

(考试时间:75 分钟 满分:100 分)

注意事项:

1. 答题前,考生务必用黑色签字笔将自己的姓名、准考证号等填写在答题卡和试卷指定位置上。并请认真核准条形码上的准考证号、姓名、考场号、座位号,在规定的位置贴好条形码。
2. 回答选择题时,选出每小题答案后,用 2B 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。
3. 考试结束后,将答题卡交回。


可能用到的相对原子质量: H—1 C—12 N—14 O—16 Mn—55 Ti—48

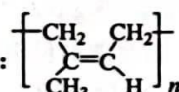
一、单项选择题(本题共 10 小题,每小题 3 分,共 30 分)


1. 化学是现代生产、生活与科技的中心学科之一,起源于生活,同时也促进社会的发展,下列与化学有关的说法正确的是 ()

- A. “朱雀二号遥二运载火箭”上使用的半导体材料 GaAs 可用 SiO₂ 代替
- B. 用氢气做交通车能源,采用新型催化剂降低水光解反应的焓变,有利于开发氢能源
- C. 利用 CO₂ 合成了脂肪酸,实现了无机小分子向有机高分子的转变
- D. “84”消毒液在空气中发生反应: NaClO + CO₂ + H₂O = NaHCO₃ + HClO





2. 下列有关化学用语表示不正确的是 ()

- A. 中子数为 10 的氧原子: ¹⁸O
- B. 空间填充模型  可表示 CH₄ 分子,也可表示 CCl₄ 分子

C. 顺式聚异戊二烯的结构简式: 

D. 基态 N 原子的价层电子排布图: 

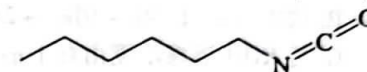
3. 下列操作或装置(略去部分夹持仪器)能达到预期目的的是 ()

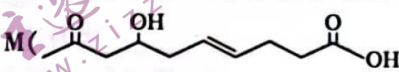
			
包有 Na ₂ O ₂ 的脱脂棉	NaHCO ₃ 溶液	Na ₂ CO ₃	浓硝酸
证明过氧化钠与水反应放热	蒸发结晶得 NaHCO ₃	酸式滴定管排气操作,排气后记录初始读数	验证非金属性: N > C > Si
A	B	C	D

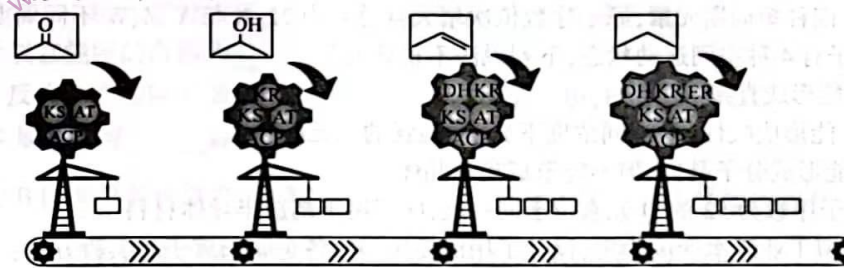
4. 被誉为“长江文明之源的”三星堆遗址 4 号坑一根重达 100 多斤的象牙被完整提取,科考人员采用了纤维布和聚氨酯树脂混合制成的医用高分子绷带固定保存。合成聚氨酯的一种原料是

异氰酸酯。一种异氰酸酯分子的键线式如下图。下列说法不正确的是 ()

- A. 第一电离能由大到小的顺序为: N > O > C > H
- B. 图中所示分子的分子式为 C₇H₁₃ON
- C. 基团“-N=C=O”的电子式为 $\cdot\ddot{N}::C::\ddot{O}$
- D. 图中所示分子存在含氨基(-NH₂)、碳碳双键、醛基的同分异构体



5. 我国一科研团队正致力研发“由链霉菌产生聚酮合成酶(PKS)”在有空气存在下“组装”物质的机理。物质 M()的“组装”过程如图所示(注:KS、AT 等代表不同的酶),下列有关说法错误的是 ()

