

2023 北京人大附中高三（上）期中

化 学

1. 练习时间 90 分钟，共 100 分

2. 请将 1-14 小题答案用 2B 铅笔填涂在机读卡上；15-19 小题答案用黑色签字笔书写在答题卡上。

可能用到的相对原子质量：H1 C12 N14 O16 K39 Fe56

第 I 卷(选择题 共 42 分)

一、选择题(每小题只有 1 个正确选项符合题意，每小题 3 分，共 42 分)

1. 下列物品所使用的主要材料属于无机非金属材料的是

A	B	C	D
			
陶瓷工艺品	纸质练习簿	不锈钢脸盆	蚕丝领带

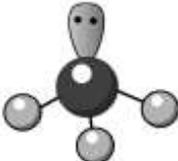


A. A B. B C. C D. D

2. 下列化学用语或图示表达正确的是

A. 基态 Cr 的电子排布式： $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^4 4s^2$

B. 基态磷原子的轨道表示式：
 $\begin{array}{cccccc} 1s & 2s & 2p & 3s & 3p & \\ \boxed{\uparrow\downarrow} & \boxed{\uparrow\downarrow} & \boxed{\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow} & \boxed{\uparrow\downarrow} & \boxed{\uparrow\uparrow}\boxed{\uparrow}\boxed{} & \end{array}$

C. SO_3 的 VSEPR 模型：


D. CO_2 分子的结构模型：


3. 铝是一种较为活泼的金属，常见价态为 +3 价。下列说法中，正确的是

A. ^{27}Al 的中子数为 14

B. 基态 Al 原子的价电子排布为 $3s^2 3p^3$

C. AlCl_3 熔点为 193°C ，说明 AlCl_3 为离子晶体

D. 电解 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液可制备单质 Al

4. 下列性质的比较，不能用元素周期律解释的是

A. 酸性： $\text{HNO}_3 > \text{H}_2\text{CO}_3$

B. 还原性： $\text{S}^{2-} > \text{Cl}^-$

C. 热稳定性： $\text{NH}_3 > \text{PH}_3$

D. 沸点： $\text{H}_2\text{O} > \text{HF}$

5. 下列性质的比较，不正确的是

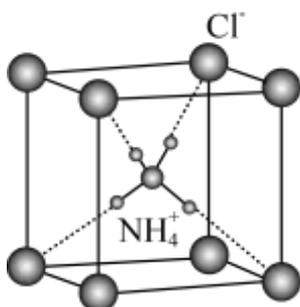
A. 键角： $\text{SO}_4^{2-} > \text{NH}_3$

B. 熔点： $\text{MgO} > \text{BaCl}_2$

C. 沸点： $\text{HCl} > \text{HBr}$

D. 在水中溶解性：1-丁醇 $>$ 1-戊醇

6. NH_4Cl 的晶胞为立方体，其结构如下。下列说法不正确的是



A. NH_4Cl 晶体属于离子晶体

B. NH_4Cl 晶胞中 H-N-H 键角为 90°

C. NH_4Cl 晶体中既有离子键又有共价键

D. 每个 Cl^- 周围与它最近且等距离的 NH_4^+ 的数目为 8

7. 下列条件下，可以大量共存的离子组是

A. pH=11 的溶液中： Na^+ 、 K^+ 、 Cl^- 、 CO_3^{2-}

B. 含有大量 CH_3COO^- 的溶液中： H^+ 、 K^+ 、 SO_4^{2-} 、 NO_3^-

C. 某无色透明溶液中： Na^+ 、 Cu^{2+} 、 SO_4^{2-} 、 OH^-

D. 0.1mol/L 的 H_2SO_4 溶液中： K^+ 、 Ba^{2+} 、 Cl^- 、 NO_3^-

8. 下列解释事实的方程式不正确的是

A. 用稀盐酸除铁锈： $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$

B. 用氨水吸收烟气中少量的 SO_2 ： $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2 = \text{NH}_4^+ + \text{HSO}_3^-$

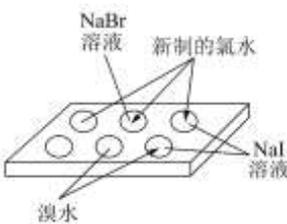
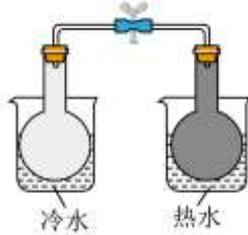
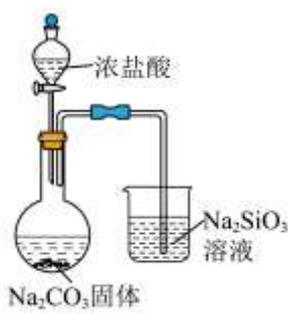
C. 用金属钠除去甲苯中的水： $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH} + \text{H}_2\uparrow$

D. 铜片溶解在 NaNO_3 和稀硫酸的混合液中： $3\text{Cu} + 8\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- = 3\text{Cu}^{2+} + 2\text{NO}\uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$

9. 下列实验事实不能作为所得结论合理证据的是

选项	A	B	C	D
----	---	---	---	---



实验		 放入烧杯前，两烧瓶中充有等量 NO ₂		 钾与水反应 钠与水反应
现象	NaBr 溶液变为橙色， NaI 溶液变为棕黄色	左侧烧瓶中气体颜色变浅，右侧变深	Na ₂ SiO ₃ 溶液中出现白色沉淀	钾与水反应比钠与水反应更剧烈
结论	氧化性：Cl ₂ >Br ₂ >I ₂	2NO ₂ ⇌ N ₂ O ₄ 正反应放热	非金属性：C>Si	金属性：K>Na

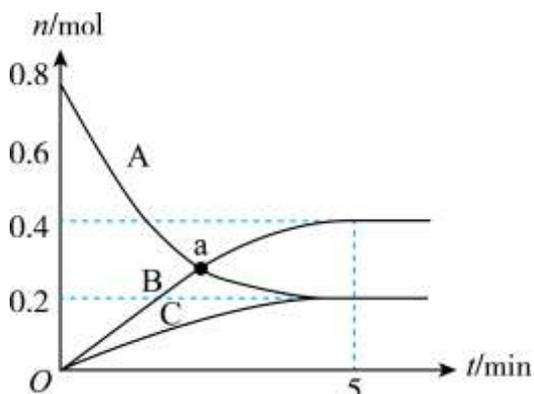
A. A

B. B

C. C

D. D

10. 一定温度下，在 2 L 密闭容器中，A、B、C 三种气体的物质的量随时间变化的曲线如图所示。下列说法正确的是

A. a 点时， $v(A) = v(B)$

B. 反应开始到 5min，B 的物质的量增加了 0.2 mol

C. 反应的化学方程式为： $3A \rightleftharpoons 2B + C$ D. 反应开始到 5min， $v(C) = 0.04 \text{ mol}/(\text{L} \cdot \text{min})$ 

11. W、X、Y 和 Z 为原子序数依次增大的四种短周期元素。W 与 X 可生成一种红棕色有刺激性气味的气体；Y 的周期数是族序数的 3 倍；Z 原子最外层的电子数与 W 的电子总数相同。下列叙述正确的是

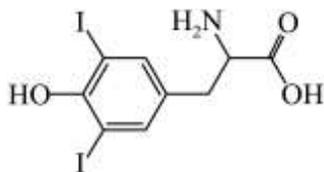
A. X 与其他三种元素均可形成两种或两种以上的二元化合物

B. Y 与其他三种元素分别形成的化合物中只含有离子键

C. 四种元素的简单离子具有相同的电子层结构

D. W 的氧化物对应的水化物均为强酸

12. 我国第一部中药学典籍《神农本草经》中记载的一种中药“昆布”，具有利尿消肿的功效，其主要成分是 3, 5-二碘酪氨酸，结构简式如下图。下列关于该有机化合物说法不正确的是



