



化 学

本试卷满分 100 分,考试时间 90 分钟。

可能用到的相对原子质量:H—1 O—16 Na—23 K—39

一、选择题:本题共 10 小题,每小题 2 分,共 20 分。每小题只有一个选项符合题目要求。

1. 下列在化学史上产生重要影响的成果中,不涉及氧化还原反应的是 ()

- A. 侯德榜发明了以 NH_3 、 CO_2 和 NaCl 为原料的联合制碱法
- B. 戴维电解盐酸得到 H_2 和 Cl_2 ,从而提出了酸的含氢学说
- C. 拉瓦锡基于金属和 O_2 的反应提出了燃烧的氧化学说
- D. 哈伯发明了以 N_2 和 H_2 为原料合成氨的方法

2. 化学应用体现在生活的方方面面,下列用法不合理的是 ()

- A. 用明矾净化黄河水
- B. 用漂白粉漂白蚕丝制品
- C. 用食醋去除水壶中水垢
- D. 用小苏打作烘焙糕点膨松剂

3. 实验室中,下列试剂保存方法正确的是 ()

- A. 液溴加水封保存在广口试剂瓶中
- B. 硝酸银溶液保存在棕色细口试剂瓶中
- C. 高锰酸钾与苯酚存放在同一药品柜中
- D. 金属锂保存在盛有煤油的广口试剂瓶中

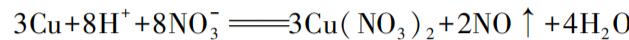
4. 称取 1.6 g 固体 NaOH 配制 400 mL 浓度约为 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaOH 溶液,下列仪器中不需要使用的是 ()

- A. 100 mL 烧杯
- B. 500 mL 容量瓶
- C. 500 mL 量筒
- D. 500 mL 细口试剂瓶(具橡胶塞)

5. 下列实验涉及反应的离子方程式书写正确的是 ()

- A. 用 NaOH 溶液吸收少量 SO_2 : $\text{SO}_2 + \text{OH}^- \longrightarrow \text{HSO}_3^-$
- B. 用 Na_2O_2 和水制备少量 O_2 :
$$\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{Na}^+ + 2\text{OH}^- + \text{O}_2 \uparrow$$
- C. 用 MnO_2 和浓盐酸制备 Cl_2 :
$$\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{Cl}^- \xrightarrow{\Delta} \text{Mn}^{2+} + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$$

D. 用稀硝酸溶解少量 Cu 粉:



6. 第 70 号元素 Yb 的基态原子价电子排布式为 $4f^{14}6s^2$ 。下列说法正确的是 ()

- A. $^{174}_{70}\text{Yb}$ 的中子数与质子数之差为 104
- B. $^{174}_{70}\text{Yb}$ 和 $^{176}_{70}\text{Yb}$ 是同一种核素
- C. 基态 Yb 原子核外共有 10 个 d 电子
- D. Yb 位于元素周期表中第 6 周期

7. 用硫酸和 NaN_3 可制备一元弱酸 HN_3 。下列说法错误的是 ()

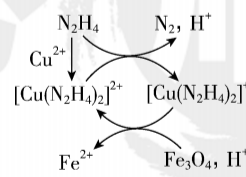
- A. NaN_3 的水溶液显碱性
- B. N_3^- 的空间构型为 V 形
- C. NaN_3 为含有共价键的离子化合物
- D. N_3^- 的中心 N 原子所有价电子均参与成键

8. 物质性质与组成元素的性质有关,下列对物质性质差异解释错误的是 ()

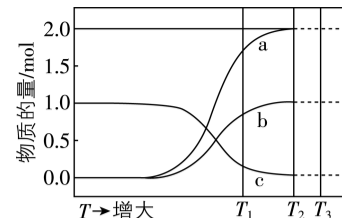
选项	性质差异	主要原因
A	沸点: $\text{H}_2\text{O} > \text{H}_2\text{S}$	电离能: $\text{O} > \text{S}$
B	酸性: $\text{HClO} > \text{HBrO}$	电负性: $\text{Cl} > \text{Br}$
C	硬度: 金刚石 > 晶体硅	原子半径: $\text{Si} > \text{C}$
D	熔点: $\text{MgO} > \text{NaF}$	离子电荷: $\text{Mg}^{2+} > \text{Na}^+$, $\text{O}^{2-} > \text{F}^-$

9. 用肼(N_2H_4)的水溶液处理核冷却系统内壁上的铁氧化物时,通常加入少量 CuSO_4 ,反应原理如图所示。下列说法正确的是 ()

