

绝密★启用前

2021 年广东省新高考普通高中联合质量测评

新高三省级摸底联考

化学试卷



查成绩

本试卷共 8 页, 21 题(含选考题)。全卷满分 100 分。考试用时 75 分钟。

注意事项:

1. 答题前, 先将 自己的姓名号等填写在试题卷和答题卡上, 并将 准考证号条形码粘贴在答题卡上的指定位置。
2. 选择题的作答: 选出每小题答案后, 用 2B 铅笔把答题卡上对应 题的答案标号涂黑。写在试题卷、草稿纸和答题卡上的非答题区域均无效。
3. 非选择题的作答: 用 签字笔直接写在答题卡上对应 的答题区域内, 在试题卷、草稿纸和答题卡上的非答题区域均无效。
4. 选考题的作答: 先把所选题目的题号在答题卡上指定的位置用 2B 铅笔涂黑, 答案写在答题卡上对应 的答题区域内, 写在试题卷、草稿纸和答题卡上的非答题区域均无效。
5. 考试结束后, 请将 本试题卷和答题卡一并上 交

可能用 到的相对原子质量: H 1 C 12 N 14 O 16 Na 23 Mg 24 Al 27 S 32
Cl 35.5 Ca 40 Fe 56 Cu 64

第一部分 选择题(共 44 分)

一、选择题: 本题共 16 小题, 共 44 分。第 1~10 小题, 每小题 2 分; 第 11~16 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. 广东地处五岭之南, 枕珠江水云山, 面朝南海碧波, 物产丰盛人杰地灵。两千年来, 长盛不衰的海上丝绸之路, 为广东带来对外贸易的繁盛催生众多绚丽多姿的传统工艺经典。下列广东工艺品主要由 有机高分子 材料 制成 的是

选项	A	B	C	D
工艺品				
名称	广彩烧瓷	广州玉雕	佛山丝绸“香云纱”	潮汕木雕

2. 广东省 2021 年新冠疫情得到有效控制疫情防控进入常态化阶段。下列说法不正确的是

- A. 新型冠状病毒是一种蛋白质, 其由 C、H、O 三种元素组成
 - B. 为防止蛋白质变性疫苗等生物制剂应 冷链储运
 - C. 氧化剂 易溶于水而不与 水反应, 可用于医院污 水的杀菌消毒
 - D. 口罩的主要成分 为聚丙烯, 使用后随意丢弃会造成污 染
3. 庆祝中国共产党成立 100 周年, 总书记宣告中华大地全面建成 了小康社会化学学科 研究人员在科 技强国道路上作出了巨大贡献下列有关化学与 生产生活 研究的说法正确的是
- A. 白砂糖做成“棉花糖”就成了高分子化合物 多糖
 - B. 氯化钙活性炭以及硅藻土、铁粉都是食品包装袋中常见的干燥剂
 - C. $FeCl_3$ 溶液具有酸性, 可用于镀覆层前的钢铁除锈
 - D. 石墨 制成富勒烯 用于超导研究属于物理变化



4. 生活中处处有化学, 下列日常生活中相应化学原理分析错误的是

选项	日常活动或现象	化学原理
A	“冬月灶中所烧薪柴之灰, 令人以灰淋汁, 取碱浣衣。”——《本草纲目》	“薪柴之灰”含氢氧化钠, 其水溶液显碱性, “浣衣”时油污水解发生化学变化
B	把石灰浆喷涂在树皮上, 消灭过冬虫卵	碱性环境使虫卵蛋白质变性而死亡
C	聚合氯化铝化学式为 $[Al_2(OH)_n \cdot Cl_{3-n}]_m$, 用于污水处理, 是一种无机高分子混凝剂	水解后形成 $Al(OH)_3$ 凝胶, 通过吸附使水中杂质形成不溶物达到沉降
D	久置的红薯比新挖的红薯甜	部分淀粉转化为二糖或单糖

5. 土臭素是微生物在代谢过程中产生的一种具有土腥味的挥发性物质, 其结构简式如图1所示。下列关于土臭素的说法正确的是

- A. 分子式为 $C_{12}H_{20}O$
 B. 与金属 Na 和 NaOH 溶液均能发生反应
 C. 可发生酯化反应、氧化反应、消去反应
 D. 分子中有 2 个手性碳原子



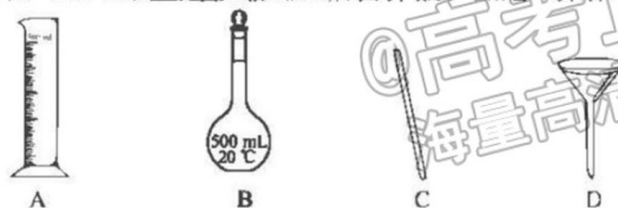
6. 化学中很多“经验”都有其适用范围, 下列根据有关经验或规律推出的结论正确的是

选项	经验或规律	结论
A	较活泼金属与盐溶液发生置换反应, 可制备另一种金属	钠块放入 $CuSO_4$ 溶液, 也可以制备铜单质
B	酸性氧化物不与酸反应	SiO_2 制成的器皿可盛放氢氟酸
C	同主族元素性质相似	镓(Ga)与铝同主族, Ga_2O_3 也能与 NaOH 溶液反应生成 $NaGaO_2$
D	两种或两种以上的化学物质混合可产生综合效应, 如浓硝酸和浓盐酸制成“王水”	$KMnO_4$ 溶液和医用酒精混用, 强强联合, 消毒效果倍增

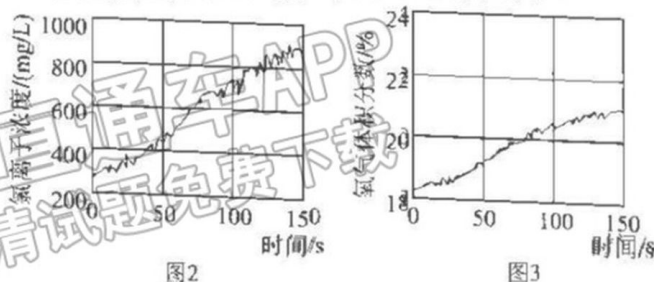
7. 城市立体农场无土栽培可将农业环节融入高层建筑, 实现藏粮于楼。下表为某叶菜类常量元素的无土栽培营养液配方

化合物	用量(mg/L)	浓缩 250 倍用量(g/L)	浓缩 500 倍用量(g/L)
$Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$	472	118	236
KNO_3	202	50.5	101
NH_4NO_3	80	20	40

某兴趣小组需配制和 300 mL 取用上述浓缩 250 倍营养液。上述操作不需要用到的玻璃仪器是



8. 新制氯水显淡黄绿色, 可使蓝色石蕊试纸先变红后褪色。褪色的原因, 某同学用强光照射密封的广口瓶, 并用传感器测定广口瓶中数据, 得到氯离子浓度曲线(图2)和气体积分数曲线(图3)



下列有关实验表述不正确的是

- A. 新制氯水存在: $\text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{HClO}$
 B. 新制氯水存在: $c(\text{H}^+) = c(\text{Cl}^-) + c(\text{ClO}^-)$
 C. 光照实验过程中新制氯水颜色逐渐变浅
 D. 若实验过程测定溶液的 pH 值, pH 值减小