- A. 分子中含有手性碳原子
 B. 能与 Br_2 发生取代反应
 C. 既能与酸反应，也能与碱反应
 D. 理论上 1mol 该物质与足量 NaHCO_3 反应可生成 88g CO_2

13. 某小组设计实验对硫燃烧的产物及其性质进行验证，实验装置如下图所示。



下列实验事实与所得结论相符的是

	实验事实	所得结论
A	湿润的品红试纸褪色	证明硫燃烧的产物中有 SO_2
B	湿润的 Na_2S 试纸上出现淡黄色固体	证明硫的燃烧产物能被还原成硫
C	湿润的蓝色石蕊试纸变红	证明硫的燃烧产物中有酸类物质
D	加入 BaCl_2 溶液产生白色沉淀	证明硫燃烧的产物中有 SO_3

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

14. 利用下列实验探究亚硝酸钠(NaNO_2)的化学性质(AgNO_2 是淡黄色近白色难溶于水的固体)，对现象的描述或解释有错误的是

实验	装置	试剂 a	现象
①		酚酞	无色溶液变红
②		AgNO_3 溶液	产生淡黄色近白色沉淀
③		淀粉 KI 溶液+稀硫酸	无色溶液立即变蓝
④		酸性 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 溶液	溶液变为绿色

- A. NaNO_2 溶液呈碱性: $\text{NO}_2^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HNO}_2 + \text{OH}^-$
- B. NaNO_2 可与某些盐发生复分解反应: $\text{NO}_2^- + \text{Ag}^+ = \text{AgNO}_2 \downarrow$
- C. NaNO_2 具有氧化性: $2\text{I}^- + 2\text{H}^+ + 2\text{NO}_2^- = \text{I}_2 + 2\text{NO} \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
- D. NaNO_2 具有还原性: $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 3\text{NO}_2^- + 8\text{H}^+ = 3\text{NO}_3^- + 2\text{Cr}^{3+} + 4\text{H}_2\text{O}$

第 II 卷(非选择题 共 58 分)

二、非选择题(本部分共 5 小题, 共 58 分)

15. 晶体 X 是一种在生产生活中得到广泛应用的化工产品。

- (1) 向 FeSO_4 溶液中, 滴加 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 溶液, 可观察到_____。
- (2) 将(1)中所得混合物过滤。取滤液提纯、结晶可得到纯净的晶体 X。通过_____实验, 可确定 X 的晶体结构。
- a. 核磁共振 b. 红外光谱 c. X 射线衍射 d. 质谱
- (3) 实验表明, CN^- 、 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 通过配位键构成了 X 晶体的骨架。其局部结构如图 1, 记为 I 型立方结构。

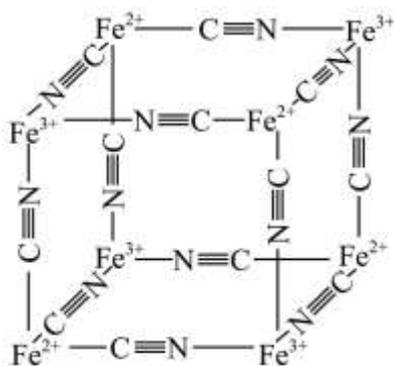


图1

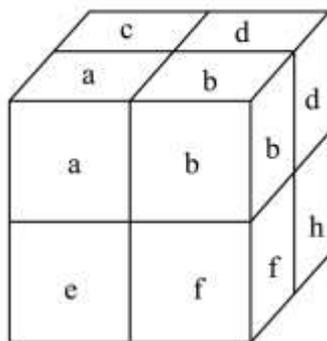


图2

- ① CN^- 的电子式为_____， CN^- 能与 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 形成配位键的原因是_____。
- ② I 型立方结构不是晶体 X 的晶胞, 判断依据是_____将 I 型立方结构平移、旋转、并置, 可得到晶体 X 的晶胞(如图 2, 下层左后的小立方体 g 未标出), 图 2 中, I 型立方结构分别是 a、_____。
- ③ 结晶时, 小立方体 a 内部会填入 1 个 K^+ (未画出)。小立方体 b 内部_____ K^+ 。
- a. 不会填入 b. 会填入 1 个 c. 会填入 2 个 d. 会填入 4 个

(4) 已知晶体 X 晶胞的棱长为 $a \text{ nm}$, 以 N_A 表示阿伏加德罗常数的值, 则晶体 X 密度的计算式为 _____ $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 。

16. 化工原料异丁烯(C_4H_8)可由异丁烷(C_4H_{10})直接催化脱氢制备: $\text{C}_4\text{H}_{10}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}_4\text{H}_8(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$
 $\Delta H = +139 \text{ kJ/mol}$

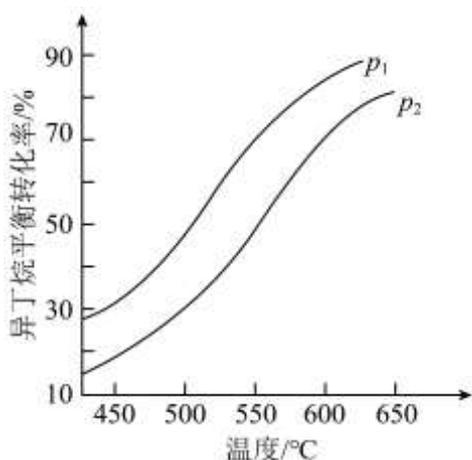
- (1) 异丁烯中, C 原子的杂化方式为_____; 脱氢过程中, C-C-C 键角_____ (填“变大”、“不变”或“变小”)
- (2) 该反应的化学平衡常数的表达式为_____。



(3) 将一定量的异丁烷充入容积恒定的密闭反应装置，维持温度不变进行反应，判断该反应达到化学平衡状态的标志有_____。

- a. 容器内气体压强不再变化
- b. 容器内气体密度不再变化
- c. 容器内 $c(\text{H}_2)$ 不再变化
- d. 异丁烷的消耗速率等于 H_2 消耗速率的 2 倍

(4) 一定条件下，以异丁烷为原料生产异丁烯。温度、压强改变对异丁烷平衡转化率的影响如图所示。



①判断 p_1 、 p_2 的大小关系： p_1 _____ (填“>”或“<”) p_2 ，理由是_____。

②若异丁烷的平衡转化率为 40%，则平衡混合气中异丁烯的物质的量分数最多为_____%(保留小数点后 1 位)。

(5) 目前，异丁烷催化脱氢制备异丁烯的研究热点是催化活性组分以及载体的选择。下表是以 V-Fe-K-O 为催化活性物质，反应时间相同时，测得的不同温度、不同载体条件下的数据。

温度/°C		570	580	590	600	610
以 $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ 为载体	异丁烷转化率/%	36.41	36.49	38.42	39.23	42.48
	异丁烯收率/%	26.17	27.11	27.51	26.56	26.22
以 TiO_2 为载体	异丁烷转化率/%	30.23	30.87	32.23	33.63	33.92
	异丁烯收率%	25.88	27.39	28.23	28.81	29.30