- A. N_2 是还原反应的产物
- B. 还原性: $\text{N}_2\text{H}_4 < \text{Fe}^{2+}$
- C. 处理后溶液的 pH 增大
- D. 图示反应过程中起催化作用的是 Cu^{2+}



10. 在恒容密闭容器中, $\text{Na}_2\text{SiF}_6(\text{s})$ 热解反应所得固相产物和气相产物均为含氟化合物。平衡体系中各组分的物质的量随温度的变化关系(实线部分)如图所示。已知: T_2 温度时, $\text{Na}_2\text{SiF}_6(\text{s})$ 完全分解; 体系中气相产物在 T_1 、 T_3 温度时的分压分别为 p_1 、 p_3 。下列说法错误的是 ()



- A. a 线所示物种为固相产物
- B. T_1 温度时,向容器中通入 N_2 ,气相产物分压仍为 p_1
- C. p_3 小于 T_3 温度时热解反应的平衡常数 K_p
- D. T_1 温度时、向容器中加入 b 线所示物种,重新达平衡时逆反应速率增大

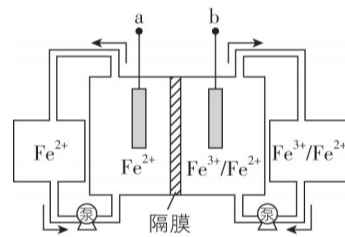
二、选择题:本题共 5 小题,每小题 4 分,共 20 分。每小题有一个或两个选项符合题目要求,全部选对得 4 分,选对但不全的得 2 分,有选错的得 0 分。

11. 完成下列实验所用部分仪器或材料选择正确的是 ()

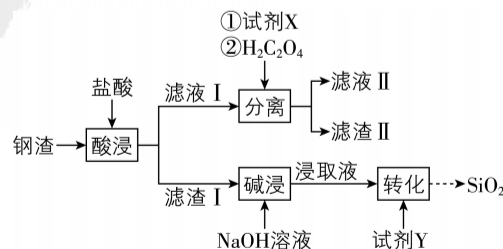
选项	实验内容	仪器或材料
A	灼烧海带	坩埚、泥三角
B	加热浓缩 NaCl 溶液	表面皿、玻璃棒
C	称量 5.0 g NaOH 固体	电子天平、称量纸
D	量取 25.00 mL 稀 H_2SO_4	25 mL 移液管、锥形瓶

12. 全铁液流电池工作原理如图所示,两电极分别为石墨电极和负载铁的石墨电极。下列说法正确的是 ()

- A. 隔膜为阳离子交换膜
- B. 放电时, a 极为负极
- C. 充电时,隔膜两侧溶液 Fe^{2+} 浓度均减小
- D. 理论上, Fe^{3+} 每减少 1 mol, Fe^{2+} 总量相应增加 2 mol

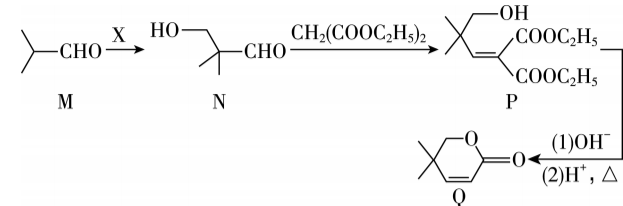


13. 钢渣中富含 CaO 、 SiO_2 、 FeO 、 Fe_2O_3 等氧化物,实验室利用酸碱协同法分离钢渣中的 Ca 、 Si 、 Fe 元素,流程如下。已知: $\text{Fe}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3$ 能溶于水; $K_{\text{sp}}(\text{CaC}_2\text{O}_4) = 2.3 \times 10^{-9}$, $K_{\text{sp}}(\text{FeC}_2\text{O}_4) = 3.2 \times 10^{-7}$ 。下列说法错误的是 ()



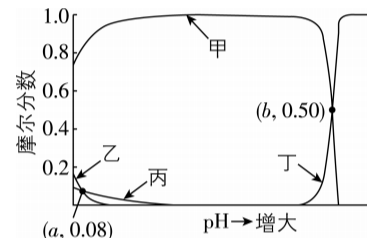
- A. 试剂 X 可选用 Fe 粉
- B. 试剂 Y 可选用盐酸
- C. “分离”后 Fe 元素主要存在于滤液 II 中
- D. “酸浸”后滤液 I 的 pH 过小会导致滤渣 II 质量减少

14. 以异丁醛(M)为原料制备化合物 Q 的合成路线如下,下列说法错误的是 ()



