

2020 级高三上学期期末校际联合考试

化学试题

注意事项:

- 1.答题前,考生务必将自己的姓名、考生号等填写在答题卡和试卷指定位置。
- 2.回答选择题时,选出每小题答案后,用铅笔把答题卡上对应题目的答案标号涂黑。如需改动,用橡皮擦干净后,再选涂其他答案标号。回答非选择题时,将答案写在答题卡上。写在本试卷上无效。

可能用到的相对原子质量: H-1 C-12 O-16 Cr-52 Fe-56 I-127 Pb-207

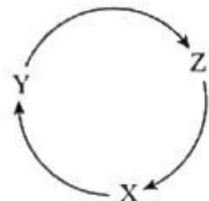
一、选择题: 本题共 10 小题, 每小题 2 分, 共 20 分。每小题只有一个选项符合题意。

1. 化学与人类社会的生产、生活有着密切联系, 下列叙述正确的是
 - A. 医用酒精、含氯消毒剂的浓度越高其消毒效果越好
 - B. 电热水器用镁棒防止内胆腐蚀是牺牲阳极的阴极保护法
 - C. “歼-20”飞机上使用的碳纤维是一种新型有机高分子材料
 - D. 使用太阳能电池可以把电能转化为化学能, 减少化石能源的使用
2. 下列过程不涉及氧化还原反应的是
 - A. 苯酚遇到空气变成粉红色
 - B. 利用铝热反应焊接钢轨
 - C. 84 消毒液和洁厕灵不能混合使用
 - D. 利用饱和 FeCl_3 溶液制备氢氧化铁胶体
3. 下列实验装置或操作能达到相应实验目的的是

A	B	C	D
稀释浓硫酸	该仪器可用于冷凝回流	可用该装置制备 C_2H_2	向 FeSO_4 溶液中滴加 NaOH 溶液制备 $\text{Fe}(\text{OH})_2$

- A. A B. B C. C D. D

4. 下列各选项中, 不能满足如图转化关系的是

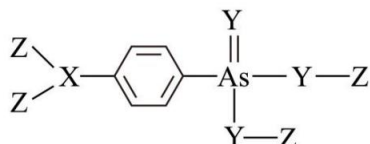


	X	Y	Z
A	CuSO_4	$\text{Cu}(\text{OH})_2$	Cu_2O

B	CO ₂	Na ₂ CO ₃	NaHCO ₃
C	CH ₃ CH ₂ OH	CH ₃ CHO	CH ₃ COOH
D	Fe	FeCl ₃	Fe(OH) ₃

A. A B. B C. C D. D

5. 如图为一种饲料添加剂的结构。X、Y、Z 三种元素占据相邻的两个周期，Z 是宇宙中含量最多的元素，下列说法错误的是



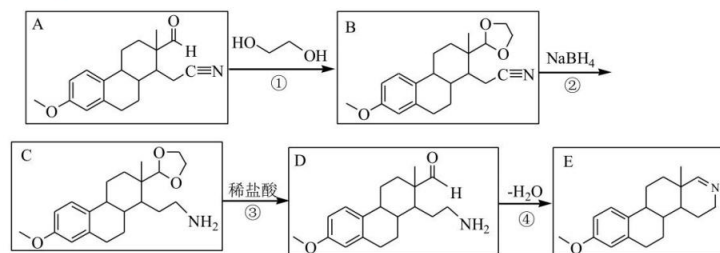
- A. 电负性：Y>X>Z
 B. X、Y 元素的简单气态氢化物沸点：Y>X
 C. Y 与 Z 形成的化合物都只含极性共价键
 D. X、Y、Z 三种元素既可形成离子化合物，又可形成共价化合物

6. 下列实验装置及表述正确的是

A. 验证 NO ₂ 气体与水的反应	B. 滴加 KSCN 溶液变红，可以证明锌比铁活泼	C. 用该装置测定中和热	D. 用该装置制备 NaHCO ₃

A. A B. B C. C D. D

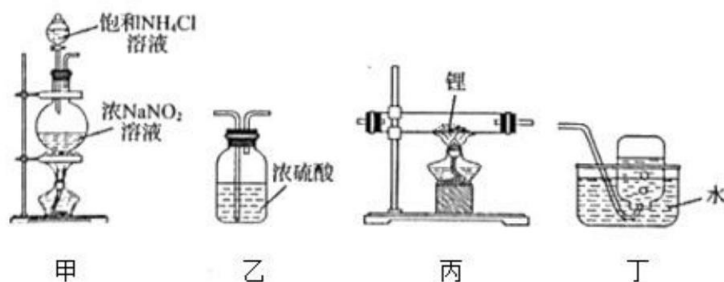
7. 药物 E 具有抗癌抑菌功效，其合成路线如图：



下列说法错误的是

- A. 物质 D 中含有三种官能团 B. 反应①涉及到了两种有机反应类型
 C. 物质 D 能使酸性高锰酸钾溶液褪色 D. 分子 E 中手性碳原子的个数为 3 个

8. 实验室制备 Li₃N 的原理是 $6Li + N_2 \triangleq 2Li_3N$ 。氮化锂(Li₃N)是一种重要的化工试剂，在空气中易潮解，某实验小组拟设计实验制备 Li₃N(装置可重复使用)。



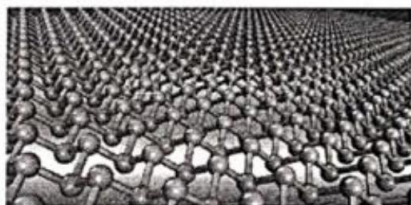
下列说法错误的是

- A. 实验时应先点燃甲处的酒精灯
B. 装置的连接顺序为甲→乙→丙→丁
C. 若装置内空气没有排尽, 则 Li_3N 产品中会混有 Li_2O
D. 甲装置主要发生反应: $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{NaNO}_2 = \text{NaCl} + \text{N}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

9. 碘广泛应用于医疗、染料等方面, 如图是碘单质的一种制备方法, 下列说法错误的是



- A. “操作 1”的目的是富集碘元素
B. “操作 2”可以有反萃取操作
C. “转化”过程每生成 2mol 沉淀, 转移 2mol 电子
D. “氧化”过程中, Cl_2 与 FeI_2 物质的量之比为 1.25:1 时, 发生的离子方程式为: $2\text{Fe}^{2+} + 4\text{I}^- + 3\text{Cl}_2 = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}_2 + 6\text{Cl}^-$
10. 硼烯被科学界认为是继石墨烯之后的又一种“神奇纳米材料”, 具有优良的导电、导热性能。如图为科学家人工合成的一种硼烯结构, 下列说法正确的是



- A. 硼烯是一种有机物
B. BH_4^- 空间构型为正四面体
C. 硼烯中硼原子的杂化方式为 sp^2
D. 硼烯有望代替石墨烯作锂离子电池的负极材料

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

11. 下列有关实验操作、现象和结论都正确的是

选项	实验操作和现象	结论

A	将二氧化碳通入氯化钡溶液中，产生沉淀	盐酸的酸性大于碳酸
B	向铜与浓硫酸反应后的溶液中加水后溶液变蓝	反应后有 Cu^{2+} 生成
C	室温时，将等体积、等物质的量浓度的 FeCl_3 、 CuSO_4 溶液分别加入等体积的 30% 的 H_2O_2 溶液中	探究 Fe^{3+} 、 Cu^{2+} 的催化效果的优劣
D	向相同物质的量浓度的 NaCl 、 NaI 混合溶液中滴加少量稀 AgNO_3 溶液，先有黄色沉淀生成	相同温度时 $K_{\text{sp}}(\text{AgI}) < K_{\text{sp}}(\text{AgCl})$

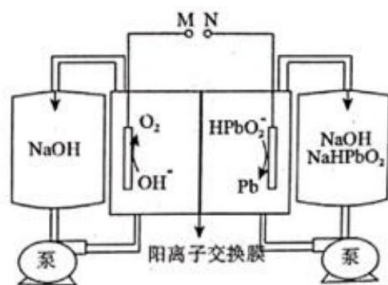
A. A

B. B

C. C

D. D

12. 工业上利用电解含有 NaHPbO_2 的废液回收 Pb ，装置如图。下列说法错误的是



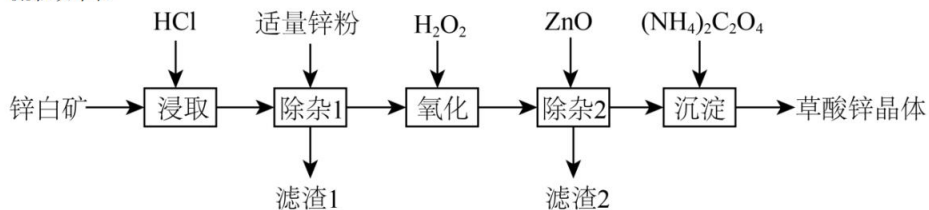
A. M 的电极电势高于 N

B. 若转移 2mol 电子，阴极室溶液质量减少 207g

C. 阴极电极式为 $\text{HPbO}_2^- + 2\text{e}^- + \text{H}_2\text{O} = \text{Pb} + 3\text{OH}^-$

D. 将阳离子交换膜换成阴离子交换膜，对 Pb 的产率无影响

13. 以锌白矿(主要成分为 ZnO ，含少量 Fe_2O_3 、 SiO_2 、 CuO 等)为原料制备草酸锌晶体($\text{ZnC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)，制备流程如图：



下列说法错误的是

A. “浸取”过程中高温有利于提高浸取率

B. “滤渣 1”主要成分为 Cu 和 SiO_2

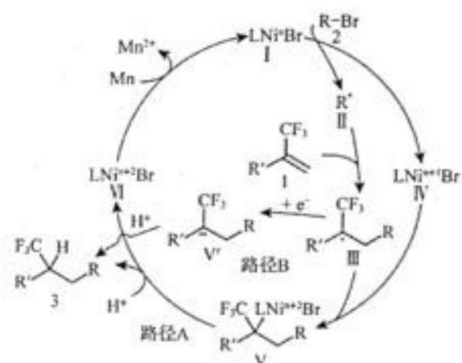
C. “氧化”过程中发生反应的离子方程式为 $2\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$

D. “沉淀”过程中可用 $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 代替 $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ 制备草酸锌晶体效果更好

14. 三氟甲基($-\text{CF}_3$)在药物分子中广泛应用，如图为一种三氟甲基烯烃($\text{R}'-\text{C}(\text{CF}_3)=\text{C}$)的氢烷基化反应的反应机



理，下列说法错误的是

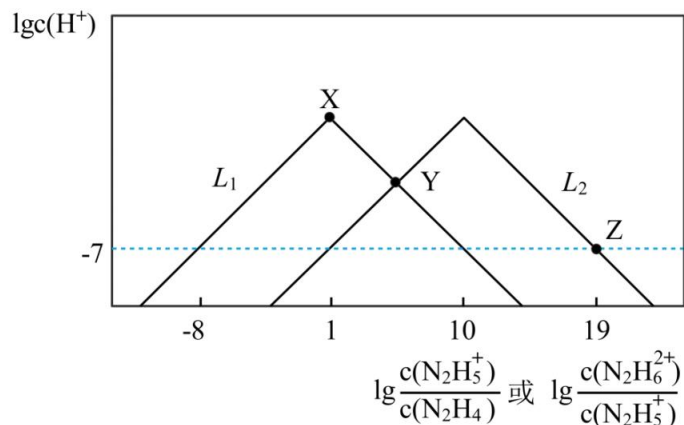


- A. LNi^nBr 为该反应的催化剂
 B. 物质 III 质子化的反应历程有 2 种
 C. 反应过程中碳元素化合价未发生变化
 D. 当主要发生路径 B 的历程时, 消耗锰粉的质量增多