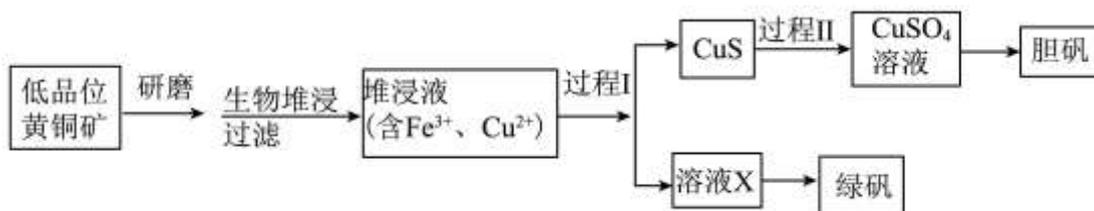
说明：收率=(生产目标产物的原料量/原料的进料量)×100%

①由上表数据，可以得到的结论是_____ (填字母序号)。

- a. 载体会影响催化剂的活性
- b. 载体会影响催化剂的选择性
- c. 载体会影响化学平衡常数

②分析以 $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ 为载体时异丁烯收率随温度变化的可能原因：_____。

17. 工业上, 处理低品位黄铜矿[二硫化亚铁铜(CuFeS_2)含量较低]常采用生物堆浸法。堆浸所得的溶液可用于制备绿矾($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)和胆矾($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), 相关流程如下图。



资料: ①生物堆浸使用的氧化亚铁硫杆菌(T.f细菌)在 pH1.0~6.0 范围内可保持活性。

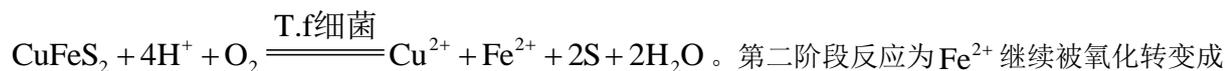
②金属离子沉淀的 pH 如下表。

	Fe^{3+}	Cu^{2+}	Fe^{2+}
开始沉淀时的 pH	1.5	4.2	6.3
完全沉淀时的 pH	2.8	6.7	8.3



(1) 生物堆浸前, 需先将矿石进行研磨, 目的是_____。

(2) 生物堆浸过程的反应在 T.f细菌的作用下进行, 主要包括两个阶段, 第一阶段的反应为:



Fe^{3+} , 反应的离子方程式为_____。

(3) 生物堆浸过程中, 应控制溶液的 pH 在_____范围内。

(4) Fe^{3+} 在过程 I 中被还原为 Fe^{2+} 。

①若过程 I 中只加入一种试剂, 在下列常见还原剂中可选择_____。

a. Na_2S b. Na_2SO_3 c. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ d. Cu

② $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 做还原剂时, 通常被氧化为 $\text{S}_4\text{O}_6^{2-}$ 。过程 I 中若加入 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 固体, 则发生反应的离子方程式有_____ (忽略该过程中所有涉及配合物的反应)。

③为判断堆浸液中 Fe^{3+} 是否被完全还原, 可取少量溶液 X, 向其中加入_____ (填试剂的化学式), 观察溶液颜色变化。

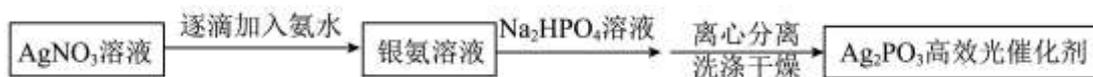
(5) 向过程 I 所得固体中加入_____ (填试剂的化学式), 过滤, 可得 CuS 固体。然后加 H_2O_2 和稀硫酸, CuS 完全溶解, 用离子方程式表示 H_2O_2 的作用是_____。

(6) 绿矾的纯度可通过“ KMnO_4 滴定法”测定。取 mg 绿矾晶体, 加适量稀硫酸溶解, 然后加入适量 MnSO_4 固体做催化剂。用物质的量浓度为 cmol/L 的 KMnO_4 溶液滴定。至_____ 时, 恰好完全反应。此时, 消耗 KMnO_4 溶液的体积为 VmL。则绿矾晶体质量分数的计算式为_____。

($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 摩尔质量为 278g/mol)

18. 具有十八面体结构的 Ag_3PO_4 晶体是一种高效光催化剂，可用于实现“碳中和”，也可用于降解有机污染物，

I. 配位-沉淀法制备 Ag_3PO_4 高效光催化剂



已知：i. Ag_3PO_4 难溶于水，可溶于硝酸；

ii. Ag_3PO_4 沉淀的生成速率会影响其结构和形貌，从而影响其光催化性能；

iii. 银氨溶液中存在： $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+ \rightleftharpoons \text{Ag}^+ + 2\text{NH}_3$ 。

(1) 配制银氨溶液时的反应有 $\text{Ag}^+ + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{AgOH} \downarrow + \text{NH}_4^+$ 、_____。

(2) 加入 Na_2HPO_4 溶液后得到 Ag_3PO_4 固体，该反应的离子方程式为_____。

(3) AgNO_3 和 Na_3PO_4 在溶液中反应也可制得 Ag_3PO_4 固体，但制得的 Ag_3PO_4 固体光催化性能极差。从速率角度解释其原因：_____。

II. Ag_3PO_4 光催化剂的使用和再生

已知： Ag_3PO_4 晶体在光照条件下发挥催化作用时，首先引发反应 S1。



(4) Ag_3PO_4 光催化 CO_2 制备甲醇可实现“碳中和”，S1 的后续反应如下。



则由 CO_2 制备甲醇的总反应的化学方程式为_____。

(5) Ag_3PO_4 光催化降解有机污染物时，有机污染物被氧化成 CO_2 和 H_2O 。S1 的后续反应如下。

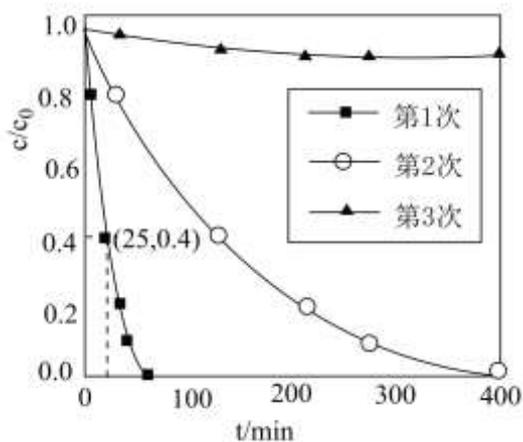


S3: ……

注： Ag_3PO_4 在该催化过程中可能发生光腐蚀，生成单质银，影响其光催化性能。

①用 Ag_3PO_4 依次降解三份相同的含有 RhB(一种桃红色有机污染物)的废水，测得 3 次降解过程中 RhB 的残留率(c/c_0 ，即时浓度与起始浓度之比)随时间变化的曲线如图，下列说法正确的是_____ (填字母序号)。





- $\cdot\text{OH}$ 和 O_2^- 是降解 RhB 的重要氧化剂
- 第 1 次使用后 Ag_3PO_4 的光催化性能降低
- 该实验条件下, Ag_3PO_4 使用两次即基本失效