- A. M 系统命名为 2-甲基丙醛
- B. 若 $\text{M} + \text{X} \longrightarrow \text{N}$ 原子利用率为 100%,则 X 是甲醛
- C. 用酸性 KMnO_4 溶液可鉴别 N 和 Q
- D. $\text{P} \rightarrow \text{Q}$ 过程中有 CH_3COOH 生成

15. 常温下,假设 1 L 水溶液中 Co^{2+} 和 $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ 初始物质的量浓度均为 $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。平衡条件下,体系中全部四种含碳物种的摩尔分数随 pH 的变化关系如图所示(忽略溶液体积变化)。



已知: 体系中含钴物种的存在形式为 Co^{2+} 、 $\text{CoC}_2\text{O}_4(\text{s})$ 和 $\text{Co}(\text{OH})_2(\text{s})$; $K_{\text{sp}}(\text{CoC}_2\text{O}_4) = 6.0 \times 10^{-8}$, $K_{\text{sp}}[\text{Co}(\text{OH})_2] = 5.9 \times 10^{-15}$ 。

下列说法正确的是 ()

- A. 甲线所示物种为 HC_2O_4^-
- B. $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 的电离平衡常数 $K_{\text{a}2} = 10^{-a}$
- C. $\text{pH} = a$ 时, Co^{2+} 物质的量浓度为 $1.6 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- D. $\text{pH} = b$ 时, 物质的量浓度: $c(\text{OH}^-) < c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$

三、非选择题:本题共 5 小题,共 60 分。

16. (12 分) Fe 单质及其化合物应用广泛。回答下列问题:

(1) 在元素周期表中, Fe 位于第 _____ 周期 _____ 族。基态 Fe 原子与基态 Fe^{3+} 未成对电子数之比为 _____。

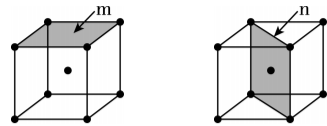
(2) 尿素分子(H_2NCONH_2)与 Fe^{3+} 形成配离子的硝酸盐 $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{NCONH}_2)_6](\text{NO}_3)_3$ 俗称尿素铁,既可作铁肥,又可作缓释氮肥。

①元素 C、N、O 中,第一电离能最大的是 _____,电负性最大的是 _____。

②尿素分子中, C 原子采取的轨道杂化方式为 _____。

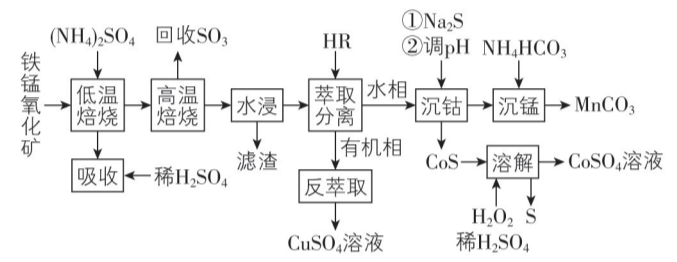
③八面体配离子 $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{NCONH}_2)_6]^{3+}$ 中 Fe^{3+} 的配位数为 6,碳氮键的键长均相等,则与 Fe^{3+} 配位的原子是 _____(填元素符号)。

(3) α -Fe 可用作合成氨催化剂,其体心立方晶胞如图所示(晶胞边长为 a pm)。



- ① α -Fe 晶胞中 Fe 原子的半径为_____pm。
②研究发现, α -Fe 晶胞中阴影所示 m、n 两个截面的催化活性不同,截面单位面积含有 Fe 原子个数越多,催化活性越低。m、n 截面中,催化活性较低的是_____,该截面单位面积含有的 Fe 原子为_____个 $\cdot \text{pm}^{-2}$ 。

17. (12 分) 采用两段焙烧—水浸法从铁锰氧化矿(主要含 Fe_2O_3 、 MnO_2 及 Co、Cu、Ca、Si 等元素的氧化物)分离提取 Cu、Co、Mn 等元素,工艺流程如下:

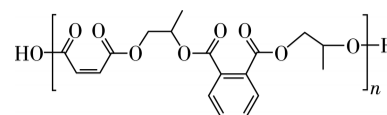


已知:该工艺条件下, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 低温分解生成 NH_4HSO_4 ,高温则完全分解为气体; $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 在 $650\text{ }^\circ\text{C}$ 完全分解,其他金属硫酸盐分解温度均高于 $700\text{ }^\circ\text{C}$ 。

回答下列问题:

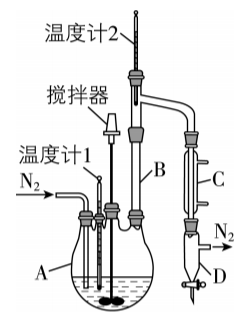
- (1) “低温焙烧”时金属氧化物均转化为硫酸盐。 MnO_2 与 NH_4HSO_4 反应转化为 MnSO_4 时有 N_2 生成,该反应的化学方程式为_____。
“高温焙烧”温度为 $650\text{ }^\circ\text{C}$,“水浸”所得滤渣主要成分除 SiO_2 外还含有_____ (填化学式)。
(2) 在 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 投料量不变的情况下,与两段焙烧工艺相比,直接“高温焙烧”,“水浸”时金属元素的浸出率_____ (填“增大”“减小”或“不变”)。
(3) HR 萃取 Cu^{2+} 反应为 $2\text{HR}(\text{有机相}) + \text{Cu}^{2+}(\text{水相}) \rightleftharpoons \text{CuR}_2(\text{有机相}) + 2\text{H}^+(\text{水相})$ 。“反萃取”时加入的试剂为_____ (填化学式)。
(4) “沉钴”中, $\text{pH}=4$ 时 Co^{2+} 恰好沉淀完全 [$c(\text{Co}^{2+}) = 1 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$],则此时溶液中 $c(\text{H}_2\text{S}) =$ _____ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。已知: $K_{a1}(\text{H}_2\text{S}) = 1 \times 10^{-7}$, $K_{a2}(\text{HS}^-) = 1 \times 10^{-13}$, $K_{sp}(\text{CoS}) = 4 \times 10^{-21}$ 。CoS“溶解”时发生反应的离子方程式为_____。
(5) “沉锰”所得滤液并入“吸收”液中,经处理后所得产品导入_____ (填操作单元名称)循环利用。

18. (12 分) 如下不饱和聚酯可用于制备玻璃钢。



实验室制备该聚酯的相关信息和装置示意图如下(加热及夹持装置略):

原料	结构简式	熔点/ $^\circ\text{C}$	沸点/ $^\circ\text{C}$
顺丁烯二酸酐		52.6	202.2
邻苯二甲酸酐		130.8	295.0
丙-1,2-二醇		-60.0	187.6



实验过程:

- ①在装置 A 中加入上述三种原料,缓慢通入 N_2 。搅拌下加热,两种酸酐分别与丙-1,2-二醇发生醇解反应,主要生成 和 。

然后逐步升温至 $190 \sim 200\text{ }^\circ\text{C}$,醇解产物发生缩聚反应生成聚酯。

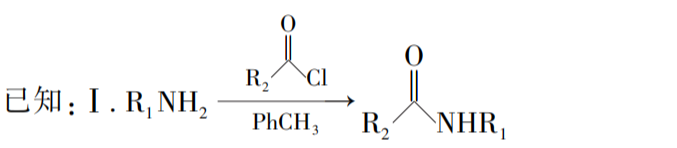
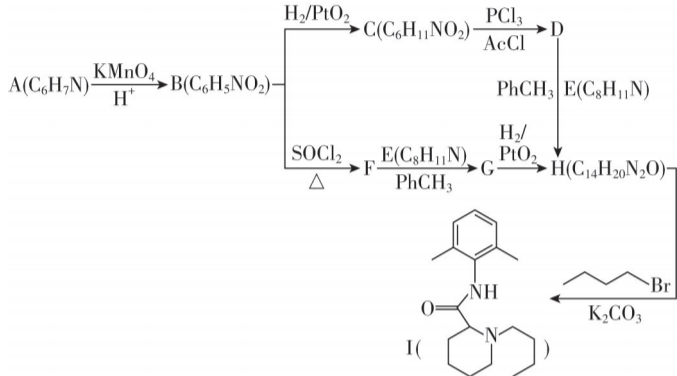
- ②缩聚反应后期,每隔一段时间从装置 A 中取样并测量其酸值,直至酸值达到聚合度要求(酸值:中和 1 克样品所消耗 KOH 的毫克数)。
回答下列问题:

- (1) 理论上,原料物质的量投料比 $n(\text{顺丁烯二酸酐}) : n(\text{邻苯二甲酸酐}) : n(\text{丙-1,2-二醇})$ 为_____。
(2) 装置 B 的作用是_____;仪器 C 的名称是_____;反应过程中,应保持温度计 2 示数处于一定范围,合理的是_____ (填序号)。
A. $55 \sim 60\text{ }^\circ\text{C}$ B. $100 \sim 105\text{ }^\circ\text{C}$ C. $190 \sim 195\text{ }^\circ\text{C}$
(3) 为测定酸值,取 $a\text{ g}$ 样品配制 250.00 mL 溶液,移取 25.00 mL 溶液,用 $c\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ KOH—乙醇标准溶液滴定至终点,重复实验,数据如下:

序号	1	2	3	4	5
滴定前读数/mL	0.00	24.98	0.00	0.00	0.00
滴定后读数/mL	24.98	49.78	24.10	25.00	25.02

- 应舍弃的数据为_____ (填序号);测得该样品的酸值为_____ (用含 a 、 c 的代数式表示)。若测得酸值高于聚合度要求,可采取的措施为_____ (填序号)。
A. 立即停止加热
B. 排出装置 D 内的液体
C. 增大 N_2 的流速
(4) 实验中未另加催化剂的原因是_____。

19. (12 分) 麻醉药布比卡因(I)的两条合成路线如下:



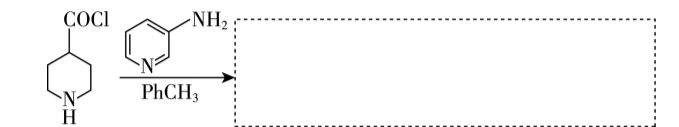
回答下列问题:

- (1) A 结构简式为_____; B 中含氧官能团名称为_____。
(2) C \rightarrow D 反应类型为_____; D + E \rightarrow H 化学方程式为_____。
(3) G 的同分异构体中,同时满足下列条件的结构简式为_____ (写出一种即可)。
①含 $-\text{NH}_2$
②含 2 个苯环
③含 4 种不同化学环境的氢原子
(4) H 中存在酰胺基 N 原子(a)和杂环 N 原子(b), N 原子电子云密度越大,碱性越强,则碱性较强的 N 原子是_____ (填“a”或“b”)。
(5) 结合路线信息,用 H_2/PtO_2 催化加氢时,下列有机物中最难反应的是_____ (填序号)。

- A. 苯() B. 吡啶()
C. 环己-1,3-二烯() D. 环己-1,4-二烯()

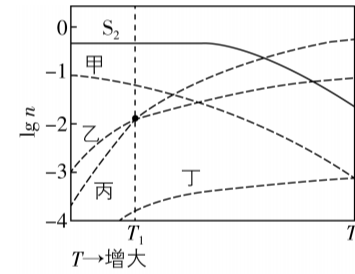
(6) 以

 为主要原料合成 。利用上述信息补全合成路线。



20. (12 分) 使用 CaS 循环再生可将燃煤尾气中的 SO_2 转化生产单质硫,涉及的主要反应如下:

- I. $\text{CaS}(\text{s}) + 2\text{SO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CaSO}_4(\text{s}) + \text{S}_2(\text{g}) \quad \Delta H_1$
II. $\text{CaSO}_4(\text{s}) + 4\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CaS}(\text{s}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H_2$
III. $\text{SO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{S}(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H_3$
恒容条件下,按 1 mol CaS、1 mol SO_2 和 0.1 mol H_2 投料反应。平衡体系中,各气态物种的 $\lg n$ 随温度的变化关系如图所示, n 为气态物种物质的量的值。已知:图示温度范围内反应 II 平衡常数 $K = 10^8$ 基本不变。



回答下列问题:

- (1) 反应 $4\text{H}_2(\text{g}) + 2\text{SO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 4\text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{S}_2(\text{g})$ 的焓变 $\Delta H =$ _____ (用含 ΔH_1 、 ΔH_2 的代数式表示)。
(2) 乙线所示物种为_____ (填化学式)。反应 III 的焓变 ΔH_3 _____ 0 (填“ $>$ ”“ $<$ ”或“ $=$)。
(3) T_1 温度下,体系达平衡时,乙线、丙线所示物种的物质的量相等,若丁线所示物种为 $a\text{ mol}$,则 S_2 为 _____ mol (用含 a 的代数式表示);此时, CaS 与 CaSO_4 物质的量的差值 $n(\text{CaS}) - n(\text{CaSO}_4) =$ _____ mol (用含 a 的最简代数式表示)。
(4) T_2 温度下,体系达平衡后,压缩容器容积 S_2 产率增大。与压缩前相比,重新达平衡时, H_2S 与 H_2 物质的量之比 $\frac{n(\text{H}_2\text{S})}{n(\text{H}_2)}$ _____ (填“增大”“减小”或“不变”), H_2O 物质的量 $n(\text{H}_2\text{O})$ _____ (填“增大”“减小”或“不变”)。