



2023 北京北师大附中高三 12 月月考

化 学

(统练七)

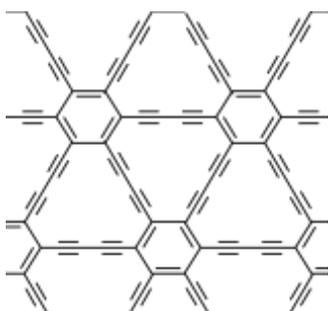
可能用到的相对原子质量：H1 C12 N14 O16 S32 V51 Ba137

第一部分

本部分共 14 题，每题 3 分，共 42 分。在每题列出的四个选项中，选出最符合题目要求的一项。

1. 我国科学家首次合成大面积全碳纳米材料——石墨炔，其结构与石墨类似，可用于制备储锂电极材料。

下列关于石墨炔的说法不正确的是



- A. 与石墨互为同分异构体
B. 碳原子有 sp 、 sp^2 两种杂化方式
C. 与石墨类似，层间存在范德华力
D. 具有传导电子的性能

2. 下列说法不正确的是

- A. 油脂的主要成分是高级脂肪酸甘油酯，含有酯基
B. 核酸分子中碱基配对的原则是使形成的氢键数目最多、结构最稳定
C. 葡萄糖在一定条件下能水解生成乳酸 ($C_3H_6O_3$)
D. 用 NH_2CH_2COOH 和 $NH_2CH(CH_3)COOH$ 缩合最多可形成 4 种二肽

3. 2022 年 3 月神舟十三号航天员在中国空间站进行了“天宫课堂”授课活动。其中太空“冰雪实验”演示了过饱和醋酸钠溶液的结晶现象。下列说法不正确的是

- A. 醋酸钠是强电解质
B. 醋酸钠晶体与冰都是离子晶体
C. 常温下，醋酸钠溶液的 $pH > 7$
D. 该溶液中加入少量醋酸钠固体可以促进醋酸钠晶体析出

4. 下列应用中未涉及氧化还原反应的是

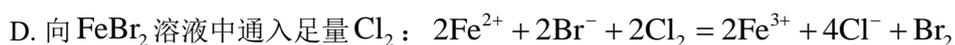
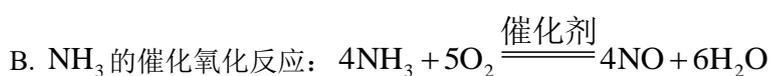
- A. 将过氧化钠置于呼吸面具中供氧
B. 将明矾置于浑浊的水中净水
C. 将漂白粉置于水中漂洗衣物
D. 将覆铜板置于氯化铁溶液中制作电路板

5. 金属钾可以与水(滴加酚酞溶液)剧烈反应，下列说法不正确的是



- A. 溶液变红，证明生成了碱性物质
- B. 钾浮在液面上并燃烧，与其密度及反应的热效应有关
- C. 钾与水反应比钠与水反应更剧烈，说明钾的金属性比钠强
- D. 金属钾与水发生反应前后化学键类型不变

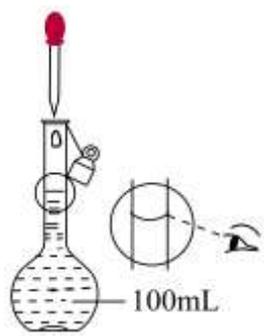
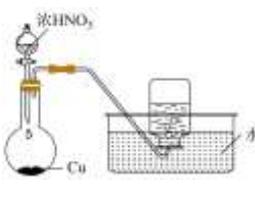
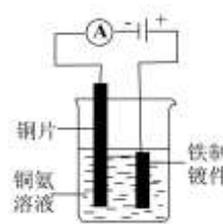
6. 下列反应的方程式不正确的是



7. 下列事实与水解反应无关的是

- A. 常温下相同浓度溶液的 pH 大小: $\text{Na}_2\text{S}(\text{aq}) > (\text{NH}_4)_2\text{S}(\text{aq})$
- B. 纯碱溶液去除油污的能力强弱: 热纯碱液 > 冷纯碱液
- C. 除去工业废水中的 Hg^{2+} : 向废水中加入 FeS 固体
- D. 配制 FeCl_3 溶液: 将 FeCl_3 固体溶于浓盐酸, 再稀释至所需浓度

8. 下列实验能达到实验目的的是

			
A. 验证浓硫酸具有脱水性	B. 配制 100 mL 一定物质的量浓度的溶液	C. 制备并收集 NO_2	D. 铁件镀铜

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

9. 根据下列实验操作和现象所得结论正确的是

选	实验操作	现象	结论
---	------	----	----



项			
A	将 Cl ₂ 通入品红溶液	溶液红色褪去	Cl ₂ 具有漂白性
B	向某溶液中滴加几滴氯水，再滴加 KSCN 溶液	溶液变红	原溶液中有 Fe ²⁺
C	向 Ca(ClO) ₂ 溶液中通入 SO ₂ 气体	有沉淀生成	酸性：H ₂ SO ₃ >HClO
D	向 Al(OH) ₃ 沉淀中分别滴加足量盐酸或 NaOH 溶液	沉淀均溶解	Al(OH) ₃ 是两性氢氧化物，Al 表现一定的非金属性

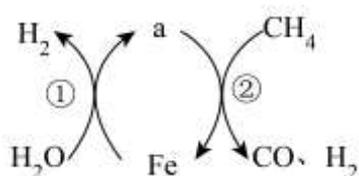
A. A

B. B

C. C

D. D

10. 一定温度下，在 2L 的恒容密闭容器中，“甲烷重整”反应($\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} = \text{CO} + 3\text{H}_2$)原理如下。



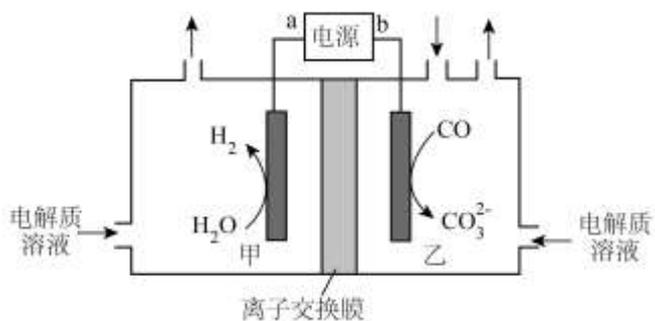
已知“甲烷重整”反应在不同温度下的化学平衡常数：

温度/°C	850	1000	1200	1400
K	0.5	2	275	1772

下列说法不正确的是

A. 物质 a 可能是 Fe₃O₄B. 若增大 $n(\text{CH}_4) : n(\text{H}_2\text{O})$ 的值，则 CH₄ 的平衡转化率降低C. $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) = \text{CO}(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \quad \Delta H > 0$ D. 1000°C，若容器中 $n(\text{CH}_4) = n(\text{H}_2\text{O}) = n(\text{H}_2) = 1$ 、 $n(\text{CO}) = 2\text{mol}$ ，则反应处于平衡状态

11. 基于水煤气转化反应 $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2 + \text{CO}_2$ ，通过电化学装置制备纯氢的原理示意如下。下列说法不正确的是



- A. 电解质溶液可以是 KOH 溶液
- B. 阴极电极反应为： $\text{CO} - 2\text{e}^- + 4\text{OH}^- = \text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$
- C. 使用阴离子交换膜能减缓单位时间内乙室中 $c(\text{OH}^-)$ 的降低
- D. 该装置中氧化反应和还原反应分别在两极进行，利于制得高纯度氢气