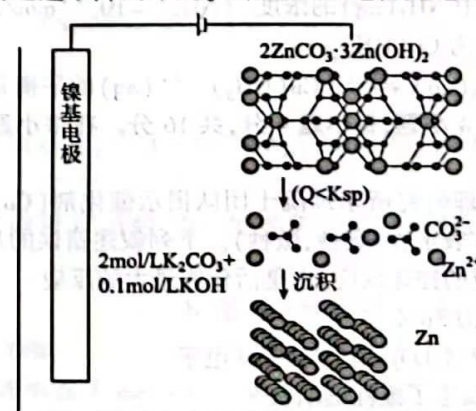


- A. M 中含有四种官能团,可以发生取代反应、加聚反应、缩聚反应
- B. 温度会影响“组装线”的“组装”效率
- C. 将四种“聚酮合成酶”交换顺序,则不可以组装出该物质
- D. 上述流程如能大规模应用,可实现化工生产的“绿色化”,原子利用率达 100%

6. 下列有关电极方程式或离子方程式错误的是 ()

- A. 甲醛滴入到银氨溶液中水浴加热: $\text{HCHO} + 4[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+ + 4\text{OH}^- \xrightarrow{\Delta} 2\text{NH}_4^+ + \text{CO}_3^{2-} + 4\text{Ag}\downarrow + 6\text{NH}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$
- B. 铅酸蓄电池充电时的阳极反应: $\text{Pb}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} - 2\text{e}^- = \text{PbO}_2 + 4\text{H}^+$
- C. K₃[Fe(CN)₆] 溶液滴入 FeCl₂ 溶液中: $\text{K}^+ + \text{Fe}^{2+} + [\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-} = \text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]\downarrow$
- D. TiCl₄ 加入水中: $\text{TiCl}_4 + (x+2)\text{H}_2\text{O} = \text{TiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}\downarrow + 4\text{H}^+ + 4\text{Cl}^-$

7. 复旦大学新近研发采用微溶的金属碳酸盐和独特的固-固(StoS)转换反应,设计出 2ZnCO₃ · 3Zn(OH)₂@ 石墨烯(ZZG) 电极的概念电池表现出 91.3% 的高锌利用率,并且循环寿命长达 2000 余次,大大改变了传统 Zn 金属电极因在浓 KOH 电解液中转化为 [Zn(OH)₄]²⁻, Zn 沉积/剥离库仑效率 20 次循环后迅速下降的不足。镍基 ZZG 电池充电时工作原理如图:



下列说法不正确的是 ()

A. 放电时电池内部 K^+ 向镍基电极移动

B. 放电时负极 $5Zn - 10e^- + 2CO_3^{2-} + 6OH^- \rightleftharpoons 2ZnCO_3 \cdot 3Zn(OH)_2$

C. 将 KOH 溶液浓度由 0.1 mol/L 提高至 6 mol/L 利于该电池的充放电

D. 充电时 $2ZnCO_3 \cdot 3Zn(OH)_2$ 溶解平衡正向移动

8. 下列关于元素及其化合物的性质说法正确的是 ()

A. 工业上常用软锰矿与浓盐酸生产 Cl_2

B. 工业上充分燃烧硫磺得到 SO_3

C. 钠与 CO_2 加热下可生成 Na_2CO_3

D. 铜与稀硝酸(0.1 mol/L)需要加热才能生产 NO

9. X、Y、Z、W 四种短周期元素,原子序数依次增大且总和为 22,X 与 Y、Z、W 不同周期。基态 Y 原子核外电子有 4 种空间运动状态,下列说法不正确的是 ()

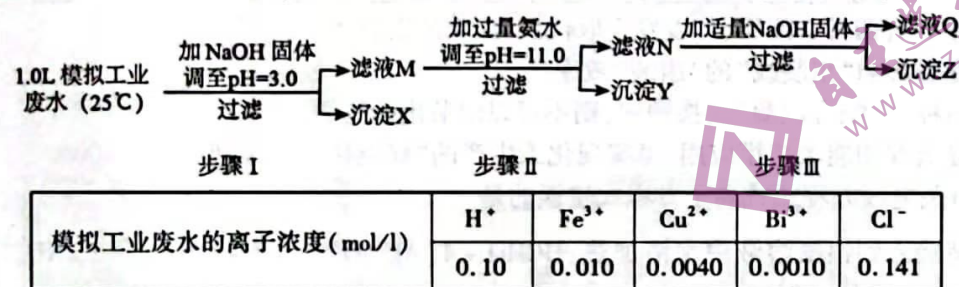
A. X、Y、Z 能形成直线形分子

B. X、Y、W 能形成酸性(同温同浓度下)比醋酸强的二元酸

C. Z 与 X 能形成分子晶体,但不能形成离子晶体

D. W 和原子序数为 52 的 Q 元素位于同一族,Q 可用于制造半导体材料

10. 某同学模拟工业废水变废为宝,设计了用沉淀法回收各金属阳离子的实验方案:



已知:

①溶液中某离子浓度小于 $1 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$, 可认为该离子不存在;

②实验过程中,假设溶液体积、温度不变;

③ $K_{sp}[Cu(OH)_2] = 2.0 \times 10^{-20}$; $K_{sp}[Bi(OH)_3] = 4.0 \times 10^{-31}$; $K_{sp}[Fe(OH)_3] = 2.6 \times 10^{-39}$;

$Cu(OH)_2(s) + 4NH_3(aq) \rightleftharpoons [Cu(NH_3)_4]^{2+}(aq) + 2OH^-(aq) \quad K = 4.0 \times 10^{-7}$

下列说法不正确的是 ()

A. 步骤 I 中加入的 $n(NaOH) = 0.13 \text{ mol}$

B. 步骤 II 得到的滤液 N 中 $NH_3(aq)$ 的浓度 $c(NH_3) = 10^{-0.5} \text{ mol/L}$

C. 步骤 III 得到的沉淀 Z 为 $Cu(OH)_2$

D. 反应 $Cu^{2+}(aq) + 4NH_3(aq) \rightleftharpoons [Cu(NH_3)_4]^{2+}(aq)$ 的平衡常数 $K' = 2.0 \times 10^{13}$

二、不定项选择题(本题共 4 小题,每小题 4 分,共 16 分。在每小题给出的四个选项中,有一项或两项符合题目要求)

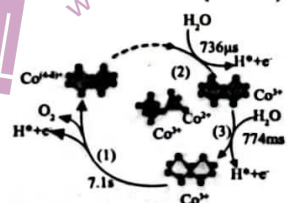
11. 近日,中国科学院化学物理研究所李灿院士团队揭示催化剂(Co_3O_4)上催化水氧化产氧历程如图所示(注明:s、ms、 μs 表示秒、毫秒、微秒)。下列叙述错误的是 ()

A. 第(1)步反应为总反应的控速反应,也是活化能最大的反应

B. Co 原子价电子排布式为 $3d^7 4s^2$

C. 从总反应看,每生成 22.4 L O_2 必转移 4 mol 电子

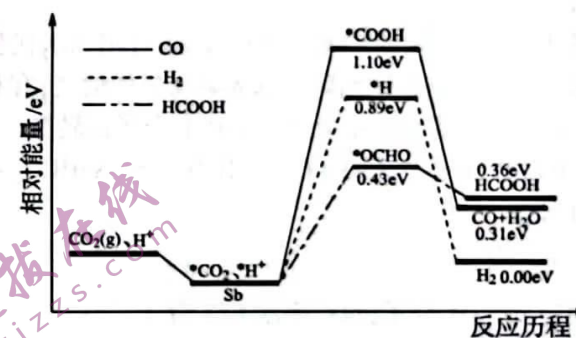
D. 该反应过程中三步都发生了极性键断裂



12. 根据实验及其现象,能推出相应结论的是 ()

选项	实验	现象	结论
A	常温下,用 pH 计分别测定等体积 1 mol/L CH_3COONH_4 溶液和 0.1 mol/L CH_3COONH_4 溶液的 pH	pH 均为 7	同温下,不同浓度的 CH_3COONH_4 溶液中水的电离程度相同
B	向两份蛋白质溶液中分别滴加饱和 NaCl 溶液和 $CuSO_4$ 溶液	均有固体析出	蛋白质均发生变性
C	向 5 mL 0.1 mol/L $FeCl_3$ 溶液中加入 10 mL 0.01 mol/L KI 溶液,充分振荡,完全反应后,滴加 KSCN 溶液	出现血红色	$2Fe^{3+} + 2I^- \rightleftharpoons 2Fe^{2+} + I_2$ 是可逆反应
D	常温下,向两支装有等物质的量的 AgCl、AgI 的试管中分别滴加足量等体积等浓度的氨水	AgCl 溶解, AgI 不溶解	$K_{sp}(AgCl) > K_{sp}(AgI)$

