

5. Mg_3N_2 与水反应可产生 NH_3 ，液氨发生微弱电离产生 NH_2^- ，液氨能与碱金属（如 Na、K）反应产生 H_2 。下列说法正确的是

- A. N_2 中 σ 键与 π 键的数目比例为 1 : 1
- B. 液氨电离可表示为： $2\text{NH}_3 \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{NH}_2^-$
- C. N_2H_4 的结构式为 $\begin{array}{c} \text{H} & & \text{H} \\ & \diagdown & / \\ & \text{N}=\text{N} & \\ & / & \diagdown \\ \text{H} & & \text{H} \end{array}$
- D. Mg_3N_2 中存在 Mg 与 N_2 之间的强烈相互作用

6. NH_3 中一个 H 被 $-\text{NH}_2$ 取代可得 N_2H_4 ，常温下 N_2H_4 为液体，具有很高的燃烧热（ $622.1 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ）。

以硫酸为电解质，通过催化电解可将 N_2 转化为 N_2H_4 ；碱性条件下， NaClO 氧化 NH_3 也可制备 N_2H_4 。下列化学反应表示正确的是

- A. 肼在氧气中燃烧： $\text{N}_2\text{H}_4(\text{l}) + \text{O}_2(\text{g}) = \text{N}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H = 622.1 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
- B. 液氨与钠反应： $2\text{Na} + 2\text{NH}_3 = 2\text{NaNH}_2 + \text{H}_2 \uparrow$
- C. NaClO 氧化 NH_3 制备 N_2H_4 ： $4\text{NH}_3 + \text{ClO}^- + 2\text{OH}^- = 2\text{N}_2\text{H}_4 + \text{Cl}^- + 3\text{H}_2\text{O}$
- D. 电解法制备 N_2H_4 的阴极反应： $\text{N}_2 + 4\text{H}^+ - 4\text{e}^- = \text{N}_2\text{H}_4$

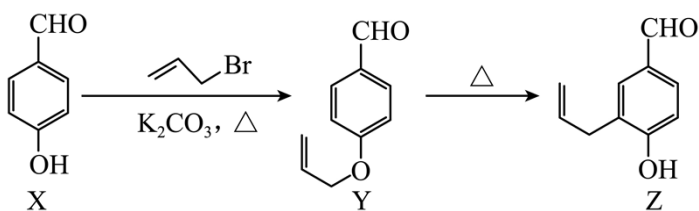
7. 下列物质结构与性质或物质性质与用途不具有对应关系的是

- A. NH_3 分子间存在氢键， NH_3 极易溶于水
- B. 液氨汽化时吸收大量的热，可用作制冷剂
- C. N_2H_4 中 N 原子能与 H^+ 形成配位键， N_2H_4 的水溶液呈碱性
- D. N_2H_4 具有还原性，可用作燃料电池的燃料

8. 铁及其化合物的转化具有重要应用。下列说法正确的是

- A. 工业制硫酸涉及的物质转化： $\text{FeS}_2 \xrightarrow[\text{高温}]{\text{O}_2} \text{SO}_3 \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{H}_2\text{SO}_4$
- B. 实验室制溴苯涉及的物质转化： $\text{Fe} \xrightarrow{\text{Br}_2} \text{FeBr}_2$ ， $\text{C}_6\text{H}_6 \xrightarrow[\text{FeBr}_2]{\text{Br}_2} \text{C}_6\text{H}_5\text{Br}$
- C. 利用高温水蒸气处理铁器的化学方程式： $3\text{Fe} + 4\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{高温}} \text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{H}_2$
- D. 利用铁粉从 AgCl 中获取 Ag 的离子方程式： $\text{Fe} + 2\text{Ag}^+ = \text{Fe}^{2+} + 2\text{Ag}$

9. 化合物 Z 是一种有机合成中的重要中间体，其部分合成路线如下：



下列说法正确的是

- A. Y 与 Z 分子均存在顺反异构体
- B. 用酸性高锰酸钾溶液鉴别 X 和 Y
- C. X、Y、Z 三种物质中，Y 在水中的溶解度最大
- D. Z 与足量 H_2 加成后的产物中有 3 个手性碳原子