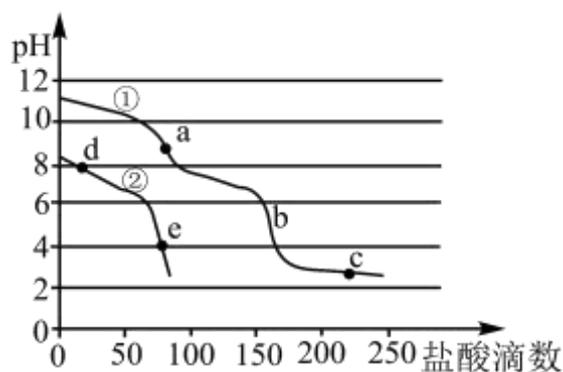
12. 某小组同学进行如下实验探究沉淀转化：

- ①向 20mL $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{Na}_2\text{CO}_3$ 溶液中滴加 20mL $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{BaCl}_2$ 溶液，得浊液I；
- ②向浊液I中继续滴加 20mL $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{Na}_2\text{SO}_4$ 溶液，充分振荡，得浊液II；
- ③将浊液II过滤，向滤渣中加入过量盐酸产生气体，过滤、洗涤、干燥，测得剩余固体 a 的质量大于 0.233g。

下列说法不正确的是

- A. Na_2CO_3 溶液显碱性的原因： $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$
- B. 固体 a 的成分为 BaSO_4
- C. $c(\text{Ba}^{2+})$ 大小关系：浊液I < 浊液II
- D. 由该实验可以推断 $K_{\text{sp}}(\text{BaSO}_4) < K_{\text{sp}}(\text{BaCO}_3)$

13. 分别向相同浓度的 Na_2CO_3 、 NaHCO_3 溶液中逐滴加入盐酸，滴定过程中溶液的 pH 变化如下图，下列说法不正确的是

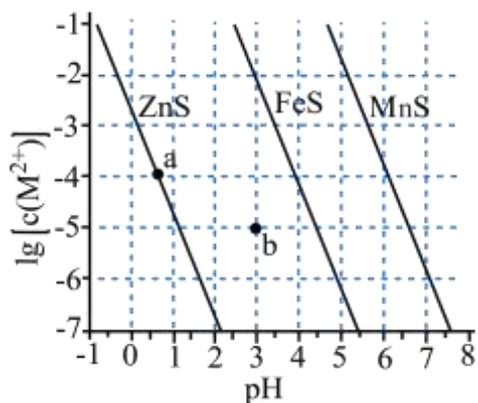


- A. 曲线①、②分别表示盐酸滴定 Na_2CO_3 、 NaHCO_3 溶液的过程
- B. a、b、c 点水的电离程度： $a > b > c$
- C. a、b、d 点均满足： $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = 2c(\text{CO}_3^{2-}) + c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{OH}^-)$
- D. ab 段和 de 段发生的主要反应均为： $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ = \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

14. 一定温度下，向含一定浓度金属离子 M^{2+} (M^{2+} 代表 Fe^{2+} 、 Zn^{2+} 和 Mn^{2+}) 的溶液中通 H_2S 气体至饱和



$c(\text{H}_2\text{S})$ 为 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 时，相应的金属硫化物在溶液达到沉淀溶解平衡时的 $\lg[c(\text{M}^{2+})]$ 与 pH 关系如下图。下列说法不正确的是



- A. a点所示溶液中， $c(\text{H}^+) > c(\text{Zn}^{2+})$
- B. 该温度下， $K_{\text{sp}}(\text{ZnS}) < K_{\text{sp}}(\text{FeS}) < K_{\text{sp}}(\text{MnS})$
- C. b点所示溶液中，可发生反应 $\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{S} = \text{FeS}\downarrow + 2\text{H}^+$
- D. Zn^{2+} 、 Mn^{2+} 浓度均为 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的混合溶液，通入 H_2S 并调控 pH 可实现分离

第二部分

本部分共5题，共58分。

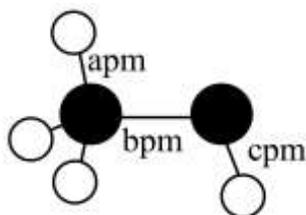
15. 2023年杭州亚运会开幕式首次使用“零碳甲醇”作为主火炬塔燃料，实现废碳再生、循环内零碳排放。

已知某些共价键的键能：

化学键	H-H	C-H	O-H	C-O	C=O
键能/($\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$)	436	413	463	351	745

(1) CO_2 的电子式为_____。

(2) CH_3OH 分子结构如图。

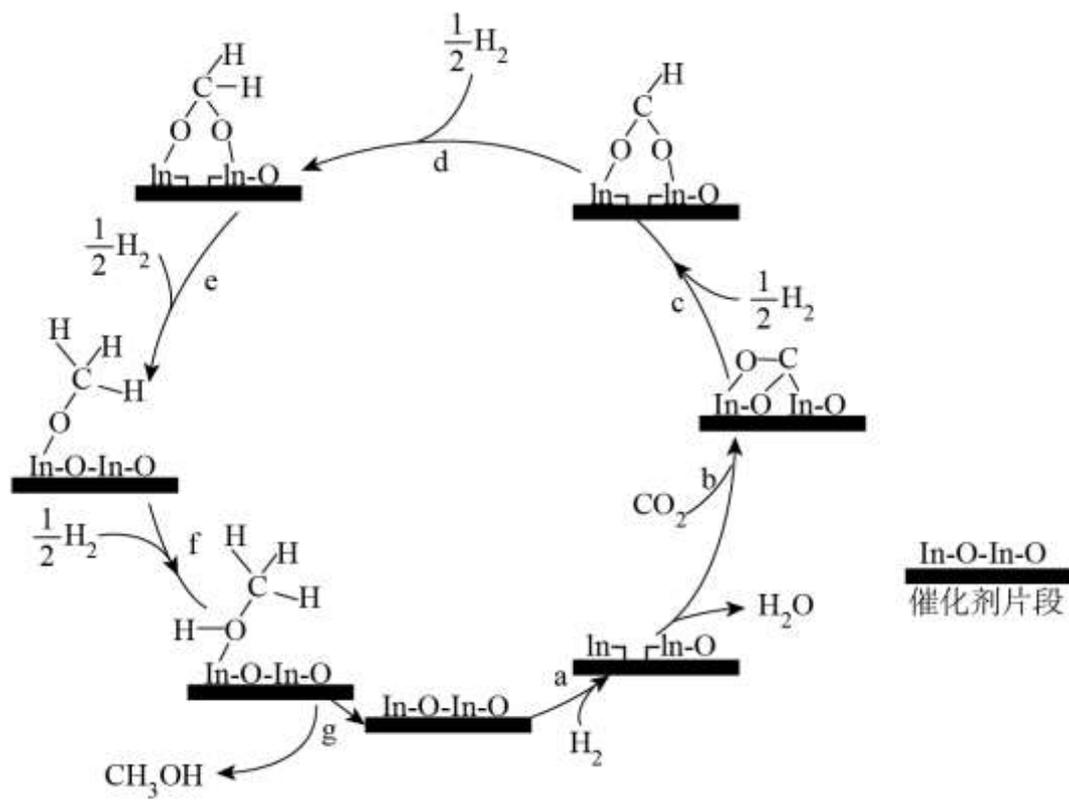


① CH_3OH 分子中O的杂化轨道类型_____。

②键长a、b、c从长到短的顺序为_____。

③乙醇的沸点(78°C)高于甲醇(65°C)。解释原因：_____。

(3) 在 350°C 、 In_2O_3 催化下用 CO_2 制备 CH_3OH 的反应原理如图。

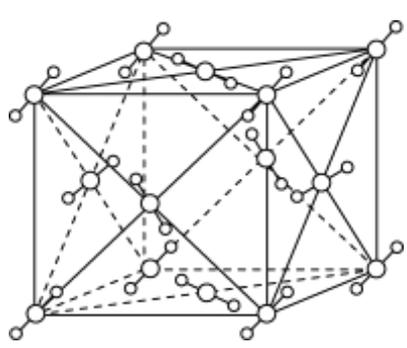


①该条件下制备甲醇的化学方程式为：_____。

②下列说法正确的是_____ (填序号)。

- A. 电负性由大到小的顺序：O>C>H
- B. 步骤 a 涉及 s-s σ 键的断裂和 s-sp³ σ 键的形成
- C. 步骤 d、e 的反应热(ΔH)相等
- D. 升高温度可以提高反应速率和 CH₃OH 的平衡产率

(4) 干冰(CO₂)的晶胞结构如图所示, 若该晶胞边长为 a pm, 则干冰晶体的密度为_____ g·cm⁻³。(已知: 1 pm = 10⁻¹⁰ cm; N_A 表示阿伏加德罗常数)



