

2022年上海市高考化学试卷

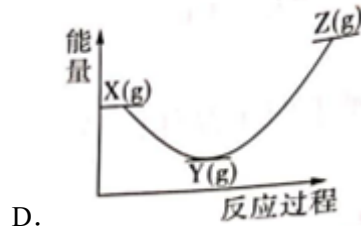
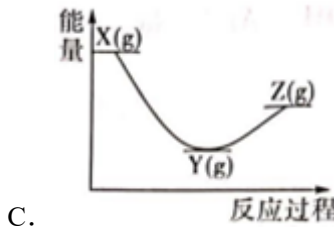
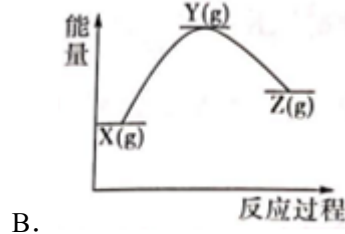
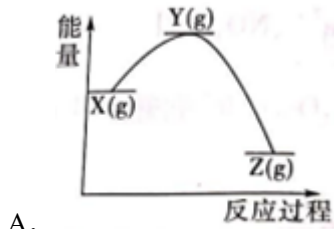
一、选择题（本题共20小题，每小题2分，共40分。在每小题给出的四个选项中，只有一项是符合题目要求的）

1. （2分）北京2022年冬奥会上，我国短道速滑队取得了良好成绩。短道速滑所用冰刀的材料是合金。下列选项正确的是（ ）
- A. 该合金熔点比纯铁低
B. 该合金硬度比纯铁低
C. 该合金含碳量比生铁高
D. 该合金延展性比生铁差
2. （2分）雪蜡是冰雪运动的重要材料，主要成分为石蜡。以下关于石蜡的说法正确的是（ ）
- A. 常温下是气态
B. 易溶于水
C. 是纯净物
D. 是石油分馏产物
3. （2分） Na_2O 的电子式为（ ）
- A. $\text{Na}^+ [\text{:}\ddot{\text{O}}\text{:}]^{2-} \text{Na}^+$
B. $\text{Na} \cdot \text{O} \cdot \text{Na}$
C. $\text{Na}_2^+ [\text{:}\ddot{\text{O}}\text{:}]^{2-}$
D. $\text{Na}^+ \cdot \ddot{\text{O}} \cdot \text{Na}^+$
4. （2分）二氧化碳在一定条件下可以转化为乙酸，下列有关二氧化碳性质的说法正确的是（ ）
- A. 为共价化合物
B. 为电解质
C. 为折线形分子
D. 含非极性共价键
5. （2分）苯是不饱和烃，但不能使溴的四氯化碳溶液褪色，是因为（ ）
- A. 苯是非极性分子
B. 苯溶于四氯化碳
C. 苯不能发生取代反应
D. 苯中不存在烯烃典型的碳碳双键
6. （2分）下列物质中所有原子均共面的是（ ）
- A. 二氯甲烷
B. 1, 1, 2, 2 - 四氯乙烷
C. 1, 2 - 二氯乙烯
D. 乙醛
7. （2分）关于 $\text{CH}_3\text{C}\equiv\text{CCH}_3$ 的说法错误的是（ ）
- A. 是乙炔同系物
B. 和1, 3 - 丁二烯互为同分异构体

C. 乙烷和乙烯

D. 正戊烷和正己烷

15. (2分) 反应 $X(g) \rightarrow Y(g) - Q_1$, $Y(g) \rightarrow Z(g) + Q_2$, 已知 $Q_2 > Q_1$, 下列图象正确的是 ()



16. (2分) 冰层表面摩擦力小, 原因可能是其表面有一层液态水, 现有一冰面面积为 200 m^2 , 液态水厚度为 10^{-7} m , 水的密度为 $1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, 求液态水分子数 ()

A. 6.69×10^{20}

B. 1.20×10^{22}

C. 6.69×10^{23}

D. 1.20×10^{25}

17. (2分) 实验室用叔丁醇和质量分数为37%的浓盐酸制取叔丁基氯, 通过分液、洗涤、干燥、蒸馏等步骤得到精制产品。下列说法错误的是 ()

	溶解性	密度	沸点
叔丁醇	易溶于水	$0.775 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$	83°C
叔丁基氯	微溶于水	$0.851 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$	$51 \sim 52^\circ \text{C}$