10. 对于反应 $2SO_2(g) + O_2(g) = 2SO_3(g)$ ，下列有关说法正确的是

A. 该反应的 $\Delta S > 0$

B. 该反应平衡常数的表达式为 $K = \frac{c(SO_3)}{c(SO_2)c(O_2)}$

C. 反应中每消耗 22.4 L O_2 (标准状况)，转移电子数约为 $2 \times 6.02 \times 10^{23}$

D. 温度不变，提高 $c_{\text{起始}}(O_2)$ 或增大反应压强，均能提高反应速率和 SO_2 的转化率

11. 探究 NaClO 溶液的性质，下列实验方案能达到探究目的的是

选项	探究目的	实验方案
A	检验 NaClO 溶液中的 Na^+	用洁净的铂丝蘸取少量 NaClO 溶液，在酒精灯上灼烧，透过蓝色钴玻璃观察火焰颜色
B	检验 NaClO 溶液的氧化性	将 NaClO 溶液滴加到淀粉 KI 溶液中，观察溶液颜色变化
C	检验 NaClO 溶液的 pH	用洁净的玻璃棒蘸取 NaClO 溶液滴在 pH 试纸上，待变色后与标准比色卡比对
D	检验 NaClO 溶液的还原产物	将少量 NaClO 溶液与 $FeCl_2$ 充分反应后，滴加硝酸酸化的硝酸银溶液，观察沉淀产生情况

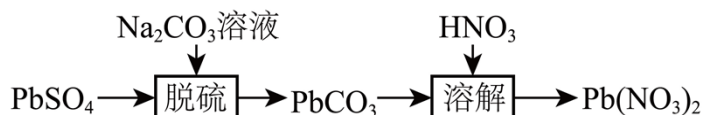
A. A

B. B

C. C

D. D

12. 室温下, 通过矿物中 PbSO_4 获得 $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 的过程如下:



已知: $K_{\text{sp}}(\text{PbSO}_4) = 1.6 \times 10^{-8}$, $K_{\text{sp}}(\text{PbCO}_3) = 7.4 \times 10^{-14}$ 。下列说法正确的是

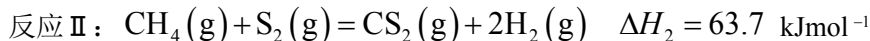
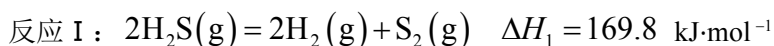
A. Na_2CO_3 溶液中: $c(\text{OH}^-) < c(\text{H}^+) + c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{H}_2\text{CO}_3)$

B. 反应 $\text{PbSO}_4 + \text{CO}_3^{2-} \rightleftharpoons \text{PbCO}_3 + \text{SO}_4^{2-}$ 正向进行, 需满足 $\frac{c(\text{SO}_4^{2-})}{c(\text{CO}_3^{2-})} > \frac{8}{37} \times 10^6$

C. “脱硫”后上层清液中: $2c(\text{SO}_4^{2-}) + c(\text{OH}^-) = c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+)$

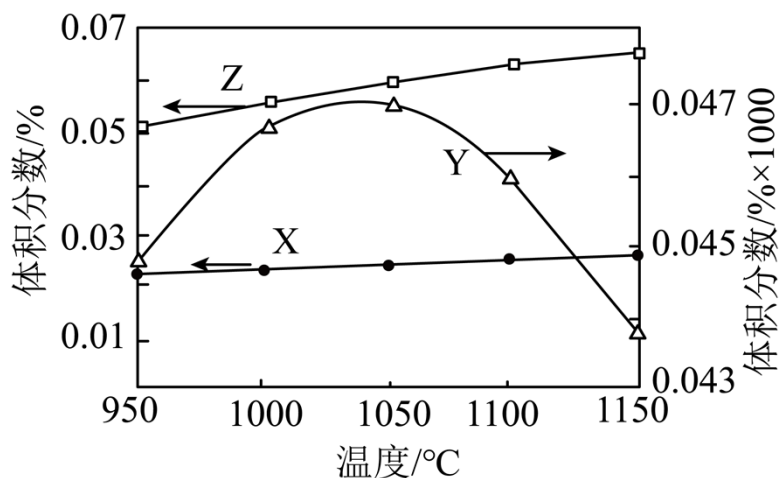
D. PbCO_3 悬浊液加入 HNO_3 “溶解”过程中, 溶液中 CO_3^{2-} 浓度逐渐减小