16. 合成氨的发展体现了化学科学与技术的不断进步。

(1) 1898 年, 化学家用氮气、碳化钙(CaC₂)与水蒸气反应制备氨:

- i. 碳化钙和氮气在 1000°C 的高温下产生氰氨化钙(CaCN₂);
- ii. 氰氨化钙与水蒸气反应生成氨气。

写出反应 ii 的化学方程式: _____。

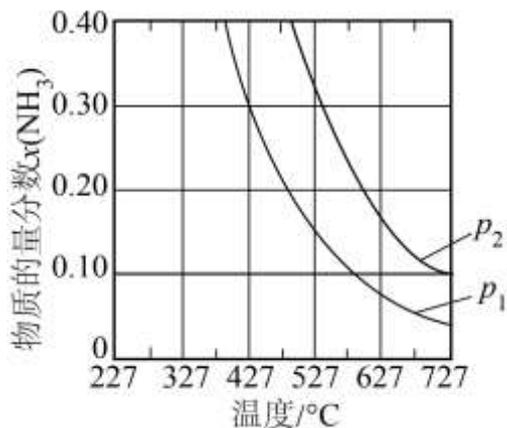


(2) 20 世纪初，以 N_2 和 H_2 为原料的工业合成氨方法研制成功。其反应为：



① N_2 的化学性质稳定，即使在高温、高压下， N_2 和 H_2 的化合反应仍然进行得十分缓慢。从分子结构角度解释原因：_____。

② 压强对合成氨有较大影响。下图为不同压强下，以物质的量分数 $x(H_2)=0.75$ 、 $x(N_2)=0.25$ 进料(组成 1)，反应达平衡时， $x(NH_3)$ 与温度的计算结果。

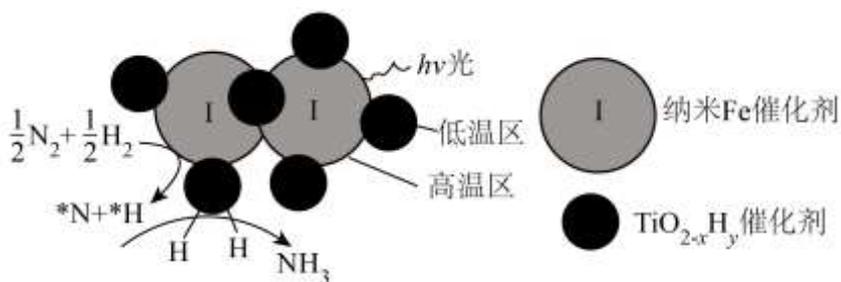


i. 判断压强： p_1 _____ p_2 (填“>”或“<”)，简述理由：_____。

ii. 在 p_1 、 $x(NH_3)=0.20$ 时，氮气的转化率为_____。

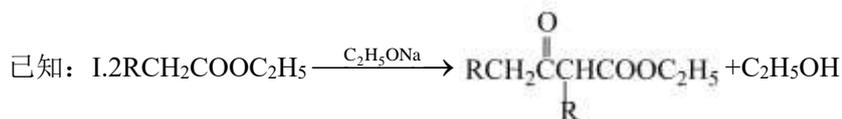
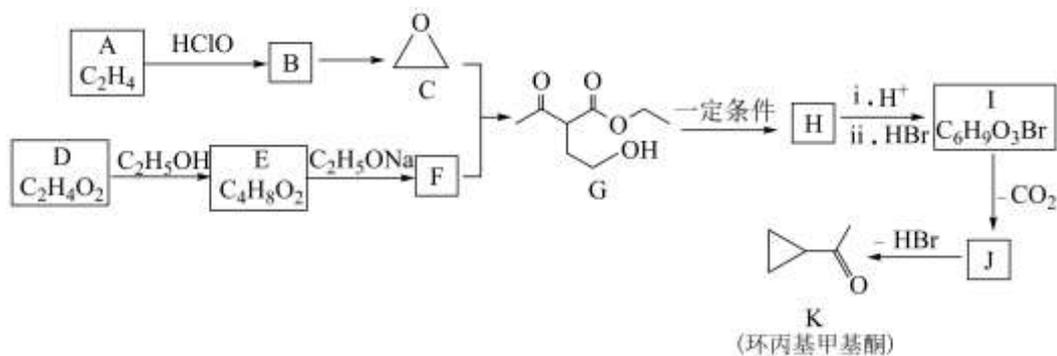
iii. 合成氨原料气中存在不参与反应的 Ar 时会影响 NH_3 的平衡含量。在 p_1 时，以物质的量分数 $x(H_2)=0.675$ 、 $x(N_2)=0.225$ 、 $x(Ar)=0.10$ 进料(组成 2)，反应达平衡时 $x(NH_3)$ 与温度的计算结果与组成 1 相比有一定变化，在上图中用虚线画出相应曲线_____。

(3) 我国科学家研制出 $Fe-TiO_{2-x}H_y$ 双催化剂，通过光辐射产生温差(如体系温度为 495°C 时，纳米 Fe 的温度为 547°C ，而 $TiO_{2-x}H_y$ 的温度为 415°C)，解决了温度对合成氨工业反应速率和平衡转化率影响矛盾的问题，其催化合成氨机理如图所示。



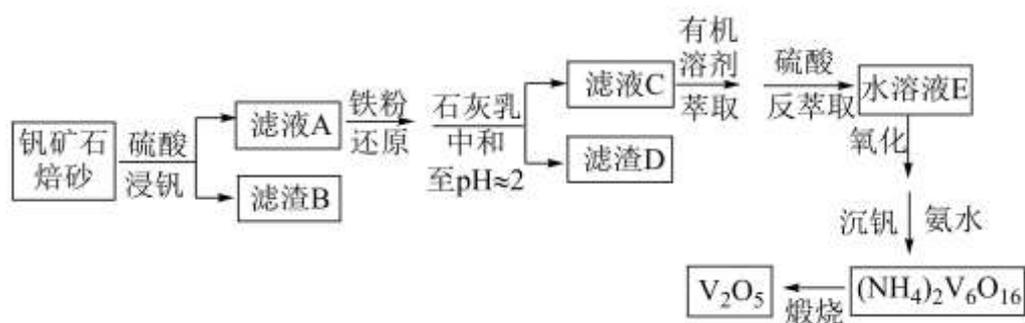
分析解释：与传统的催化合成氨(铁触媒、 $400 \sim 500^\circ\text{C}$)相比， $Fe-TiO_{2-x}H_y$ 双催化剂双温催化合成氨具备优势的原因是_____。

17. 环丙基甲基酮是合成环丙氟哌酸类广谱抗菌药物和抗艾滋特效药依法韦仑的重要中间体，在医药、化工及农林等领域均有广泛应用。



- (1) 实验室制取 A 的化学方程式为_____。
- (2) A→B 发生了加成反应，B 中含有羟基。B 的结构简式为_____。
- (3) D→E 的化学方程式为_____。
- (4) M 是 F 的同分异构体，写出符合下列条件的 M 的结构简式_____。
 - ①能发生银镜反应
 - ②核磁共振氢谱有 3 组峰，且峰面积之比为 1: 2: 2
- (5) H 分子中含有一个五元环，写出 G→H 的化学方程式_____。
- (6) I 可以与 NaHCO₃ 溶液反应。I 的结构简式为_____。
- (7) J→K 的反应中常伴有其他环状副产物生成，依据 J→K 的反应原理，该副产物的结构简式为_____。

18. 钒(V)被称为钢铁行业的“维生素”。从某钒矿石焙砂中提取钒的主要流程如下：

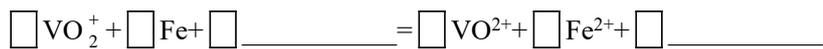


已知：

- i. 滤液 A 中的阳离子主要有 H⁺、VO₂⁺、Fe³⁺、Al³⁺等；
- ii. “萃取”过程可表示为 $VO^{2+} + 2HA(\text{有机相}) \rightleftharpoons VO_2^+(\text{有机相}) + 2H^+$ 。
 - (1) “浸钒”时，为加快浸出速率可采取的措施有_____ (写出 1 条即可)。
 - (2) “浸钒”过程中，焙砂中的 V₂O₅ 与硫酸反应的离子方程式为_____。
 - (3) “还原”过程中，铁粉发生的反应有 $Fe + 2H^+ = Fe^{2+} + H_2\uparrow$ 、 $2Fe^{3+} + Fe = 3Fe^{2+}$ 和如下反应，补全该反应的离



