

第一部分（选择题，共 42 分）

每小题只有一个选项符合题意。共 14 个小题，每小题 3 分，共 42 分

1. 下列关于反应热的叙述正确的是

- A. 当 $\Delta H < 0$ 时，表示反应为吸热反应
 B. 由 $\text{C}(\text{s}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}(\text{g})$ 的反应热为 $-110.5 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ，可知碳的燃烧热为 $110.5 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
 C. 反应热的大小与反应物所具有的能量和生成物所具有的能量无关
 D. 在一个确定的化学反应中，反应物的总焓与生成物的总焓一定不同

2. 在恒温恒容的密闭容器中发生反应：

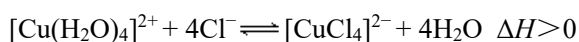
$\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + 3\text{CO}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{Fe}(\text{s}) + 3\text{CO}_2(\text{g})$ ，下列叙述能说明反应达到平衡状态的是

- A. 混合气体的压强不发生变化 B. 该反应的平衡常数 K 不发生变化
 C. 混合气体的密度不发生变化 D. 消耗 CO 的速率与生成 CO_2 的速率相等

3. 反应 $3\text{Fe}(\text{s}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{Fe}_3\text{O}_4(\text{s}) + 4\text{H}_2(\text{g})$ 在一容积可变的密闭容器中进行，下列条件的改变对其反应速率几乎无影响的是

- A. 压强不变，充入 N_2 使容器容积增大
 B. 将容器的容积缩小一半
 C. 容积不变，充入水蒸气使体系压强增大
 D. 增加 Fe 的量

4. CuCl_2 溶液中存在如下平衡：



（蓝色） （黄色）

下列可使黄绿色的 CuCl_2 溶液变成蓝色的方法是

- A. 升温 B. 加 $\text{NaCl}(\text{s})$ C. 加压 D. 加 AgNO_3 溶液

5. $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g}) \quad \Delta H < 0$ 是工业制硫酸的重要反应，说法不正确的是

- A. 其他条件不变，使用催化剂能同时提高反应速率和 SO_2 的平衡转化率
 B. 其他条件不变，升高温度能加快反应速率，但 SO_2 的平衡转化率降低
 C. 其他条件不变，通入过量空气能提高 SO_2 的平衡转化率，但化学平衡常数不变
 D. 其他条件不变，增大压强能同时提高反应速率和 SO_2 的平衡转化率，但生产成本增加

6. 下列关于工业合成氨的叙述错误的是

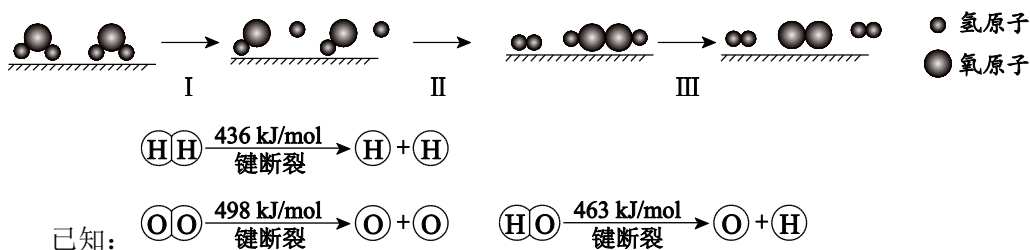
- A. 在动力、设备、材料允许的情况下，反应尽可能在高压下进行
 B. 温度越高越有利于工业合成氨



C. 在工业合成氨中, N_2 、 H_2 的循环利用可降低成本

D. 及时从反应体系中分离出氨气有利于平衡向正反应方向移动

7. 我国研究人员研制出一种新型复合光催化剂, 利用太阳光在催化剂表面实现高效分解水主要过程如下图所示。



下列说法不正确的是

A. 过程II放出能量

B. 若分解 2 mol $H_2O(g)$, 估算出反应吸收 482 kJ 能量

C. 催化剂能减小水分解反应的焓变

D. 催化剂能降低反应的活化能, 增大反应物分子中活化分子的百分数

8. 痛风病与关节滑液中形成的尿酸钠 ($NaUr$) 有关 ($NaUr$ 增多, 病情加重), 其化学原理为: $HUr(aq) + Na^+(aq) \rightleftharpoons NaUr(s) + H^+(aq) \quad \Delta H < 0$