9. 我国铝-空气电池已实现商业化推广, 代替柴油发电机和铅酸电池作为基站备用电源。某学生用多孔木炭等材料在家自制了铝-空气电池装置(图 4)。该电池放电时

- A. 化学能转化为电能
 B. 铝箔作电源负极
 C. 多孔木炭中 C 元素被氧化
 D. Na^+ 移向木炭电极

10. “价类”二维图是构建元素化合物知识网络的一种思维模型。图 5 是硫元素部分关系图。下列相关说法不正确的是

- A. 图中 A 点对应的物质既可以被氧化也能被还原
 B. 可以实现 $\text{B} \rightarrow \text{E} \rightarrow \text{A} \rightarrow \text{B}$ 物质循环
 C. 图中 C 和 D 两点对应的物质能互相反应生成硫单质
 D. 化学式为 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 的物质在图中对应点为 F 点, 可表现出强氧化性



11. 第 26 届国际计量大会新修订阿伏加德罗常数(N_A) = $6.02214076 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$, 下列关于阿伏加德罗常数的说法正确的是

- A. 1 mol Na 单质与 O_2 反应生成 Na_2O 和 Na_2O_2 的混合物, 生成物中离子总数为 $1.5 N_A$
 B. 标准状况下, 11.2 L CH_4 和 C_2H_4 混合气体含 H 原子数目为 $4 N_A$
 C. 1 L 0.1 mol/L 的 BaCl_2 溶液中含有的 Cl^- 为 1.2×10^{23} 个
 D. 1.7 g 羟基自由基($\cdot\text{OH}$)含有的电子数为 N_A

12. 下列实验操作正确且能达到目的的是

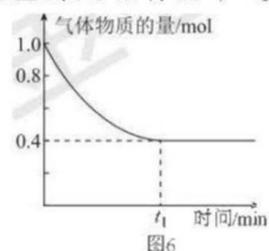
选项	操作	目的
A	用 NaOH 除去 K_2SO_4 中的 MgSO_4 杂质	将 Mg^{2+} 转化为 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 沉淀而去除
B	铝粒与稀硫酸反应制备 H_2 实验时滴入几滴 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 溶液	探究原电池反应对反应速率的影响
C	室温下将少量铝粉和铁粉分别放入等体积盐酸中	通过反应的剧烈程度比较铝和铁的金属活动性
D	液溴与苯反应装置的尾气依次通入 CCl_4 溶液、 AgNO_3 溶液	验证液溴与苯发生了取代反应, 生成 HBr 气体

13. 短周期元素 X、Y、Z、W、E 原子序数依次增大。X 是密度最小的金属, 其电荷密度大, 是当前动力电池的重要构成元素。Y 与 X 同主族。Z 原子核外最内层与最外层电子总数相等, 其单质常用于地下管道、轮船等金属的腐蚀防护。W、E 相邻, 可形成所有原子最外层 8 电子稳定结构的 $\text{E}-\text{W}-\text{W}-\text{E}$ 化合物。下列说法正确的是

- A. 原子半径: $\text{X} > \text{Y} > \text{Z}$
 B. 简单氢化物的热稳定性: $\text{W} < \text{E}$
 C. Y 和 Z 元素的最高价氧化物的水化物能互相反应
 D. 化合物 $\text{E}-\text{W}-\text{W}-\text{E}$ 中 E 的化合价为正价

14. 一定条件下, 2 L 密闭容器中投入少量的粗镍和 CO 气体(假设固体杂质不和 CO 反应)模拟羰基化法精炼镍的实验: $\text{Ni}(\text{s}) + 4\text{CO}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{Ni}(\text{CO})_4(\text{g}), \Delta H < 0$ 。反应时间和容器中气体总物质的量关系如图 6 所示。下列分析正确的是

- A. 如升温, 该反应逆反应速率增大, 正反应速率减小
 B. $0 \sim t_1$ 时刻平均反应速率: $v(\text{CO}) = 0.4 \text{ mol} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{L}^{-1}$
 C. t_1 时刻到达平衡, 且剩余固体均为杂质
 D. t_1 时刻后, 恒温压缩容器体积, CO 转化率和平衡常数均增大



15. 氢经济能源是以氢为媒介的一种未来经济结构设想。氨气中氢含量高,是一种安全的储氢载体。利用惰性电极电解将氨转化为高纯氢气,装置如图7所示。下列说法错误的是

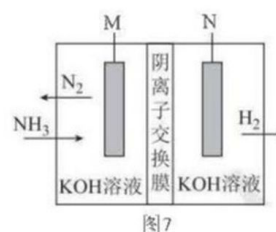


图7

- A. 电极 M 应接电源正极
B. 电极 M 的电极反应式: $2\text{NH}_3 - 6\text{e}^- + 6\text{OH}^- \rightarrow \text{N}_2 \uparrow + 6\text{H}_2\text{O}$
C. 每生成 1 mol N_2 , 电极 M 所在电解室质量增加 60 克
D. 移除阴离子交换膜后, 电极 M 处发生的反应不变
16. 菠菜、苋菜等蔬菜富含草酸($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$)。为了探究草酸的性质, 进行如下实验

实验	装置	试剂 a	现象
①		澄清石灰水	产生白色浑浊
②		澄清石灰水	产生白色沉淀
③		NaClO 溶液	产生无色气泡
④		酸性 KMnO_4 溶液	紫红色溶液褪色

对四组实验进行分析, 下列由上述实验得到的反应方程式不正确的是

- A. ①: $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \xrightarrow{\Delta} \text{CO}_2 \uparrow + \text{CO} \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
B. ②: $\text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^- + \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \rightarrow \text{CaC}_2\text{O}_4 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$
C. ③: $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 2\text{NaClO} \rightarrow \text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 2\text{HCl} + \text{O}_2 \uparrow$
D. ④: $2\text{MnO}_4^- + 5\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 6\text{H}^+ \rightarrow 2\text{Mn}^{2+} + 10\text{CO}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$

第二部分 非选择题(共 56 分)

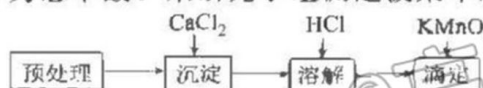
二、非选择题: 共 56 分。第 17~19 题为必考题, 考生都必须作答。第 20~21 题为选考题, 考生根据要求作答。

(一) 必考题: 共 42 分。

17. (15 分)

含钙物质在生产生活中发挥着重要作用, 如 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 、 CaCl_2 等。

(一) 菠菜成分测定中常用 CaCl_2 为沉淀剂。菠菜中含有的草酸以 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 、 HC_2O_4^- 、 $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ 存在, 三种微粒之和称为总草酸。某研究小组测定菠菜中总草酸含量, 进行如下实验。