子方程式_____。



(4) “萃取”前，若不用石灰乳先中和，萃取效果不好，原因是_____。

(5) 写出“煅烧”过程发生反应的化学方程式_____。

(6) 用以下方法测量“浸钒”过程中钒的浸出率。从滤液 A 中取出 1mL，用蒸馏水稀释至 10mL，加入适量过硫酸铵，加热，将滤液 A 中可能存在的 VO^{2+} 氧化为 VO_2^+ ，继续加热煮沸，除去过量的过硫酸铵。冷却后加入 3 滴指示剂，用 $\text{cmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 标准溶液将 VO_2^+ 滴定为 VO^{2+} ，共消耗 $v_1\text{mL}(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 溶液。

已知：a.所取钒矿石焙砂中钒元素的质量为 ag ；所得滤液 A 的总体积为 bmL ；

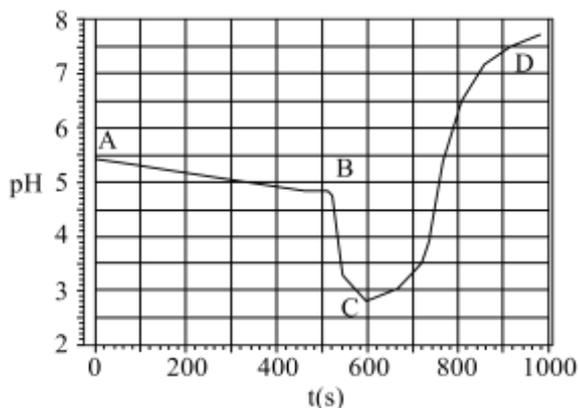
b.3 滴指示剂消耗 $v_2\text{mL}(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 溶液。

①用上述方法测得“浸钒”过程中钒的浸出率为_____。

②若不除去过量的过硫酸铵，钒浸出率的测定结果将_____ (填“偏高”“不变”或“偏低”)。

19. 某小组同学探究 FeSO_4 溶液与 NaClO 溶液的反应。

实验 I：向敞口容器中加入一定体积 $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}\text{FeSO}_4$ 溶液，不断搅拌，逐滴加入 $\text{pH} \approx 13$ 的 84 消毒液，溶液 pH 变化曲线如下图所示(从 B 点开始滴入 84 消毒液)。



B~C 段，开始时产生红褐色沉淀，随后沉淀消失，溶液变为暗红色；

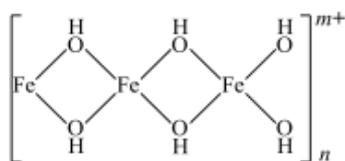
C 点之后，逐渐产生大量黄色沉淀，有刺激性气味气体产生，溶液颜色明显变浅。

已知： 25°C ，饱和 NaClO 溶液的 pH 约为 11， Fe^{3+} 完全沉淀时的 $\text{pH} \approx 13$ 。

(1) Cl_2 通入 NaOH 溶液可得上述 84 消毒液，该 84 消毒液中阴离子主要有_____。

(2) A~B 段， FeSO_4 溶液在搅拌下 pH 略有下降，用离子方程式解释原因_____。

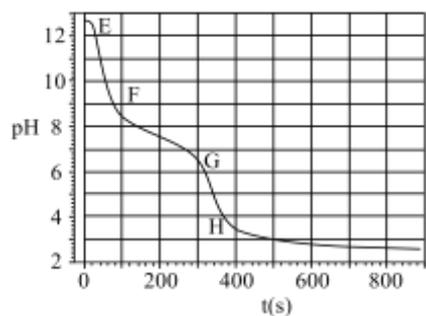
(3) B~C 段，产生红褐色沉淀的离子方程式为_____。查阅资料可知，暗红色物质为聚合硫酸铁，是一种无机高分子化合物，其主要阳离子的结构为如下所示，该阳离子中 Fe 的配位数为_____。





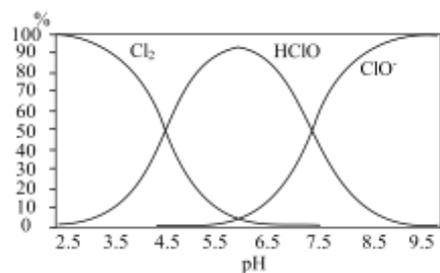
(4) 取少量 C 点溶液, 加入_____ (补充试剂和现象), 证明溶液中无 Fe^{2+} 。C 点之后产生的黄色沉淀经检验为铁黄(FeOOH), 写出暗红色物质转化为黄色沉淀的离子方程式_____。

实验 II: 向敞口容器中加入一定体积的 $\text{pH} \approx 13$ 的 84 消毒液, 不断搅拌, 逐滴加入 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{FeSO}_4$ 溶液, 溶液 pH 变化曲线如下图所示。



E→H 段, 迅速产生大量红褐色沉淀且逐渐增多, H 后开始产生有刺激性气味的气体, 最终得到暗红色溶液和大量黄色沉淀。

已知: Cl_2 、 HClO 、 ClO^- 在不同 pH 条件下的百分含量如下图:



(5) G→H 段 pH 骤降的原因是_____ (用离子方程式表示)。

(6) 综合以上实验, FeSO_4 溶液与 NaClO 溶液的反应产物与_____ 有关。



参考答案

第一部分

本部分共 14 题，每题 3 分，共 42 分。在每题列出的四个选项中，选出最符合题目要求的一项。

1. 【答案】A

【详解】A. 石墨炔也是碳的一种单质，与石墨互为同素异形体，A 错误；

B. 石墨炔结构中既有三键的碳原子也有双键的碳原子，所以有 sp 、 sp^2 两种杂化方式，B 正确；

C. 结构与石墨类似，所以层间存在范德华力，C 正确；

D. 与石墨结构类似，所以具有传导电子的性能，D 正确；

故选 D。

2. 【答案】C

【详解】A. 高级脂肪酸和甘油发生酯化反应生成油脂，所以油脂的主要成分是高级脂肪酸甘油酯，含有酯基，故 A 正确；

B. 碱基之间形成的氢键数目最多，结构最稳定，所以核酸分子中碱基配对的原则是使形成的氢键数目最多、结构最稳定，故 B 正确；

C. 葡萄糖是单糖，不能水解，所以不能由葡萄糖水解生成乳糖，故 C 错误；

D. NH_2CH_2COOH 和 $NH_2CH(CH_3)COOH$ 缩合生成两种二肽， NH_2CH_2COOH 、 $NH_2CH(CH_3)COOH$ 都能自身缩合生成二肽，所以用 NH_2CH_2COOH 和 $NH_2CH(CH_3)COOH$ 缩合最多可形成 4 种二肽，故 D 正确；