下列说法不正确的是

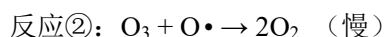
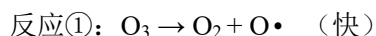
A. 寒冷季节更易诱发关节疼痛

B. 大量饮水会增大痛风病发作的可能性

C. 饮食中摄入过多食盐, 会加重痛风病病情

D. 患痛风病的人应少吃能代谢产生更多尿酸的食物

9. 臭氧分解 $2O_3 \rightleftharpoons 3O_2$ 的反应历程包括以下反应:



大气中的氯氟烃光解产生的氯自由基 ($Cl\cdot$) 能够催化 O_3 分解, 加速臭氧层的破坏。下列说法正确的是

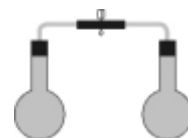
A. 活化能: 反应① > 反应②

B. O_3 分解为 O_2 的速率主要由反应②决定

C. $Cl\cdot$ 主要参与反应①, 改变 O_3 分解的反应历程

D. $Cl\cdot$ 参与反应提高了 O_3 分解为 O_2 的平衡转化率

10. 已知: $2NO_2(g) \rightleftharpoons N_2O_4(g) \quad \Delta H < 0$, 利用装有 NO_2 和 N_2O_4 混合气体的平衡球 (如右图),



探究温度对化学平衡的影响。实验如下:

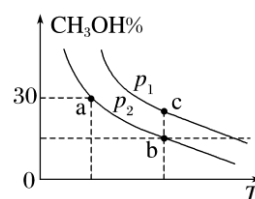
实验	实验操作	实验现象
①	将两组平衡球室温放置	平衡球均为红棕色且颜色相同
②	将一组平衡球的两端分别浸入冷水和	——

	热水中	
③	将另一组平衡球的一端靠近酒精灯火焰	加热一段时间后，该平衡球颜色变浅，直至接近无色；停止加热后，平衡球颜色恢复

下列说法不正确的是

- A. 断裂 2 mol NO₂ 中的共价键所需能量小于断裂 1 mol N₂O₄ 中的共价键所需能量
- B. 实验②，浸入冷水中的平衡球颜色变浅，浸入热水中的平衡球颜色加深
- C. 实验③，平衡球颜色变浅，可能是温度过高，导致 NO₂ 分解生成 NO 和 O₂
- D. 实验③，停止加热，平衡球颜色恢复是 2NO₂(g) ⇌ N₂O₄(g) 逆向移动导致的

11. 以 CO₂ 和 H₂ 为原料制造更高价值的化学产品是用来缓解温室效应的研究方向。向 2 L 容器中充入 1 mol CO₂ 和 3 mol H₂，发生反应：CO₂(g) + 3H₂(g) ⇌ CH₃OH(g) + H₂O(g)，测得反应在不同温度和压强下，平衡混合物中 CH₃OH 体积分数如图所示。下列说法错误的是



- A. $p_1 > p_2$
- B. a 点 CO₂ 的转化率为 75%
- C. a、b、c 三点对应的化学反应速率 $v(a) < v(c) < v(b)$
- D. b → a 过程，平衡向正反应方向移动

12. 400°C 时，向容积为 1 L 的密闭容器中充入一定量的 CO 和 H₂，发生如下反应：

CO(g) + 2H₂(g) ⇌ CH₃OH(g)。反应过程中测得的部分数据见下表：

t/min	0	10	20	30
n(CO)/mol	0.10	0.04	0.02	
n(H ₂)/mol	0.20			0.04

下列说法中，不正确的是

- A. 反应在前 10 min 内的平均速率为 $v(\text{H}_2) = 0.012 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$
- B. 400°C 时，该反应的平衡常数数值为 2.5×10^3
- C. 保持其他条件不变，升高温度，平衡时 $c(\text{CH}_3\text{OH}) = 0.06 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，则反应的 $\Delta H < 0$
- D. 400°C 时，若起始时向容器中充入 0.15 mol CH₃OH，达到平衡时 CH₃OH 的转化率大于 20%