13. 采用热分解法脱除沼气中的 H_2S 过程中涉及的主要反应为



保持 100kPa 不变, 将 H_2S 与 CH_4 按 2:1 体积比投料, 并用 N_2 稀释, 在不同温度下反应达到平衡时, 所

得 H_2 、 S_2 与 CS_2 的体积分数如题 13 图所示。下列说法正确的是



题 13 图

A. 反应 $2\text{H}_2\text{S}(\text{g}) + \text{CH}_4(\text{g}) = \text{CS}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2(\text{g})$ 的 $\Delta H = 106.1 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

B. 曲线 Y 代表的是 CS_2 的平衡体积分数

C. 高于 1050°C 时, H_2S 平衡转化率与 CH_4 平衡转化率的差值随温度升高减小

D. 1050°C 下反应, 增大体系的压强, 平衡后 H_2 的体积分数可能达到 0.07

二、非选择题: 共 4 题, 共 61 分。

14. 高砷煤中含有砷硫铁 (FeAsS) 等物质。燃煤产生的烟气中含 NO 、 SO_2 、粉尘等, 经过 SCR 脱硝除去 NO , 粉尘经沉降得到粉煤灰。

(1) 燃煤固硫

① 燃用高砷煤时加入生石灰将大部分硫元素转化为 _____ (填化学式) 留在煤渣中。

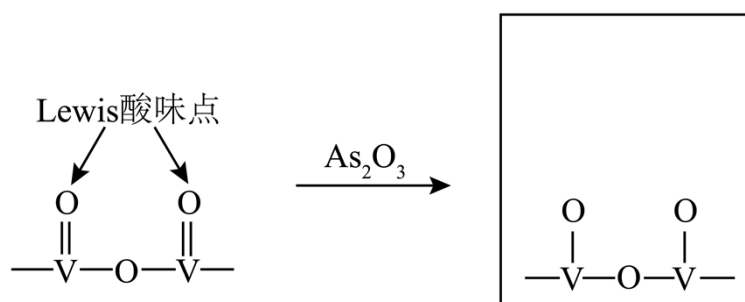
② 高砷煤燃烧过程中, 砷硫铁在高温下被氧化成 As_2O_3 释放到烟气中, 该反应的化学方程式为 _____。

(2) SCR 脱硝 (脱除烟气中的 NO)

在烟气中加入适量氨气, 用钒氧化物作催化剂将 NH_3 、 NO 、 O_2 转化为 N_2 。烟气中含有的 As_2O_3 会使钒氧化物催化剂中毒。

① 在 SCR 脱硝的反应中还原剂为 _____ (填化学式)。

② 研究发现砷中毒机理主要是 As_2O_3 分子破坏了催化剂的 Lewis 酸位点, 使 $\text{V}=\text{O}$ 数量减少 (产物中 As 化合价为 +3、+5)。请补充完整产物的结构。