故选：C。

3. 【答案】B

【详解】A. 醋酸钠在水溶液中能完全电离，醋酸钠是强电解质，故 A 正确；

B. 醋酸钠晶体是离子晶体，冰是分子晶体，故 B 错误；

C. 醋酸钠是强碱弱酸盐，常温下，醋酸钠溶液的 $pH > 7$ ，故 C 正确；

D. 过饱和醋酸钠溶液处于亚稳态，加入少量醋酸钠固体可以促进醋酸钠晶体析出，形成饱和溶液，故 D 正确；

选 B。

4. 【答案】B

【详解】A. Na_2O_2 和呼出的二氧化碳以及水反应生成氧气，有化合价的变化，涉及氧化还原反应，A 不符合；

B. 明矾净水的原理是生成了氢氧化铝胶体，胶体具有吸附的作用，反应中没有元素化合价发生变化，不涉及氧化还原反应，B 符合；

C. 将漂白粉置于水中漂洗衣物，次氯酸钙与二氧化碳反应生成次氯酸，次氯酸起漂白作用时发生氧化还原反应，C 不符合；

D. 将覆铜板置于氯化铁溶液中制作电路板，氯化铁与铜反应生成氯化铜和氯化亚铁，铁、铜化合价发生变化，涉及氧化还原反应，D 不符合；



答案选 B。

5. 【答案】D

【详解】A. 钾与水反应后，使滴加了酚酞的溶液变红，证明生成了碱性物质，故 A 正确；

B. 钾浮在液面上，说明钾的密度小于水；燃烧说明反应放热，故 B 正确；

C. 金属与水反应越剧烈，说明金属性越强，故 C 正确；

D. 金属钾与水发生反应： $2K+2H_2O=2KOH+H_2\uparrow$ ，水中含有极性共价键，生成氢氧化钾含有离子键和极性键，氢气中含有非极性键，前后化学键类型不同，故 D 错误。

答案为：D。

6. 【答案】D

【详解】A. C 和浓 H_2SO_4 反应生成二氧化碳、二氧化硫和水，反应的化学方程式： $C+2H_2SO_4(浓)\triangleq CO_2\uparrow+2SO_2\uparrow+2H_2O$ ，故 A 正确；

B. NH_3 的催化氧化反应生成一氧化氮和水，反应的化学方程式： $4NH_3+5O_2\stackrel{\text{催化剂}}{=}4NO+6H_2O$ ，故

B 正确；

C. 向氢硫酸中通入 SO_2 反应生成硫单质和水，反应的化学方程式： $SO_2+2H_2S=3S\downarrow+2H_2O$ ，故 C 正确；

D. 向 $FeBr_2$ 溶液中通入足量 Cl_2 ， Fe^{2+} 与 Br^- 均被氧化，正确的离子方程式为： $2Fe^{2+}+4Br^-+3Cl_2=2Fe^{3+}+2Br_2+6Cl^-$ ，故 D 错误；

故选：D。

7. 【答案】C

【详解】A. 硫化钠是强碱弱酸盐，水解呈碱性，硫化铵是弱酸弱碱盐，发生互促双水解，导致常温下相同浓度溶液的 pH： $Na_2S(aq)>(NH_4)_2S(aq)$ ，A 不符合；

B. 纯碱水解呈碱性，为可逆过程，加热促进水解，且酯的水解为可逆过程，存在 $RCOOR'+H_2O\rightleftharpoons RCOOH+R'OH$ ，在强碱存在的条件下， $ROOH$ 与碱反应，有利于平衡向正反应方向移动，所以热的纯碱溶液去油污效果好，与水解有关，B 不符合；

C. 除去工业废水中的 Hg^{2+} ：向废水中加入 FeS 固体，利用 HgS 的溶度积小于 FeS ，与水解无关，C 符合；

D. 配制 $FeCl_3$ 溶液时，为抑制 $FeCl_3$ 水解，先将氯化铁固体溶于浓盐酸中，再稀释至所需浓度，D 不符合；

故答案为：C。

8. 【答案】A

【详解】A. 浓硫酸能将蔗糖中的 H、O 元素以 H_2O 形式脱去而生成炭黑，图中实验证明了浓硫酸的脱水性，故 A 正确；

B. 定容时，视线应该与容量瓶中凹液面最低处相切，图中操作为仰视，导致配制溶液物质的量浓度偏大，故 B 错误；



C. NO_2 和 H_2O 反应生成 HNO_3 和 NO , 不能采用排水法收集 NO_2 , 应该采用向上排空气法收集, 故 C 错误;

D. 电镀时, 镀层金属作阳极、镀件作阴极, 电解质溶液中含有与阳极材料相同的金属阳离子, 图中阴阳极材料应该互换, 且用硫酸铜溶液作电解质溶液, 故 D 错误;

故选: A。

9. 【答案】D

【详解】A. Cl_2 没有漂白性, 而是 Cl_2 与水反应生成 HClO 的漂白性, A 错误;

B. 若原溶液中含有 Fe^{3+} , 滴加几滴氯水, 再滴加 KSCN 溶液, 溶液也会变红; 应该先滴加 KSCN 溶液, 溶液不变色, 再滴加氯水, 溶液变红, 说明原溶液中有 Fe^{2+} ; B 错误;

C. $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 溶液中的 ClO^- 具有氧化性, 能将 SO_2 氧化成 SO_4^{2-} , 生成微溶物 CaSO_4 , 而不是 CaSO_3 , 不能说明酸性 $\text{H}_2\text{SO}_3 > \text{HClO}$, C 错误;

D. $\text{Al}(\text{OH})_3$ 可与盐酸或 NaOH 溶液反应生成盐和水, 说明 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 是两性氢氧化物, 具有一定的酸性, 能说明 Al 具有一定的非金属性, D 正确;

答案选 D。

10. 【答案】D

【详解】A. 由反应①可知, 氢元素被还原, 则铁元素被氧化, 所以物质 a 可能是 Fe_3O_4 , 故 A 正确;

B. 若增大 $n(\text{CH}_4):n(\text{H}_2\text{O})$ 的值, 即相当于增加 CH_4 的浓度, 则 CH_4 的平衡转化率降低, 故 B 正确;

C. 升高温度, 化学平衡常数增大, 则正反应为吸热反应, 故 C 正确;

D. 1000°C , 若容器中 $n(\text{CH}_4) = n(\text{H}_2\text{O}) = n(\text{H}_2) = 1$ 、 $n(\text{CO}) = 2\text{mol}$, 则

$$Q = \frac{c(\text{CO})c^3(\text{H}_2)}{c(\text{CH}_4)c(\text{H}_2\text{O})} = \frac{\frac{2\text{mol}}{2\text{L}} \times \left(\frac{1\text{mol}}{2\text{L}}\right)^3}{\frac{1\text{mol}}{2\text{L}} \times \frac{1\text{mol}}{2\text{L}}} = 0.5 < 2 = K_{1000^\circ\text{C}}, \text{ 则此时反应未处于平衡状态, 故 D 错误;}$$

故选 D。

11. 【答案】B

【详解】A. 阳极 CO 失去电子变成 CO_2 , 但阳极出来的是 CO_3^{2-} 所以乙池里电解质溶液应为碱性, 可以是 KOH 溶液, A 正确;

B. 阳极电极反应为: $\text{CO} - 2\text{e}^- + 4\text{OH}^- = \text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$, 阴极的电极反应式为:

$2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = 2\text{OH}^- + \text{H}_2 \uparrow$, B 错误;

C. 阴极的电极反应式为: $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = 2\text{OH}^- + \text{H}_2 \uparrow$ 若为阴离子交换膜, OH^- 从甲池向乙池迁移, 因此能减缓单位时间内乙室中 $c(\text{OH}^-)$ 的降低, C 正确;

D. H_2 在阴极生成, CO_2 在阳极产生且在乙池被吸收变成 CO_3^{2-} , 因此利于制得高纯度氢气, D 正确;

故选 B。

12. 【答案】C



【详解】A. Na_2CO_3 溶液显碱性的原因： $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$ ，A 正确；

B. 向浊液I中继续滴加 $20\text{mL} 0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{Na}_2\text{SO}_4$ 溶液，充分振荡，得浊液II，加盐酸有固体 a 剩余，为硫酸钡，B 正确；

C. 钡离子先后与碳酸根离子和硫酸根离子进行两次沉淀，则 $c(\text{Ba}^{2+})$ 大小关系：浊液I > 浊液II，C 错误；

D. 碳酸钡转化为硫酸钡，说明 $K_{\text{sp}}(\text{BaSO}_4) < K_{\text{sp}}(\text{BaCO}_3)$ ，D 正确；

答案选 C。

13. 【答案】C

【分析】碳酸钠在溶液中的水解程度大于碳酸氢钠，相同浓度碳酸钠溶液的 pH 大于碳酸氢钠溶液，则曲线①表示盐酸滴定碳酸钠溶液的过程、曲线②表示盐酸滴定碳酸氢钠溶液的过程，a 点为碳酸钠溶液与盐酸恰好反应得到碳酸氢钠和氯化钠的混合溶液，b 点和 e 点都是碳酸氢钠与盐酸恰好反应得到氯化钠和碳酸的混合溶液，d 点为碳酸钠、碳酸氢和氯化钠的混合溶液，c 点为盐酸、氯化钠和碳酸的混合溶液。