13. 某兴趣小组探究高锰酸钾和氨水的反应，实验如下：

序号	试剂	实验现象
①	2 mL KMnO ₄ 溶液 + 1 mL 10 mol·L ⁻¹ 氨水 + 0.5 mL 蒸馏水	溶液完全褪色所需时间：③ < ② < ①。 实验均产生棕褐色固体（经检验为 MnO ₂ ），都伴有少量气泡产生（经检验为 N ₂ ）。
②	2 mL KMnO ₄ 溶液 + 1 mL 10 mol·L ⁻¹ 氨水 + 0.5 mL 1 mol·L ⁻¹ 稀硫酸	
③	2 mL KMnO ₄ 溶液 + 1 mL 10 mol·L ⁻¹ 氨水 + 0.5 mL 1 mol·L ⁻¹ Na ₂ SO ₄ 溶液	



④	2 mL KMnO ₄ 溶液 + 1 mL 5 mol·L ⁻¹ (NH ₄) ₂ SO ₄ 溶液 + 0.5 mL 蒸馏水	无明显变化
---	--	-------

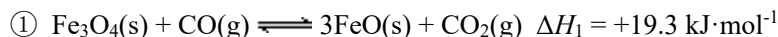
注：实验中 $c(\text{KMnO}_4) = 0.01 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。

下列说法不正确的是

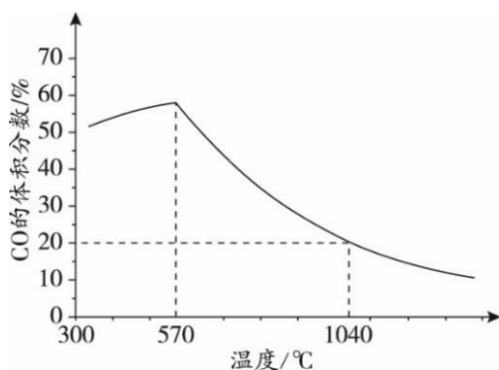
- A. 实验①中发生了反应 $2\text{MnO}_4^- + 2\text{NH}_3 \rightleftharpoons 2\text{MnO}_2 + \text{N}_2\uparrow + 2\text{OH}^- + 2\text{H}_2\text{O}$
- B. 溶液完全褪色所需时间② < ①的主要原因： $c(\text{H}^+)$ 增大， MnO_4^- 的氧化性增强
- C. 对比实验③④可得出，还原性： $\text{NH}_3 > \text{NH}_4^+$
- D. 在实验④的试剂中，逐滴加入浓 NaOH 溶液，可观察到溶液褪色



14. $\text{Fe}_3\text{O}_4(\text{s})$ 与 $\text{CO}(\text{g})$ 主要发生如下反应。



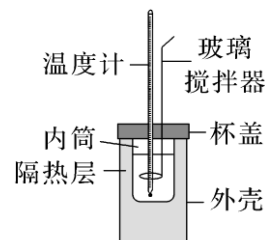
反应的还原产物与温度密切相关。其它条件一定时， $\text{Fe}_3\text{O}_4(\text{s})$ 和 $\text{CO}(\text{g})$ 反应达平衡时， $\text{CO}(\text{g})$ 的体积分数随温度的变化关系如下图所示。下列说法不正确的是



- A. 反应 $\text{FeO}(\text{s}) + \text{CO}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$ 的焓变为 $\frac{1}{3}(\Delta H_2 - \Delta H_1)$
- B. 根据图像推测， ΔH_2 应当小于 0
- C. 反应温度越高， Fe_3O_4 主要还原产物中铁元素的价态越低
- D. 温度高于 1040°C 时， $\text{Fe}_3\text{O}_4(\text{s})$ 和 $\text{CO}(\text{g})$ 发生的主要反应的化学平衡常数 $K > 4$

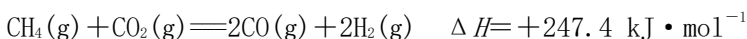
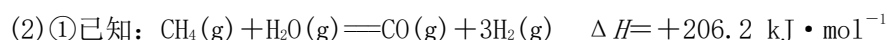
第二部分（非选择题 共 58 分）

15. (7分) (1)用 $50 \text{ mL } 0.50 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的盐酸与 $50 \text{ mL } 0.55 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 NaOH 溶液在如下图所示的装置中进行中和反应，通过测定反应过程中放出的热量可计算中和反应反应热。回答下列问题：