15. N_2H_4 为二元弱碱, 在水中的电离方式与 NH_3 相似。室温下, 通过调节 pH, 使混合溶液中

$c(N_2H_4) + c(N_2H_5^+) + c(N_2H_6^{2+}) = 0.01 \text{ mol} \cdot L^{-1}$, $\lg c(H^+)$ 与 $\lg \frac{c(N_2H_5^+)}{c(N_2H_4)}$ 或 $\lg \frac{c(N_2H_6^{2+})}{c(N_2H_5^+)}$ 的关系如图所示, 下列说法错误的是

法错误的是



- A. 曲线 L_1 代表 $\lg c(H^+)$ 与 $\lg \frac{c(N_2H_6^{2+})}{c(N_2H_5^+)}$ 的变化关系
 B. $K_{b2} = 10^{-15}$
 C. Z 点溶液中 $c(H^+) > c(OH^-)$, 溶液显酸性
 D. Y 点 $c(N_2H_4) = c(N_2H_5^+) = c(N_2H_6^{2+})$

三、非选择题: 本题共 5 小题, 共 60 分。

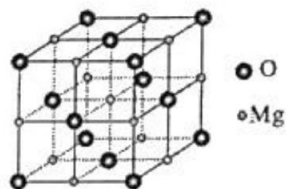
16. 科学工作者合成了含镁、镍、碳 3 种元素的超导材料, 具有良好的应用前景。回答下列问题:

- (1) Ni 的基态原子价电子排布式为_____。元素 Mg 与 C 中, 第一电离能较小的是_____(填元素符号)。
 (2) 科学家研究发现 Ni 与 CO 在 60~80℃ 时反应生成 $Ni(CO)_4$ 气体, 在 $Ni(CO)_4$ 分子中与 Ni 形成配位键的原子是_____(填元素符号), $Ni(CO)_4$ 晶体类型是_____。

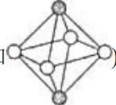
(3) 下列分子或离子与 CO_2 具有相同类型化学键和立体构型的是____(填标号)。

- A. SO_2 B. SCN^- C. NO_2^+ D. I_3^-

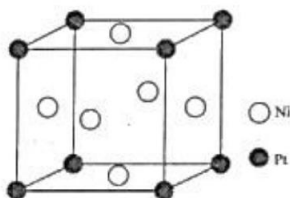
(4) MgO 具有 NaCl 型结构(如图), 其中阴离子采用面心立方最密堆积方式, X 射线衍射实验测得 MgO 的晶胞参数为 $a\text{nm}$, 则 $r(\text{O}^{2-})$ 为____ nm (用含 a 的表达式表示)。



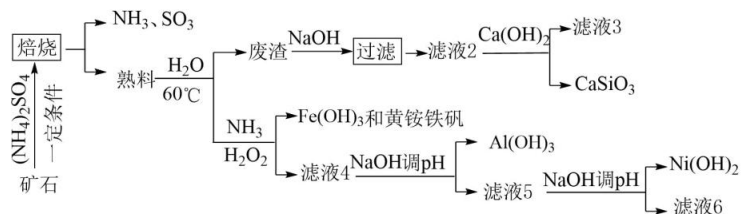
(5) 铂镍合金在较低温度下形成一种超结构有序相, 其立方晶胞结构如图所示, 晶胞参数为 $a\text{pm}$ 。结构中

有两种八面体空隙, 一种完全由镍原子构成, 另一种由铂原子和镍原子共同构成(如)。晶体中完

全由镍原子构成的八面体空隙与由铂原子和镍原子共同构成的八面体空隙数目之比为____, 两种八面体空隙中心的最近距离为____ pm 。



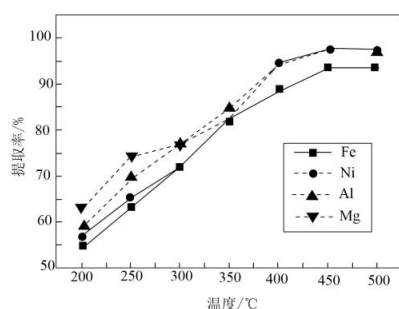
17. 以红土镍矿(主要含有 NiO 、 Fe_2O_3 、 Al_2O_3 、 SiO_2 、 MgO)为原料, 制取铁、镍、铝、镁和硅的化合物, 工业流程如图:



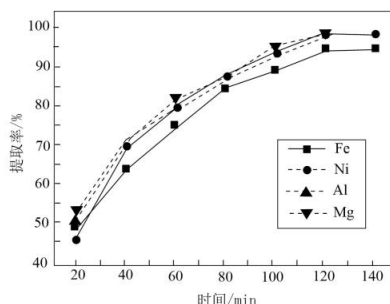
已知: $3\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 2\text{NH}_3 + 12\text{H}_2\text{O} = 2\text{NH}_4\text{Fe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6 \downarrow (\text{黄安铁矾}) + 5\text{H}_2\text{SO}_4$ 。

回答下列问题:

(1) 根据如图判断“焙烧”的适宜条件为_____。

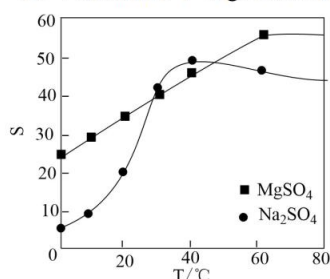


焙烧温度对各组元提取率的影响



焙烧时间对各组元提取率的影响

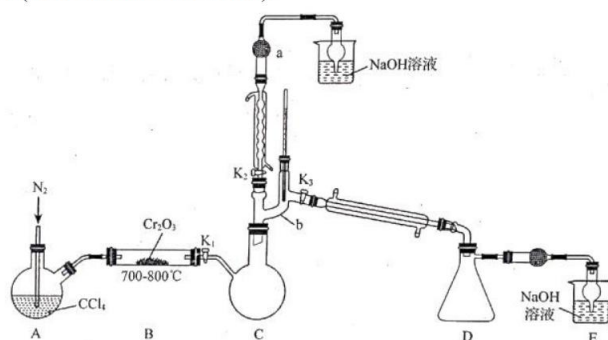
- (2) NiO 在焙烧时与 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 反应生成 $(\text{NH}_4)_2\text{Ni}(\text{SO}_4)_2$ 的化学方程式为_____。
- (3) NH_3 的作用为_____。
- (4) 流程中可以循环使用的物质除 NH_3 、 SO_3 外还有_____。
- (5) 已知滤液 6 中 MgSO_4 的质量远大于 Na_2SO_4 。



硫酸镁和硫酸钠在不同温度下的溶解度曲线

- ①从滤液 6 中得到 MgSO_4 晶体, 可采用的方式为_____。
- A. 加热至 40°C 蒸发结晶 B. 加热至 60°C 降温结晶
C. 加热至 60°C 蒸发结晶 D. 加热至 40°C 降温结晶。
- ②已知 $K_{\text{sp}}(\text{MgF}_2)=1\times 10^{-11}$, 可在废液中加入 NaF 的进行沉镁, 完全沉镁需要控制废液中 $c(\text{F}^-)$ 不低于_____。

18. 实验室利用 Cr_2O_3 固体和 CCl_4 反应制备无水 CrCl_3 , 并收集该反应产生的光气(COCl_2), 实验装置如图所示(夹持及加热装置已省略)。



已知: I. 光气与水易反应, 能溶于 CCl_4 溶液

II. 有关物质熔沸点:

	Cr_2O_3	CrCl_3	CCl_4	COCl_2
熔点/ $^\circ\text{C}$	1435	1152	-23	-118
沸点/ $^\circ\text{C}$	4000	1300	76	8.2

回答下列问题：

(1) 开始通入 N_2 的作用为_____。

(2) B 中发生反应的化学方程式为_____，分离出光气($COCl_2$)的操作为_____ (填操作名称)。

(3) 实验步骤如下：

检查完装置气密性，打开 K_1 、 K_2 、 K_3 ，通入氮气；一段时间后，开关 K_1 、 K_2 、 K_3 的状态分别为_____，将装置 A 在 $85^\circ C$ 下进行水浴加热；待 B 中反应结束后，停止高温加热，将装置 C 在 $30^\circ C$ 下进行水浴加热，此时开关 K_1 、 K_2 、 K_3 的状态分别为_____；实验结束，停止通入氮气。

(4) 取 B 中所得产品加入稀硫酸，完全溶解后分为两等份，进行如下操作：

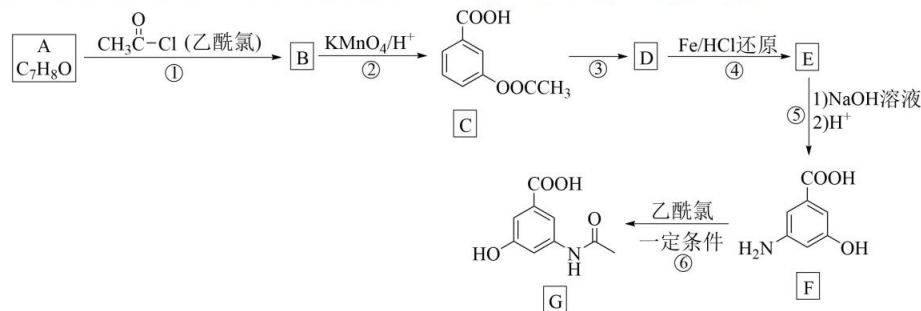
i. 取其中一份，加入 $NaOH$ 溶液形成绿色的 $Cr(OH)_3$ 沉淀后，再加入过量 H_2O_2 ，小火加热至沉淀完全转变为 Na_2CrO_4 溶液后，再继续加热一段时间；继续加水至溶液体积为 $100mL$ ，取 $20mL$ 溶液酸化，再滴入指示剂，用新配制的 $0.2mol \cdot L^{-1}$ 的 $(NH_4)_2Fe(SO_4)_2$ 溶液进行滴定，到达滴定终点时，消耗 $(NH_4)_2Fe(SO_4)_2$ 溶液 $36.00mL$ 。

ii. 取另外一份加入过量 $NaOH$ 溶液，经过滤、洗涤、干燥后，将所得固体在空气中灼烧，得到铬的氧化物 $1.2g$ 。

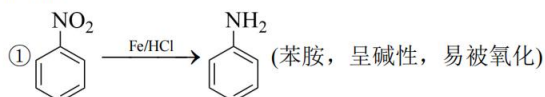
① 写出 i 中滴定过程反应的离子方程式：_____。

② 步骤 ii 中得到的铬的氧化物的化学式为_____。步骤 i 中，若最后不再加热一段时间，步骤 ii 中铬的氧化物中铬元素的化合价将_____ (填“偏高”“偏低”或“不变”)。

19. 有机物 G 能用于合成多种药物和农药，下面是 G 的一种合成路线如图：



已知：



② 苯胺和甲基吡啶(N -- CH_3)互为同分异构体，并具有芳香性

回答下列问题：

(1) A 的名称为_____；C 中官能团的名称为_____。

(2) ③ 的化学方程式为_____，反应类型为_____。

(3) E 的结构简式为_____， $1molE$ 在反应⑤过程中最多消耗_____ $molNaOH$ 。

(4) G 的芳香性同系物 M 的分子式为 $C_{11}H_{13}O_4N$ ，满足下列条件的 M 有_____种，写出其中一种同分异构体的结构简式：_____。