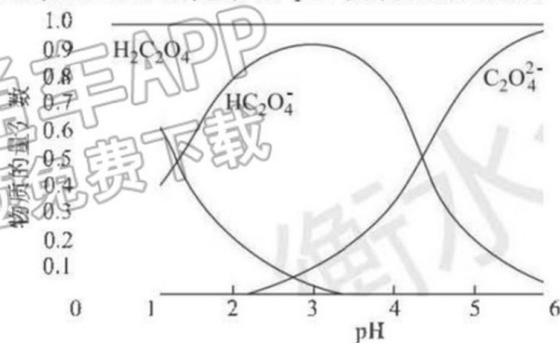
①在“预处理”步骤, 将菠菜碾碎后预处理, 得含总草酸的溶液 ($\text{pH} \approx 2 \sim 3$)。该步骤依次需要的装置有



②在“沉淀”步骤, 调节 pH 至溶液弱碱性, 再滴加足量 CaCl_2 溶液, 产生白色沉淀, 过滤得到 CaC_2O_4 固体。“调节溶液至弱碱性”的目的是



草酸溶液中微粒的物质的量分数随溶液 pH 变化如图所示：



③在“溶解”步骤，稀 HCl 溶解 CaC_2O_4 ，所得溶液 pH = 0.5，该步骤主要反应的离子方程式是：

④在“滴定”步骤，用 KMnO_4 标准溶液滴定 2~3 次，判断达到滴定终点的现象是

(二) 25 °C 的饱和石灰水，加热至 45 °C，发现溶液变浑浊，且加热过程中并未见水分蒸发，现探究溶液变浑浊的原因。

(1) 提出猜想。

猜想 a: $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 的溶解度随温度升高而减小，升温的过程中析出 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 。

猜想 b: 温度变化的过程中， $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 变质，使溶液变浑浊。

(2) 设计实验，验证猜想。

提供 25 °C 下的 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 饱和溶液 I、45 °C 下的 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 饱和溶液 II。

实验序号	试样	测试温度/°C	$c(\text{OH}^-)/(\text{mol/L})$
I	25 °C 的 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 饱和溶液	25	A_1
II	45 °C 的 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 饱和溶液	45	A_2
3			A_3

①查阅资料：25 °C 时， $K_{sp}[\text{Ca}(\text{OH})_2] = 4 \times 10^{-6}$ ， $A_1 =$

②上述实验结果是 $A_1 > A_2$ ，是否可以证明猜想 a 成立，

(填“是”或“否”)。

③进一步验证猜想 b，补充实验 3，填写在答题卡上。

(3) 实验总结。

根据实验 1~3 的结果，可以判断猜想 b 成立。猜想 b 成立的判断依据是

18. (13 分)

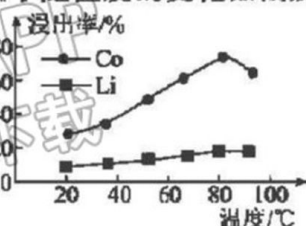
钴具有广泛用途，其正三价化合物具有强氧化性。利用含钴废料(主要成分为 Co_3O_4 ，还含有少量的铝箔、 LiCoO_2 等杂质)制备碳酸钴的工艺流程如下图所示：



(1)“碱浸”过程中，可以加快反应速率和提高原料利用率的方法是_____ (任写两点)。

(2)“滤液①”主要成分是_____；“操作②”的分离方法是_____

(3)“酸溶”时，Co、Li 元素的浸出率随温度的变化如图所示：



“酸溶”的适宜温度是 _____ ；“酸溶”时有无色气体产生，该气体为 _____ ；若用 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 代替 H_2O_2 则有两种硫酸盐生成，写出 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 在“酸溶”时发生的化学方程式：_____。

(4) Co^{2+} 萃取的反应原理如下： $\text{Co}^{2+} + 2\text{HR}(\text{有机层}) \rightleftharpoons \text{CoR}_2 + 2\text{H}^+$ ，则从有机相中分离出 CoSO_4 需向有机溶剂中加入以下哪种试剂 _____ (填选项字母)。

- A. H_2SO_4 B. NaOH
C. $\text{Co}(\text{OH})_2$ D. HR

(5) “沉钴”时， Na_2CO_3 的滴速过快或浓度太大，可生成碱式碳酸钴 $(\text{CoCO}_3)_2 \cdot 3\text{Co}(\text{OH})_2$ 沉淀，会导致产品不纯。生成 $(\text{CoCO}_3)_2 \cdot 3\text{Co}(\text{OH})_2$ 沉淀的化学方程式为 _____。

(6) 常温下， $K_{\text{sp}}(\text{CoCO}_3) = 1.6 \times 10^{-13}$ ， $K_{\text{sp}}(\text{CoC}_2\text{O}_4) = 6.4 \times 10^{-8}$ ，向浓度均为 0.01 mol/L Na_2CO_3 和 $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 的混合溶液中加入 CoSO_4 固体，当 $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ 恰好完全沉淀的时候， $c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$ _____
 $c(\text{CO}_3^{2-})$ _____

19. (14 分)

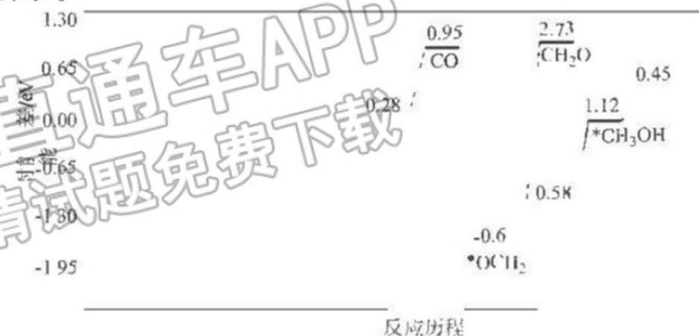
将二氧化碳转化为高附加值碳基燃料可有效减少碳排放。二氧化碳催化加氢制甲醇 $[\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})]$ 引起了科学界和工业界的极大兴趣。回答下列问题：

1. (1) 相关的化学键键能数据如下表所示。

化学键	H—H	C=O	H—O	C—H	C—O
$E/(\text{kJ/mol})$	436	745	463	413	351

写出二氧化碳催化加氢制甲醇的热化学方程式：

(2) 采用真空封管法制备磷化硼纳米颗粒，成功的实现了高选择性电催化还原 CO_2 制备甲醇，该反应历程如图所示。



① 该过程容易产生副产物

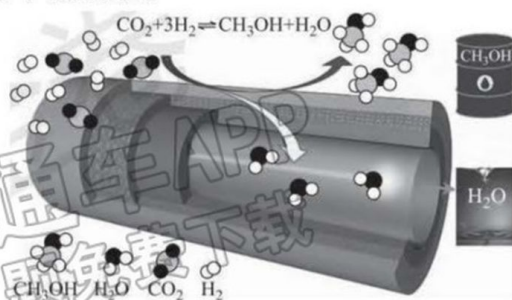
② 上述合成甲醇的反应速率较慢，要使反应速率加快，需要降低某步骤的能量变化，写出该基元反应的化学方程式：