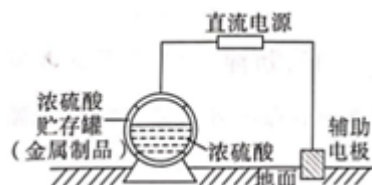
A. 分液: 叔丁基氯在分液漏斗上层

B. 洗涤: 用氢氧化钠除去酸性物质

C. 干燥: 用无水氯化钙除去微量水

D. 蒸馏: 通过蒸馏获得精制叔丁基氯

18. (2分) 浓硫酸贮存罐的钝化金属保护法示意图如图, 其原理是利用可钝化的金属与直流电源相连, 控制合适的电压, 使金属贮存罐表面形成致密的钝化膜, 以有效减缓金属腐蚀。下列选项错误的是 ()



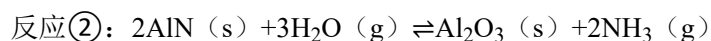
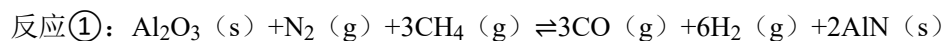
- A. 金属贮存罐可用钢制材料
- B. 电子沿导线流入辅助电极
- C. 贮存浓硫酸的金属罐与电源负极相连
- D. 电压高到一定程度有可能会加剧腐蚀
19. (2分) 向10mL浓度为 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的二元弱酸 H_2A 中逐滴加入VmL $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的NaOH溶液。下列离子关系错误的是 ()
- A. $V=5$, $2[\text{Na}^+] = [\text{H}_2\text{A}] + [\text{HA}^-] + [\text{A}^{2-}]$
- B. $V=10$, $[\text{H}_2\text{A}] + [\text{H}^+] = [\text{OH}^-] + 2[\text{A}^{2-}]$
- C. $V=15$, 且测得此时溶液 $\text{pH} < 7$, $[\text{Na}^+] > [\text{A}^{2-}] > [\text{HA}^-]$
- D. $V=20$, $[\text{Na}^+] > 2[\text{HA}^-] > 2[\text{H}_2\text{A}]$
20. (2分) 向体积为1L的容器中充入4molA, 发生反应: $2\text{A}(\text{s}) \rightleftharpoons 2\text{B}(\text{g}) + \text{C}(\text{?})$, 不同温度下的平衡常数与达到平衡时B的物质的量如下:

温度	T_1	T_2
K	4	1
$n(\text{B})/\text{mol}$	x	y

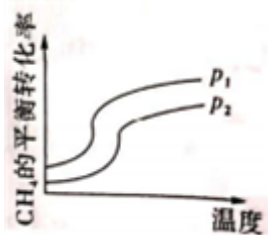
- 下列说法正确的是 ()
- A. 容器中气体的平均摩尔质量不变时, 该反应达到平衡
- B. T_1 时, 若平衡时剩余2molA, 则C必为气体
- C. T_2 时, 当反应达到平衡后, 容器内剩余A的物质的量为3mol
- D. T_2 时, 若容器的体积变为2L, 则平衡时 $n(\text{B}) = 2\text{mol}$

二、(本题共15分)

21. (15分) 利用 Al_2O_3 催化氮气合成氨气, 并生成CO、 H_2 等燃料气的方程式如下所示:



- (1) 氮原子核外电子排布式为: _____。
- (2) 比较C、N、O原子的半径大小: _____。
- (3) 反应①的进程如图所示, 则 p_1 和 p_2 的大小为: _____。



(4) 某一2L恒温恒容装置，反应前充入3mol甲烷，10min后，甲烷为1.2mol，求前10min氮气的反应速率为：_____。

(5) 写出反应①和反应②的总反应方程式：_____。

(6) 这个制取氨气的方法和工业制取氨气相比，优点是：_____、_____。

三、(本题共15分)

22. (15分) 铵态氮肥的过度使用会导致水体的富营养化，研究发现，可以用化学方法和生物方法去除氨氮。现探究去除溶液中氨氮的最适宜条件。

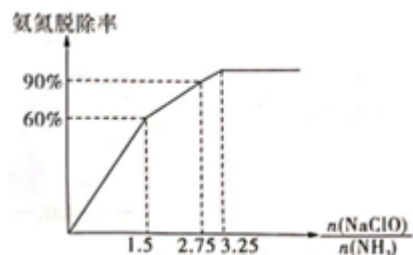
(1) 化学方法一般用次氯酸钠氧化。次氯酸钠可以和水中溶解的氨气反应得到无毒无害物质，其离子方程式为 $3\text{ClO}^- + 2\text{NH}_3 = 3\text{Cl}^- + \text{N}_2 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$ 。次氯酸钠溶液中含氯的微粒有_____。

