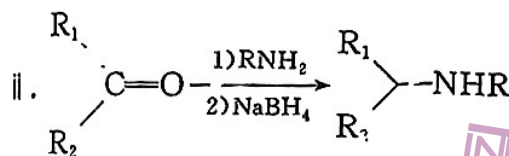
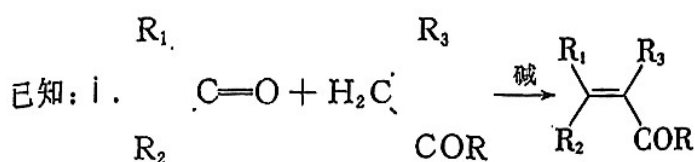
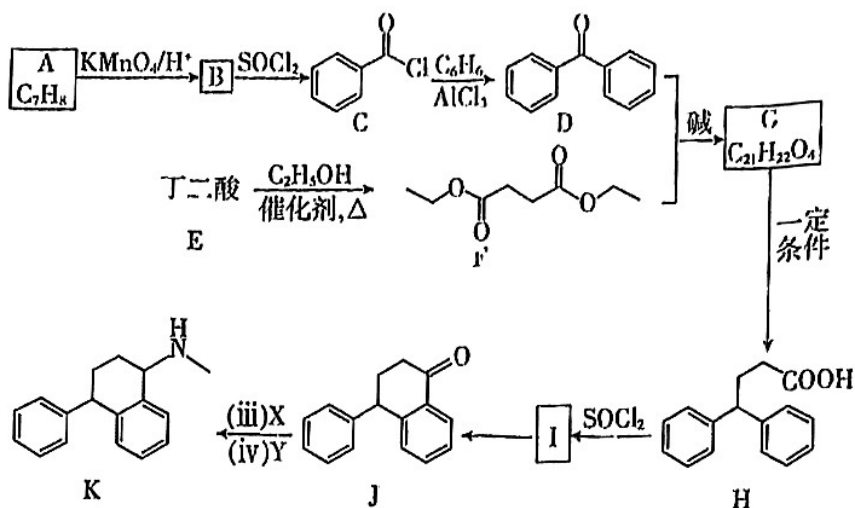
压强 p_1 、 p_2 、 p_3 中最小的是_____。压强为 p_3 时, b 点: $v(\text{正})$ _____ (填“<”“=”或“>”) $v(\text{逆})$ 。

(5) 在稀硫酸中分别以 Pt、Cu 为电极,利用电催化可将 CO_2 同时转化为多种燃料,其原理如图所示。



CO_2 在铜电极被还原为多种燃料,则与 Pt 电极相连的是电源的_____极,写出 CO_2 电催化还原成 CH_4 的电极反应式_____。

14. (14 分) 一种治疗抑郁症的药物 K 的合成路线如下。



回答下列问题：

- (1) A 属于芳香烃，则 B 的化学名称为_____。
- (2) C $\rightarrow$ D 的反应类型为_____，D 中所含官能团的名称为_____。
- (3) 写出 E $\rightarrow$ F 的化学方程式_____。
- (4) G 的结构简式为_____。
- (5) 物质 M 比 C 多一个碳原子且不饱和度相同，同时满足：①分子中含有苯环；②能发生银镜反应的 M 的同分异构体有_____种(不考虑立体异构)，写出其中苯环上有两个取代基，核磁共振氢谱有 4 组峰，且峰面积比为 1 : 2 : 2 : 2 的同分异构体的结构简式为_____ (只写一种)。
- (6) 从物质结构的角度思考，物质 H 在水中的溶解度大于 I 的原因是_____。
- (7) J $\rightarrow$ K 转化中需加入的物质 X、Y 分别是_____。