II 工业中， CO_2 和 H_2 在催化剂作用下可发生两个平行反应，分别生成 CH_3OH 和 CO 。

反应 a: $\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ $\Delta H_1 < 0$

反应 b: $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ $\Delta H_2 > 0$

在传统的催化固定反应床 (CFBR) 中， CO_2 转化率和甲醇选择性通常都比较低，科学团队发展了一种具有反应分离双功能的分子筛膜催化反应器 (CMR) 用于 CO_2 催化加氢制备甲醇，极大地改善了该问题，原理如下图所示。



在容器中投入一定量 CO_2 和 H_2 , 不同反应模式下 CO_2 的平衡转化率

反应模式	$n(\text{H}_2)/n(\text{CO}_2)$	压强/MPa	温度/ $^{\circ}\text{C}$	CO_2 转化率	CH_3OH 选择性
① CFBR	3	5	250	25.6	61.3
② CFBR	3	5	230	20.0	
③ CMR	3	3	260	36.1	

已知 CH_3OH 选择性: 转化的 CO_2 中生成 CH_3OH 的百分比。

(3) CFBR 模式时, 投料比 $\frac{n(\text{H}_2)}{n(\text{CO}_2)} = 3$, 一定温度下发生反应, 下列说法能作为反应 a 达到平衡状态的判据是 (填选项字母)。

- A. 气体密度不再变化
- B. CO 的体积分数不再变化
- C. 气体平均相对分子质量不再变化
- D. $\frac{n(\text{H}_2)}{n(\text{CO}_2)}$ 不再变化
- E. CO_2 、 H_2 、 CH_3OH 、 H_2O 的物质的量之比为 1:3:1:1

(4) 由表中数据可知 CMR 模式下, CO_2 的转化率显著提高, 结合具体反应分析可能的原因:

(5) 压力平衡常数 K_p 是指用平衡分压代替平衡浓度进行计算的平衡常数, 平衡分压 = $p_{\text{总}} \times$ 物质的量分数。根据表中数据计算温度为 230°C 时, 反应 a 的 K_p 值为 (无需计算, 写表达式)。

(二) 选考题: 共 14 分。请考生从 2 道题中任选一题作答。如果多做, 则按所做的第一题计分。

20. [选修 3: 物质结构与性质] (14 分)

生物体系的酶催化具有高效选择性, 主要依靠辅因子和氨基酸残基对底物的协同作用, 受此启发科学家设计了一系列金属化合物和非金属化合物也具有对底物多个点的相互作用, 管海荣团队报道了一组铁铜双金属有机化合物用于催化在水汽置换条件下的苯甲醛还原反应。已知铁铜双金属有机化合物如图所示 (R 代表的是烃基, L 代表的是复杂集团)。

请回答下列问题:

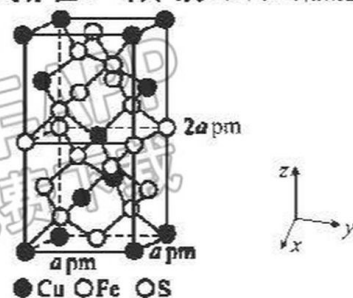
- (1) 基态铜原子的价电子排布式为
- (2) 该物质中碳元素的杂化方式为
- (3) 下表是 Fe 和 Cu 部分电离能的数据, 请解释 $I_2(\text{Fe})$ 小于 $I_2(\text{Cu})$ 的主要原因:

元素	Fe	Cu
第一电离能 I_1 /(kJ/mol)	759	746
第二电离能 I_2 /(kJ/mol)	1561	1958

(4) Cu 可以形成多种配合物, $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 是常见的配合物, 具有对称的空间构型。其中两个 NH_3 被两个 CN^- 取代, 能得到两种不同结构的产物, 则 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 的空间构型为, 一个 CN^- 中 σ 键和 π 键的数目之比为。

(5) NH_3 可以与多种金属离子形成络合物。且 NH_3 极易溶于水, 原因与氢键有关, 请问 NH_3 的一水合物的结构式为, 理由是。

(6) 以晶胞参数为单位长度建立的坐标系可以表示晶胞中各原子的位置, 称作原子的分数坐标。Fe 和 Cu 在自然界常以硫化物的形式存在, 一种四方结构的晶胞结构及晶胞参数如下图所示。

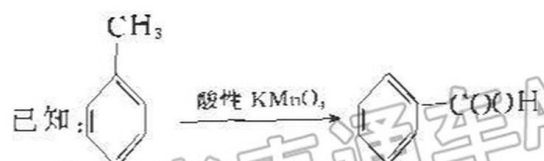
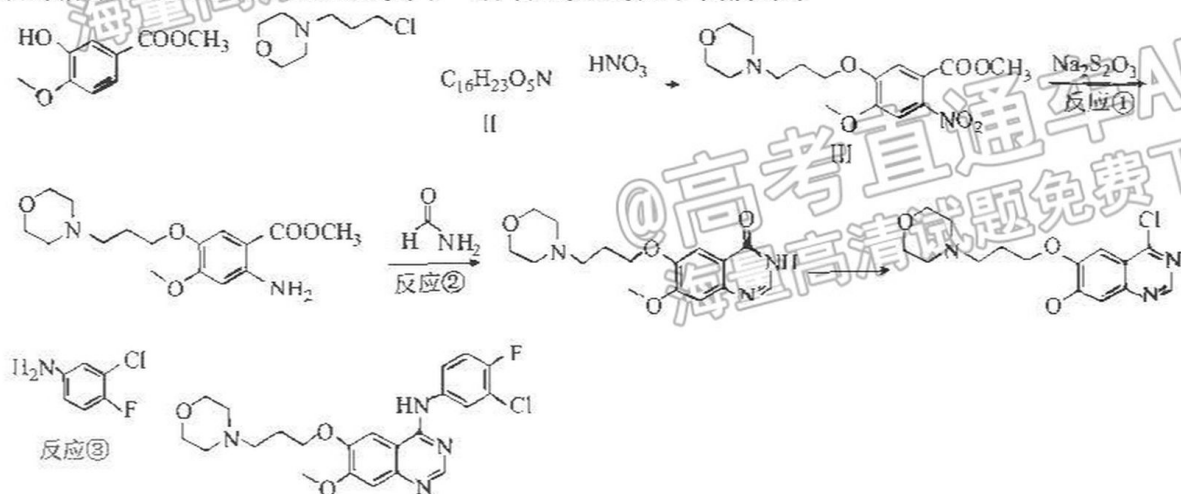


坐标原子	x	y
Cu	0	0
Fe	0.5	0.5

找出该晶胞中距离 Cu(0,0,0) 距离最近的 S 的坐标参数: (用分数坐标表示), 其密度为 $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ (阿伏加德罗常数的值用 N_A 表示)。

21. [选修5:有机化学基础](14分)

吉非替尼是一种合成的苯胺喹唑啉类化合物,是肺癌治疗的一线用药,良好的药效和广阔的市场前景引起很多学者兴趣,其中一种合成路线如下图所示:



- 化合物 II 的结构简式为 _____, 反应①、③的反应类型分别为 _____。
- 化合物 III 中含氧官能团除酯基之外还有 _____ (写名称)。
- 反应②的化学方程式为 _____。
- 化合物 IV 是比化合物 I 相对分子质量大 14 的同系物。化合物 IV 的芳香族同分异构体中,同时满足如下条件的有 _____ 种,写出其中任意一种的结构简式: _____。
 - 能发生银镜反应。
 - 能发生水解反应。
 - 1 mol 该有机物能够与 3 mol NaOH 溶液反应。
 - 核磁共振氢谱图确定分子中氢原子数之比为 1:1:2:2:6。

(5) 根据上述信息,写出以 CC1=CC=CC=C1、NC(=O)C 和 CO 为原料(无机试剂任选),合成



2021 年广东省新高考普通高中联合质量测评

新高三省级摸底联考

化学参考答案及评分细则

一、选择题

1. C 【解析】A 项错误,瓷器主要成分是无机硅酸盐。B 项错误,玉石主要由钙铝硅酸盐类矿物组成。C 项正确,丝绸主要由蚕丝织造的纺织品,主要成分为蛋白质,为天然有机高分子材料。D 项错误,贝壳主要成分为碳酸钙。
2. A 【解析】A 项错误,蛋白质是由 C、H、O、N 等元素组成的。B 项正确,蛋白质变性的条件有受热、高能射线、紫外线、强酸、强碱、重金属盐、某些有机物等。为了防止蛋白质变性,疫苗等生物制剂应冷链储运。C 项正确,ClO₂ 有强氧化性,极易溶于水而不与水反应,杀菌消毒效果更优,“非典”时期就是优良环境消毒剂。D 项正确,聚丙烯、聚乙烯为高分子化合物,不易降解,大量使用,会造成白色污染。
3. C 【解析】A 项错误,“棉花糖”使用白糖(二糖)为原料,加工后物质形状发生了变化,成分不变。B 项错误,氯化钙、活性炭以及硅藻土、铁粉都是食品保鲜袋中常见的成分,但铁粉的作用是除氧,不是干燥。C 项正确,FeCl₃ 溶液具有酸性,能与氧化铁反应,可用于镀覆层前的钢铁除锈。D 项错误,石墨制成富勒烯(C₆₀)属化学变化。
4. A 【解析】A 项错误,燃烧后的草木灰含 K₂CO₃,水溶液显碱性,“浣衣”时油污在碱性条件水解,发生化学变化。B 项正确,碱性条件下虫卵蛋白质变性而死亡,石灰浆起到杀灭虫害的作用。C 项正确,聚合氯化铝水解形成 Al(OH)₃ 凝胶,Al(OH)₃ 凝胶有吸附作用从而达到沉降的目的。D 项正确,淀粉水解转化为二糖或者单糖,甜味增强。
5. C 【解析】A 项错误,分子式为 C₁₂H₂₂O。B 项错误,醇羟基与钠反应生成氢气,和 NaOH 溶液不能反应。C 项正确,醇类有机物可以发生酯化反应、氧化反应,该物质中与羟基相连的碳原子的邻位碳原子上连有

氢原子,可以发生消去反应。D 项错误,土霉素有 3

个手性碳原子(用 * 标记如图)



6. C 【解析】A 项错误,钠块放入 CuSO₄ 溶液先与水反应生成氢氧化钠,氢氧化钠再与 CuSO₄ 溶液反应生成氢氧化铜。B 项错误,SiO₂ 与氢氟酸反应,腐蚀器皿。C 项正确,主族元素性质相似,镓(Ga)与铝同主族,Al₂O₃ 能与 NaOH 溶液反应生成 NaAlO₂,Ga₂O₃ 也能与 NaOH 溶液反应生成 NaGaO₂。D 项错误,KMnO₄ 溶液有强氧化性,能与酒精反应,减弱消毒效果。
7. D 【解析】配制和取用一定物质的量浓度的溶液需要称量、溶解、转移、洗涤、定容等步骤,用到玻璃仪器有烧杯,500 mL 容量瓶、玻璃棒、量筒,不需要使用漏斗。所以选 D 项。
8. B 【解析】A 项正确,氯气与水反应,存在平衡 H₂O + Cl₂ ⇌ HCl + HClO。B 项错误,新制氯水存在 H⁺、Cl⁻、ClO⁻、OH⁻,溶液保持电中性,存在电荷守恒 c(H⁺) = c(Cl⁻) + c(ClO⁻) + c(OH⁻)。C 项正确,光照实验过程中,次氯酸分解,氯气分子与水反应,逐渐被消耗,氯水颜色逐渐变浅。D 项正确,氯水光照后 HClO 分解生成盐酸和氧气,酸性增强,pH 值减小。
9. C 【解析】A 项正确,原电池是化学能转化为电能的装置。B 项正确,铝和碳、空气形成电池,铝作负极。C 项错误,木炭作正极,但氧化剂为 O₂,得电子被还原。D 项正确,Na⁺ 移向木炭电极(正极)。
10. D 【解析】A 项正确,SO₂ 中硫的化合价为 +4,既可以被氧化也能被还原。B 项正确,B(SO₃)溶于水生成 E(H₂SO₄),浓 H₂SO₄ 与铜加热可以生成



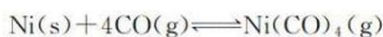
$A(SO_2)$, $A(SO_2)$ 与氧气反应可以生成 $B(SO_3)$ 。C 项正确, H_2S 与 H_2SO_3 发生归中反应生成硫单质和水。D 项错误, $Na_2S_2O_3$ 中硫的平均化合价为 +2, 对应的点为 F 点, 既有氧化性也有还原性, 但是氧化性较弱。

11. A 【解析】A 项正确, 每 1 mol Na_2O 或 Na_2O_2 都含 2 mol 阳离子 1 mol 阴离子, 共 3 mol 离子。1 mol Na 单质与 O_2 反应生成 Na_2O 和 Na_2O_2 的混合物共 0.5 mol, 含阴阳离子共 1.5 mol, 离子总数为 $1.5N_A$ 。B 项错误, 标准状况下 11.2 L CH_4 和 C_2H_4 混合气体物质的量为 0.5 mol, 含 H 原子的物质的量为 2 mol, 含 H 原子数目为 $2N_A$ 。C 项错误, 1 L 0.1 mol/L 的 $BaCl_2$ 溶液中含有的 Cl^- 为 0.2 mol, Cl^- 个数多于 1.2×10^{23} 个; D 项错误, 每个羟基自由基($\cdot OH$)含 9 个电子, 1.7 g 羟基自由基($\cdot OH$)物质的量为 0.1 mol, 含有的电子数为 $0.9N_A$ 。

12. D 【解析】A 项错误, 用 NaOH 除去 K_2SO_4 中的 $MgSO_4$ 引入钠离子不易除去。B 项错误, 稀硫酸滴入几滴 $Cu(NO_3)_2$ 形成硝酸溶液, 锌粒与稀硝酸反应生成 NO 气体, 使制得的 H_2 不纯。C 项错误, 控制变量思想, 盐酸浓度要保持相同。D 项正确, 液溴与苯反应的尾气含溴蒸气和 HBr 气体, 直接通入 $AgNO_3$ 溶液, 两者都能生成淡黄色沉淀 AgBr。所以要验证液溴与苯发生了取代反应生成 HBr 气体, 应先用 CCl_4 溶液除去溴蒸气。