③ As_2O_5 不易使催化剂中毒。但与 As_2O_3 相比, As_2O_5 更不利于脱硝反应的进行, 其原因是 _____。

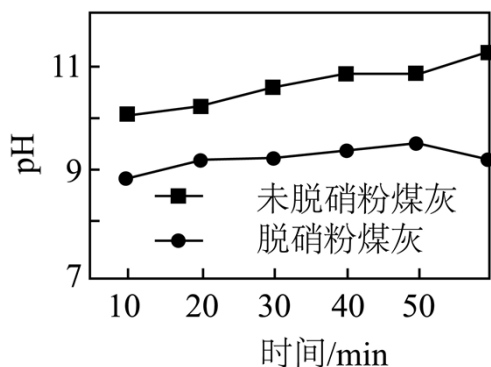
(3) 粉煤灰成分研究

粉煤灰可用于水泥工业, 粉煤灰中的氨含量 (NH_3 或铵盐) 会影响水泥的性能。

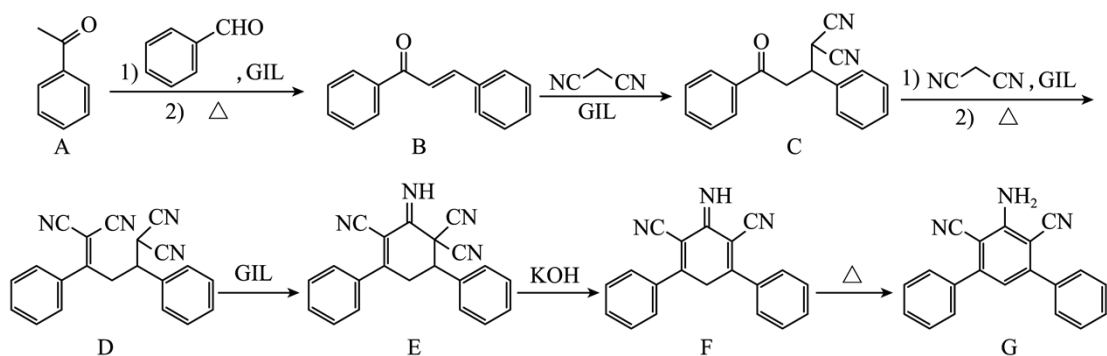
① 取 50.00 g 粉煤灰加入 NaOH 蒸出 NH_3 , 用 20 mL $0.1000 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 H_2SO_4 溶液吸收 NH_3 , 用 $0.2000 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$

⁻¹ NaOH 溶液滴定过量的 H₂SO₄ 至终点，平行滴定 3 次，平均消耗 NaOH 溶液 10.00 mL，计算粉煤灰中的以 NH₃ 计的氮含量_____（用 mg·g⁻¹ 表示，写出计算过程）。

②相同烟气所得脱硝粉煤灰（经过 SCR 脱硝后获得）与未脱硝粉煤灰（直接沉降获得）加水后溶解后，所得浆液 pH 随时间的变化如图所示。脱硝粉煤灰 pH 始终比未脱硝粉煤灰低的原因是_____。



15. 以胍盐离子液体（GIL）为催化剂合成化合物 G 的路线如下：



(1) 化合物 G 中 sp、sp² 杂化的碳原子数目之比为_____。

(2) B→D 过程中还可能经历 B→X→D，其中物质 X 与 C 互为同分异构体，X 的结构简式为_____。

(3) E→F 的反应过程中加入 KOH 溶液可以提高 F 的产率，其原因是_____。

(4) 写出同时满足下列条件的 C 的一种同分异构体的结构简式：_____。

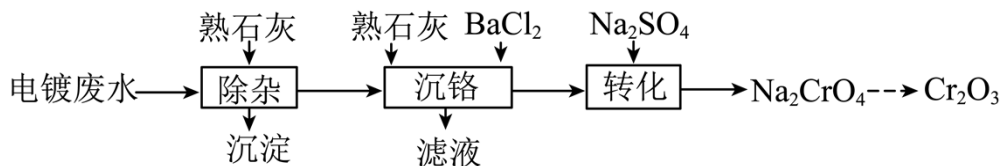
能发生水解反应，生成两种产物均含苯环，且两种产物中核磁共振氢谱分别为 2 个峰和 4 个峰。

(5) 已知：① RCN $\xrightarrow{H_3O^+}$ RCOOH；② RCN $\xrightarrow{H_2, Ni, \Delta}$ RCH₂NH₂。

写出以 CH₃CHO、CC(=O)C 和 CH₃CN 为原料制备 CC1CCC(=O)O1 的合成路线流程图_____（无机

试剂和有机溶剂任用，合成路线流程图示例见本题题干）。

16. 以电镀废水（主要成分为 K₂Cr₂O₇ 及少量 Fe³⁺）为原料获得 Cr₂O₃ 的过程如下：



已知: ①常温下, BaCr₂O₇ 易溶于水。

部分难溶物的溶度积常数如下表:

	Fe(OH) ₃	Cr(OH) ₃	BaCrO ₄	BaSO ₄
K _{sp}	1×10 ⁻³⁸	1×10 ⁻³²	1.2×10 ⁻¹⁰	1×10 ⁻¹⁰

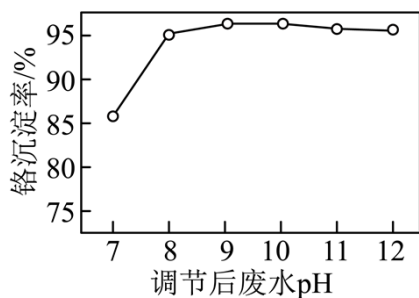
②Cr(VI)在酸性条件下主要以 Cr₂O₇²⁻ (橙红色)的形式存在, pH 增大转化为 CrO₄²⁻ (黄色)。pH = 1~4,

Cr(VI) 较易还原生成 Cr³⁺ (绿色)。

③pH > 5 时 Cr³⁺ 完全转化为 Cr(OH)₃, pH > 8 时 Cr(OH)₃ 开始转化为 Cr(OH)₄⁻。

(1) “除杂”时调节废水 pH 将其中 Fe³⁺ 除去 (浓度小于 1×10⁻⁵ mol·L⁻¹), 需加入熟石灰控制废水 pH 大于 _____。

(2) “沉铬”时先加入 Ca(OH)₂ 调节废水 pH, 再加入 BaCl₂ 使废水中的 Cr(VI) 转化为 BaCrO₄。调节后的废水 pH 对 Cr(VI) 沉淀率的影响如图所示。



①沉铬过程中将 K₂Cr₂O₇ 转化为 BaCrO₄ 反应的化学方程式为 _____。

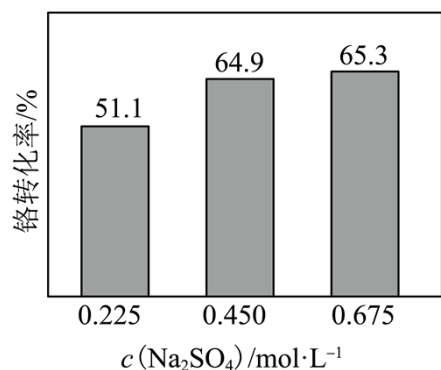
②废水 pH < 8 时, 铬沉淀率随 pH 减小而下降的原因是 _____。

③在废水中加入 BaCl₂ 沉淀前后废水 pH _____ (填“增大”、“减小”或“不变”)。

(3) “转化”时将 BaCrO₄ 转化为 Na₂CrO₄。BaCrO₄ 的转化率随着 Na₂SO₄ 浓度的变化如图所示。当

Na_2SO_4 浓度超过 $0.450 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 时, $\text{Cr}(\text{VI})$ 的转化率随 Na_2SO_4 浓度增大变化不明显, 其原因是

_____。

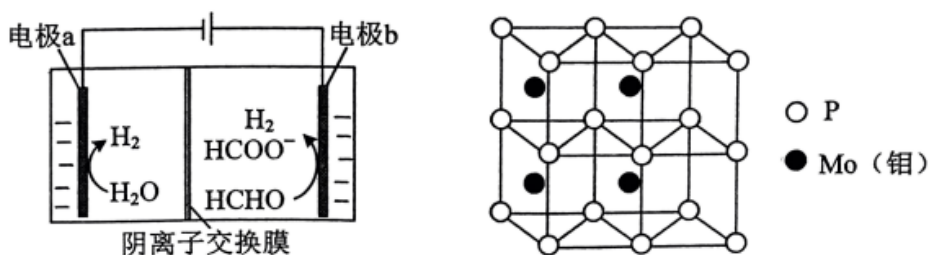


(4) 请补充完整由 Na_2CrO_4 溶液制取 Cr_2O_3 的实验方案: 向 Na_2CrO_4 溶液中, _____, 静置过滤, 洗涤, 灼烧得到 Cr_2O_3 。(可选用的仪器与药品: $\text{Na}_2\text{SO}_3\cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 、稀 H_2SO_4 、 NaOH 溶液)