【详解】A. 由分析可知，曲线①表示盐酸滴定碳酸钠溶液的过程、曲线②表示盐酸滴定碳酸氢钠溶液的过程，故 A 正确；

B. 由分析可知，a 点为碳酸氢钠和氯化钠的混合溶液，碳酸氢根离子在溶液中水解促进水的电离，b 点为氯化钠和碳酸的混合溶液，碳酸电离出的氢离子抑制水的电离，c 点为盐酸、氯化钠和碳酸的混合溶液，碳酸和盐酸电离出的氢离子抑制水的电离，c 点溶液中氢离子浓度大于 b 点，抑制水的电离程度大于 b 点，则水的电离程度大小顺序为 $a > b > c$ ，故 B 正确；

C. a、b、d 点溶液中均存在电荷守恒关系 $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = 2c(\text{CO}_3^{2-}) + c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{OH}^-) + c(\text{Cl}^-)$ ，故 C 错误；

D. 由分析可知，曲线①表示盐酸滴定碳酸钠溶液的过程、曲线②表示盐酸滴定碳酸氢钠溶液的过程，则 ab 段和 de 段发生的反应都是碳酸氢钠溶液与盐酸反应生成氯化钠、二氧化碳和水，离子方程式都为 $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ = \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ，故 D 正确；

故选 C。

14. 【答案】C

【详解】A. a 点所示溶液中 $\lg[c(\text{Zn}^{2+})] = -4$ ，即 $c(\text{Zn}^{2+}) = 10^{-4}\text{mol/L}$ ，由图像可知此时 $\text{pH} = 0 \sim 1$ ， $c(\text{H}^+) > 0.1\text{mol/L}$ ，所以 $c(\text{H}^+) > c(\text{Zn}^{2+})$ ，故 A 正确；

B. $K_{\text{sp}}(\text{MS}) = c(\text{M}^{2+}) \cdot c(\text{S}^{2-})$ ，又在 $c(\text{H}_2\text{S}) = 0.1\text{mol/L}$ 时 $c(\text{H}^+)$ 、 $c(\text{S}^{2-})$ 相同，图像上取相同的横坐标时 $\lg c[(\text{Zn}^{2+})] < \lg c[(\text{Fe}^{2+})] < \lg c[(\text{Mn}^{2+})]$ ，即 $c(\text{S}^{2-})$ 相同时 $c(\text{Zn}^{2+}) < c(\text{Fe}^{2+}) < c(\text{Mn}^{2+})$ ，所以该温度下， $K_{\text{sp}}(\text{ZnS}) < K_{\text{sp}}(\text{FeS}) < K_{\text{sp}}(\text{MnS})$ ，故 B 正确；

C. 从图中可以得到 b 对应的溶液中 $c(\text{Fe}^{2+}) = 10^{-5}\text{mol/L}$ ， $c(\text{H}^+) = 10^{-3}\text{mol/L}$ ，而当 $c(\text{H}^+) = 10^{-3}\text{mol/L}$ 其饱和溶液中 $c(\text{Fe}^{2+}) = 10^{-2}\text{mol/L}$ ，即 b 点 $Q < K_{\text{sp}}$ ，即无 FeS 沉淀生成，所以不能发生反应

$\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{S} = \text{FeS} \downarrow + 2\text{H}^+$ ，故 C 错误；



D. 根据前面所求溶度积相对大小, 通入 H_2S 并调控 pH 能否实现分离, 取决于 Zn^{2+} 完全沉淀时 Mn^{2+} 是否沉淀了, 当 Zn^{2+} 完全沉淀时 $c(\text{Zn}^{2+})=10^{-5}\text{mol/L}$, 图中对应 pH 约为 1.2, 而 Zn^{2+} 、 Mn^{2+} 浓度均为 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的混合溶液 Mn^{2+} 开始沉淀的 pH 约为 4.5, 即 Zn^{2+} 完全沉淀时 Mn^{2+} 还没有开始沉淀, 可以实现分离, 故 D 正确;

故答案为 C。

第二部分

本部分共 5 题, 共 58 分。

15. 【答案】(1) $:\ddot{\text{O}}::\text{C}::\ddot{\text{O}}:$ (2) ①. sp^3 杂化 ②. $b>a>c$ ③. 乙醇和甲醇存在相似的分子间氢键, 但乙醇的相对分子质量大于甲醇, 分子间作用力更大

(3) ①. $\text{CO}_2 + 3\text{H}_2 \xrightarrow[350^\circ\text{C}]{\text{In}_2\text{O}_3} \text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$ ②. AB

$$(4) \frac{4 \times 44}{N_A \times (a \times 10^{-10})^3}$$

【小问 1 详解】

CO_2 的电子式为: $:\ddot{\text{O}}::\text{C}::\ddot{\text{O}}:$;

【小问 2 详解】

① CH_3OH 分子中 O 原子形成了四个单键, 所以杂化方式为 sp^3 杂化; ②原子半径大小顺序为: $\text{C}>\text{O}>\text{H}$, 所以键长的顺序为 $b>a>c$; ③乙醇和甲醇存在相似的分子间氢键, 但乙醇的相对分子质量大于甲醇, 分子间作用力更大, 所以乙醇的沸点高于甲醇;

【小问 3 详解】

①由反应原理图可知, 反应物为二氧化碳和氢气, 所以方程式为: $\text{CO}_2 + 3\text{H}_2 \xrightarrow[350^\circ\text{C}]{\text{In}_2\text{O}_3} \text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$;

②A. 电负性由大到小的顺序: $\text{O}>\text{C}>\text{H}$, 正确; B. 步骤 a 涉及 s-s σ 键即 H-H 的断裂和 s- sp^3 σ 键即 H-O 的形成, B 正确; C. 步骤 d、e 两个反应的产物不同, 所以反应热(ΔH)不相等, C 错误; D. 升高温度可以提高反应速率, 但生成 CH_3OH 的反应为放热反应, 升高温度, 平衡逆移, 所以 CH_3OH 的平衡产率降低, D 错误;

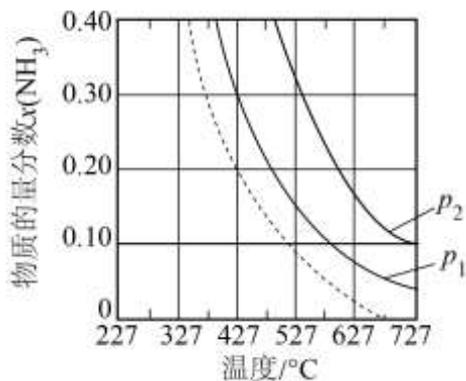
【小问 4 详解】

干冰分子在晶胞的位置为顶点和面心, 平均每个晶胞含有的干冰分子个数为: $8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$, 则晶胞密度为:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{4 \times 44}{N_A \times (a \times 10^{-10})^3} \text{g} \cdot \text{cm}^{-3}.$$

16. 【答案】(1) $\text{CaCN}_2 + 3\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \xrightarrow{\Delta} \text{CaCO}_3 + 2\text{NH}_3$

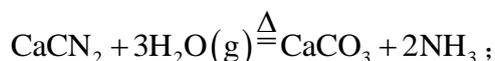
(2) ①. N_2 中含氮氮三键($\text{N}=\text{N}$), 键能大, 难断裂 ②. $<$ ③. 合成氨反应是气体分子数减小的反应, 相同温度下, 增大压强, 平衡正向移动, 氨的物质的量分数增大 ④. $\frac{1}{3}$ ⑤.