第 1 次光降解时, 0~25min 内的反应速率为 _____ $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ 。(废水中 RhB 初始浓度 c_0 为 100mg/L, RhB 的摩尔质量为 Mg/mol)

② Ag_3PO_4 光催化降解含苯废水时, S3 为 _____。

19. 某小组同学根据 Fe^{3+} 、 Fe^{2+} 和 Zn^{2+} 的氧化性推断溶液中 Zn 与 Fe^{3+} 可能先后发生两个反应:

$2\text{Fe}^{3+} + \text{Zn} = 2\text{Fe}^{2+} + \text{Zn}^{2+}$, $\text{Fe}^{2+} + \text{Zn} = \text{Zn}^{2+} + \text{Fe}$, 进行如下实验。

实验	试剂	现象
I	2mL $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ FeCl_3 溶液、过量锌粉	黄色溶液很快变浅, 接着有无色气泡产生, 固体中未检出铁
II	2mL $\text{pH} \approx 0.70$ 的 $1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ FeCl_3 溶液过量锌粉	片刻后有大量气体产生, 出现红褐色浑浊, 约半小时后, 产生红褐色沉淀, 溶液颜色变浅, 产生少量铁

- 实验I结束后, Fe^{3+} 最终还原产物为 _____。
- 结合化学用语解释实验II中产生红褐色浑浊的原因: _____。
- 实验III: 用 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液和 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 溶液替代实验II中的 FeCl_3 溶液:

实验	试剂	现象
I	2mL $\text{pH} \approx 0.70$ 的 $1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 溶液、过量锌粉	约半小时后, 液体变为深棕色且浑浊, 无铁产生

II	2mL pH \approx 0.70 的 $a\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液、过 量锌粉	约半小时后，液体呈浅绿色且浑浊，有少 量铁产生
----	---	----------------------------

资料： $\text{Fe}^{2+} + \text{NO} \rightleftharpoons [\text{Fe}(\text{NO})]^{2+}$ ， $[\text{Fe}(\text{NO})]^{2+}$ 在溶液中呈棕色。

① $a =$ _____。

② 甲同学根据 i 的现象，判断液体中一定存在 $[\text{Fe}(\text{NO})]^{2+}$ ，乙同学认为甲的结论不正确。深棕色可能是生成的 _____ 导致的现象。乙同学设计了一个实验证明了深棕色液体中存在 $[\text{Fe}(\text{NO})]^{2+}$ 。其实验的操作和现象是 _____。

③ 对照实验 II 和 III， $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 溶液与过量锌粉反应没有生成铁的可能原因是 _____。

(4) 实验 IV：将实验 II 中 FeCl_3 水溶液换成 FeCl_3 无水乙醇溶液，加入足量锌粉，片刻后，反应放热，有大量铁产生。

由实验 I~IV 可知：反应足够长时间后，锌能否与 Fe^{3+} 反应得到单质铁，与 Zn 和 Fe^{3+} 的物质的量、 Fe^{3+} 的浓度、_____、_____ 等有关。



参考答案

第 I 卷(选择题 共 42 分)

一、选择题(每小题只有 1 个正确选项符合题意, 每小题 3 分, 共 42 分)

1. 【答案】A

【分析】

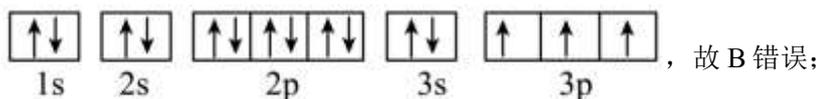
- 【详解】A. 陶瓷工艺品一般主要成分为硅酸盐, 属于无机非金属材料, 故 A 选;
B. 纸质练习簿的主要成分为纤维素, 属于有机非金属材料, 故 B 不选;
C. 不锈钢脸盆的主要成分为金属合金材料, 属于无机金属材料, 故 C 不选;
D. 蚕丝领带的主要成分为蛋白质, 属于有机非金属材料, 故 D 不选;

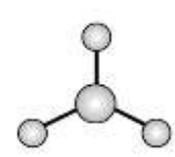
综上所述, 答案为 A。

2. 【答案】D

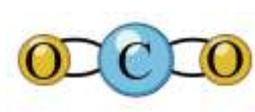
【详解】A. 铬元素的原子序数为 24, 按照能量最低原理, 核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$, 故 A 错误;

B. P 的原子序数为 15, 根据泡利原理和洪特规则, 基态磷原子的轨道表示式:



C. SO_3 中 S 原子的价层电子对数为 $3 + \frac{6 - 3 \times 2}{2} = 3$, 其 VSEPR 模型为平面三角形, 即  , 故

C 错误;

D. 二氧化碳是直线形分子, O 原子半径小于 C 原子半径, 分子的结构模型为:  , 故

D 正确。

答案选 D。

3. 【答案】A

【详解】A. 铝是 13 号元素其质子数为 13, 中子数=质量数-质子数=27-13=14, A 正确;

B. 铝位于第三周期第 IIIA 族, 价电子排布为 $3s^2 3p^1$, B 错误;

C. 氯化铝熔点、沸点都很低, 且会升华, 和大多数含卤素离子的盐类不同, 熔化的氯化铝不易导电, 所以氯化铝为共价晶体, C 错误;

D. 硫酸铝溶液中氢离子得电子能力强于铝离子, 电解硫酸铝溶液得不到铝单质, 应电解熔融的氧化铝,

D 错误;

故选: A。

4. 【答案】D

【详解】A. 同周期从左到右, 金属性减弱, 非金属性变强, 最高价氧化物对应水化物的酸性逐渐变强,



能用元素周期律解释，A 不符合题意；

B. 同周期从左到右，金属性减弱，非金属性变强，其简单离子的还原性变弱，能用元素周期律解释，B 不符合题意；

C. 同主族由上而下，金属性增强，非金属性逐渐减弱，根据非金属性越强，其简单氢化物稳定性越强，能用元素周期律解释，C 不符合题意；

D. 水分子能比氟化氢分子形成更多的氢键，导致其沸点升高，不能用元素周期律解释，D 符合题意；
故选 D。

5. 【答案】C

【详解】A. 在 SO_4^{2-} 、 NH_3 中，中心原子都发生 sp^3 杂化，但由于孤电子对与成键电子对间的排斥作用大于成键电子对与成键电子对间的排斥作用，所以键角： $\text{SO}_4^{2-} > \text{NH}_3$ ，A 正确；

B. MgO 、 BaCl_2 晶体都属于离子晶体，由于 O^{2-} 带电荷比 Cl^- 多，且 Mg^{2+} 半径比 Ba^{2+} 小、 O^{2-} 半径比 Cl^- 小，所以 MgO 的晶格能比 BaCl_2 大，熔点： $\text{MgO} > \text{BaCl}_2$ ，B 正确；