(2) 规定：氨氮脱除率 = $\frac{\text{反应前的氮元素质量} - \text{反应后的氮元素质量}}{\text{反应前的氮元素质量}}$

氨氮脱除率受溶液pH和 $n(\text{NaClO})/n(\text{NH}_3)$ 的影响。如表是不同pH下的氨氮脱除率：

pH	反应前氮元素质量	反应后氮元素质量	氨氮脱除率
5.8	49.3	24.11	51.1%
6.9	49.3	19.08	61.3%
7.7	49.3	16.86	65.8%
8.8	49.3	18.88	61.7%
9.3	49.3	25.29	x

图示为最适宜pH条件，NaClO和NH₃起始投料比例不同的情况下的氨氮脱除率。



试分析为什么最佳pH时，按照3:2投料氨氮脱除率较低，只有0.6，写出两个可能的原因：_____。

(3) 由上述信息判断，反应的最佳pH范围是_____，最佳投料比是_____。

生物方法是利用硝化细菌，将土壤中的 NH_4^+ 转化为 NO_2^- 后，土壤中的 O_2 进一步将 NO_2^- 氧化为 NO_3^- 。之后，在氧气较少的环境下， NO_3^- 又可以在反硝化细菌的作用下与 NH_4^+ 反应，使氮以 N_2 形式放出。

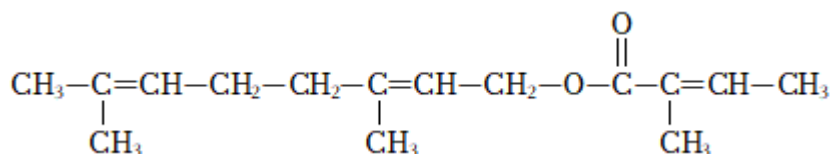
(4) 氧气与 NO_2^- 反应时，反应物 NO_2^- 与 O_2 的物质的量之比为_____

。写出 NO_3^- 与 NH_4^+ 作用生成 N_2 的离子方程式：_____。

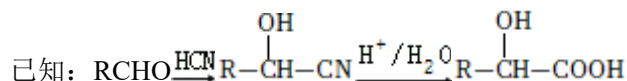
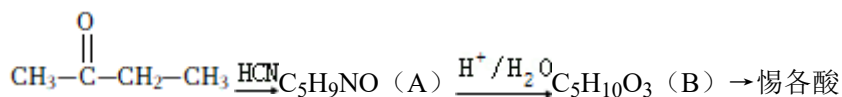
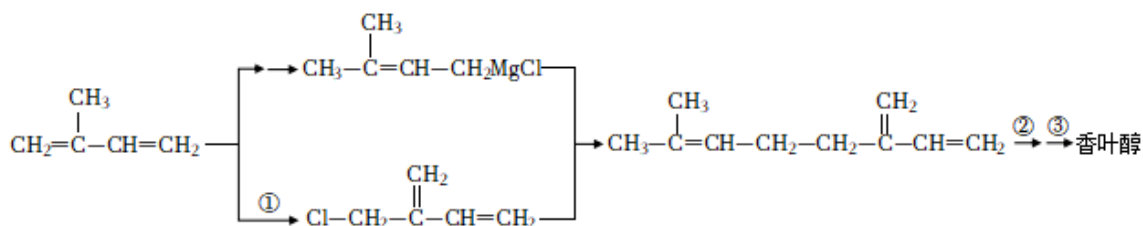
(5) 在 $1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的氨水中滴加等体积 $0.01\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的盐酸，使 $\text{pH}=7$ ，则产物中一水合氨浓度为_____。

四、(本题共15分)

23. (15分) 惕各酸及其酯类在香精配方中有着广泛的用途，已知惕各酸香叶醇酯的结构如图所示：



其合成方法如图所示：



(1) 反应①为_____反应，有机物B中的官能团名称为_____。

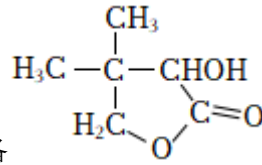
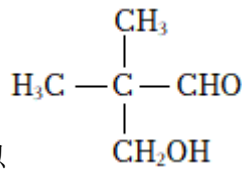
(2) 反应②③的反应试剂与条件为_____。

(3) 写出分子式为 $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_3$ ，满足下列条件的结构简式：_____。