17. 甲醛释氢对氢能源和含甲醛污水处理有重要意义。

(1) HCHO 电催化释氢

催化电解含较低浓度的 HCHO 、 NaOH 混合溶液, 可获得 H_2 与 HCOONa (如图所示), 其中电极 b 表面覆盖一种 Mo 与 P 形成的化合物 (晶胞结构如图所示) 作催化剂。



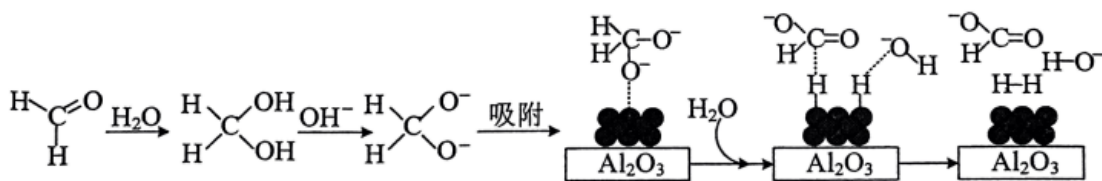
① 催化剂可由 MoO_2 与 $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ 混合物与 H_2 高温灼烧制得 (反应中 N 元素化合价不变), 该反应的化学方程式为_____。

② 电解时, 电极 b 上同时产生 H_2 与 HCOO^- 的物质的量之比为 $1:2$, 则电极 b 上的电极反应式为_____。

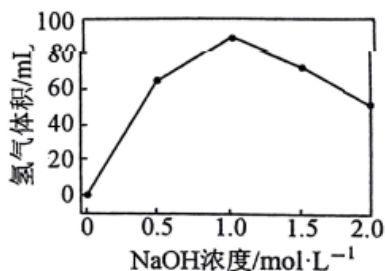
③ 电解过程中每产生 1 mol H_2 , 通过阴离子交换膜的 OH^- 为_____ mol 。

(2) HCHO 水化释氢

45°C 时, 碱性条件下 Ag 作催化剂可将甲醛转化为 H_2 , 反应的机理如图所示。



使用时将纳米 Ag 颗粒负载在 Al_2O_3 表面以防止纳米 Ag 团聚。其他条件不变，反应相同时间，NaOH 浓度对氢气产生快慢的影响如图所示。



已知：甲醛在碱性条件下会发生副反应： $2\text{HCHO} + \text{NaOH} = \text{HCOONa} + \text{CH}_3\text{OH}$ 。

①若将甲醛中的氢用 D 原子标记为 DCDO ，得到的氢气产物为_____（填化学式）。

②NaOH 浓度低于 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时，NaOH 浓度增大产生氢气会加快的原因是_____。

③若 NaOH 浓度过大， H_2 的产生迅速减慢的原因可能是_____。

(3) 甲烷与水在催化剂作用下可产生氢气与碳氧化物，与甲烷水化法制氢气相比，甲醛制氢的优点有_____。

参考答案

一、单项选择题：共 13 题，每题 3 分，共 39 分。每题只有一个选项最符合题意。

1. 2023 年南京大学首次实现了氨基酸的直接检测和区分。氨基酸中不一定含有的元素是

- A. 硫 B. 氧 C. 氮 D. 氢

【答案】A

【解析】

【详解】氨基酸中一定存在氨基和羧基，则一定含有 C、H、N、O 四元素，不一定含 S，故 A 正确；
故选：A。

2. 超硬陶瓷材料氮化硅可由反应 $3\text{SiH}_4 + 4\text{NH}_3 = \text{Si}_3\text{N}_4 + 12\text{H}_2$ 制得。下列说法正确的是

- A. NH_3 的电子式为 $\begin{array}{c} \text{H}:\text{N}:\text{H} \\ \vdots \\ \text{H} \end{array}$ B. SiH_4 为平面正方形结构
- C. H_2 是非极性分子 D. Si_3N_4 属于分子晶体