C. HCl 、 HBr 都形成分子晶体，分子间只存在范德华力， HCl 的相对分子质量比 HBr 小，分子间作用力 HCl 比 HBr 小，则沸点： $\text{HCl} < \text{HBr}$ ，C 不正确；

D. 对于一元醇，烃基占比越大，在水中的溶解度越小，所以在水中溶解性： $1\text{-丁醇} > 1\text{-戊醇}$ ，D 正确；
故选 C。

6. 【答案】B

【详解】A. 氯化铵由铵根离子和氯离子构成，为离子晶体，A 正确；

B. 铵根离子中 N 原子杂化方式为 sp^3 杂化，键角为 $109^\circ 28'$ ，B 错误；

C. NH_4Cl 晶体中铵根和氯离子之间为离子键，氮原子和氢原子之间为共价键，C 正确；

D. 根据晶胞结构可知每个 Cl^- 周围与它最近且等距离的铵根离子的数目为 8，在周围八个立方体体心位置，D 正确；

故选 B。

7. 【答案】A

【详解】A. $\text{pH}=11$ 的溶液呈碱性， Na^+ 、 K^+ 、 Cl^- 、 CO_3^{2-} 与 OH^- 都不发生反应，它们在碱性溶液中都能大量共存，A 符合题意；

B. CH_3COOH 为弱酸，含有大量 CH_3COO^- 的溶液中， H^+ 不能大量存在，B 不合题意；

C. Cu^{2+} 在水溶液中呈蓝色，与题干“无色”冲突，且 Cu^{2+} 和 OH^- 不能大量共存，C 不合题意；

D. 0.1mol/L 的 H_2SO_4 溶液中， Ba^{2+} 与 SO_4^{2-} 会发生反应生成 BaSO_4 沉淀，D 不合题意；

故选 A。

8. 【答案】B

【详解】A. 用稀盐酸除铁锈，盐酸与氧化铁反应生成氯化铁和水： $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$ ，故 A 正确；

B. 用氨水吸收烟气中少量的 SO_2 反应生成亚硫酸铵和水： $2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2 = 2\text{NH}_4^+ + \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ ，故 B 错误；



C. 用金属钠除去甲苯中的水，钠与甲苯不反应，与水反应生成氢氧化钠： $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH} + \text{H}_2\uparrow$ ，故 C 正确；

D. 铜片溶解在 NaNO_3 和稀硫酸的混合液中，铜与硫酸不反应，但氢离子使硝酸根离子具有强氧化性与铜发生反应： $3\text{Cu} + 8\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- = 3\text{Cu}^{2+} + 2\text{NO}\uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ ，故 D 正确；

答案选 B。



9. 【答案】C

【详解】A. 由 Cl_2 与 NaBr 反应生成橙黄色的 Br_2 水，可确定发生反应 $2\text{NaBr} + \text{Cl}_2 = 2\text{NaCl} + \text{Br}_2$ ，则氧化性 $\text{Cl}_2 > \text{Br}_2$ ，由 Br_2 与 NaI 反应生成棕黄色的 I_2 水，可确定发生反应 $2\text{NaI} + \text{Br}_2 = 2\text{NaBr} + \text{I}_2$ ，则氧化性 $\text{Br}_2 > \text{I}_2$ ，从而得出氧化性 $\text{Cl}_2 > \text{Br}_2 > \text{I}_2$ ，A 不符合题意；

B. 对于反应 $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$ ，降低温度，烧瓶中气体颜色变浅，则平衡向生成 N_2O_4 的方向移动，从而说明正反应为放热反应，B 不符合题意；

C. 浓盐酸与 Na_2CO_3 发生反应 $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} = 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$ ，生成的 CO_2 进入烧杯中与 Na_2SiO_3 发生反应 $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SiO}_3\downarrow + \text{Na}_2\text{CO}_3$ ，但由于盐酸是挥发性酸，挥发出的 HCl 也能与 Na_2SiO_3 发生反应生成 H_2SiO_3 ，所以不能肯定 CO_2 与 Na_2SiO_3 发生了反应，不能得出非金属性： $\text{C} > \text{Si}$ ，C 符合题意；

D. 金属与水反应，金属性越强，反应越剧烈，钾与水反应比钠与水反应更剧烈，则钾的金属性比钠强，即金属性： $\text{K} > \text{Na}$ ，D 不符合题意；

故选 C。

10. 【答案】C

【详解】A. 由图可知，a 点时，A、B 两物质反应的时间相同，但物质的量的变化量不同，反应速率不相等，故 A 错误；

B. 反应开始到 5min，B 的物质的量由 0 变为 0.4 mol，则增加了 0.4 mol，故 B 错误；

C. 反应达到平衡时，A 的物质的量由 0.8 mol 减少为 0.2 mol，变化量为 0.6 mol，A 为反应物，B 的物质的量由 0 增加到 0.4 mol，变化量为 0.4 mol，C 的物质的量由 0 增加到 0.2 mol，变化量为 0.2 mol，B、C 为生成物，化学反应计量系数之比等于反应体系中物质变化量之比， $\Delta n(\text{A}) : \Delta n(\text{B}) : \Delta n(\text{C}) = 0.6 \text{ mol} : 0.4 \text{ mol} : 0.2 \text{ mol} = 3 : 2 : 1$ ，则反应的化学方程式为： $3\text{A} \rightleftharpoons 2\text{B} + \text{C}$ ，故 C 正确；

D. 反应开始到 5min， $\Delta n(\text{C}) = 0.2 \text{ mol}$ ， $v(\text{C}) = \frac{\Delta c(\text{C})}{t} = \frac{\frac{\Delta n(\text{C})}{V}}{t} = \frac{0.2 \text{ mol}}{2 \text{ L} \cdot 5 \text{ min}} = 0.02 \text{ mol}/(\text{L} \cdot \text{min})$ ，故 D 错误；

答案选 C。

【点睛】从图像中找到信息，找到谁是反应物，谁是生成物，根据方程式的系数之比等于变化的物质的量之比，从而正确书写出化学方程式，应用化学反应速率的公式进行计算。

11. 【答案】A

【分析】W、X、Y 和 Z 为原子序数依次增大的四种短周期元素，W 与 X 可生成一种红棕色有刺激性气味的气体，W 是 N，X 是 O；Y 的周期数是族序数的 3 倍，因此 Y 只能是第三周期，所以 Y 是 Na；Z 原子最外层的电子数与 W 的电子总数相同，Z 的最外层电子数是 7 个，Z 是 Cl，结合元素周期律和物质的性质解

答。

【详解】根据以上分析可知 W、X、Y 和 Z 分别是 N、O、Na、Cl。则

A. 氧元素与其 N、Na、Cl 三种元素均可形成两种或两种以上的二元化合物，例如 NO、NO₂、Na₂O、Na₂O₂、Cl₂O₇、ClO₂ 等，A 正确；

B. 过氧化钠中含有离子键和共价键，B 错误；

C. N、O、Na 三种元素的简单离子具有相同的电子层结构，均是 10 电子，氯离子是 18 电子微粒，C 错误；

D. 亚硝酸为弱酸，D 错误；

答案选 A。

【点睛】本题考查元素周期表和元素周期律的知识，准确判断出元素是解答的关键，红棕色气体是解答的突破点，该类试题与元素化合物的知识结合的比较，元素推断只是一种载体，注意掌握常见单质及其化合物的性质、典型用途、制备等。