① 分子结构中含一个六元环，且环上一氯代物只有一种

② $1mol$ 该物质与足量 $NaHCO_3$ 反应生成 $2molCO_2$

③ 磁共振氢谱有 4 组峰，峰面积之比为 6 : 4 : 2 : 1

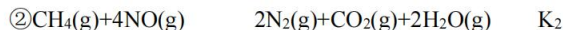
(5) 已知：苯环上有烷基时，新引入的取代基连在苯环的邻、对位；苯环上有羧基时，新引入的取代基

连在苯环的间位。根据题中的信息，设计以甲苯为原料合成有机物 的流程图(无机试剂任

选)_____。

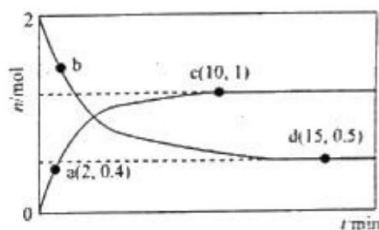
20. 研究处理 NO_x 对环境保护有重要的意义。回答下列问题:

(1) 一定条件下, 用甲烷可以消除 NO_x 的污染。



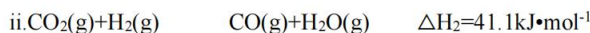
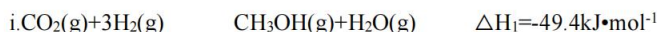
则甲烷与二氧化氮反应生成无污染气态产物化学反应平衡常数 $K = \underline{\hspace{2cm}}$ (用含有 K_1 、 K_2 的代数式表示)。

(2) 在催化净化装置中 CO 和 N_2O 发生反应 $\text{CO}(\text{g}) + \text{N}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + \text{N}_2(\text{g})$, 在 160°C 、 220°C 条件下, 分别向两刚性容器中充入 2mol CO 和 $2\text{mol N}_2\text{O}$, 实验测得两容器中 CO 或 CO_2 的物质的量随时间变化如图:

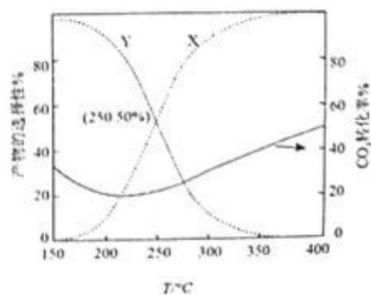


实验测得 $v_{\text{正}} = k_{\text{正}} c(\text{CO}) \cdot c(\text{N}_2\text{O})$ 、 $v_{\text{逆}} = k_{\text{逆}} c(\text{CO}_2) \cdot c(\text{N}_2)$ ($k_{\text{正}}$ 、 $k_{\text{逆}}$ 为速率常数) 该反应的 $E_{a\text{正}} \underline{\hspace{1cm}} E_{a\text{逆}}$ (填“>”“<”或“=”)。c、d 两点中 $k_{\text{正}}/k_{\text{逆}}$ 较大的是 (填“c”或“d”); 若在 c 点升温 10K , $k_{\text{正}}$ 增大的倍数 $k_{\text{逆}}$ 增大的倍数 (填“>”“<”或“=”)。

(3) 上述反应中产生的 CO_2 可与 H_2 生成甲醇, 是目前推动“碳达峰、碳中和”的新路径。主要发生以下反应:



在 3.0MPa 下, 向密闭容器中充入 3mol H_2 和 1mol CO_2 , CO_2 的转化率与 CH_3OH 、 CO 的选择性随温度的变化如图所示。已知 CH_3OH (或 CO) 的选择性 = $\frac{n(\text{CH}_3\text{OH} \text{ 或 } \text{CO})}{n(\text{CO}_2)_{\text{起始}} - n(\text{CO}_2)_{\text{平衡}}} \times 100\%$ 。



① 达到平衡后, 压缩容器的体积, 甲醇的体积分数 (填“增大”“减小”或“不变”)。

② CO_2 的平衡转化率随温度升高先变小后变大的原因: , 图中 Y 代表 (填化学式) 的选择性。

③ 250°C 达到平衡的反应体系中 H_2 的物质的量为 2.6mol , 则 CO_2 的转化率为 , 反应 i 的 $K_p = \underline{\hspace{2cm}}$ (MPa)² (列出表达式)。

2020 级高三上学期期末校际联合考试 化学试题

注意事项：

1. 答题前，考生务必将自己的姓名、考生号等填写在答题卡和试卷指定位置。
2. 回答选择题时，选出每小题答案后，用铅笔把答题卡上对应题目的答案标号涂黑。如需改动，用橡皮擦干净后，再选涂其他答案标号。回答非选择题时，将答案写在答题卡上。写在本试卷上无效。

可能用到的相对原子质量：H-1 C-12 O-16 Cr-52 Fe-56 I-127
Pb-207

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意。

1. 化学与人类社会的生产、生活有着密切联系，下列叙述正确的是
 - A. 医用酒精、含氯消毒剂的浓度越高其消毒效果越好
 - B. 电热水器用镁棒防止内胆腐蚀是牺牲阳极的阴极保护法
 - C. “歼-20”飞机上使用的碳纤维是一种新型有机高分子材料
 - D. 使用太阳能电池可以把电能转化为化学能，减少化石能源的使用

【答案】B

【解析】

- 【详解】A. 75%的医用酒精的消毒效果最好，不是浓度越高消毒效果越好，故 A 错误；
 B. 电热水器中的镁棒可防止内胆被腐蚀是由于镁的活泼性强于铁，发生电化学腐蚀时，镁做原电池的负极被损耗，铁做正极被保护，这种保护金属的方法叫做牺牲阳极的阴极保护法，故 B 正确；
 C. 碳纤维是一种新型无机非金属材料，不是新型有机高分子材料，故 C 错误；
 D. 使用太阳能电池可以把太阳能转化为电能，故 D 错误；
 故选 B。

2. 下列过程不涉及氧化还原反应的是

- A. 苯酚遇到空气变成粉红色
- B. 利用铝热反应焊接钢轨
- C. 84 消毒液和洁厕灵不能混合使用
- D. 利用饱和 FeCl_3 溶液制备氢氧化铁胶体

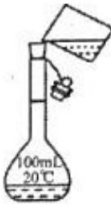
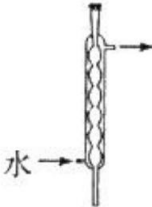
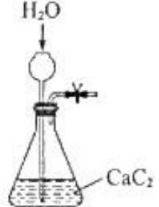

【答案】D

【解析】

- 【详解】A. 苯酚放置在空气中由无色变为粉红色，是被空气中的氧气氧化，发生了氧化还原反应，故 A 不选；
 B. 铝热反应焊接钢轨生成单质铁，铁、铝元素化合价发生改变，涉及氧化还原反应，故 B 不选；
 C. 洁厕灵和 84 消毒液不能混合使用的原因： $2\text{HCl} + \text{NaClO} = \text{NaCl} + \text{Cl}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ，该反应中 Cl 元素化合价由 -1、+1 价变为 0 价，则属于氧化还原反应，故 C 不选；
 D. 将饱和氯化铁加入沸水中制备氢氧化铁胶体，没有元素化合价发生变化，不是氧化还原反应，故 D 选；
 故选 D。

3. 下列实验装置或操作能达到相应实验目的的是

A	B	C	D
---	---	---	---

			
稀释浓硫酸	该仪器可用于冷凝回流	可用该装置制备 C_2H_2	向 $FeSO_4$ 溶液中滴加 $NaOH$ 溶液制备 $Fe(OH)_2$

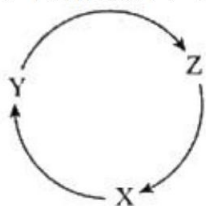
A. A B. B C. C D. D

【答案】B

【解析】

【详解】A. 浓硫酸稀释需要在烧杯中进行，容量瓶不能用于稀释、溶解溶液，A 错误；
B. 球形冷凝管可用于冷凝回流，冷凝水下进上出，B 正确；
C. 长颈漏斗中的水会全部进入锥形瓶，不能控制反应，不可用该装置制备 C_2H_2 ，C 错误；
D. 用胶头滴管向 $FeSO_4$ 溶液中滴加 $NaOH$ 溶液，生成的 $Fe(OH)_2$ 容易被氧化，应该隔绝空气进行操作，D 错误；
故选 B。

4. 下列各选项中，不能满足如图转化关系的是



	X	Y	Z
A	$CuSO_4$	$Cu(OH)_2$	Cu_2O
B	CO_2	Na_2CO_3	$NaHCO_3$
C	CH_3CH_2OH	CH_3CHO	CH_3COOH
D	Fe	$FeCl_3$	$Fe(OH)_3$

A. A B. B C. C D. D

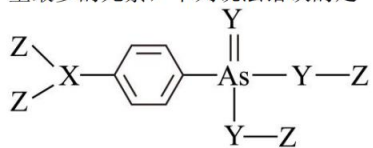
【答案】D

【解析】

【详解】A. $CuSO_4$ 和碱反应生成 $Cu(OH)_2$ ， $Cu(OH)_2$ 和乙醛反应生成 Cu_2O ， Cu_2O 和硫酸反应 Cu 和 $CuSO_4$ ，A 正确；
B. CO_2 和足量氢氧化钠反应生成 Na_2CO_3 ， Na_2CO_3 和水、 CO_2 生成 $NaHCO_3$ ， $NaHCO_3$ 受热分解生成 Na_2CO_3 和水、 CO_2 ，B 正确；
C. CH_3CH_2OH 催化氧化生成 CH_3CHO ， CH_3CHO 催化氧化生成 CH_3COOH ， CH_3COOH 能被硼氢化钠或氢化铝锂还原为 CH_3CH_2OH ，C 正确；
D. Fe 和氯气加热生成 $FeCl_3$ ， $FeCl_3$ 和碱反应生成 $Fe(OH)_3$ ， $Fe(OH)_3$ 无法一步生成铁，D 错误；
故答案选 D。

5. 如图为一种饲料添加剂的结构。X、Y、Z 三种元素占据相邻的两个周期，Z 是宇宙中含

量最多的元素，下列说法错误的是



- A. 电负性: $Y > X > Z$
 B. X、Y 元素的简单气态氢化物沸点: $Y > X$
 C. Y 与 Z 形成的化合物都只含极性共价键
 D. X、Y、Z 三种元素既可形成离子化合物，又可形成共价化合物

【答案】C

【解析】

【分析】Z 是宇宙中含量最多的元素，可知 Z 是 H，由 X、Y、Z 三种元素占据相邻的两个周期，以及添加剂的结构可知，X 是 N，Y 是 O。

【详解】A. 同周期，从左到右元素电负性逐渐增大，同主族，从上到下元素电负性逐渐减小，可知电负性: $O > N$ ，实验结果证明，在各种氮氢化合物中，电子云都是偏向氮这一侧，说明氮吸引电子的能力比氢强，电负性: $N > H$ ，综上可知电负性: $Y > X > Z$ ，A 项正确；