(3) $\text{N}\equiv\text{N}$ 在“热 Fe”表面易于断裂，有利于提高合成氨反应的速率；“冷 Ti”低于体系温度，氨气在“冷 Ti”表面生成，有利于提高氨的平衡产率

【小问 1 详解】

氰化钙与水蒸气反应生成氨气和碳酸钙，故反应的化学方程式写为：



【小问 2 详解】

① N_2 中含氮氮三键($\text{N}=\text{N}$)，键能大，难断裂，因此即使在高温、高压下， N_2 和 H_2 的化合反应仍然进行得十分缓慢；

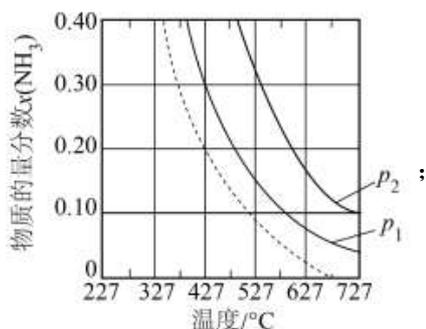
② i. 合成氨反应是气体分子数减小的反应，相同温度下，增大压强，平衡正向移动，氨的物质的量分数增大，所以 $p_1 < p_2$ ；

ii. 图中，进料组成为 $x(\text{H}_2)=0.75$ 、 $x(\text{N}_2)=0.25$ 两者物质的量之比为 3:1。假设进料中氢气和氮气的物质的量分别为 3mol 和 1mol，达到平衡时氮气的变化量为 x mol，则有：

	$\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$		
起始量(mol)	1	3	0
变化量(mol)	x	$3x$	$2x$
平衡量(mol)	$1-x$	$3-3x$	$2x$

在 p_1 、 $x(\text{NH}_3)=0.20$ 时， $x(\text{NH}_3) = \frac{2x}{1-x+3-3x+2x} = 0.20$ ，解得 $x = \frac{1}{3}$ ；

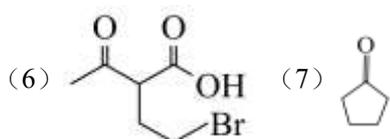
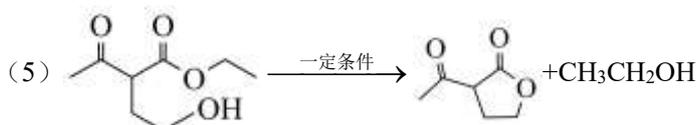
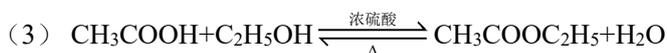
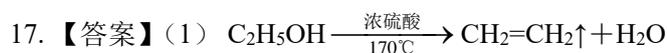
iii. 在相同温度和相同压强下，组成 2 平衡时氨的摩尔分数较小。在恒压下充入惰性气体 Ar，反应混合物中各组分的浓度减小，各组分的分压也减小，化学平衡要朝气体分子数增大的方向移动，因此，充入惰性气体 Ar 不利于合成氨，进料组成中含有惰性气体 Ar 的图用虚线画出相应曲线如下：



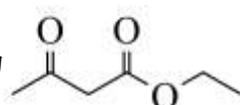


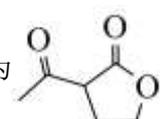
【小问 3 详解】

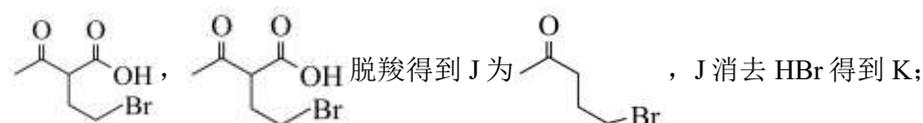
$N\equiv N$ 在“热 Fe”表面易于断裂，有利于提高合成氨反应的速率；“冷 Ti”低于体系温度，氨气在“冷 Ti”表面生成，有利于提高氨的平衡产率，故与传统的催化合成氨(铁触媒、 $400\sim 500^{\circ}\text{C}$)相比， $\text{Fe}-\text{TiO}_{2-x}\text{H}_y$ 双催化剂双温催化合成氨具备优势。



【分析】根据 A 的分子式可知，A 为 $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ ， $\text{A}\rightarrow\text{B}$ 发生了加成反应，B 中含有羟基，B 的结构简式为 $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$ ， $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$ 反应生成 C 为 ，D 与乙醇反应生成 E，E 与乙醇钠反应生成 F，F 与 C 反

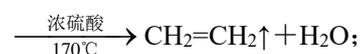
应生成 G，根据逆推法推知 F 为 ，E 为 $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$ ，D 为 CH_3COOH ；G 反应生成 H，

H 分子中含有一个五元环，在酸作用下再与 HBr 反应生成 I，结合 I 的分子式推知 H 为 ，I 为



【小问 1 详解】

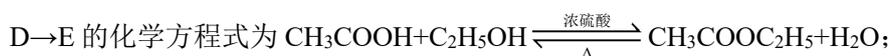
实验室利用无水乙醇在浓硫酸催化下迅速加热至 170°C 制取 $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ ，反应的化学方程式为 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$



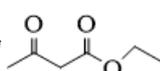
【小问 2 详解】

$\text{A}\rightarrow\text{B}$ 发生了加成反应，B 中含有羟基。B 的结构简式为 $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$ ；

【小问 3 详解】



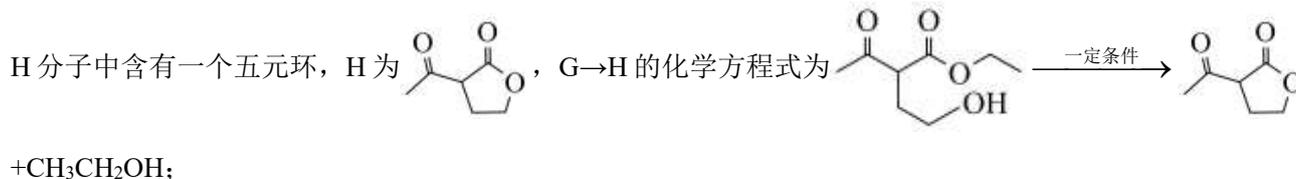
【小问 4 详解】

F 为 ，M 是 F 的同分异构体，符合条件：①能发生银镜反应，则含有醛基；②核磁共振氢谱

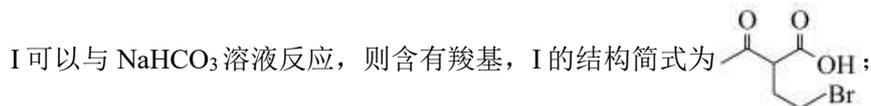


有 3 组峰，且峰面积之比为 1: 2: 2，则对称，符合条件的同分异构体为 $\text{OHCCH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{CHO}$;

【小问 5 详解】

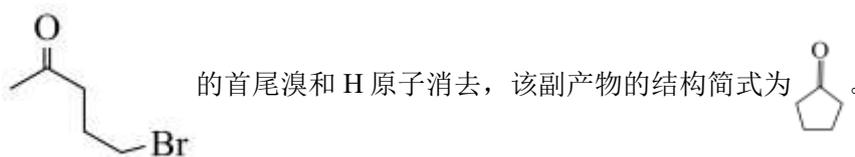


【小问 6 详解】

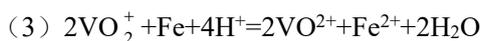
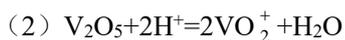


【小问 7 详解】

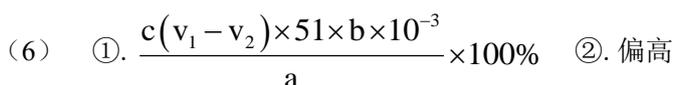
J→K 的反应中常伴有其他环状副产物生成，依据 J→K 的反应原理，消去 HBr 的位置不同，选择



18. 【答案】(1) 搅拌(合理给分)



(4) 若不用石灰乳中和，溶液中 $c(\text{H}^+)$ 较大，不利于平衡 $\text{VO}^{2+} + 2\text{HA}(\text{有机相}) \rightleftharpoons \text{VOA}_2(\text{有机相}) + 2\text{H}^+$ 正向移动，对 VO^{2+} 萃取效果不好。