13. B 【解析】依据信息得知, X、Y、Z、W、E 依次为 Li、Na、Mg、S、Cl。A 项错误, 原子半径: $Y > Z > X$ 。B 项正确, 非金属性 $W < E$, 它们的简单氢化物的热稳定性依次增强。C 项错误, NaOH 溶液和 $Mg(OH)_2$ 不反应。D 项错误, 非金属性 $W < E$, 故 W—E 形成共价键电子对偏向 E, E 的化合价应为负价。

14. B 【解析】A 项错误, 升温, 正反应速率和逆反应速率均增大。B 项正确, 设 t_1 时刻 CO 气体反应了 $4x$ mol, 列式计算如下:



始态: 1 mol 0 mol

反应: $-4x$ mol $+x$ mol

t_1 时刻: $1-4x$ mol x mol

则 $1-4x+x=0.4$, 解得 $x=0.2$ 。所以 $v(CO) = (0.2 \times 4)/2t_1 = 0.4/t_1 \text{ mol} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{L}^{-1}$ 。C 项错误, 该反应为可逆反应, 粗镍中镍单质不能完全反应, 剩余固体为镍和杂质。D 项错误, t_1 时刻到达平衡, 压缩容器体积, 平衡向正反应方向移动, CO 转化率增大, 但温度不变, 平衡常数不变。

15. C 【解析】A 项正确, 由图得知电极 M 所在极室由 NH_3 生成 N_2 , 从化合价分析, 该电极失电子, 电子流出, 应接入正极。B 项正确, 碱性条件下, 电极 M 的电极反应式: $2NH_3 - 6e^- + 6OH^- \rightleftharpoons N_2 \uparrow + 6H_2O$ 。C 项错误, 由 B 选项得知, 每生成 1 mol N_2 , 电极 M 所在电解室增加 6 mol 氢原子, 质量增加 6 克。同时为形成电中性溶液, 有 6 mol OH^- 通过阴离子交换膜进入电极 M 所在电解室, 质量再增加 102 克。D 项正确, 移除阴离子交换膜, 电极 M 处碱性环境没有变化, 发生的反应不变。

16. C 【解析】A 项正确, 草酸受热分解生成 CO_2 , 体现不稳定性, 由价态的分析得知另一产物是 CO。实验室依此可制备少量 CO 气体。B 项正确, 草酸与石灰水生成白色沉淀, 体现草酸的酸性。C 项错误, 酸性 $H_2C_2O_4 > H_2CO_3 > HClO$, $H_2C_2O_4$ 可制备 HClO。但是 HClO 有强氧化性, 草酸有还原性, 两者发生氧化还原反应, 生成水、氯化钠和二氧化碳。D 项正确, 高锰酸钾溶液褪色, 体现草酸的还原性。

二、非选择题

17. (15 分)

(一) ①BA (2 分, 答 AB 给 1 分, 其余没分)

② $H_2C_2O_4$ 、 $HC_2O_4^-$ 完全转化为 $C_2O_4^{2-}$ (1 分), 使总草酸完全转化为沉淀 (1 分) [评分: 或者 $H_2C_2O_4$ 、 $HC_2O_4^-$ 完全转化为 $C_2O_4^{2-}$ (2 分)]

③ $CaC_2O_4 + 2H^+ \rightleftharpoons Ca^{2+} + H_2C_2O_4$ (2 分)

④最后一滴酸性 $KMnO_4$ 溶液滴入后溶液变浅紫色, 振荡, 30 s 内不褪色 (1 分) (评分: 溶液颜色可写紫色、红色、浅红色。颜色与不褪色时间写完整才能



给分)

(二)(2)①0.02(2分)

②是(2分)

③II(或II, 45℃的Ca(OH)₂饱和溶液)(1分)

25(1分)

(3)A₂>A₃。实验3在45℃变化成25℃的过程中温度降低,是Ca(OH)₂溶解度在增大的过程,这个过程不可能析出Ca(OH)₂固体,此过程的c(OH⁻)变化只能是因为猜想b引起的(2分,指出A₂>A₃得1分,另外1分言之有理给分)

【解析】(一)①在“预处理”步骤,将菠菜碾碎后预处理,得含总草酸的溶液(pH=2~3),应该是先溶解后过滤,草酸受热会分解,不能灼烧。

②H₂C₂O₄、HC₂O₄⁻不能与CaCl₂溶液反应产生沉淀,C₂O₄²⁻能与CaCl₂溶液反应产生沉淀。

③溶液pH=0.5,由图可知,主要微粒是H₂C₂O₄, CaC₂O₄+2H⁺⇌Ca²⁺+H₂C₂O₄。

④滴定终点的现象是最后一滴滴定液滴入后溶液颜色有明显变化,振荡,30s内保持不变。所以酸性KMnO₄溶液滴定草酸溶液的滴定终点现象是最后一滴酸性KMnO₄溶液滴入锥形瓶后溶液变浅紫色,振荡,30s内不褪色。

(三)(2)①Ca(OH)₂(s)⇌Ca²⁺(aq)+2OH⁻(aq)

x 2x

K_{sp}[Ca(OH)₂]=x·(2x)²,解得x=0.01。OH⁻浓度为2x,等于0.02 mol/L。

②测试的试样与测试的温度一致,不存在温度变化的过程,不存在猜想b,实验1比实验2温度低,溶解度高,且A₁>A₂,所以猜想a成立。

③45℃的Ca(OH)₂饱和溶液冷却到25℃的过程是降温的过程,是Ca(OH)₂溶解度增大的过程,这个过程不可能析出Ca(OH)₂固体,此过程的c(OH⁻)变化只能是因为猜想b引起的。

18. (13分)

(1)升高温度、粉碎废料,适当增大NaOH溶液的浓度等(2分,任写两点)

(2)NaAlO₂(1分) 萃取分液(或分液)(1分)

(3)80℃(或80℃左右)(1分) O₂(1分) 4Co₃O₄

+Na₂S₂O₃+11H₂SO₄⇌12CoSO₄+Na₂SO₄+11H₂O(2分)

(4)A(1分)

(5)5CoSO₄+5Na₂CO₃+3H₂O⇌5Na₂SO₄+(CoCO₃)₂·3Co(OH)₂↓+3CO₂↑(或5CoSO₄+8Na₂CO₃+6H₂O⇌5Na₂SO₄+6NaHCO₃+(CoCO₃)₂·3Co(OH)₂↓)(2分)

(6)4×10⁵(2分)

【解析】(1)“碱浸”过程中可以加快反应速率和提高原料利用率的方法是升高温度、粉碎矿石、适当增加NaOH的浓度等。

(2)由分析知,滤液①主要成分为NaAlO₂;操作②为萃取分液或分液。

(3)由图可知,当温度过高时,钴元素的浸出率降低,则酸浸的适宜温度是80℃;由分析知,“酸溶”时H₂O₂的作用为还原剂,则产生的气体为O₂;若用Na₂S₂O₃代替H₂O₂,根据题意知,生成CoSO₄和Na₂SO₄,结合得失电子守恒、元素守恒配平的化学方程式为4Co₃O₄+Na₂S₂O₃+11H₂SO₄⇌12CoSO₄+Na₂SO₄+11H₂O。