B. X、Y 元素的简单气态氢化物分别为: NH_3 、 H_2O ，因为水分子之间形成的氢键键能更大，所以 X、Y 元素的简单气态氢化物沸点: $Y > X$ ，B 项正确；

C. Y 与 Z 形成的化合物有 H_2O 、 H_2O_2 ， H_2O_2 中含有极性共价键和非极性共价键，C 项错误；

D. X、Y、Z 三种元素既可形成离子化合物，例如 NH_4NO_3 ，又可形成共价化合物，例如 HNO_3 ，D 项正确；

答案选 C。

6. 下列实验装置及表述正确的是

A. 验证 NO_2 气体与水的反应	B. 滴加 KSCN 溶液变红，可以证明锌比铁活泼	C. 用该装置测定中和热	D. 用该装置制备 $NaHCO_3$

A. A

B. B

C. C

D. D

【答案】A

【解析】

【详解】A. NO_2 为红棕色气体，此装置通过观察集气瓶中收集气体的颜色可以验证 NO_2 气体与水的反应，故 A 正确；

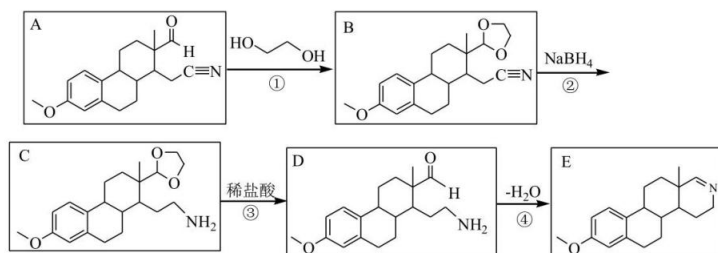
B. 锌比铁活泼，铁做正极被保护，滴加 KSCN 溶液变红，溶液不会变红，故 B 错误；

C. 装置中小烧杯口没有与大烧杯口相平，小烧杯中的热量会散失到大烧杯中，导致测定不准确，故 C 错误；

D. 二氧化碳在水中的溶解度较小，短管进会使压强增大，饱和食盐水会进入长管内，而氨气极易溶于水，所以应该是氨气从短管进，二氧化碳从长管进，故 D 错误；

故答案选 A。

7. 药物 E 具有抗癌抑菌功效，其合成路线如图：



下列说法错误的是

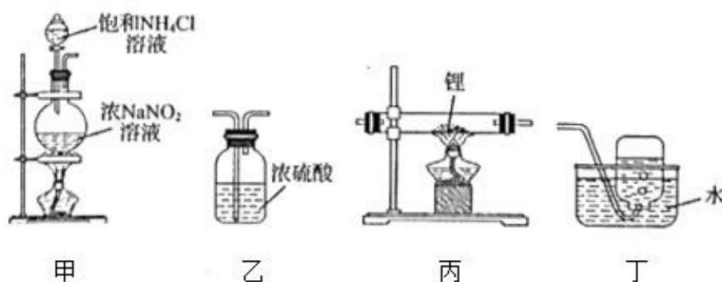
- A. 物质 D 中含有三种官能团
B. 反应①涉及到了两种有机反应类型
C. 物质 D 能使酸性高锰酸钾溶液褪色
D. 分子 E 中手性碳原子的个数为 3 个

【答案】D

【解析】

【详解】A. 由结构简式可知，物质 D 的官能团为醚键、醛基和氨基，共 3 种，故 A 正确；
B. 由结构简式可知，反应①涉及到的反应为加成反应和取代反应，故 B 正确；
C. 由结构简式可知，物质 D 中含有的醛基、氨基能与酸性高锰酸钾溶液发生氧化反应使溶液褪色，故 C 正确；
D. 由结构简式可知，分子 E 中含有 4 个连有不同原子或原子团的手性碳原子，故 D 错误；
故选 D。

8. 实验室制备 Li_3N 的原理是 $6\text{Li} + \text{N}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{Li}_3\text{N}$ 。氮化锂(Li_3N)是一种重要的化工试剂，在空气中易潮解，某实验小组拟设计实验制备 Li_3N (装置可重复使用)。



下列说法错误的是

- A. 实验时应先点燃甲处的酒精灯
B. 装置的连接顺序为甲→乙→丙→丁
C. 若装置内空气没有排尽，则 Li_3N 产品中会混有 Li_2O
D. 甲装置主要发生反应： $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{NaNO}_2 = \text{NaCl} + \text{N}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

【答案】B

【解析】

【分析】甲装置是制取氮气的装置，发生反应： $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{NaNO}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{NaCl} + \text{N}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ，实验时应先点燃甲处的酒精灯，让产生的氮气来排尽装置中的空气，避免丙装置在加热时，发生副反应生成 Li_2O ；乙装置是干燥装置，可以除去氮气中的水蒸气；丙装置是制备 Li_3N 的装置，发生反应： $6\text{Li} + \text{N}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{Li}_3\text{N}$ ；由于 Li_3N 遇水能够剧烈反应，所以丙装置后面需要再接干燥装置乙防止后续装置中水蒸气进入丙中与 Li_3N 反应，丁装置用来收集多余的氮气。

【详解】A. 实验需要先通入氮气排除空气的干扰，故应先点燃甲处酒精灯，A 项正确；
B. 根据分析可知，装置的连接顺序应为：甲→乙→丙→乙→丁，B 项错误；
C. 若装置内空气没有排尽，加热时发生副反应： $4\text{Li} + \text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{Li}_2\text{O}$ ，则 Li_3N 产品中会混

有 Li_2O ，C 项正确；

D. 甲装置是制取氮气的装置，主要发生反应： $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{NaNO}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{NaCl} + \text{N}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ，D 项正确；

答案选 B。

9. 碘广泛应用于医疗、染料等方面，如图是碘单质的一种制备方法，下列说法错误的是

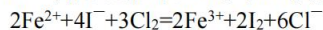


A. “操作 1”的目的是富集碘元素

B. “操作 2”可以有反萃取操作

C. “转化”过程每生成 2mol 沉淀，转移 2mol 电子

D. “氧化”过程中， Cl_2 与 FeI_2 物质的量之比为 1.25: 1 时，发生的离子方程式为：



【答案】D

【解析】

【分析】由题给流程可知，向净化除氯后的含碘废水中加入硝酸银溶液，将废水中的碘离子转化为碘化银沉淀达到富集碘元素的目的；向反应得到的悬浊液中加入铁粉，将碘化银转化为银和碘化亚铁，过滤得到银和碘化亚铁溶液；向溶液中通入氯气，将溶液中的碘离子氧化为单质碘，反应所得溶液经萃取和反萃取、分液、蒸馏制得单质碘。

【详解】A. 由分析可知，操作 1 中加入硝酸银溶液的目的是将废水中的碘离子转化为碘化银沉淀达到富集碘元素的目的，故 A 正确；

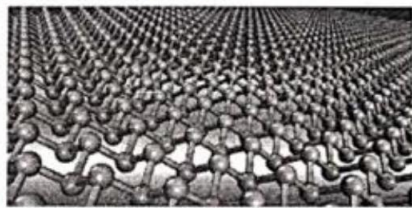
B. 由分析可知，操作 2 为氧化所得溶液经萃取和反萃取、分液、蒸馏制得单质碘，故 B 正确；

C. 由分析可知，转化过程发生的反应为 $2\text{AgI} + \text{Fe} = 2\text{Ag} + \text{FeI}_2$ ，反应生成 2mol 银时，转移电子的物质的量为 2mol，故 C 正确；

D. 氧化过程中，当氯气与碘化亚铁物质的量之比为 1.25: 1 时，发生的离子方程式为 $2\text{Fe}^{2+} + 8\text{I}^- + 5\text{Cl}_2 = 2\text{Fe}^{3+} + 4\text{I}_2 + 10\text{Cl}^-$ ，故 D 错误；

故选 D。

10. 硼烯被科学界认为是继石墨烯之后的又一种“神奇纳米材料”，具有优良的导电、导热性能。如图为科学家人工合成的一种硼烯结构，下列说法正确的是



A. 硼烯是一种有机物

B. BH_4^- 空间构型为正四面体

C. 硼烯中硼原子的杂化方式为 sp^2

D. 硼烯有望代替石墨烯作锂离子电池的负极材料

【答案】B

【解析】

【详解】A. 硼烯是只有一种元素形成的单质，不是有机物，选项 A 错误；

B. BH_4^- 中硼原子形成了 4 个 σ 键，没有孤电子对，所以，硼原子采取 sp^3 杂化， BH_4^- 的空间构型为正四面体，选项 B 正确；

C. 从图中可以看出，每个硼原子与 3 个硼原子相连，均为单键，杂化方式为 sp^3 杂化，选项 C 错误；

D. 硼烯比石墨烯更薄、强度更高、导电导热性能更强，有望代替石墨烯作锂离子电池的电极材料，为正极材料，选项 D 错误；

答案选 B。

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

11. 下列有关实验操作、现象和结论都正确的是

选项	实验操作和现象	结论
A	将二氧化碳通入氯化钡溶液中，产生沉淀	盐酸的酸性大于碳酸
B	向铜与浓硫酸反应后的溶液中加水后溶液变蓝	反应后有 Cu^{2+} 生成
C	室温时，将等体积、等物质的量浓度的 $FeCl_3$ 、 $CuSO_4$ 溶液分别加入等体积的 30% 的 H_2O_2 溶液中	探究 Fe^{3+} 、 Cu^{2+} 的催化效果的优劣
D	向相同物质的量浓度的 $NaCl$ 、 NaI 混合溶液中滴加少量稀 $AgNO_3$ 溶液，先有黄色沉淀生成	相同温度时 $K_{sp}(AgI) < K_{sp}(AgCl)$

A. A

B. B

C. C

D. D

【答案】D

【解析】

【详解】A. 将二氧化碳通入氯化钡溶液中，不反应，无现象，A 错误；

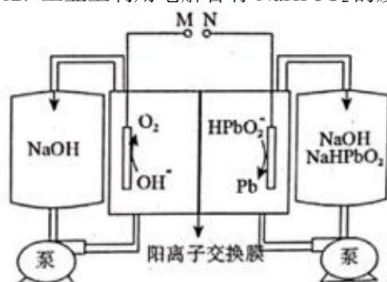
B. 铜与浓硫酸反应后的溶液中存在大量浓硫酸，稀释时，应将溶液加入盛水的烧杯中，边加边用玻璃棒搅拌，B 错误；

C. 催化剂 $FeCl_3$ 、 $CuSO_4$ ，不仅阳离子不同，阴离子种类也不同，无法比较 Fe^{3+} 、 Cu^{2+} 的催化效果的优劣，C 错误；

D. 向相同物质的量浓度的 $NaCl$ 、 NaI 混合溶液中滴加少量稀 $AgNO_3$ 溶液，先有黄色沉淀生成，说明相同温度时 $K_{sp}(AgI) < K_{sp}(AgCl)$ ，D 正确；

故答案选 D。

12. 工业上利用电解含有 $NaHPbO_2$ 的废液回收 Pb，装置如图。下列说法错误的是



A. M 的电极电势高于 N

B. 若转移 2mol 电子，阴极室溶液质量减少 207g

C. 阴极电极式为 $HPbO_2^- + 2e^- + H_2O = Pb + 3OH^-$

D. 将阳离子交换膜换成阴离子交换膜，对 Pb 的产率无影响

【答案】B

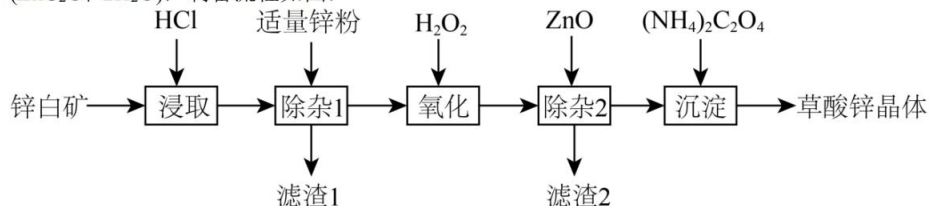
【解析】

【分析】左侧电极 OH^- 失去电子生成 O_2 ，则为阳极，电极反应为 $4OH^- + 4e^- = O_2 + 2H_2O$ ，M 为正极；右侧电极 $HPbO_2^-$ 得到电子生成 Pb，为阴极，电极反应为 $HPbO_2^- + 2e^- + H_2O = Pb + 3OH^-$ ，