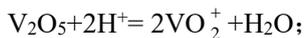
【分析】钒矿石焙砂用硫酸浸钒，滤液 A 中的阳离子主要有 H^+ 、 VO_2^+ 、 Fe^{3+} 、 Al^{3+} 等，加铁粉把 VO_2^+ 还原为 VO^{2+} 、把 Fe^{3+} 还原为 Fe^{2+} ，加石灰乳调节 $\text{pH}=2$ ；滤液 C 用有机溶剂萃取 VO^{2+} ， $\text{VOA}_2(\text{有机相})$ 中加硫酸使 $\text{VO}^{2+} + 2\text{HA}(\text{有机相}) \rightleftharpoons \text{VOA}_2(\text{有机相}) + 2\text{H}^+$ 平衡逆向移动，反萃取 VO^{2+} ，把 VO^{2+} 氧化为 VO_2^+ ，加氨水生成 $(\text{NH}_4)_2\text{V}_6\text{O}_{16}$ 沉淀， $(\text{NH}_4)_2\text{V}_6\text{O}_{16}$ 煅烧得 V_2O_5 。

【小问 1 详解】

根据影响反应速率的因素，“浸钒”时，为加快浸出速率可采取的措施有搅拌、钒矿石焙砂磨成粉、适当提高硫酸浓度等；

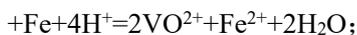
【小问 2 详解】

“浸钒”后滤液 A 中的阳离子主要有 VO_2^+ ，可知焙砂中 V_2O_5 与硫酸反应生成 VO_2^+ ，反应的离子方程式为



【小问 3 详解】

“还原”过程中，铁粉把 VO_2^+ 还原为 VO^{2+} ，V 元素化合价由+5 降低为+4，Fe 被氧化为 Fe^{2+} ，铁元素化合价由 0 升高为+2，根据得失电子守恒，电荷守恒、元素守恒，该反应的离子方程式

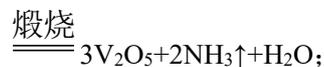


【小问 4 详解】

“萃取”过程可表示为 $\text{VO}^{2+} + 2\text{HA}(\text{有机相}) \rightleftharpoons \text{VOA}_2(\text{有机相}) + 2\text{H}^+$ ，“萃取”前，若不用石灰乳先中和，氢离子浓度大，不利于 $\text{VO}^{2+} + 2\text{HA}(\text{有机相}) \rightleftharpoons \text{VOA}_2(\text{有机相}) + 2\text{H}^+$ 平衡正向移动，所以萃取效果不好；

【小问 5 详解】

根据元素守恒，“煅烧”过程中 $(\text{NH}_4)_2\text{V}_6\text{O}_{16}$ 分解生成 V_2O_5 、 NH_3 、 H_2O ，发生反应的化学方程式



【小问 6 详解】

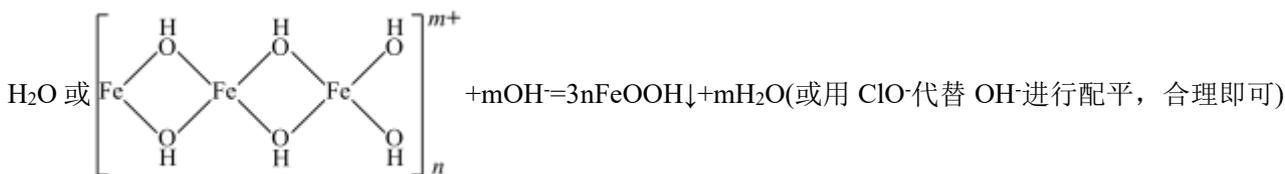
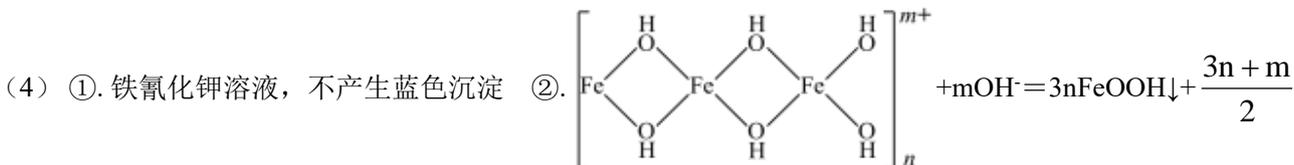
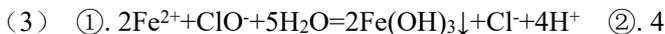
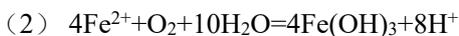
VO_2^+ 被 Fe^{2+} 还原为 VO^{2+} ，V 元素化合价由+5 降低为+4， Fe^{2+} 被氧化为 Fe^{3+} ，Fe 元素化合价由+2 升高为+3，根据得失电子守恒， VO_2^+ 、 $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 的反应比为 1:1，则 1mLA 溶液中含 VO_2^+ 的物质的量为 $c(v_1 - v_2) \times 10^{-3} \text{mol}$ ；

① “浸钒”过程中钒的浸出率为

$$\frac{c(V_1 - V_2) \times 10^{-3} \text{mol} \times b \times 51 \text{g/mol}}{ag} \times 100\% = \frac{c(V_1 - V_2) \times 10^{-3} \times b \times 51}{a} \times 100\%$$

②若不除去过量的过硫酸铵，过硫酸铵氧化 $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ ，消耗 $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 的物质的量偏大，钒浸出率的测定结果将偏高。

19. 【答案】(1) Cl^- 、 ClO^- 、 OH^-





(6) pH、反应物的相对用量、氧化剂还原剂的种类等(合理给分)

【小问 1 详解】

Cl₂ 通入 NaOH 溶液中反应生成氯化钠、次氯酸钠，故 84 消毒液中阴离子主要有 Cl⁻、ClO⁻、OH⁻；

【小问 2 详解】

FeSO₄ 溶液在搅拌下与氧气发生反应： $4\text{Fe}^{2+} + \text{O}_2 + 10\text{H}_2\text{O} = 4\text{Fe}(\text{OH})_3 + 8\text{H}^+$ ；随反应的进行溶液中氢离子浓度增大，pH 值下降；

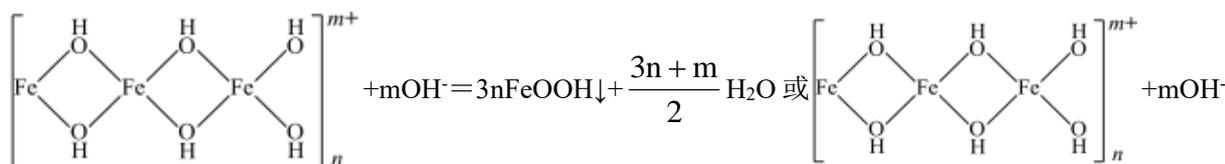
【小问 3 详解】

B~C 段，开始时产生红褐色沉淀，随后沉淀消失，可知反应过程中生成氢氧化铁，同时氢离子浓度逐渐增大，最终使生成的氢氧化铁溶解，反应离子方程式为： $2\text{Fe}^{2+} + \text{ClO}^- + 5\text{H}_2\text{O} = 2\text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{Cl}^- + 4\text{H}^+$ ；由结构简式可知 Fe 的配位数为 4；

【小问 4 详解】

检验 Fe²⁺ 可向溶液中加入铁氰化钾，若不产生蓝色沉淀，则说明溶液中不含 Fe²⁺；C 点之后产生的黄色沉淀

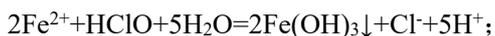
经检验为铁黄(FeOOH)，即 $\left[\text{Fe} \begin{array}{c} \text{H} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{O} \quad \text{O} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{H} \end{array} \text{Fe} \begin{array}{c} \text{H} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{O} \quad \text{O} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{H} \end{array} \text{Fe} \begin{array}{c} \text{H} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{O} \quad \text{O} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{H} \end{array} \right]_n^{m+}$ 与碱继续反应生成 FeOOH，反应离子方程式为：



=3nFeOOH↓+mH₂O(或用 ClO⁻代替 OH⁻进行配平，合理即可)；

【小问 5 详解】

G→H 段 pH 骤降的原因是亚铁离子被 HClO 氧化，生成大量的氢离子，离子方程式为：



【小问 6 详解】

综合以上实验，FeSO₄ 溶液与 NaClO 溶液的反应产物与 pH、反应物的相对用量、氧化剂还原剂的种类等。