13. 二维铟片(Sb)是一种新型的 CO_2 电化学还原催化剂。酸性条件下人工固碳装置中 CO_2 气体在 Sb 表面发生三种催化竞争反应,其反应历程如下图所示(*表示吸附态中间体)。下列说法正确的是 ()



A. 使用 Sb 改变了反应的路径

B. 生成 CO 吸收的能量最多

C. Sb 电极表面生成 HCOOH 的反应为: $*CO_2 + 2 * H^+ - 2e^- \rightleftharpoons HCOOH$

D. Sb 对三种催化竞争反应的选择效果为 $CO < H_2 < HCOOH$

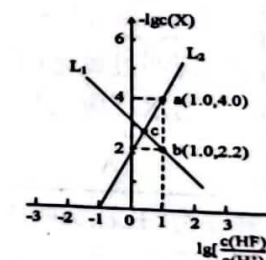
14. 氟化锶(SrF_2)是一种广泛应用于光玻璃、激光用单晶等多个领域的非常重要的化工原料,难溶于水、可溶于酸。常温下,用盐酸调节 SrF_2 浊液的 pH,测得在不同 pH 条件下,体系中 $-lgc(X)$ (X 为 Sr^{2+} 或 F^-) 与 $lg[\frac{c(HF)}{c(H^+)}]$ 的关系如图所示。下列说法错误的是 ()

A. L_1 代表 $-lgc(Sr^{2+})$ 与 $lg[\frac{c(HF)}{c(H^+)}]$ 的变化曲线

B. $K_{sp}(SrF_2)$ 的数量级为 10^{-8}

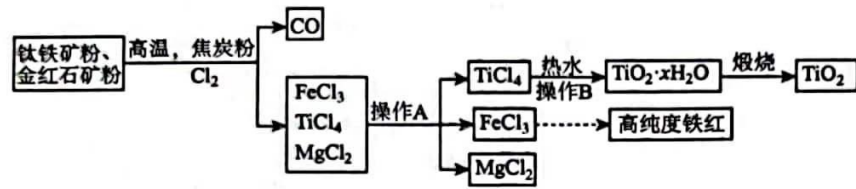
C. a、c 两点的溶液中均存在 $2c(Sr^{2+}) = c(F^-) + c(HF)$

D. c 点的溶液中存在 $c(Cl^-) > c(Sr^{2+}) = c(HF) > c(H^+)$



三、非选择题(本题共4小题,共54分)

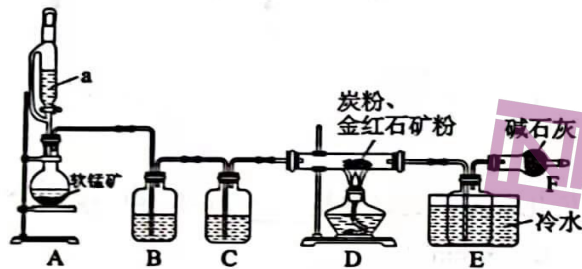
15. (13分) 钛合金是航天航空工业的重要材料,某小组以钛铁矿粉(主要成分为 FeTiO_3 ,还含有少量的 MgO)和金红石矿粉(TiO_2)为原料制备Ti等产品的一种工艺流程示意图如下:



已知: MgCl_2 、 FeCl_3 、 TiCl_4 的沸点依次为 $1412\text{ }^\circ\text{C}$ 、 $316\text{ }^\circ\text{C}$ 、 $136\text{ }^\circ\text{C}$ 。

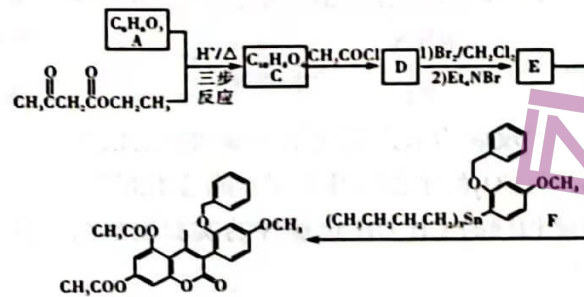
请回答下列问题:

- (1) 钛的价层电子排布式为_____。
- (2) 操作A利用的原理为_____。
- (3) 操作B中包括对沉淀进行洗涤,请简述实验室洗涤沉淀的方法:_____。
- (4) 铁红的主要成分是_____ (填化学式)。
- (5) TiO_2 在实验室也可利用如下图装置制备 TiCl_4 粗产品。



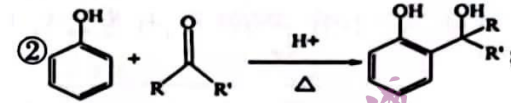
- ①若用高锰酸钾和浓盐酸制备氯气,写出A中发生反应的离子反应方程式:_____。
 - ②仪器a的名称是_____,C装置中的试剂是_____。
 - ③从环境保护角度考虑,本实验存在不足,请提出改进措施:_____。
- (6) 测定样品中 TiO_2 纯度。取 2.000 g 样品,在酸性条件下充分溶解,加入适量铝粉将 TiO^{2+} 还原为 Ti^{3+} 。过滤并洗涤,将所得滤液和洗涤液合并配制成 250 mL 溶液。取 25.00 mL 所配溶液于锥形瓶中,滴加几滴 KSCN 溶液,用 $0.1000\text{ mol/L NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 标准溶液滴定,将 Ti^{3+} 转化成 TiO^{2+} ,重复操作3次,平均消耗 $24.80\text{ mL NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 标准溶液。
- ①计算该样品中 TiO_2 的质量分数:_____。
 - ②若其他操作都正确,盛装 $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 标准溶液的滴定管没有润洗,则测得结果将_____ (填“偏高”、“偏低”或“无影响”)。

16. (14分) 化合物G是合成一种新型多靶向抗肿瘤药物的中间体,一种合成G的路线如图所示:



化学 第5页 (共8页)

已知:①C分子结构中含有2个六元环;



③ $\text{RCOOR}' + \text{R}''\text{OH} \xrightarrow[\Delta]{\text{H}^+} \text{RCOOR}'' + \text{R}'\text{OH}$ ($\text{R}, \text{R}', \text{R}''$ 代表烃基)。

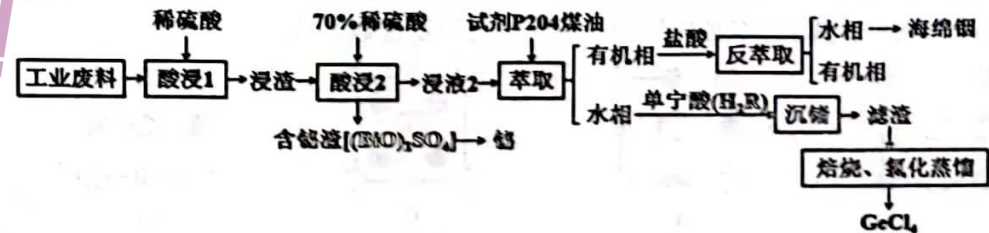
回答下列问题:

- (1) A的化学名称为_____ (用系统命名法命名),化合物A和B在下列一种表征仪器中显示的信号(或数据)完全相同,该仪器是_____ (填序号)。
a. 质谱仪 b. 元素分析仪 c. 红外光谱仪 d. 核磁共振氢谱仪
- (2) D中含氧官能团的名称为_____。
- (3) E和F反应的产物除G外,还有 $(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2)_3\text{SnBr}$,E的结构简式为_____。
- (4) 1 mol G 最多能与_____ mol NaOH 反应。
- (5) 化合物B的同分异构体中,仅含“ $-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-$ ”一种官能团和六元环状结构的有_____种(不考虑立体异构),其中核磁共振氢谱图有2组峰且面积比为2:3的有_____ (写结构简式)。
- (6) 以A和B为原料合成C分为三步反应,流程图如图所示:



- ①第ii步反应为取代反应,写出该步反应的化学方程式:_____。
- ②第iii步反应中还可能产生另一种副产物,其结构简式为_____。

17. (14分) 中国商务部和海关总署宣布从2023年8月1日起对镓、锗相关物项实施出口管制,以此反制美西方对中国半导体行业的升级打压。下列是从工业废料[除 ZnO 和少量 Fe_2O_3 外,还含有铟(In)、铋(Bi)、锗(Ge)的氧化物]中回收几种金属的单质或化合物的工业流程如图:



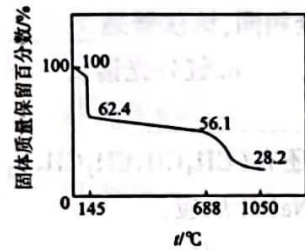
已知:该工艺条件下, $K_{sp}[\text{Fe}(\text{OH})_3] = 1 \times 10^{-38}$, $K_{sp}[\text{Zn}(\text{OH})_2] = 1 \times 10^{-17}$ 。

请回答下列问题:

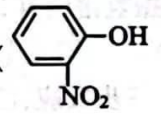
- (1) 下列措施不利于完成“酸浸1”目的,也不能提高“酸浸1”浸取率的是_____ (填选项字母)。
a. 适当升高温度 b. 酸浸过程中不断搅拌
c. 将硫酸浓度增大到70% d. 加大废料的用量
- (2) “浸液1”中 $c(\text{Zn}^{2+})$ 约为 $0.1\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,则除 Fe^{3+} 时应控制pH的范围为_____。
(已知:当溶液中某离子浓度小于 $1.0 \times 10^{-5}\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,可认为该离子沉淀完全。)

化学 第6页 (共8页)

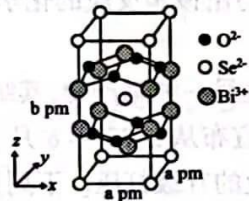
- (3) “酸浸2”时铋的氧化物(Bi_2O_3)发生反应的离子方程式为_____。
- (4) “沉锗”的反应原理为 $\text{Ge}^{4+} + 2\text{H}_2\text{R} \rightleftharpoons \text{GeR}_2 \downarrow + 4\text{H}^+$, 该操作中需调节 pH 为 2.5, 不能过高或过低, 原因是_____。
- (5) 加热 $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 固体, 固体质量保留百分数与温度的关系如图所示。将 $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ($M = 287 \text{ g/mol}$) 加热到 $145 \text{ }^\circ\text{C}$ 时得到 $\text{ZnSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$, 其中 x 的值为_____; 温度为 $1050 \text{ }^\circ\text{C}$ 时, ZnSO_4 固体完全分解为 ZnO 以及两种气体(只有一种是氧化物), 该反应的化学方程式为_____。



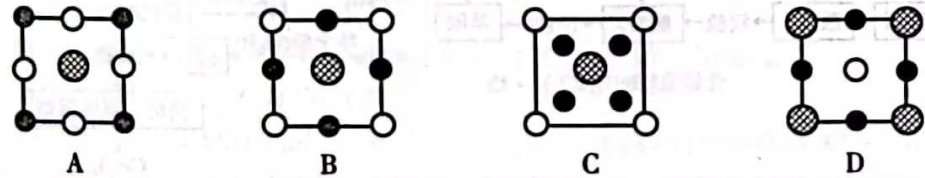
- (6) BiOCl 是一种性能优良的光催化剂, 可催化降解有机污染物对硝基苯酚($\text{O}_2\text{N}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{OH}$) 等。对硝基苯酚的熔点高于邻硝基苯酚($\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})(\text{NO}_2)$) 的熔点, 其原因是_____。



- (7) 我国科学家在新型二维半导体芯片材料——硒氧化铋的研究中取得突破性进展。硒氧化铋的晶胞结构如图所示, 晶胞棱边夹角均为 90° , 晶胞参数为 $a \text{ pm}$, $a \text{ pm}$, $b \text{ pm}$ 。

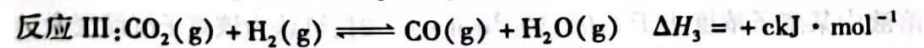
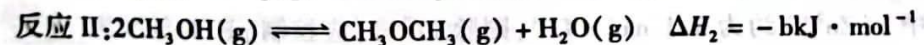