①能水解且能发生银镜反应

②不与Na反应

③有3种化学环境不同的氢原子



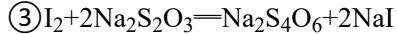
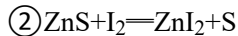
(4) 写出以 $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{CHO} \\ | \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$ 为原料, 制备 $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{CHOH} \\ | \quad \diagup \\ \text{H}_2\text{C} \quad \text{O} \quad \text{C}=\text{O} \end{array}$ 的流程 _____。
(无机试剂任选)

合成路线流程图示例: 甲 $\xrightarrow[\text{反应条件}]{\text{反应试剂}}$ 乙 $\cdots\cdots$ $\xrightarrow[\text{反应条件}]{\text{反应试剂}}$ 目标产物

(5) 反应原料异戊二烯可以发生加聚反应, 写出其两种加聚产物: _____、
_____。

五、(本题共15分)

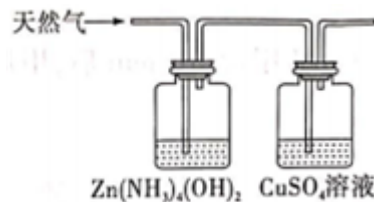
24. (15分) 天然气中常混有 H_2S , 现用如下方法测定天然气中 H_2S 的含量。反应中涉及的方程式有:



(1) 反应①中, H_2S 体现 _____ (选填“酸性”“氧化性”或“还原性”)。

采用以下方法测定 H_2S 的含量。

步骤 I: 将1L天然气中的 H_2S 溶于水并进行反应①, 配制成500mL溶液。

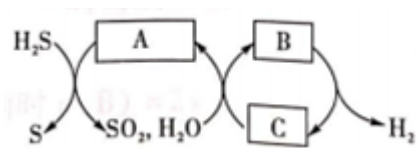


步骤 II: 加入0.001mol的 I_2 (过量) 使 ZnS 完全转化为 ZnI_2 , 加入淀粉溶液作为指示剂, 用 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 滴定过量的 I_2 , 做几组平行实验, 平均消耗15.00mL。

(2) 滴定达到终点的现象为: 溶液由 _____ 色变色, 且半分钟不恢复原色。根据条件计算天然气中 H_2S 的含量为 _____ $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 。若在步骤 I 收集 H_2S 的过程中, 有少量硫化氢进入 CuSO_4 溶液中, 则测得 H_2S 的含量 _____ (选填“偏高”“偏低”或“无影响”)。

(3) 假设在反应②中, 碘单质全部转化为易溶于水的 ZnI_2 , 如何检验体系中的 I^- ? _____。

(4) 利用硫碘循环处理 H_2S 的方法如图所示：



写出上述流程中A、B、C的化学式。

A: _____; B: _____; C: _____。

2022年上海市高考化学试卷

参考答案与试题解析

一、选择题（本题共20小题，每小题2分，共40分。在每小题给出的四个选项中，只有一项是符合题目要求的）

1. （2分）北京2022年冬奥会上，我国短道速滑队取得了良好成绩。短道速滑所用冰刀的材料是合金。下列选项正确的是（ ）

- A. 该合金熔点比纯铁低
B. 该合金硬度比纯铁低
C. 该合金含碳量比生铁高
D. 该合金延展性比生铁差

【分析】合金硬度大于成分金属，熔点低于成分金属，延展性较好，据此进行解答。

【解答】解：A. 合金的熔点比组成金属熔点低，故该合金熔点比纯铁低，故A正确；

B. 合金的硬度比组成金属硬度高，故该合金硬度比纯铁高，故B错误；

C. 该合金含碳量比生铁低，故C错误；

D. 该合金延展性比生铁优良，故D错误；

故选：A。

【点评】本题考查了合金性质等，题目难度不大，侧重于考查学生的分析能力应用能力，注意相关知识的积累。

2. （2分）雪蜡是冰雪运动的重要材料，主要成分为石蜡。以下关于石蜡的说法正确的是（ ）

- A. 常温下是气态
B. 易溶于水
C. 是纯净物
D. 是石油分馏产物

【分析】A.石蜡是固态高级烷烃混合物的俗称，分子式为 C_nH_{2n+2} ，其中 $n=20\sim 40$ ，碳原子数约为 $18\sim 30$ 的烃类混合物；

B.石蜡中不含亲水基；

C.石蜡是固态高级烷烃混合物的俗称；

D.石蜡是从原油分馏所得到的无色无味的混合物。

【解答】解：A.石蜡是固态高级烷烃混合物的俗称，分子式为 C_nH_{2n+2} ，其中 $n=20\sim 40$ ，碳原子数约为 $18\sim 30$ 的烃类混合物，所以石蜡常温下是固态，故A错误；