①若将杯盖改为薄铁板，求得的 ΔH 将_____ (填“偏大”“偏小”或“无影响”)。

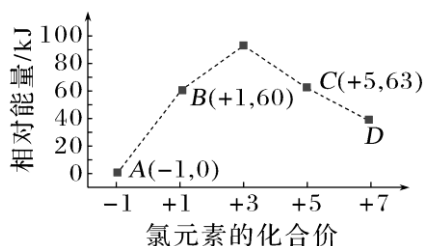
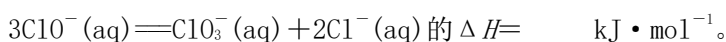
②若通过测定计算出产生的热量为 1.42 kJ ，请写出该反应的热化学方程式：



则 CH_4 与 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 反应生成 CO_2 和 H_2 的热化学方程式为_____。

②一定条件下，在水溶液中所含离子 Cl^- 、 ClO^- 、 ClO_2^- 、 ClO_3^- 、 ClO_4^- 各 1 mol ，其相对能量的大小如下图所示

示(各离子在图中用氯元素的相应化合价表示), 则反应



16. (10分) 工业合成氨技术反应原理为: $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g}) \quad \Delta H = -92.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

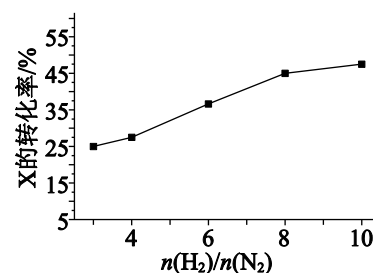
(1) $T^\circ\text{C}$ 时, 在有催化剂、体积为 1.0 L 的恒容密闭容器中充入 3 mol H_2 、1 mol N_2 ,

10 min 时反应达到平衡, 测得 $c(\text{NH}_3) = 1.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

① 前 10 min 的平均反应速率 $v(\text{H}_2) = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 。

② 化学平衡常数 $K = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

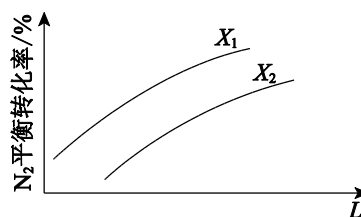
(2) $T^\circ\text{C}$ 时, 在有催化剂的恒容密闭容器中充入 N_2 和 H_2 。右图为不同投料比 $[n(\text{H}_2)/n(\text{N}_2)]$ 时某反应物 X 的平衡转化率变化曲线。



① 反应物 X 是 $\underline{\hspace{1cm}}$ (填 “ N_2 ” 或 “ H_2 ”)。

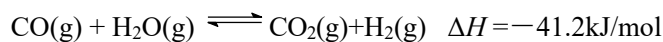
② 判断依据是 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

(3) 在其他条件相同时, 右图为分别测定不同压强、不同温度下, N_2 的平衡转化率。



L 表示 $\underline{\hspace{1cm}}$, 其中 $X_1 \underline{\hspace{1cm}} X_2$ (填 “ $>$ ” 或 “ $<$ ”)。

17. (13分) 氢能是一种极具发展潜力的清洁能源。以下反应是目前大规模制取氢气的重要方法之一。



(1) 欲提高 CO 的平衡转化率, 理论上可以采取的措施为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

A. 增大压强 B. 升高温度 C. 加入催化剂 D. 通入过量水蒸气

(2) 800°C 时, 该反应的平衡常数 $K=1.1$, 在容积为 1L 的密闭容器中进行反应, 测得某一时刻混合物中 CO、 H_2O 、 CO_2 、 H_2 的物质的量分别为 1mol、3mol、1mol、1mol。

① 写出该反应的平衡常数表达式 $K = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

② 该时刻反应 $\underline{\hspace{1cm}}$ (填 “正向进行” 或 “逆向进行” 或 “达平衡”)。

(3) 830°C 时, 该反应的平衡常数 $K=1$, 在容积为 1L 的密闭容器中, 将 2 mol CO 与 2 mol H_2O 混合加热到 830°C 。反应达平衡时 CO 的转化率为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

(4) 图 1 表示不同温度条件下, CO 平衡转化率随着 $n(\text{H}_2\text{O})/n(\text{CO})$ 的变化趋势。判断 T_1 、 T_2 和 T_3 的大小关系: $\underline{\hspace{2cm}}$ 。说明理由 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