N 为负极，钠离子由左侧经阳离子交换膜到达右侧，据此解答。

- 【详解】A. 根据分析，M 为正极，N 为负极，M 的电极电势高于 N，A 正确；
 B. 阴极电极反应为 $\text{HPbO}_2^- + 2\text{e}^- + \text{H}_2\text{O} = \text{Pb} + 3\text{OH}^-$ ，转移 2mol 电子，钠离子由左侧经阳离子交换膜到达右侧为 2mol，阴极室溶液质量减少 $207\text{g} - 2\text{mol} \times 23\text{g/mol} = 161\text{g}$ ，B 错误；
 C. 根据分析，阴极电极式为 $\text{HPbO}_2^- + 2\text{e}^- + \text{H}_2\text{O} = \text{Pb} + 3\text{OH}^-$ ，C 正确；
 D. 将阳离子交换膜换成阴离子交换膜，多余的氢氧根离子经右侧到达左侧，对 Pb 的产率无影响，D 正确；
 故选 B。

13. 以锌白矿(主要成分为 ZnO，含少量 Fe_2O_3 、 SiO_2 、CuO 等)为原料制备草酸锌晶体($\text{ZnC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)，制备流程如图：



下列说法错误的是

- A. “浸取”过程中高温有利于提高浸取率
 B. “滤渣 1”主要成分为 Cu 和 SiO_2
 C. “氧化”过程中发生反应的离子方程式为 $2\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$
 D. “沉淀”过程中可用 $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 代替 $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ 制备草酸锌晶体效果更好

【答案】AD

【解析】

【分析】第一步对用盐酸浸取，除 SiO_2 不溶于盐酸外，其余的组分都溶解成相应的金属阳离子，加入适量锌粉，能将溶液中的 Cu^{2+} 置换成 Cu，过滤得到未溶于酸的 SiO_2 和置换出的 Cu，向滤液中加入过氧化氢，使溶液中的 Fe 元素全部为+3 价的 Fe^{3+} ，接着利用 ZnO 调节溶液的 pH，将 Fe^{3+} 除去，最后向溶液中加入草酸铵最终获得草酸锌产品。

【详解】A. “浸取”时用的试剂是盐酸，盐酸易挥发，因此“浸取”过程中不宜使用高温，故 A 错误；

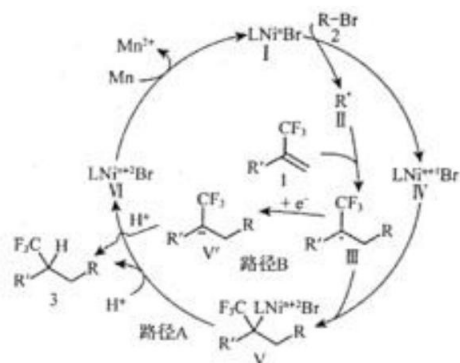
B. 由以上分析得，“滤渣 1”为未溶于酸的 SiO_2 和置换出的 Cu，故 B 正确；

C. 锌置换铜时也会与 Fe^{3+} 反应生成 Fe^{2+} ，所以“氧化”过程是将 Fe^{2+} 转化为 Fe^{3+} ，则反应离子方程式为： $2\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$ ，故 C 正确；

D. $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 的碱性比 $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ 碱性强，操作时很容易产生 $\text{Zn}(\text{OH})_2$ 杂质，故 D 错误；
 故答案选 AD。

14. 三氟甲基($-\text{CF}_3$)在药物分子中广泛应用，如图为一种三氟甲基烯烃($\text{R}'-\text{C}(\text{CF}_3)=\text{C}$)的氢烷基化反应的反应机理，下列说法错误的是





- A. LNi^nBr 为该反应的催化剂
 B. 物质 III 质子化的反应历程有 2 种
 C. 反应过程中碳元素化合价未发生变化
 D. 当主要发生路径 B 的历程时, 消耗锰粉的质量增多

【答案】CD

【解析】

【详解】A. 由图可知, LNi^nBr 即是分步反应的反应物, 也是分步反应的生成物, 是总反应的催化剂, A 正确;

B. 由图可知, 物质 III 质子化可以转化为物质 V, 也可以转化为物质 V', 反应历程共有 2 种, B 正确;

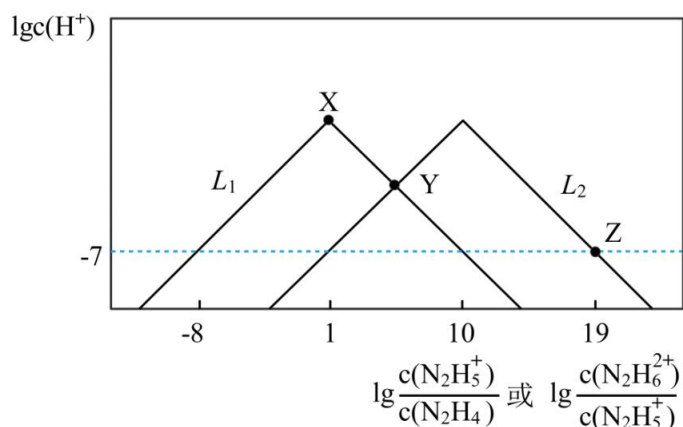
C. 由图可知, 碳碳双键和碳碳单键中碳元素的化合价不一样, 故反应过程中会有碳元素化合价的变化, C 错误;

D. 由图可知, 路径 B 没有消耗锰粉, 所以当主要发生路径 B 的历程时, 消耗锰粉的质量会减小, D 错误;

故选 CD。

15. N_2H_4 为二元弱碱, 在水中的电离方式与 NH_3 相似。室温下, 通过调节 pH, 使混合溶液中 $c(\text{N}_2\text{H}_4) + c(\text{N}_2\text{H}_5^+) + c(\text{N}_2\text{H}_6^{2+}) = 0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $\lg_{\ast} c(\text{H}^+)$ 与 $\lg \frac{c(\text{N}_2\text{H}_5^+)}{c(\text{N}_2\text{H}_4)}$ 或 $\lg \frac{c(\text{N}_2\text{H}_6^{2+})}{c(\text{N}_2\text{H}_5^+)}$ 的关系

如图所示, 下列说法错误的是



- A. 曲线 L_1 代表 $\lg_{\ast} c(\text{H}^+)$ 与 $\lg \frac{c(\text{N}_2\text{H}_6^{2+})}{c(\text{N}_2\text{H}_5^+)}$ 的变化关系

B. $K_{b2} = 10^{-15}$

C. Z 点溶液中 $c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$, 溶液显酸性

D. Y 点 $c(\text{N}_2\text{H}_4) = c(\text{N}_2\text{H}_5^+) = c(\text{N}_2\text{H}_6^{2+})$

【答案】D

【解析】

【详解】A. $K_{b1} = \frac{c(\text{N}_2\text{H}_5^+)c(\text{OH}^-)}{c(\text{N}_2\text{H}_4)}$, $K_{b2} = \frac{c(\text{N}_2\text{H}_6^{2+})c(\text{OH}^-)}{c(\text{N}_2\text{H}_5^+)}$, $K_{b2} < K_{b1}$, pH 相等时,

$\frac{c(\text{N}_2\text{H}_5^+)}{c(\text{N}_2\text{H}_4)} > \frac{c(\text{N}_2\text{H}_6^{2+})}{c(\text{N}_2\text{H}_5^+)}$, 所以曲线 L_1 代表 $\lg_{*} c(\text{H}^+)$ 与 $\lg \frac{c(\text{N}_2\text{H}_6^{2+})}{c(\text{N}_2\text{H}_5^+)}$ 的变化关系, 故 A 正确;

B. 根据图示, pH=7 时, $\frac{c(\text{N}_2\text{H}_6^{2+})}{c(\text{N}_2\text{H}_5^+)} = 10^{-8}$, 所以 $K_{b2} = 10^{-15}$, 故 B 正确;

C. Z 点溶液, 随水电离的氢离子浓度减小, $\frac{c(\text{N}_2\text{H}_5^+)}{c(\text{N}_2\text{H}_4)}$ 增大, 可知溶液呈酸性, $c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$,

故 C 正确;

D. 根据图示, Y 点 $\frac{c(\text{N}_2\text{H}_5^+)}{c(\text{N}_2\text{H}_4)}$ 不等于 1, $\frac{c(\text{N}_2\text{H}_6^{2+})}{c(\text{N}_2\text{H}_5^+)}$ 不等于 1, 所以 $c(\text{N}_2\text{H}_4) \neq c(\text{N}_2\text{H}_5^+) \neq c(\text{N}_2\text{H}_6^{2+})$,

故 D 错误;

选 D。

三、非选择题：本题共 5 小题，共 60 分。

16. 科学工作者合成了含镁、镍、碳 3 种元素的超导材料, 具有良好的应用前景。回答下列问题:

(1) Ni 的基态原子价电子排布式为_____。元素 Mg 与 C 中, 第一电离能较小的是_____ (填元素符号)。

(2) 科学家研究发现 Ni 与 CO 在 60~80°C 时反应生成 $\text{Ni}(\text{CO})_4$ 气体, 在 $\text{Ni}(\text{CO})_4$ 分子中与 Ni 形成配位键的原子是_____ (填元素符号), $\text{Ni}(\text{CO})_4$ 晶体类型是_____。

(3) 下列分子或离子与 CO_2 具有相同类型化学键和立体构型的是_____ (填标号)。

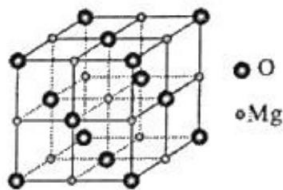
A. SO_2

B. SCN^-

C. NO_2^+

D. I_3^-

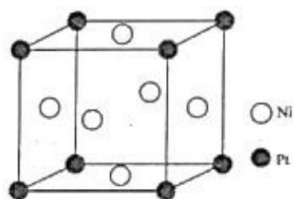
(4) MgO 具有 NaCl 型结构(如图), 其中阴离子采用面心立方最密堆积方式, X 射线衍射实验测得 MgO 的晶胞参数为 $a \text{ nm}$, 则 $r(\text{O}^{2-})$ 为_____ nm (用含 a 的表达式表示)。



(5) 铂镍合金在较低温度下形成一种超结构有序相, 其立方晶胞结构如图所示, 晶胞参数为 $a \text{ pm}$ 。结构中有两种八面体空隙, 一种完全由镍原子构成, 另一种由铂原子和镍原子共同