12. 【答案】D

【详解】A. 手性碳原子是指与四个各不相同原子或基团相连的碳原子，该有机物有 1 个手性碳原子，A 正确；

B. 该有机物含有 C-H 键，光照下能与 Br₂ 发生取代反应，B 正确；

C. 该有机物含有酚羟基、羧基和氨基，具有弱酸性和弱碱性，既能与酸反应，也能与碱反应，C 正确；

D. 该有机物有 1 个羧基，因此理论上 1mol 该物质与足量 NaHCO₃ 反应可生成 1mol CO₂，即 44g CO₂，D 错误；

故答案为：D。

【点睛】判断一个碳原子是否是手性碳原子，首先要观察该碳原子是否有双键或三键连接，如果有则必然不属于手性碳原子，即不饱和碳一定不是手性碳。

13. 【答案】A

【详解】A. 湿润的品红试纸褪色，说明生成的物质具有漂白性，则证明燃烧时生成了二氧化硫，故 A 正确；

B. 湿润的 Na₂S 试纸上出现淡黄色固体，说明硫离子被氧化剂氧化为硫单质，瓶内含有氧气具有氧化性，不一定是二氧化硫被还原，故 B 错误；

C. 湿润的蓝色石蕊试纸变红，是因为二氧化硫与水反应生成亚硫酸，亚硫酸使石蕊试纸变红，二氧化硫不是酸，是酸性氧化物，故 C 错误；

D. 硫与氧气燃烧只能生成二氧化硫，不能生成三氧化硫，故 D 错误；

答案选 A。

14. 【答案】C

【详解】A. 亚硝酸为弱酸，NaNO₂ 溶液中存在亚硝酸根的水解 $\text{NO}_2^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HNO}_2 + \text{OH}^-$ ，使溶液呈碱性，滴加酚酞，溶液变红色，故 A 正确；

B. 产生淡黄色近白色沉淀，说明加入硝酸银溶液，可生成 AgNO₂ 沉淀，发生复分解反应，离子方程式为 $\text{NO}_2^- + \text{Ag}^+ = \text{AgNO}_2 \downarrow$ ，故 B 正确；



C. 无色溶液变蓝, 说明酸性环境中 NaNO_2 可与 KI 反应生成碘, I 元素被氧化, 则 N 元素化合价应该降低, 离子方程式应为 $2\text{I}^- + 4\text{H}^+ + 2\text{NO}_2^- = \text{I}_2 + 2\text{NO} \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$, 故 C 错误;

D. 溶液变为绿色说明 NaNO_2 有还原性, 将 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 还原成 Cr^{3+} , 发生反应: $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 3\text{NO}_2^- + 8\text{H}^+ = 3\text{NO}_3^- + 2\text{Cr}^{3+} + 4\text{H}_2\text{O}$, 故 D 正确。

故选: C。



第 II 卷(非选择题 共 58 分)

二、非选择题(本部分共 5 小题, 共 58 分)

15. 【答案】(1) 有蓝色沉淀生成

(2) c (3) ①. $|\text{:}\ddot{\text{C}}::\ddot{\text{N}}\text{:}|^-$ ②. CN^- 的 C、N 均可提供孤电子对, Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 均有空轨道, 因此可分别形成配位键 ③. 该结构顶点原子不完全相同, 无法通过无隙并置得到晶体 ④. d、f、g ⑤. a

$$(4) \frac{1228}{N_A \times a^3} \times 10^{21} \text{ 或 } \frac{(0.5 \times 39 + 56 + 3 \times 12 + 3 \times 14) \times 8}{N_A \times a^3} \times 10^{21}$$

【小问 1 详解】

向 FeSO_4 溶液中, 滴加 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 溶液, 生成蓝色的 $\text{Fe}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$ 沉淀; 故答案为: 有蓝色沉淀生成;

【小问 2 详解】

用 X 射线衍射仪可测定晶体结构, 故 c 正确, 故答案为: c;

【小问 3 详解】

① CN^- 的结构中存在 $\text{C} \equiv \text{N}$ 键, CN^- 的电子式为 $|\text{:}\ddot{\text{C}}::\ddot{\text{N}}\text{:}|^-$; CN^- 能与 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 形成配位键的原因是: CN^- 的 C、N 均可提供孤电子对, Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 均有空轨道, 因此可分别形成配位键;

② I 型立方结构中 Fe^{3+} 位于顶点, 个数为 $4 \times \frac{1}{8} = \frac{1}{2}$, Fe^{2+} 位于顶点, 个数为 $4 \times \frac{1}{8} = \frac{1}{2}$, CN^- 位于棱心, 个数为 $12 \times \frac{1}{4} = 3$, 则 $n(\text{Fe}^{2+}) : n(\text{Fe}^{3+}) : n(\text{CN}^-) = \frac{1}{2} : \frac{1}{2} : 3$, Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 都不足 1 个, 故 I 型立方结构不是晶体 X 的晶胞; 由 I 型立方结构中的 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 位置可知, II 型立方结构中 a、d、f、g 为 I 型立方结构;

③ 结晶时, 小立方体 a 内部会填入 1 个 K^+ , I 型立方结构中 $n(\text{Fe}^{2+}) : n(\text{Fe}^{3+}) : n(\text{CN}^-) = \frac{1}{2} : \frac{1}{2} : 3$, 将 I 型立方结构平移、旋转、并置, 可得到 II 型立方结构, 则小立方体 b 中 $n(\text{Fe}^{2+}) : n(\text{Fe}^{3+}) : n(\text{CN}^-) = \frac{1}{2} : \frac{1}{2} : 3$, 阳离子电荷为 $1 \times 1 + 1 \times 3 + 1 \times 2 = 6$, 阴离子所带电荷为 $-1 \times 6 = -6$, 小立方体 a、b 中阴阳离子所带正负电荷数相等, 只有 1 个 K^+ , 故小立方体 b 内部不会填入 K^+ , 故 a 正确;

【小问 4 详解】

由(3)可知小立方体 a 和 b 中 K^+ 、 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 、 CN^- 个数分别为 1、1、1、3, 则 II 型立方结构 K^+ 、 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 、 CN^- 个数分别为 4、4、4、12, II 型立方结构的质量为 $m = \frac{(0.5 \times 39 + 56 + 3 \times 12 + 3 \times 14) \times 8}{N_A}$ g, 体

积为 $V=(a \times 10^{-7})^3 \text{cm}^3$, 晶体 X 密度 $\rho = \frac{m}{V} = \frac{(0.5 \times 39 + 56 + 3 \times 12 + 3 \times 14) \times 8}{N_A \times a^3} \times 10^{21} \text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 。



16. 【答案】(1) ①. sp^2 、 sp^3 ②. 变大

$$(2) K = \frac{c(\text{C}_4\text{H}_8)c(\text{H}_2)}{c(\text{C}_4\text{H}_{10})}$$

(3) ac (4) ①. < ②. 该反应是气体物质的量增大的反应, 增大压强平衡逆向移动; 图像表明, 温度一定时, 压强由 p_1 变为 p_2 , 异丁烷的平衡转化率减小, 平衡逆向移动, 可知 $p_1 < p_2$ ③. 28.6

(5) ①. ab ②. $T < 590^\circ\text{C}$ 时, 随温度升高, 催化剂活性增加, 反应速率加快(或平衡正向移动等); $T > 590^\circ\text{C}$ 时, 随温度升高, 催化剂的选择性下降, 发生副反应的异丁烷的比例增加

【小问 1 详解】

在异丁烯分子中, 有两个 C 形成了碳碳双键, 采用 sp^2 杂化, 另外两个都是饱和碳, 采用 sp^3 杂化; 脱氢过程中, 异丁烷中中心 C 采用 sp^3 杂化, C-C-C 键角为 $109^\circ 28'$ 左右, 变成异丁烯后, 中心 C 采用 sp^2 杂化, C-C-C 键角为 120° 左右; 故 C-C-C 键角变大;