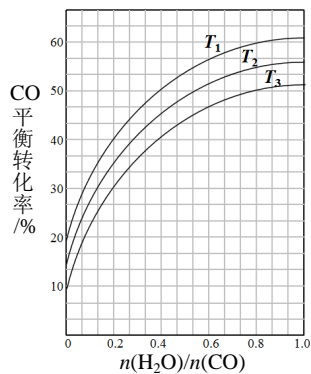


图 1

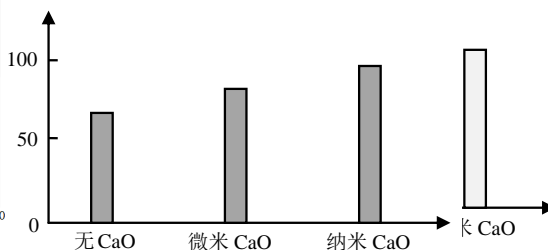


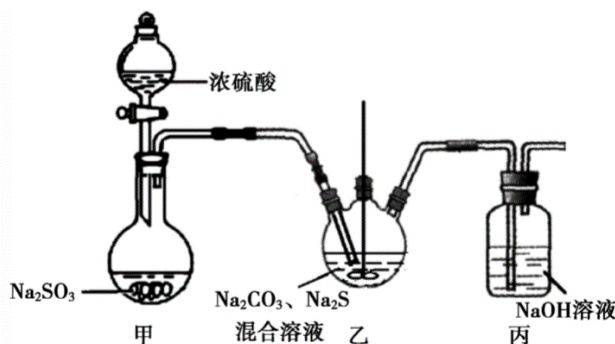
图 2

(5) 实验发现, 其它条件不变, 在相同时间内, 向反应体系中投入一定量的 CaO 可以增大 H_2 的体积分数, 实验结果如图 2 所示。(已知: 1 微米 = 10^{-6} 米, 1 纳米 = 10^{-9} 米)。

投入纳米 CaO 比微米 CaO, H_2 的体积分数更高的原因是_____。

18. (12 分) $Na_2S_2O_3$ 应用广泛, 水处理中常用作还原剂、冶金中常用作络合剂。

(1) $Na_2S_2O_3$ 的实验室制法: 装置图如下 (加热和夹持装置略):



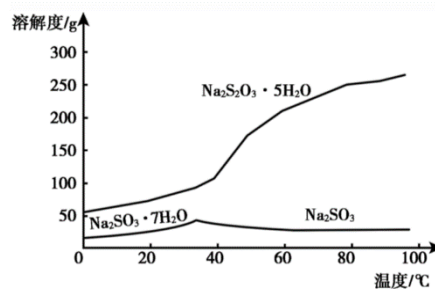
已知: $2Na_2S + 3SO_2 = 2Na_2SO_3 + 3S \downarrow$ 、 $Na_2SO_3 + S \xrightleftharpoons{\Delta} Na_2S_2O_3$

① 甲中发生反应的化学方程式为_____。

② 实验过程中, 乙中的澄清溶液先变浑浊, 后变澄清时生成大量的 $Na_2S_2O_3$ 。一段时间后, 乙中再次出现少量浑浊, 此时须立刻停止通入 SO_2 。结合离子方程式解释此时必须立刻停止通入 SO_2 的原因: _____。

③ 丙中, NaOH 溶液吸收的气体可能有_____。

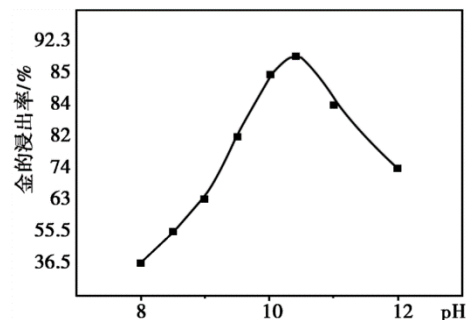
(2) 实际工业生产中制得的 $Na_2S_2O_3$ 溶液中常混有少量 Na_2SO_3 , 结合溶解度曲线 (右图), 获得 $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ 的方法是_____。

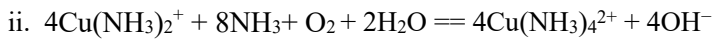
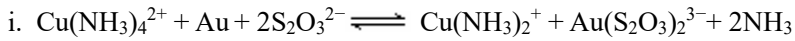


(3) $Na_2S_2O_3$ 的用途: 氨性硫代硫酸盐加热浸金是一种环境友好的黄金 (Au) 浸取工艺。

已知: I. $Cu(NH_3)_4^{2+} \rightleftharpoons Cu^{2+} + 4NH_3$; II. Cu^{2+} 在碱性较强时受热会生成 CuO 沉淀。