则该晶胞沿 z 轴方向的投影图为_____ (填标号), 该晶体的密度为_____ $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ (列出计算式, 不必化简, N_A 为阿伏加德罗常数的值)。



18. (13分) 温室气体让地球“发烧”, 倡导低碳生活, 是一种可持续发展的环保责任, 通过化学、生物等方法将其转化为更具附加值的能源、化工原料和精细化学品成为目前研究热点。回答下列问题:

(1) 通过使用不同的新型催化剂, 实现二氧化碳加氢合成转化为二甲醚(CH_3OCH_3) 也有广泛的应用。



化学 第7页 (共8页)

则 $2\text{CO}_2(\text{g}) + 6\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OCH}_3(\text{g}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H = \text{_____}$ 。

- (2) 一定条件下, $\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 的反应历程如图1所示。该反应的快反应速率由第_____ (填“1”或“2”)步决定。

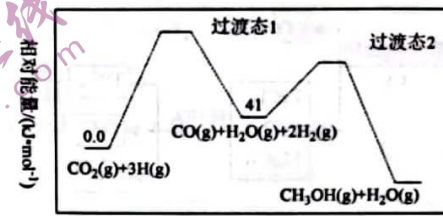


图1

- (3) 向 2 L 恒容密闭容器中充入 $a \text{ mol CO}_2$ 和 $3a \text{ mol H}_2$, 在一定条件下, 仅发生上述反应 I; 在甲、乙两种不同催化剂的作用下, 反应时间均为 $t \text{ min}$ 时, 测得甲醇的物质的量分数随温度的变化如图2所示。

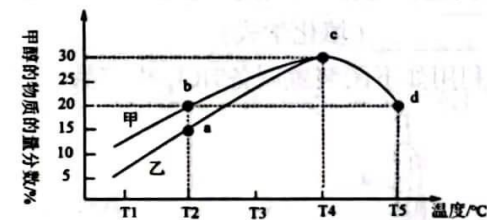


图2

① 相同温度下, 催化剂效果更好是_____ (填“甲”或“乙”); $T_4 \text{ }^\circ\text{C}$ 下, 甲醇的平均反应速率为_____ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 。

② $T_2 \text{ }^\circ\text{C}$ 和 $T_3 \text{ }^\circ\text{C}$ 下, 平衡常数: K_2 _____ (填“>”、“<”或“=”) K_3 。

③ $T_3 \text{ }^\circ\text{C}$ 下, 反应开始时容器中的总压为 $p_0 \text{ MPa}$, 该温度下反应的平衡常数 $K_p = \text{_____}$ (只列出计算式, 不必化简, 气体分压 = 气体总压 \times 气体的物质的量分数)。

- (4) 已知 CH_3OH 的选择性为 $\frac{n(\text{CH}_3\text{OH})_{\text{生成}}}{n(\text{CO}_2)_{\text{消耗}}} \times 100\%$ 。其他条件相同时, 反应温度对 CO_2 的转化率和 CH_3OH 的选择性的影响如图3、4所示。

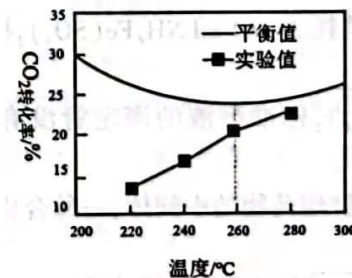


图3

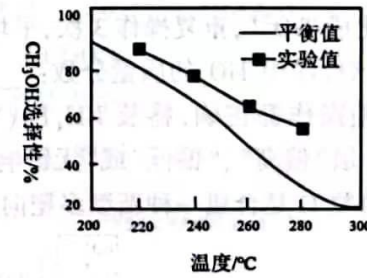


图4

- ① 由图3可知, 实验中反应均未达到化学平衡状态的依据是_____。
- ② 温度高于 $260 \text{ }^\circ\text{C}$ 时, CO_2 的平衡转化率呈上升变化的原因是_____。
- ③ 由图4可知, 温度相同时 CH_3OH 选择性的实验值略高于其平衡值, 从化学反应速率的角度解释其原因是_____。