【小问 2 详解】

化学平衡常数为生成物浓度的幂之积比反应物浓度的幂之积, 根据方程式可知化学平衡常数的表达式为:

$$K = \frac{c(\text{C}_4\text{H}_8)c(\text{H}_2)}{c(\text{C}_4\text{H}_{10})};$$

【小问 3 详解】

a. 容积的体积是恒定的, $\text{C}_4\text{H}_{10}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}_4\text{H}_8(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$ 是气体体积不等的反应, 故气体压强不再变化能说明达到平衡, 故 a 符合题意;

b. 容积的体积是恒定的, 体系的物质都是气体, 故密度始终不变, 不能说明达到平衡, 故 b 不符合题意;

c. 容器内 $c(\text{H}_2)$ 不再变化能说明反应达到平衡, 故 c 符合题意;

d. 异丁烷的消耗速率等于 H_2 消耗速率的 2 倍, 则正逆反应的速率不相等, 反应未达平衡, 故 d 不符合题意;

答案为 ac;

【小问 4 详解】

①该反应是气体物质的量增大的反应, 温度一定时, 增大压强平衡逆向移动, 异丁烷转化率降低, 根据图知, 温度相同时异丁烷转化率: $p_1 > p_2$, 则压强 $p_1 < p_2$;

②设开始时异丁烷的物质的量为 1mol, 达到平衡时其转化率为 40%, 则消耗的

$n(\text{C}_4\text{H}_{10}) = 1\text{mol} \times 40\% = 0.4\text{mol}$, 结合方程式可知, 平衡时 $n(\text{H}_2) = 0.4\text{mol}$, $n(\text{C}_4\text{H}_8) = 0.4\text{mol}$, $n(\text{C}_4\text{H}_{10}) = 0.6\text{mol}$,

平衡时混合气体总物质的量 $= (0.6 + 0.4 + 0.4)\text{mol} = 1.4\text{mol}$, 混合气体中异丁烯的物质的量分数 $= \frac{0.4\text{mol}}{1.4\text{mol}}$

$\times 100\% = 28.6\%$;

【小问 5 详解】

①a. 温度相同时, 催化剂相同, 载体不同异丁烷的转化率及异丁烯的收率都不同, 所以载体会影响催化剂的活性, 故正确;

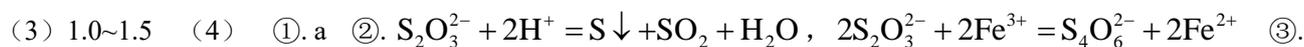
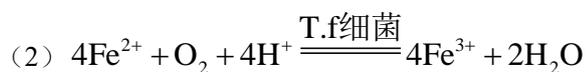
b. 温度相同时, 催化剂相同, 载体不同异丁烷的转化率及异丁烯的收率都不同, 载体会影响催化剂的选择性, 故正确;

c. 化学平衡常数只与温度有关, 与载体无关, 故错误;

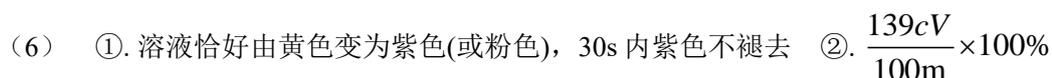
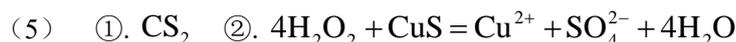
故选 ab;

②以 $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ 为载体时异丁烯收率随温度升高先增大后减小, 催化剂活性受温度影响, 590°C 为最适温度; $T < 590^\circ\text{C}$ 时, 随温度升高, 催化剂活性增加, 反应速率加快(或平衡正向移动等); $T > 590^\circ\text{C}$ 时, 随温度升高, 催化剂的选择性下降, 发生副反应的异丁烷的比例增加。

17. 【答案】(1) 增大矿石与浸取液的接触面积, 加快生物堆浸的反应速率



KSCN



【分析】低品位黄铜矿[二硫化亚铁铜(CuFeS_2)含量较低]经过研磨后在微生物作用下进行堆浸, 因生物堆浸使用的氧化亚铁硫杆菌(T.f 细菌)在 pH 为 1.0~6.0 范围内可保持活性, 并且 Fe^{3+} 在 pH 为 1.5 时开始发生沉淀, 因此堆浸过程中保持 pH 在 1.0~1.5, 使 CuFeS_2 与空气发生氧化还原反应, 生成铜盐、铁盐、硫单质等, 然后向堆浸液中加入还原剂将 Fe^{3+} 还原, 并将 Cu^{2+} 转化为 CuS , 然后过滤得到 FeSO_4 溶液和 CuS 固体, 再向 CuS 中加入氧化剂和稀硫酸, 将 CuS 转化为 CuSO_4 , 然后通过冷却结晶法分别从 FeSO_4 溶液和 CuSO_4 溶液得到绿矾和胆矾。

【小问 1 详解】

生物堆浸前, 需先将矿石进行研磨, 目的是: 增大矿石与浸取液的接触面积, 加快生物堆浸的反应速率。

【小问 2 详解】

第二阶段反应为 Fe^{2+} 继续被氧化转变成 Fe^{3+} , 反应的离子方程式为



【小问 3 详解】

根据分析可知生物堆浸过程中, 应控制溶液的 pH 在 1.0~1.5。

【小问 4 详解】

①既能还原 Fe^{3+} 还能沉淀 Cu^{2+} 只能选择试剂 a。



②根据 Fe^{3+} 在过程 I 中被还原为 Fe^{2+} ， $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 做还原剂时，通常被氧化为 $\text{S}_4\text{O}_6^{2-}$ 可写出过程 I 中加入

$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 固体所发生反应的离子方程式有： $\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{S} \downarrow + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ，

$2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 2\text{Fe}^{3+} = \text{S}_4\text{O}_6^{2-} + 2\text{Fe}^{2+}$ 。

③要检验 Fe^{3+} 是否被完全还原就是检验是否还存在 Fe^{3+} ，应该用 KSCN 。

【小问 5 详解】

根据分析可知过程 I 所得固体是 S 单质和 CuS 固体，因为 S 单质易溶于 CS_2 ，所以可用 CS_2 来溶解分离。

H_2O_2 在稀硫酸酸性条件下氧化溶解 CuS ，用离子方程式表示 H_2O_2 的作用是：

$4\text{H}_2\text{O}_2 + \text{CuS} = \text{Cu}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}_2\text{O}$ 。

【小问 6 详解】

用 KMnO_4 溶液来滴定，加入达到滴定终点时溶液恰好由黄色变为紫色(或粉色)，30s 内紫色不褪去。

FeSO_4 与酸性 KMnO_4 溶液反应中， Fe^{2+} 被氧化为 Fe^{3+} ， KMnO_4 被还原为 Mn^{2+} ，根据氧化还原反应

化合价升降守恒可知，二者关系式为： $5\text{FeSO}_4 \sim \text{KMnO}_4$ ，滴定过程中消耗

$n(\text{KMnO}_4) = c\text{mol/L} \times V \times 10^{-3}\text{L} = cV \cdot 10^{-3}\text{mol}$ ，则 $n(\text{FeSO}_4) = n(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 5 \times 10^{-3}cV\text{mol}$ ，