① 将金矿石浸泡在 $Na_2S_2O_3$ 、 $Cu(NH_3)_4^{2+}$ 的混合溶液中, 并通入 O_2 。浸金反应的原理为:





浸金过程 $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}$ 起到催化剂的作用，

浸金总反应的离子方程式为：_____。

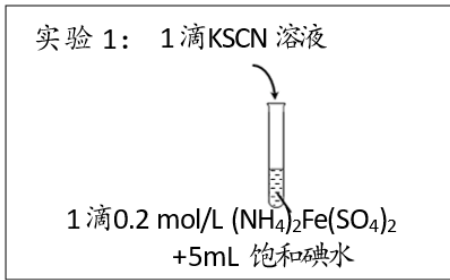
② 一定温度下，相同时间金的浸出率随体系

pH 变化曲线如右图，解释 pH > 10.5 时，金的浸出

率降低的可能原因_____。（写出 1 点即可）



19. (16 分) 某研究小组查阅资料发现 Fe^{3+} 与 I^- 的反应具有可逆性，推测亚铁盐与饱和碘水的混合液中会存在 Fe^{3+} ，并据此设计实验 1（如右图所示），发现溶液未变红。该小组对溶液未变红的原因进行了如下探究。



I. 初步探究

实验 2: 用煮沸冷却后的蒸馏水重新配制两种饱和溶液进行实验，实验记录如下表。

编号	饱和 $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 溶液	饱和 碘水	石蜡油	操作	KSCN 溶液	现象
2-1	1 滴	5 mL	1 mL	不加热	1 滴	无明显现象
2-2	1 滴	5 mL	1 mL	加热一段时间后冷却	1 滴	无明显现象

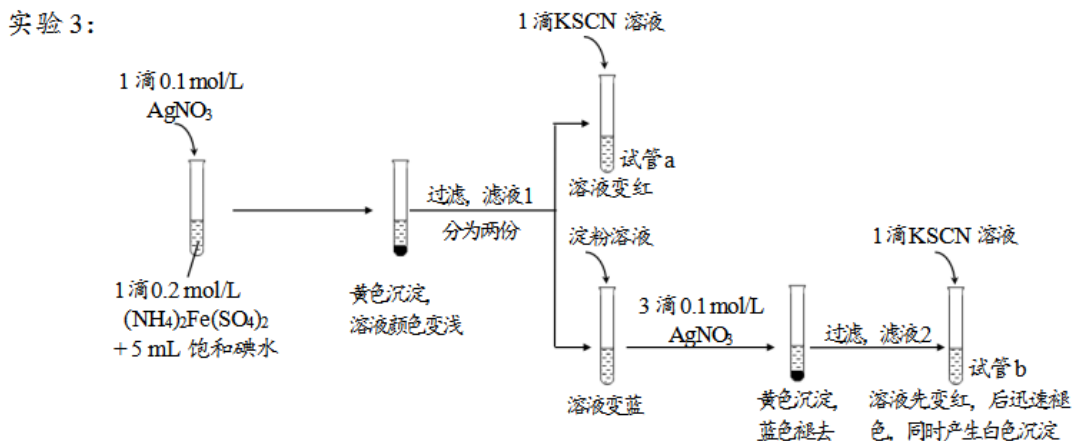
(1) 研究小组同学根据所查阅资料写出的 Fe^{3+} 与 I^- 反应的离子方程式为_____。

(2) 实验 2 中，加入石蜡油的目的是_____。

(3) 小组同学做出推断：反应速率不是导致实验 1 中溶液未变红的主要原因，他们的理由是_____。

II. 查阅资料，继续探究

【资料】 AgSCN 为不溶于水的白色固体； AgI 为不溶于水的黄色固体



(4) 试管 a 的实验现象说明滤液 1 中含有_____。

(5) 试管 b 中，加入 KSCN 溶液后所产生实验现象的原因是_____。

(6) 甲同学对实验 3 提出了质疑，认为其实验现象并不能证明 I_2 氧化了 Fe^{2+} 。他提出如下假设：i. 可能是 $AgNO_3$ 氧化了 Fe^{2+} ；ii. 可能是空气中的 O_2 氧化了 Fe^{2+} 。