(4)反萃取即使萃取平衡向逆向移动,根据平衡移动原理,在不引入新杂质的情况下可加入H₂SO₄,使平衡逆向移动,从而达到反萃取目的,故答案选A。

(5)“反萃取”后的“滤液3”中含有CoSO₄,继续加入Na₂CO₃可生成碱式碳酸钴[(CoCO₃)₂·3Co(OH)₂]沉淀,为复分解反应,化学方程式为5CoSO₄+5Na₂CO₃+3H₂O⇌(CoCO₃)₂·3Co(OH)₂↓+5Na₂SO₄+3CO₂↑或5CoSO₄+8Na₂CO₃+6H₂O⇌(CoCO₃)₂·3Co(OH)₂↓+5Na₂SO₄+6NaHCO₃。

(6)等浓度的C₂O₄²⁻和CO₃²⁻,CO₃²⁻先沉淀,当C₂O₄²⁻恰好完全沉淀的时候, $\frac{c(C_2O_4^{2-})}{c(CO_3^{2-})} =$

$\frac{K_{sp}(CoC_2O_4)}{K_{sp}(CoCO_3)} = 4 \times 10^5$,故答案为:4×10⁵。

19. (14分)

I. (1)CO₂(g)+3H₂(g)⇌CH₃OH(g)+H₂O(g)

ΔH=-181 kJ·mol⁻¹(3分)

(2)①CO和CH₂O(2分)

② $\cdot\text{CO} + \cdot\text{OH} \rightarrow \cdot\text{CO} + \cdot\text{H}_2\text{O}$ (2分)

II. (3) ABCD (2分, 错选、漏选不给分)

(4) CMR 模式下, 只发生 $\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ (1分), 双功能分子筛催化膜反应器能及时分离出产物水蒸气占主导因素, (1分) 平衡右移, 二氧化碳的产率增大 (1分) (共 3分)

(5) $\left[\left(\frac{0.14}{3.72} \times 5 \text{ MPa}\right) \times \left(\frac{0.2}{3.72} \times 5 \text{ MPa}\right)\right] / \left[\left(\frac{0.8}{3.72} \times 5 \text{ MPa}\right) \times \left(\frac{2.52}{3.72} \times 5 \text{ MPa}\right)^3\right]$ (2分)

【解析】I. (1) 该反应断裂 2 mol $\text{C}=\text{O}$ 、3 mol $\text{H}-\text{H}$, 形成 3 mol $\text{C}-\text{H}$ 、1 mol $\text{C}-\text{O}$ 、3 mol $\text{H}-\text{O}$, 则 $\Delta H = (745 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \times 2 + 436 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \times 3) - (413 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \times 3 + 351 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} + 463 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \times 3) = -181 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(2) ①由图可知, 该过程中有副产物 CO 和 CH_2O 产生。

②反应慢的步骤决定整体反应速率, 据图可知合成甲醇的过程中 $\cdot\text{CO} + \cdot\text{OH} \rightarrow \cdot\text{CO} + \cdot\text{H}_2\text{O}$ 的活化能最大, 反应速率最慢, 所以需要主要降低该步骤中的能量变化。

II. (3) 由题意可知, 反应容器压强为 5 MPa 不变, 反应 a 和反应 b 在 CFBR 模式下反应达到平衡状态时, 气体压强不变, 体积不变, 气体密度不变, CO 的体积分数不变; 气体体积不变, 物质的量不变, 平均相对分子质量不变, $\frac{n(\text{H}_2)}{n(\text{CO}_2)}$ 不变, CO_2 、 H_2 、 CH_3OH 、 H_2O 的物质的量之比不一定是 1:3:1:1。

(4) CMR 模式下, 只发生 $\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$, 双功能分子筛催化膜反应器能及时分离出产物水蒸气占主导因素, 平衡右移, 二氧化碳的产率增大。

(5) 设 CO_2 和 H_2 起始投料分别为 1 mol 和 3 mol。由表中数据知 230 °C 时二氧化碳的平衡转化率为 0.20, 得知平衡时 CO_2 的物质的量为 0.8 mol。 CO_2 参与反应 a 生成甲醇的选择性是 70%, 参与反应 b 的选择性则是 30%。存在两个平衡体系, 分别写出三段式如下:

反应 b: $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$

起始(mol): 1 3 0 0

变化(mol): 0.2×0.3 0.2×0.3 0.2×0.3 0.2×0.3

平衡(mol): 0.8 2.52 0.14 0.06

反应 a: $\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$

起始(mol): 1 3 0 0

变化(mol): 0.2×0.7 0.6×0.7 0.2×0.7 0.2×0.7

平衡(mol): 0.8 2.52 0.14 0.06

(注: 三段式表达反应 a 的 H_2 和 H_2O 平衡时的物质的量时, 要考虑反应 b 中的变化量。平衡时反应 b 消耗 H_2 为 0.06 mol, 生成 H_2O 为 0.06 mol) 平衡体系五种气体总物质的量为 0.8 mol + 2.52 mol + 0.14 mol + 0.2 mol + 0.06 mol = 3.72 mol。平衡时, 反应 a 中 CO_2 、 H_2 、 CH_3OH 、 H_2O 四种气体的物

质的量分数分别为: $\frac{0.8}{3.72}$ 、 $\frac{2.52}{3.72}$ 、 $\frac{0.14}{3.72}$ 、 $\frac{0.2}{3.72}$ 。 $K_p =$

$\frac{p(\text{CH}_3\text{OH}) \times p(\text{H}_2\text{O})}{p(\text{CO}_2) \times p(\text{H}_2)^3} = \left[\left(\frac{0.14}{3.72} \times 5 \text{ MPa}\right) \times \left(\frac{0.2}{3.72} \times 5 \text{ MPa}\right)\right] /$

$\left[\left(\frac{0.8}{3.72} \times 5 \text{ MPa}\right) \times \left(\frac{2.52}{3.72} \times 5 \text{ MPa}\right)^3\right]$ 。

20. (14分)

(1) $3d^{10}4s^1$ (1分)

(2) sp 、 sp^2 、 sp^3 (2分)

(3) Cu 失去一个电子后成为 Cu^+ , Cu^+ 价电子结构是全充满的 $3d^{10}$ 结构再失去第二个电子时, 需要的能量比较多, Fe 失去一个电子后成为 Fe^+ , 其价电子结构为 $3d^64s^1$, 再失去第二个电子应该是 $4s^1$ 电子, 需要的能量相对较低 (2分)

(4) 正方形 (1分) 1:2 (1分)

(5) $\text{H}-\text{N}(\text{H})_2 \cdots \text{H}-\text{O}-\text{H}$ (1分) $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 是由于

NH_3 和 H_2O 间存在氢键而形成的, 其结构可能有 2

种情况: $\text{H}-\text{N}(\text{H})_2 \cdots \text{H}-\text{O}-\text{H}$ 、 $\text{H}-\text{N}(\text{H})_2 \cdots \text{H}-\text{O}-\text{H}$, 根