$m(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 5 \times 10^{-3}cV\text{mol} \times 278\text{g/mol} = 1.39cV\text{g}$ ，则绿矾晶体质量分数为

$$\frac{m(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O})}{m(\text{样品})} \times 100\% = \frac{1.39cV\text{g}}{\text{mg}} \times 100\% = \frac{139cV}{100m} \times 100\%。$$

18. 【答案】(1) $\text{AgOH} + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+ + 2\text{H}_2\text{O} + \text{OH}^-$ 或

$\text{AgOH} + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{NH}_4^+ = \text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+ + 2\text{H}_2\text{O}$

(2) $3\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+ + \text{HPO}_4^{2-} + \text{OH}^- = 6\text{NH}_3 + \text{Ag}_3\text{PO}_4 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ 或

$3\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+ + \text{HPO}_4^{2-} = 5\text{NH}_3 + \text{Ag}_3\text{PO}_4 \downarrow + \text{NH}_4^+$

(3) $c(\text{Ag}^+)$ ： AgNO_3 溶液大于银氨溶液， $c(\text{PO}_4^{3-})$ ： Na_3PO_4 溶液大于 Na_2HPO_4 溶液，沉淀反应速率快，不利于生成具有十八面体结构的 Ag_3PO_4 晶体

(4) $2\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{可见光}} 2\text{CH}_3\text{OH} + 3\text{O}_2$

(5) ①. abc ②. $\frac{6}{2500\text{M}}$ ③. $10\text{O}_2 + \text{C}_6\text{H}_6 + 2\text{H}_2\text{O} = 6\text{CO}_2 + 10\text{OH}^-$

【分析】往 AgNO_3 溶液中逐滴加入氨水，生成银氨溶液等；往银氨溶液中加入 Na_2HPO_4 溶液，可生成 Ag_3PO_4 沉淀，离子分离后、洗涤干燥，便可制得 Ag_3PO_4 高效光催化剂。

【小问 1 详解】

配制银氨溶液时的反应有 $\text{Ag}^+ + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{AgOH} \downarrow + \text{NH}_4^+$ 、然后 AgOH 再与氨水继续反应生成银氨溶

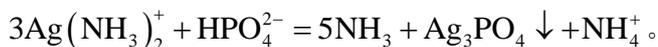
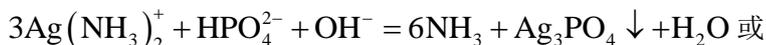


液， $\text{AgOH} + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+ + 2\text{H}_2\text{O} + \text{OH}^-$ 或



【小问 2 详解】

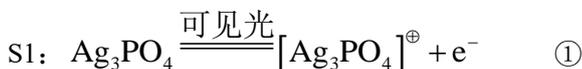
加入 Na_2HPO_4 溶液后，银氨溶液与 Na_2HPO_4 发生反应，得到 Ag_3PO_4 固体，该反应的离子方程式为



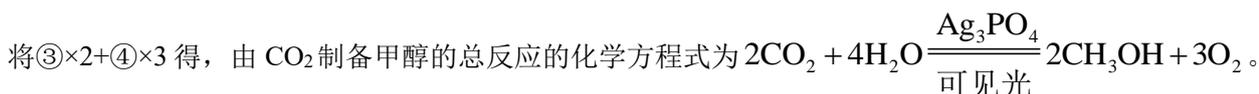
【小问 3 详解】

AgNO_3 和 Na_3PO_4 在溶液中反应也可制得 Ag_3PO_4 固体，反应速率越快，生成的 Ag_3PO_4 固体的晶体越小，光催化性能极差。从速率角度解释其原因： $c(\text{Ag}^+)$ ： AgNO_3 溶液大于银氨溶液， $c(\text{PO}_4^{3-})$ ： Na_3PO_4 溶液大于 Na_2HPO_4 溶液，沉淀反应速率快，不利于生成具有十八面体结构的 Ag_3PO_4 晶体。

【小问 4 详解】



S1 的后续反应如下：



【小问 5 详解】

a. Ag_3PO_4 光催化降解有机污染物时，有机污染物被氧化成 CO_2 和 H_2O ， $\cdot\text{OH}$ 和 O_2^- 具有强氧化性，是降解 RhB 的重要氧化剂，a 正确；

b. 从图中可以看出，第 1 次使用后 Ag_3PO_4 的光催化性能降低，b 正确；

c. 图中信息显示，第三次降解有机污染物的效果很差，则该实验条件下， Ag_3PO_4 使用两次即基本失效，c 正确；

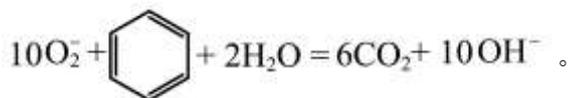
故选 abc。

第 1 次光降解时，0~25min 内， c_0 为 $100\text{mg/L} = \frac{1}{10\text{M}} \text{ mol/L}$ ， $c = \frac{0.4}{10\text{M}} \text{ mol/L}$ ，反应速率为=

$$\frac{(\frac{1}{10\text{M}} - \frac{0.4}{10\text{M}})\text{mol/L}}{25\text{min}} = \frac{6}{2500\text{M}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}。$$



②Ag₃PO₄光催化降解含苯废水时，S3为苯被O₂⁻氧化为CO₂等：



【点睛】制备晶体时，通常让晶体缓慢生成，以便生成颗粒大的晶体。

19. 【答案】(1) Fe²⁺

(2) FeCl₃溶液中存在水解平衡 $\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+$ ，加入锌粉，H⁺被消耗，促进Fe³⁺的水解，产生氢氧化铁沉淀；

(3) ①. 0.5 ②. NO₂ ③. 过滤，取少量深棕色溶液，加热，溶液棕色变浅，液面上方产生红棕色气体 ④. Fe²⁺与NO结合生成[Fe(NO)]²⁺，溶液中Fe²⁺的浓度下降，使得Fe²⁺与Zn反应的化学反应速率变慢；

(4) ①. 阴离子种类 ②. 溶剂

【小问1详解】

加入过量锌粉，溶液颜色变浅，固体中没有铁，说明最终还原产物为Fe²⁺；

【小问2详解】

FeCl₃溶液中存在水解平衡 $\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+$ ，加入锌粉，H⁺被消耗，促进Fe³⁺的水解，产生氢氧化铁沉淀；

【小问3详解】

①该对比实验是为了探究阴离子的影响，则Fe³⁺的物质的量应是定量，则 $n(\text{Fe}^{3+}) = c_1V_1 = c_2V_2$ ，即 $1\text{mol/L} \times 2\text{mL} = a\text{mol/L} \times 2 \times 2\text{mL}$ ，解得 $a = 0.5$ ；

②NO₂是深红棕色气体，故推测可能是生成的NO₂导致的现象；由可逆反应 $\text{Fe}^{2+} + \text{NO} \rightleftharpoons [\text{Fe}(\text{NO})]^{2+}$ ，若I中存在[Fe(NO)]²⁺，可加热溶液，会产生NO，NO再被空气中的O₂氧化成NO₂，则会观察到红棕色气体生成，则设计实验的操作和现象是：过滤，取少量深棕色溶液，加热，溶液棕色变浅，液面上方产生红棕色气体；

【小问4详解】

由实验IV可知，溶剂从水换成无水乙醇溶液，有铁单质生成，则锌能否与Fe³⁺反应得到单质铁与溶剂有关，实验II和III将SO₄²⁻换成NO₃⁻，无铁单质生成，则锌能否与Fe³⁺反应得到单质铁与阴离子种类有关。