【答案】C

【解析】

【详解】A. NH_3 的电子式为 $\begin{array}{c} \text{H} \\ \vdots \\ \text{H}:\text{N}:\text{H} \\ \vdots \end{array}$, A 错误;

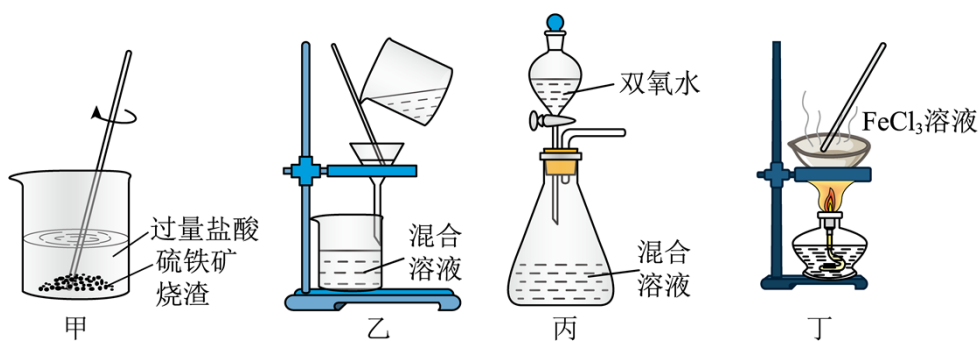
B. SiH_4 的价层电子对数为 4, 为正四面体结构, B 错误;

C. H_2 的正电荷中心与负电荷中心重合, 是非极性分子, C 正确;

D. Si_3N_4 属于共价晶体, D 错误;

故选 C。

3. 实验室由硫铁矿烧渣 (含 FeO 、 Fe_2O_3 、 SiO_2 等) 制取无水氯化铁的实验原理和装置不能达到实验目的的是



A. 用装置甲溶解硫铁矿烧渣

B. 用装置乙过滤得到含 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 混合溶液

C. 用装置丙氧化得到 FeCl_3 溶液

D. 用装置丁蒸干溶液获得无水 FeCl_3

【答案】D

【解析】

【详解】A. 硫铁矿烧渣 (含 FeO 、 Fe_2O_3 、 SiO_2 等) 置于烧杯中, 加过量盐酸溶解, 其中 FeO 、 Fe_2O_3 溶于盐酸生成氯化亚铁和氯化铁, SiO_2 不溶于盐酸, 故 A 正确;

B. 酸溶后的悬浊液进行过滤分离, 得到氯化亚铁和氯化铁的混合溶液, 故 B 正确;

C. 含氯化亚铁和氯化铁的混合溶液, 转移入锥形瓶中加入过量的双氧水, 将氯化亚铁氧化为氯化铁, 故 C 正确;

D. 所得氯化铁溶液应在 HCl 氛围中蒸发浓缩、冷却结晶, 再将晶体在 HCl

气氛中脱水得到无水氯化铁，直接蒸发结晶无法得到无水氯化铁，故 D 错误；

故选：D。

4. 一种超导材料中含 Cu、P、O、S 等元素。下列说法正确的是

- A. 原子半径： $r(\text{P}) > r(\text{S}) > r(\text{O})$ B. 第一电离能： $I_1(\text{O}) > I_1(\text{S}) > I_1(\text{P})$
- C. 酸性强弱： $\text{H}_3\text{PO}_4 > \text{H}_2\text{SO}_4$ D. 基态 Cu 原子 3d 轨道上有 9 个电子

【答案】A

【解析】

【详解】A. 电子层数相同的，核电荷数越大的离子半径越小，则半径大小 $r(\text{P}) > r(\text{S}) > r(\text{O})$ ，A 正确；

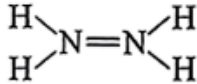
B. 同一周期主族元素从左向右第一电离能呈增大的趋势，但第 II A 族、第 V A 族比相邻元素的大，则第一电离能： $I_1(\text{P}) > I_1(\text{S})$ ，B 错误；