他设计、实施了实验 4，实验记录如下表。

编号	实验操作	实验现象
4	在试管中加入 1 滴 0.2 mol/L $(NH_4)_2Fe(SO_4)_2$ 溶液，5 mL 蒸馏水，1 滴试剂 a，一段时间后加入 1 滴 KSCN 溶液	溶液不变红

① 试剂 a 是_____。

② 依据实验 4，甲同学做出判断：_____。

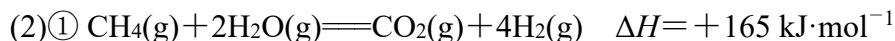
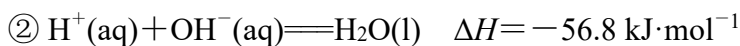
(7) 根据实验 1~4 所得结论是_____。



参考答案

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
D	C	D	D	A	B	C	B	B	D	C	D	B	C

15. (7分) 答案 (1)①偏大 (1分)



② -117

16. (10分)

(1) ① 0.18 ② 25/12

(2) ① N_2 ② 增大 H_2 的浓度可以提高 N_2 的转化率，但不能提高自身转化率

(3) 压强 (P) (1分); < (1分)

17. (13分)

(1) D

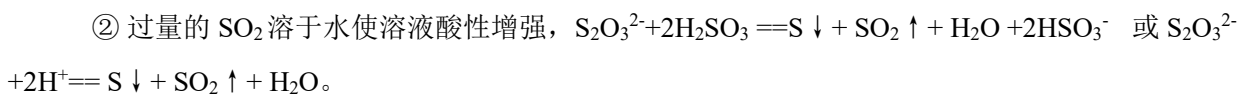
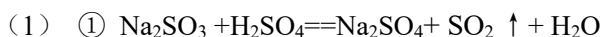
(2) ① $K = \frac{c_{\text{平}}(\text{CO}_2)c_{\text{平}}(\text{H}_2)}{c_{\text{平}}(\text{CO})c_{\text{平}}(\text{H}_2\text{O})}$ (不标注“平”不扣分) (1分) ② 正向进行

(3) 50%

(4) $T_1 < T_2 < T_3$ 当 $n(\text{H}_2\text{O})/n(\text{CO})$ 一定时，升高温度平衡逆向移动，CO 的转化率下降，所以 $T_1 < T_2 < T_3$ (2分)

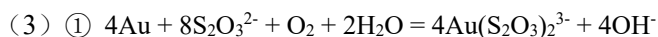
(5) 相同质量的纳米 CaO 比微米 CaO 的表面积大，吸收 CO_2 的速率更快；在相同时间内消耗 CO_2 的量更多，导致 $c(\text{CO}_2)$ 降低更大，使平衡正向移动的程度更大，所以投入纳米 CaO，氢气的体积分数更高。

18. (12分)



③ SO_2 (H_2S)、 CO_2

(2) 将溶液蒸发浓缩、(趁热过滤)、降温结晶、过滤。



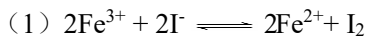
② 碱性较强时生成的 CuO 沉淀覆盖在金矿石表面，降低(浸出)反应速率；

pH > 10.5 时，部分 $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}$ 转化成 CuO，降低了 $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}$ 浓度，降低(浸出)反应速率；碱性较强时氧气更易将 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 氧化，降低(浸出)反应速率。

(其它答案合理给分)

19. (16分)





(2) 隔绝空气中的 O_2 ，防止 O_2 氧化 Fe^{2+}

(3) 实验 2 中，采取了增大反应物浓度、升高温度的措施提高化学反应速率，但溶液仍未变红

(4) Fe^{3+}

(5) 加入 KSCN 后， Fe^{3+} 先与 SCN^- 反应生成 $\text{Fe}(\text{SCN})_3$ ，溶液变红； Ag^+ 与 SCN^- 反应生成 AgSCN ，使平衡 $\text{Fe}^{3+} + 3\text{SCN}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{SCN})_3$ 逆向移动，红色褪去，产生白色沉淀

(6) ① 0.1 mol/L AgNO_3 溶液

② 假设 i、ii 均不成立

(7) 实验 1 溶液未变红是因为反应 $2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2 \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^-$ 的限度很小，溶液中 Fe^{3+} 浓度太低，未能检出（其他合理答案均可得分）