构成(如)。晶体中完全由镍原子构成的八面体空隙与由铂原子和镍原子共同构成

的八面体空隙数目之比为_____, 两种八面体空隙中心的最近距离为_____ pm 。



【答案】(1) ①. $3d^84s^2$ ②. Mg
(2) ①. C ②. 分子晶体 (3) BC

(4) $\frac{\sqrt{2}a}{4}$

(5) ①. 1: 3 ②. $\frac{\sqrt{2}}{2}a$

【解析】

【小问 1 详解】

基态 Ni 原子核外电子排布式为 $[\text{Ar}]3d^84s^2$, 则价电子排布式为 $3d^84s^2$; 同一周期元素, 第一电离能随着原子序数增大而呈增大趋势, 同一主族元素, 从上往下, 第一电离能逐渐减小, Mg 外围电子排布为 $3s^2$, 该轨道处于全满状态, 第一电离能大于同周期相邻元素, 故第一电离能: $\text{Mg} < \text{C}$;

【小问 2 详解】

CO 分子中 C、O 原子均有孤电子对, 但 C 的电负性较小, 更容易给出电子, 所以在 $\text{Ni}(\text{CO})_4$ 分子中与 Ni 形成配位键的原子是 C 原子; 根据题意可知 $\text{Ni}(\text{CO})_4$ 的沸点较低, 是由 $\text{Ni}(\text{CO})_4$ 分子构成的分子晶体;

【小问 3 详解】

CO_2 只含极性共价键, 空间构型为直线形;

A. SO_2 分子中只含极性共价键, 但 S 原子为 sp^2 杂化, 含一对孤电子对, 空间构型为 V 形, A 不符合题意;

B. SCN^- 只含极性共价键, 与 CO_2 为等电子体, 所以其空间构型为直线形, B 符合题意;

C. NO_2^+ 只含极性共价键, 与 CO_2 为等电子体, 所以其空间构型为直线形, C 符合题意;

D. I_3^- 离子只含非极性共价键, 中心原子周围有 2 个 σ 键, 根据价层电子对互斥理论, 孤电子对对数 = $\frac{1}{2}(7 + 1 - 2 \times 1) = 3$, 空间构型是直线型, D 不符合题意;

综上所述答案为 BC;

【小问 4 详解】

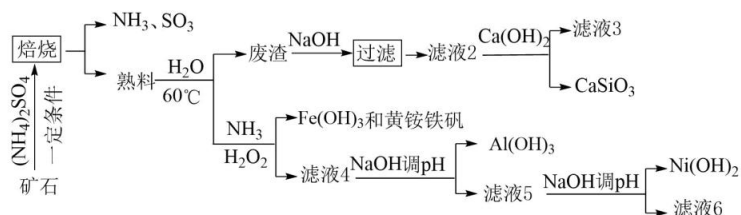
O^2- 是面心立方最密堆积方式, 面对角线是 O^2- 半径的 4 倍, 即 $4r = \sqrt{2}a$, 解得 $r = \frac{\sqrt{2}a}{4}$;

【小问 5 详解】

完全由镍原子构成的八面体空隙在晶胞的体心, 铂原子和镍原子共同构成的八面体空隙在棱心, 二者的数目之比为 1: 3, 而两种八面体空隙中心最近的距离是棱心和体心的距离, 为

$\frac{\sqrt{2}}{2}a$ pm。

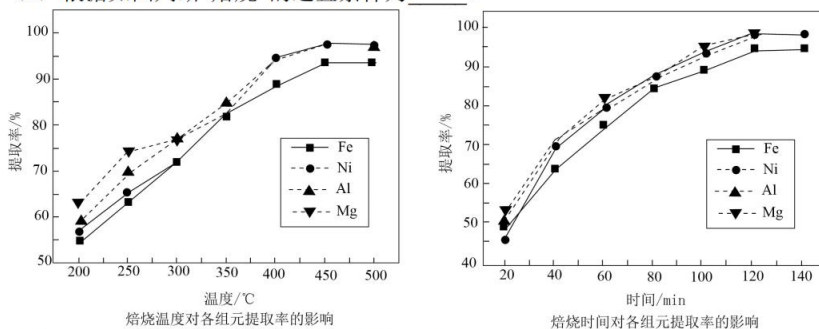
17. 以红土镍矿(主要含有 NiO 、 Fe_2O_3 、 Al_2O_3 、 SiO_2 、 MgO)为原料, 制取铁、镍、铝、镁和硅的化合物, 工业流程如图:



已知： $3\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 2\text{NH}_3 + 12\text{H}_2\text{O} = 2\text{NH}_4\text{Fe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6 \downarrow (\text{黄安铁矾}) + 5\text{H}_2\text{SO}_4$ 。

回答下列问题：

(1) 根据如图判断“焙烧”的适宜条件为_____。

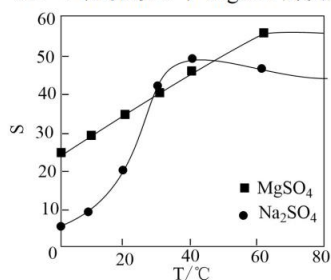


(2) NiO 在焙烧时与 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 反应生成 $(\text{NH}_4)_2\text{Ni}(\text{SO}_4)_2$ 的化学方程式为_____。

(3) NH_3 的作用为_____。

(4) 流程中可以循环使用的物质除 NH_3 、 SO_3 外还有_____。

(5) 已知滤液 6 中 MgSO_4 的质量远大于 Na_2SO_4 。



硫酸镁和硫酸钠在不同温度下的溶解度曲线

①从滤液 6 中得到 MgSO_4 晶体，可采用的方式为_____。

- A. 加热至 40°C 蒸发结晶 B. 加热至 60°C 降温结晶
C. 加热至 60°C 蒸发结晶 D. 加热至 40°C 降温结晶。

②已知 $K_{\text{sp}}(\text{MgF}_2) = 1 \times 10^{-11}$ ，可在废液中加入 NaF 的进行沉镁，完全沉镁需要控制废液中 $c(\text{F}^-)$ 不低于_____。

【答案】(1) 450°C 和 120min

(2) $\text{NiO} + 2(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 = (\text{NH}_4)_2\text{Ni}(\text{SO}_4)_2 + 2\text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

(3) 使 Fe^{3+} 转化生成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀与黄安铁矾沉淀

(4) NaOH (5) ①. A ②. $10^{-3} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$

【解析】

【分析】制取过程分析：矿石与 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 在一定条件下进行焙烧得到熟料，矿石中金属氧化物会生成相应的硫酸盐， SiO_2 不发生反应。熟料水浸时各种硫酸盐均能溶解， SiO_2 与其他不溶性杂质通过过滤分离，所得废渣中主要含有 SiO_2 ，加入 NaOH 溶液后， SiO_2 反应生成 Na_2SiO_3 ，过滤后滤液 2 中主要含有 NaOH 与 Na_2SiO_3 ，加入 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 后， Na_2SiO_3 与

反应生成 NaOH 与 CaSiO₃ 沉淀，过滤分离得 NaOH 溶液与 CaSiO₃ 固体。水浸过滤后的滤液中先加入 H₂O₂，使溶液中的 Fe²⁺ 氧化成 Fe³⁺，再加 NH₃，溶液酸性逐渐减弱，反应后生成 Fe(OH)₃ 沉淀与黄安铁矾沉淀，过滤分离，滤液 4 中还含有 Al³⁺、Mg²⁺、Ni²⁺，加 NaOH 调 pH，先让 Al³⁺ 转化成 Al(OH)₃ 沉淀，过滤分离，滤液 5 继续加 NaOH 溶液调高 pH，使 Ni²⁺ 转化成 Ni(OH)₂ 沉淀，过滤分离，Mg²⁺ 存在于滤液 6 中。

【小问 1 详解】

根据图中数据知焙烧的适宜条件是 450℃ 和 120min。

【小问 2 详解】

根据质量守恒定律，结合流程图焙烧时的产物，NiO 在焙烧时与 (NH₄)₂SO₄ 反应生成 (NH₄)₂Ni(SO₄)₂ 的化学方程式为 NiO + 2(NH₄)₂SO₄ = (NH₄)₂Ni(SO₄)₂ + 2NH₃↑ + H₂O。

【小问 3 详解】

根据流程图中加入 NH₃ 后生成的产物知其作用是使 Fe³⁺ 转化生成 Fe(OH)₃ 沉淀与黄安铁矾沉淀。

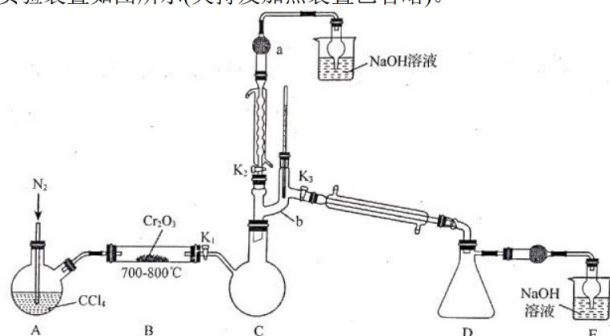
【小问 4 详解】

滤液 3 主要含有 NaOH，因此 NaOH 也可以循环使用。

【小问 5 详解】

加热至 40℃ 时，Na₂SO₄ 溶解度大于 MgSO₄，且 Na₂SO₄ 溶解度达到最大。由于溶液中 MgSO₄ 的质量远大于 Na₂SO₄，此温度下蒸发除去一定量溶剂后将得到 MgSO₄ 的过饱和溶液而使大部分 MgSO₄ 析出，故选 A。通常认为离子浓度小于 10⁻⁵ mol·L⁻¹ 时沉淀完全，根据溶度积可计得当 c(Mg²⁺) = 10⁻⁵ mol·L⁻¹ 时，c(F⁻) = 10⁻³ mol·L⁻¹，因此完全沉镁需要控制废液中 c(F⁻) 不低于 10⁻³ mol·L⁻¹。

18. 实验室利用 Cr₂O₃ 固体和 CCl₄ 反应制备无水 CrCl₃，并收集该反应产生的光气(COCl₂)，实验装置如图所示(夹持及加热装置已省略)。



已知：I. 光气与水易反应，能溶于 CCl₄ 溶液

II. 有关物质熔沸点：

	Cr ₂ O ₃	CrCl ₃	CCl ₄	COCl ₂
熔点/℃	1435	1152	-23	-118
沸点/℃	4000	1300	76	8.2

回答下列问题：

(1) 开始通入 N₂ 的作用为_____。

(2) B 中发生反应的化学方程式为_____，分离出光气(COCl₂)的操作为_____ (填操作名称)。

(3) 实验步骤如下：

检查完装置气密性，打开 K₁、K₂、K₃，通入氮气；一段时间后，开关 K₁、K₂、K₃ 的状态分别为_____，将装置 A 在 85℃ 下进行水浴加热；待 B 中反应结束后，停止高温加热，将装置 C 在 30℃ 下进行水浴加热，此时开关 K₁、K₂、K₃ 的状态分别为_____；实验结束，停止