C. 元素非金属性越强，其最高价氧化物对应的水化物的酸性越强，非金属性： $\text{P} < \text{S}$ ，酸性： $\text{H}_3\text{PO}_4 < \text{H}_2\text{SO}_4$ ，C 错误；

D. 基态 Cu 原子的价电子排布为 $3d^{10} 4s^1$ ，D 错误；

故选 A。

5. Mg_3N_2 与水反应可产生 NH_3 ，液氨发生微弱电离产生 NH_2^- ，液氨能与碱金属（如 Na、K）反应产生 H_2 。下列说法正确的是

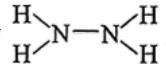
- A. N_2 中 σ 键与 π 键的数目比例为 1 : 1 B. 液氨电离可表示为： $2\text{NH}_3 \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{NH}_2^-$
- C. N_2H_4 的结构式为  D. Mg_3N_2 中存在 Mg 与 N_2 之间的强烈相互作用

【答案】B

【解析】

【详解】A. N_2 中 σ 键与 π 键的数目比例为 1 : 2，A 错误；

B. 液氨发生微弱电离产生 NH_2^- ，所以液氨电离可表示为： $2\text{NH}_3 \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{NH}_2^-$ ，B 正确；

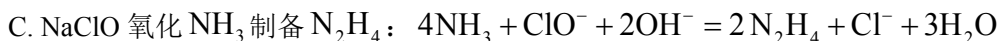
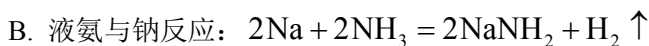
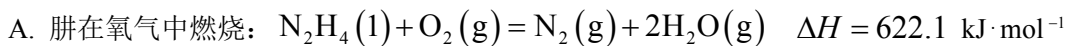
C. N_2H_4 的结构式为 ，C 错误；

D. Mg_3N_2 中存在 Mg^{2+} 与 N^{3-} 之间的强烈相互作用，D 错误；

故选 B。

6. NH_3 中一个 H 被 $-\text{NH}_2$ 取代可得 N_2H_4 ，常温下 N_2H_4 为液体，具有很高的燃烧热 ($622.1 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$)。

以硫酸为电解质，通过催化电解可将 N_2 转化为 N_2H_4 ；碱性条件下， NaClO 氧化 NH_3 也可制备 N_2H_4 。下列化学反应表示正确的是



【答案】B

【解析】

【详解】A. 肼具有很高的燃烧热 ($622.1 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$)，燃烧热是指生成稳定氧化物，水的状态是液态，所以 $\text{N}_2\text{H}_4(\text{l}) + \text{O}_2(\text{g}) = \text{N}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = 622.1 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ，A 错误；

B. 金属钠和液氨反应生成 NaNH_2 和 H_2 ： $2\text{Na} + 2\text{NH}_3 = 2\text{NaNH}_2 + \text{H}_2 \uparrow$ ，B 正确；

C. NaClO 氧化 NH_3 制备 N_2H_4 ： $2\text{NH}_3 + \text{ClO}^- = \text{N}_2\text{H}_4 + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$ ，C 错误；

D. 电解法制备 N_2H_4 的阴极反应： $\text{N}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- = \text{N}_2\text{H}_4$ ，D 错误；

故选 B。

7. 下列物质结构与性质或物质性质与用途不具有对应关系的是

A. NH_3 分子间存在氢键， NH_3 极易溶于水

B. 液氨汽化时吸收大量的热，可用作制冷剂

C. N_2H_4 中 N 原子能与 H^+ 形成配位键， N_2H_4 的水溶液呈碱性

D. N_2H_4 具有还原性，可用作燃料电池的燃料

【答案】A

【解析】

【详解】A. NH_3 极易溶于水，是由于氨气分子和水分子都是极性分子同时可以形成氢键，与 NH_3 分子间存在氢键无关，A 符合题意；

B. 氨分子由液态转化为气态时，需要从周围环境吸收热量，液氨可用作制冷剂，B 不符合题意；

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/056230055154010122>