据 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$, 可以推测正确的

结构式为 $\text{H}-\text{N}(\text{H})_2 \cdots \text{H}-\text{O}-\text{H}$ (2分)



(6) $(\frac{3}{4}, \frac{1}{4}, \frac{1}{4}), (\frac{1}{4}, \frac{3}{4}, \frac{1}{4}), (\frac{1}{4}, \frac{1}{4}, \frac{3}{4})$ (3分)

$$\rho = \frac{4 \times (64 + 56 + 32 \times 2)}{N_A \cdot 2a^3 \times 10^{-30}} \text{ (1分)}$$

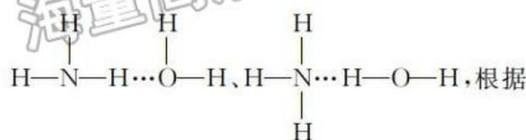
【解析】(1)铜是29号元素,依据能量最低原则,半满或全满的时候能量最低,所以其价电子排布为 $3d^{10}4s^1$ 。

(2)六元环中碳原子都是以单键与其他原子相连,形成4个 σ 键,是 sp^3 杂化;五元碳环中碳原子与其他原子相连形成3个 σ 键,是 sp^2 杂化;配体CO中碳原子与氧原子之间是碳氧三键,碳原子与铁形成配位键,共2个 σ 键,是 sp 杂化。

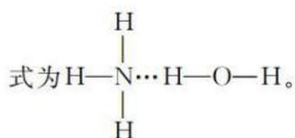
(3)Cu失去一个电子后成为 Cu^+ , Cu^+ 价电子结构是全充满的 $3d^{10}$ 结构,再失去第二个电子时,需要的能量比较多,Fe失去一个电子后成为 Fe^+ ,其价电子结构为 $3d^64s^1$,再失去第二个电子应该是 $4s^1$ 电子,需要的能量相对低。

(4)根据 $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ 的组成判断其应该是正四面体或者正方形,其二取代物有两种可以判断是正方形。 CN^- 和 N_2 是等电子体,C、N之间是三键所以 σ 键和 π 键的数目之比为1:2。

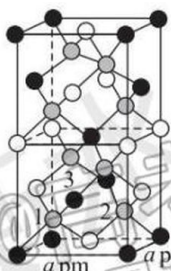
(5)由于 NH_3 和 H_2O 之间存在氢键而形成 $NH_3 \cdot H_2O$,其结构可能有2种情况:



$NH_3 \cdot H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$ 可以推测正确的结构



(6)S原子在1/2晶胞体内,类似于ZnS晶胞。在该晶胞中距离 $Cu(0,0,0)$ 最近的S原子有三个分别是



(序号标注), ①: $(\frac{3}{4}, \frac{1}{4}, \frac{1}{4})$

②: $(\frac{1}{4}, \frac{3}{4}, \frac{1}{4})$, ③: $(\frac{1}{4}, \frac{1}{4}, \frac{3}{4})$ 。根据原子均摊法,

该晶胞中有4个铜原子,4个铁原子,8个硫原子,所以

$$\rho = \frac{4 \times (64 + 56 + 32 \times 2)}{N_A \cdot 2a^3 \times 10^{-30}} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$$

命题意图:本题通过最新科研成果催化剂的启发,在铁铜双金属有机化合物用于催化在水汽置换条件下的苯甲醛还原反应为情景。通过分析铁铜双金属有机化合物,旨在考察原子结构,化学键,分子间作用力以及晶胞结构分析与计算。

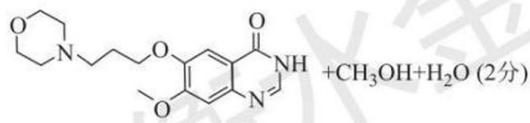
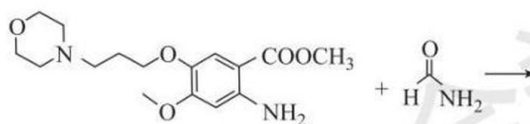
21. (14分)



应、取代反应(每步1分,共2分)。

(2)硝基、醚键(每个1分,共2分)

(3)



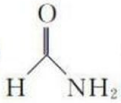
(5)

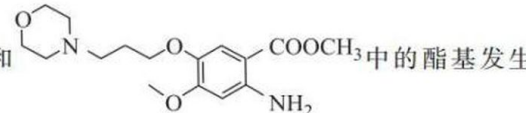


【解析】(1)由流程步骤Ⅱ $\xrightarrow{\text{HNO}_3}$ Ⅲ可知,此步发生了硝化反应,对比有机物Ⅰ和Ⅲ的结构,可知第一步是取代反应,结合有机物Ⅱ的分子式确定其结构简式。

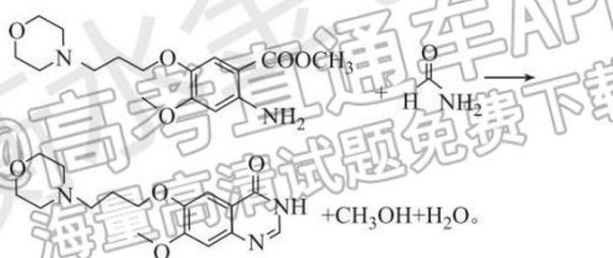
反应①硝基转变成氨基,为还原反应;反应③氯原子取代了氨基中的氢原子,为取代反应。

(2)关注“含氧官能团”和“除酯基之外”两个信息点,就可以给出答案硝基、醚键。

(3)认真分析反应②中的断键情况,其中

氨基和中的酯基发生

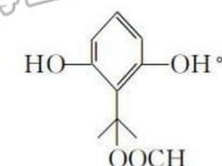
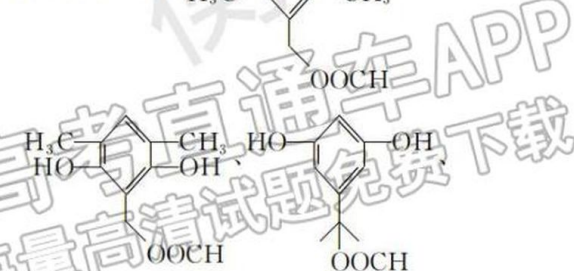
取代反应,同时生成一分子 CH_3OH ,而醛基中的氧原子和酯基邻位氨基中的氢原子形成一分子 H_2O ,故反应为



(4)Ⅳ是比有机物Ⅰ相对分子量多14的同系物,由此确定其分子式,既能发生银镜反应又能发生水解

反应,除苯环外只有一个不饱和度,确定其具有甲酸某酯结构,只能与3 mol NaOH溶液反应,结合核磁共振氢谱图中氢原子数之比为1:1:2:2:6,可以确定甲酸某酯结构不能直接连在苯环上,联系芳香化合物的高对称结构和氢归宿确定同分异构体的结构

有4种,分别为,



(5)由合成产物结构简式对比题干有机合成流程可以确定要想得到产物,需要类比题干中反应②以前的三步反应,因此要首先合成苯甲酸甲酯,联系题设所给原料和已知信息,可以确定五步合成流程为