通入氮气。

(4) 取 B 中所得产品加入稀硫酸，完全溶解后分为两等份，进行如下操作：

i. 取其中一份，加入 NaOH 溶液形成绿色的 $\text{Cr}(\text{OH})_3$ 沉淀后，再加入过量 H_2O_2 ，小火加热至沉淀完全转变为 Na_2CrO_4 溶液后，再继续加热一段时间；继续加水至溶液体积为 100mL，取 20mL 溶液酸化，再滴入指示剂，用新配制的 $0.2\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 溶液进行滴定，到达滴定终点时，消耗 $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 溶液 36.00mL。

ii. 取另外一份加入过量 NaOH 溶液，经过滤、洗涤、干燥后，将所得固体在空气中灼烧，得到铬的氧化物 1.2g。

① 写出 i 中滴定过程反应的离子方程式：_____。

② 步骤 ii 中得到的铬的氧化物的化学式为_____。步骤 i 中，若最后不再加热一段时间，步骤 ii 中铬的氧化物中铬元素的化合价将_____ (填“偏高”“偏低”或“不变”)。

【答案】(1) 排净装置中的空气，并把 CCl_4 鼓入硬质玻璃管中

(2) ①. $\text{Cr}_2\text{O}_3+3\text{CCl}_4 \xrightarrow{700^\circ\text{C}-800^\circ\text{C}} 2\text{CrCl}_3+3\text{COCl}_2$ ②. 蒸馏

(3) ①. K_1 、 K_2 开， K_3 关 ②. K_1 、 K_2 关， K_3 开

(4) ①. $14\text{H}^++6\text{Fe}^{2+}+\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}=26\text{Fe}^{3+}+2\text{Cr}^{3+}+7\text{H}_2\text{O}$

或 $\text{CrO}_4^{2-}+8\text{H}^++3\text{Fe}^{2+}=3\text{Fe}^{3+}+\text{Cr}^{3+}+4\text{H}_2\text{O}$ ②. CrO_3 ③. 偏低

【解析】

【分析】该实验是陌生物质制备，由题中信息可知 A 装置中的 CCl_4 被 N_2 鼓入 B 装置，和 Cr_2O_3 固体在 $700\text{--}800^\circ\text{C}$ 条件下反应生成 CrCl_3 固体和光气 COCl_2 ，用氢氧化钠吸收尾气防止污染空气，因为光气与水易反应，球形干燥管内为无水氯化钙，防止水蒸气进入 C 或 D 装置。反应开始，用氮气排出装置中空气，然后打开 K_1 、 K_2 、关闭 K_3 ，进行反应，C 中得到光气和四氯化碳，再关闭 K_1 、 K_2 、打开 K_3 ，利用沸点不同蒸馏分离出光气。

【小问 1 详解】

空气会干扰实验，所以开始通入 N_2 排净装置中的空气，同时用 N_2 把 CCl_4 鼓入硬质玻璃管中，答案：排净装置中的空气，并把 CCl_4 鼓入硬质玻璃管中。

【小问 2 详解】

B 装置中 CCl_4 和 Cr_2O_3 固体在 $700\text{--}800^\circ\text{C}$ 条件下反应生成 CrCl_3 固体和光气 COCl_2 ，化学方程式 $\text{Cr}_2\text{O}_3+3\text{CCl}_4 \xrightarrow{700^\circ\text{C}-800^\circ\text{C}} 2\text{CrCl}_3+3\text{COCl}_2$ ，C 中收集到溶解在 CCl_4 中的光气，利用沸点不同，采用蒸馏法分离出光气，答案： $\text{Cr}_2\text{O}_3+3\text{CCl}_4 \xrightarrow{700^\circ\text{C}-800^\circ\text{C}} 2\text{CrCl}_3+3\text{COCl}_2$ ；蒸馏；

【小问 3 详解】

反应开始，用氮气排出装置中空气，然后打开 K_1 、 K_2 、关闭 K_3 ，进行反应，C 中得到光气和四氯化碳，再关闭 K_1 、 K_2 、打开 K_3 ，利用沸点不同蒸馏出光气。答案： K_1 、 K_2 开， K_3 关； K_1 、 K_2 关， K_3 开；

【小问 4 详解】

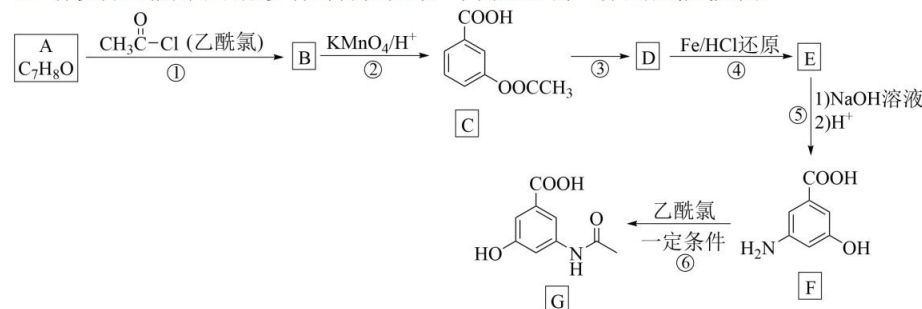
一份 CrCl_3 和 NaOH 溶液形成 $\text{Cr}(\text{OH})_3$ 沉淀，被过量 H_2O_2 氧化为 Na_2CrO_4 溶液，酸化 CrO_4^{2-} 转化为 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ，用 $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 溶液滴定， $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 被还原为 Cr^{3+} ， Fe^{2+} 被氧化为 Fe^{3+} ，离子方程式 $14\text{H}^++6\text{Fe}^{2+}+\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}=26\text{Fe}^{3+}+2\text{Cr}^{3+}+7\text{H}_2\text{O}$ 。关系式 $\text{CrCl}_3\sim\text{Cr}(\text{OH})_3\sim\text{CrO}_4^{2-}\sim\frac{1}{2}\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}\sim 3\text{Fe}^{2+}$ ，则 $n(\text{CrCl}_3)=\frac{1}{3}n(\text{Fe}^{2+})=\frac{1}{3}\times 0.036\text{L}\times 0.2\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\times\frac{100\text{ml}}{20\text{ml}}=0.012\text{mol}$ ，

另一份 CrCl_3 和 NaOH 溶液形成 $\text{Cr}(\text{OH})_3$ 沉淀，过滤、洗涤、干燥后，将所得固体在空气中灼烧， $\text{Cr}(\text{OH})_3$ 受热分解生成铬的氧化物 1.2g，含 Cr 铬原子 0.012mol，质量为 $0.012\text{mol}\times 52\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}=0.624\text{g}$ ，含 O 原子 $n(\text{O})=\frac{1.2\text{g}-0.624\text{g}}{16\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}}=0.036\text{mol}$ ，铬的氧化物

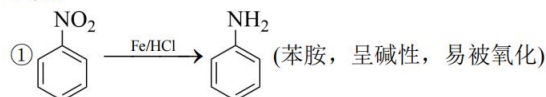
中 Cr 和 O 个数比为 1 : 3，化学式为 CrO_3 ，步骤 i 中完全转变为 Na_2CrO_4 溶液后，再继续加热一段时间，使过量的 H_2O_2 分解除去，若最后不再加热一段时间，过量的 H_2O_2 滴定时会消

耗步骤(NH₄)₂Fe(SO₄)₂ 偏多, 最后求得 O 偏少, 所以铬的氧化物中铬元素的化合价将偏低,
答案: 14H⁺+6Fe²⁺+Cr₂O₇²⁻=26Fe³⁺+2Cr³⁺+7H₂O (或 CrO₄²⁻+8H⁺+3Fe²⁺=3Fe³⁺+Cr³⁺+4H₂O);
CrO₃; 偏低。

19. 有机物 G 能用于合成多种药物和农药, 下面是 G 的一种合成路线如图:



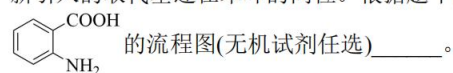
已知:



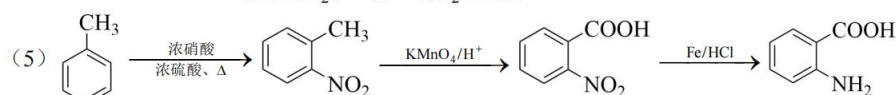
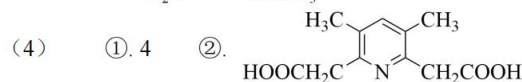
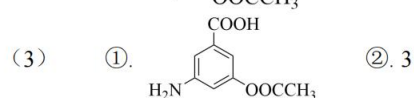
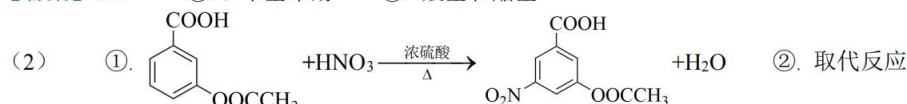
② 苯胺和甲基吡啶(N -CH₃)互为同分异构体, 并具有芳香性

回答下列问题:

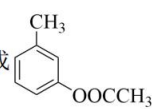
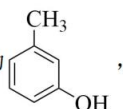
- (1) A 的名称为____; C 中官能团的名称为_____。
- (2) ③的化学方程式为____, 反应类型为_____。
- (3) E 的结构简式为____, 1mol E 在反应⑤过程中最多消耗____mol NaOH。
- (4) G 的芳香性同系物 M 的分子式为 C₁₁H₁₃O₄N, 满足下列条件的 M 有____种, 写出其中一种同分异构体的结构简式:_____。
- ①分子结构中含一个六元环, 且环上一氯代物只有一种
- ②1mol 该物质与足量 NaHCO₃ 反应生成 2mol CO₂
- ③磁共振氢谱有 4 组峰, 峰面积之比为 6:4:2:1
- (5) 已知: 苯环上有烷基时, 新引入的取代基连在苯环的邻、对位; 苯环上有羧基时, 新引入的取代基连在苯环的间位。根据题中的信息, 设计以甲苯为原料合成有机物

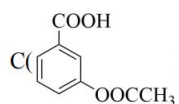
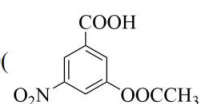


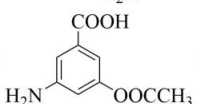
【答案】(1) ①. 3-甲基苯酚 ②. 羧基和酯基

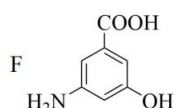


【解析】

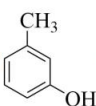
【分析】由题干流程图可知，A 和乙酰氯反应生成  和 HCl，则 A 为 ，

C() 硝化反应生成 D()，D 在 Fe/HCl 条件下还原为 E，由

已知信息①可知 E 为 ，E 先在 NaOH 溶液中水解再酸化得到

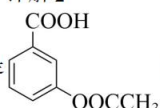
F()，据此分析解答。

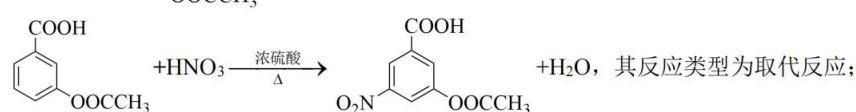
【小问 1 详解】

由分析可知 A 为 ，其名称为 3-甲基苯酚；由 C 的结构式可知，含有官能团的名称

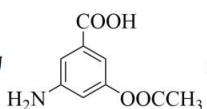
为羧基和酯基；

【小问 2 详解】

过程③是  硝化反应生成 D，其化学方程式为



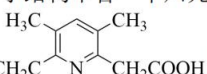
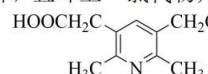
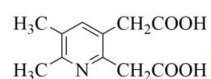
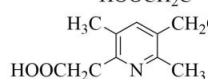
【小问 3 详解】

由分析可知 E 的结构简式为 ；E 中存在羧基和酯基，并且酯基水解后生

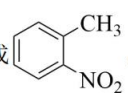
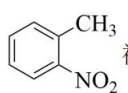
成乙酸和酚羟基，所以 1mol E 在反应⑤过程中最多消耗 3mol NaOH；

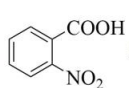
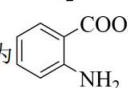
【小问 4 详解】

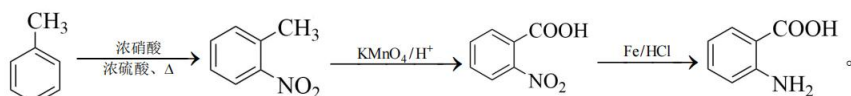
M 的分子式为 $\text{C}_{11}\text{H}_{13}\text{O}_4\text{N}$ ，1mol 该物质与足量 NaHCO_3 反应生成 2mol CO_2 ，表明该物质含有两个羧基，磁共振氢谱有 4 组峰，峰面积之比为 6:4:2:1，表明该物质有四种环境的 H，个数比为 6:4:2:1，并且该分子结构中含一个六元环，且环上一氯代物只有一种，则

满足条件的 M 有 4 种，分别为 、、、；

【小问 5 详解】

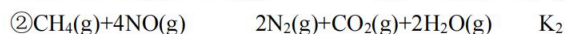
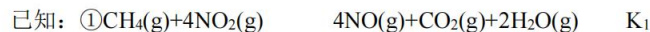
 和浓硝酸在浓硫酸、加热条件下发生取代反应生成 、 被酸性高

锰酸钾氧化为 ， 被 Fe 和 HCl 还原为 ，则合成路线为



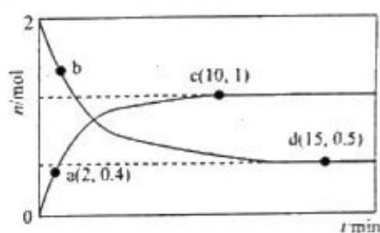
20. 研究处理 NO_x 对环境保护有重要的意义。回答下列问题:

(1) 一定条件下, 用甲烷可以消除 NO_x 的污染。



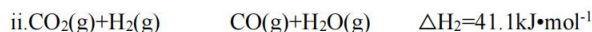
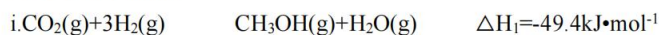
则甲烷与二氧化氮反应生成无污染气态产物化学反应平衡常数 $K = \underline{\hspace{2cm}}$ (用含有 K_1 、 K_2 的代数式表示)。

(2) 在催化净化装置中 CO 和 N_2O 发生反应 $\text{CO}(\text{g}) + \text{N}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + \text{N}_2(\text{g})$, 在 160°C 、 220°C 条件下, 分别向两刚性容器中充入 2mol CO 和 $2\text{mol N}_2\text{O}$, 实验测得两容器中 CO 或 CO_2 的物质的量随时间变化如图:



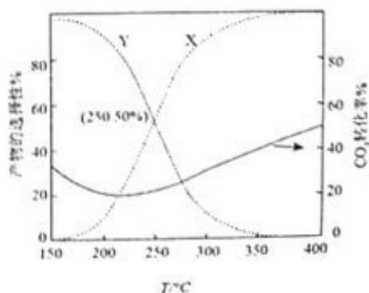
实验测得 $v_{\text{正}} = k_{\text{正}} c(\text{CO}) \cdot c(\text{N}_2\text{O})$ 、 $v_{\text{逆}} = k_{\text{逆}} c(\text{CO}_2) \cdot c(\text{N}_2)$ ($k_{\text{正}}$ 、 $k_{\text{逆}}$ 为速率常数) 该反应的 $E_{a\text{正}} \underline{\hspace{1cm}} E_{a\text{逆}}$ (填“>”“<”或“=”), c、d 两点中 $k_{\text{正}} - k_{\text{逆}}$ 较大的是 (填“c”或“d”); 若在 c 点升温 10K , $k_{\text{正}}$ 增大的倍数 $k_{\text{逆}}$ 增大的倍数 (填“>”“<”或“=”)。

(3) 上述反应中产出的 CO_2 可与 H_2 生成甲醇, 是目前推动“碳达峰、碳中和”的新路径。主要发生以下反应:



在 3.0MPa 下, 向密闭容器中充入 3mol H_2 和 1mol CO_2 , CO_2 的转化率与 CH_3OH 、 CO 的选择性随温度的变化如图所示。已知 CH_3OH (或 CO) 的选择性

$$= \frac{n(\text{CH}_3\text{OH} \text{ 或 } \text{CO})}{n(\text{CO}_2)_{\text{起始}} - n(\text{CO}_2)_{\text{平衡}}} \times 100\%$$



① 达到平衡后, 压缩容器的体积, 甲醇的体积分数 (填“增大”“减小”或“不变”)。

② CO_2 的平衡转化率随温度升高先变小后变大的原因: , 图中 Y 代表 (填化学式) 的选择性。

③ 250°C 达到平衡的反应体系中 H_2 的物质的量为 2.6mol , 则 CO_2 的转化率为 , 反应 i 的 $K_p = \underline{\hspace{2cm}}$ (MPa)⁻² (列出表达式)。

【答案】(1) $(K_1 K_2)^{\frac{1}{2}}$

(2) ① < ② d ③ <

(3) ①. 增大 ②. 低温时, 以反应 i 为主, 升高温度, 平衡逆向移动, 转化率下降; 高温时, 以反应 ii 为主, 升高温度, 平衡正向移动, 转化率升高 ③. CH₃OH ④.

20% ⑤. $\frac{19^2}{9 \times 26^3}$

【解析】

【小问 1 详解】公众号: 高中试卷君

甲烷与二氧化氮反应生成 N₂、CO₂ 和 H₂O, 化学反应方程式③为:

CH₄(g)+2NO₂(g) = N₂(g)+CO₂(g)+2H₂O(g), 根据盖斯定律可知, ③= $\frac{1}{2}$ (①+②), 则

$$K = (K_1 K_2)^{\frac{1}{2}} \text{ 或 } K = \sqrt{K_1 K_2};$$

【小问 2 详解】

反应温度越高, 反应速率越快, 达到平衡时所需要的时间越短, 图中 c、d 两点达到平衡状态, 且达到 c 点所需的时间短, 所以 ac 曲线的反应温度是 220℃, bd 曲线的反应温度是 160℃, c 点 CO₂ 的物质的量为 1mol, 容器中充入 2molCO, 发生反应

CO(g)+N₂O(g) = CO₂(g)+N₂(g), 则消耗 1mol CO, CO 的转化率为 $\frac{1\text{mol}}{2\text{mol}} \times 100\% = 50\%$,

d 点 CO 的物质的量为 0.5mol, 则消耗 1.5mol CO, CO 的转化率为 $\frac{1.5\text{mol}}{2\text{mol}} \times 100\% = 75\%$,

随着温度升高, CO 的转化率降低, 说明平衡向逆反应方向移动, 则该反应是放热反应, 正反应的活化能小于逆反应的活化能, 所以 E_{a正}<E_{a逆}; c、d 两点均达到平衡状态, v_正=v_逆, c 点温度大于 d 点, 温度升高, 平衡向逆反应方向移动, c(CO)·c(N₂O)增大, c(CO₂)·c(N₂)减小, 所以 k_正-k_逆较大的是 d; 该反应是放热反应, 随着温度升高, 平衡向逆反应方向移动, 所以若在 c 点升温 10K, k_正增大的倍数小于 k_逆增大的倍数;

【小问 3 详解】

①反应 i 是气体分子数减小的反应, 达到平衡后, 压缩容器的体积, 压强增大, 平衡向正反应方向移动, 甲醇的体积分数增大;

②反应 i 中 ΔH₁<0, 该反应是放热反应, 随着温度升高, 平衡向逆反应方向移动, CH₃OH

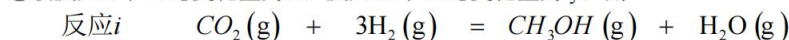
的选择性 = $\frac{n(\text{CH}_3\text{OH})}{n(\text{CO}_2)_{\text{起始}} - n(\text{CO}_2)_{\text{平衡}}} \times 100\%$ 减小, 则曲线 Y 代表 CH₃OH 的选择性, 反应 ii

中 ΔH₂>0, 该反应是吸热反应, 随着温度升高, 平衡向正反应方向移动, CO 的选择性

= $\frac{n(\text{CO})}{n(\text{CO}_2)_{\text{起始}} - n(\text{CO}_2)_{\text{平衡}}} \times 100\%$ 增大, 则曲线 X 代表的 CO 选择性, 由图可知, 低温时容

器中主要发生反应 i, 随着温度升高, 平衡向逆反应方向移动, CO₂ 的平衡转化率变小, 高温时, 容器中主要发生反应 ii, CO₂ 的平衡转化率变大, 所以随温度升高, CO₂ 的平衡转化率随温度升高先变小后变大;

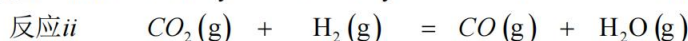
③设反应 i 中 CO₂ 变化量为 x, 反应 ii 中 CO₂ 变化量为 y, 则



起始量 (mol) 1 3 0 0

变化量 (mol) x 3x x x

平衡量 (mol) 1-x-y 3-3x-y x x+y



起始量 (mol) 1 3 0 0

变化量 (mol) y y y y

平衡量 (mol) 1-x-y 3-3x-y y x+y

250℃ 达到平衡的反应体系中 H₂ 的物质的量为 2.6mol, 则 3-3x-y=2.6mol, 根据图像可知,

250℃时 CH₃OH 的选择性=CO 选择性，则平衡时 $n(\text{CH}_3\text{OH}) = n(\text{CO})$ ，即 $x=y$ ，解出：
 $x=y=0.1\text{mol}$ ，则 CO₂ 的变化量为： $x+y=0.2\text{mol}$ ，平衡时 CO₂ 的物质的量为： $1-x-y=0.8\text{mol}$ ，平衡时 H₂O 的物质的量为： $x+y=0.2\text{mol}$ ，平衡时气体总物质的量为： $4-2x=3.8\text{mol}$ ，所以 CO₂ 的转化率为 $\frac{(x+y)\text{mol}}{1\text{mol}} \times 100\% = \frac{0.2\text{mol}}{1\text{mol}} \times 100\% = 20\%$ ；反应 i 的

$$K_p = \frac{p(\text{CH}_3\text{OH}) \cdot p(\text{H}_2\text{O})}{p(\text{CO}_2) \cdot p^3(\text{H}_2)} = \frac{\left(\frac{0.1}{3.8} \times 3\right) \times \left(\frac{0.2}{3.8} \times 3\right)}{\left(\frac{0.8}{3.8} \times 3\right) \times \left(\frac{2.6}{3.8} \times 3\right)^3} = \frac{19^2}{9 \times 26^3}。$$



关于我们

自主选拔在线是致力于提供新高考生涯规划、强基计划、综合评价、三位一体、学科竞赛等政策资讯的升学服务平台。总部坐落于北京，旗下拥有网站（网址：www.zizzs.com）和微信公众平台等媒体矩阵，用户群体涵盖全国 90% 以上的重点中学师生及家长，在全国新高考、自主选拔领域首屈一指。

如需第一时间获取相关资讯及备考指南，请关注**自主选拔在线**官方微信号：**zizzsw**。



微信搜一搜

自主选拔在线