B.石蜡中不含亲水基，所以难溶于水，故B错误；

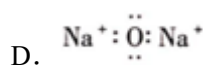
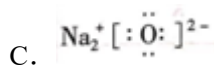
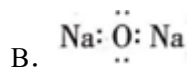
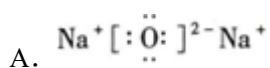
C.石蜡是固态高级烷烃混合物的俗称，不是纯净物，故C错误；

D.石蜡是从原油分馏所得到的无色无味的混合物，所以石蜡是石油分馏产物，故D正确，

故选：D。

【点评】本题以石蜡为载体考查烷烃，侧重考查基础知识的掌握和灵活运用能力，明确石蜡成分、性质是解答本题的关键，题目难度不大。

3. (2分) Na_2O 的电子式为 ()



【分析】 Na_2O 是离子化合物，据此写出电子式。

【解答】解：A. 氧化钠是 Na^+ 和 O^{2-} 形成的离子化合物，钠离子是简单阳离子，直接写离子符号即可，氧离子是阴离子，需要用右上角带电荷符号的中括号表示，正确电子式为： $\text{Na}^+ [: \ddot{\text{O}} :]^{2-} \text{Na}^+$ ，

故选：A。

【点评】本题考查电子式的书写，题目难度不大，注意基础知识的积累。

4. (2分) 二氧化碳在一定条件下可以转化为乙酸，下列有关二氧化碳性质的说法正确的是 ()

A. 为共价化合物

B. 为电解质

C. 为折线形分子

D. 含非极性共价键

【分析】A. 只含共价键的化合物是共价化合物；

B. 在水溶液里或熔融状态下能导电的化合物是电解质；

C. 二氧化碳为直线形分子；

D. 不同非金属元素的原子之间存在极性键，同种非金属元素的原子之间存在非极性键。

【解答】解：A. CO_2 中只存在 $\text{C}=\text{O}$ 共价键，属于共价化合物，故A正确；

B. CO_2 的水溶液能导电，但电离出阴阳离子的是 H_2CO_3 而不是 CO_2 ，所以 CO_2 是非电解质，故B错误；

C. CO_2 分子中C原子价层电子对数 $=2 + \frac{4 - 2 \times 2}{2} = 2$ 且不含孤电子对，为直线形分子，

故C错误；

D. CO_2 的结构式为 $\text{O}=\text{C}=\text{O}$ ，只存在极性键，故D错误；

故选：A。

【点评】本题以二氧化碳为载体考查基本概念、分子空间构型判断等知识点，侧重考查基础知识的掌握和灵活运用能力，明确共价化合物和电解质的概念、分子空间构型判断方法等知识点是解本题关键，题目难度不大。

5. (2分) 苯是不饱和烃，但不能使溴的四氯化碳溶液褪色，是因为 ()

- A. 苯是非极性分子
- B. 苯溶于四氯化碳
- C. 苯不能发生取代反应
- D. 苯中不存在烯烃典型的碳碳双键

【分析】苯的化学性质稳定，且结构中不含碳碳双键，苯中碳碳键介于单键和双键之间，与溴不发生加成反应。

【解答】解：苯的化学性质稳定，且结构中不含碳碳双键，苯中碳碳键介于单键和双键之间，与溴不发生加成反应，不是烯烃典型的碳碳双键，故D正确，

故选：D。

【点评】本题考查苯的性质，为高频考点，侧重考查学生的分析能力，有利于培养学生良好的科学素养，提高学生的学习的积极性，注意把握苯的结构和性质，题目难度不大。

6. (2分) 下列物质中所有原子均共面的是 ()

- A. 二氯甲烷
- B. 1, 1, 2, 2 - 四氯乙烷
- C. 1, 2 - 二氯乙烯
- D. 乙醛

【分析】甲烷为四面体结构，分子中所有原子不共平面，乙烯中所有原子共平面；

- A. 该分子相当于甲烷分子中的2个氢原子被2个氯原子取代；
- B. 该分子相当于甲烷分子中2个氢原子被2个氯原子取代，1个氢原子被 $-\text{CHCl}_2$ 取代；
- C. 该分子相当于乙烯分子中的2个氢原子被2个氯原子取代；
- D. 该分子相当于甲烷分子中的1个氢原子被 $-\text{CHO}$ 取代。

【解答】解：甲烷为四面体结构，分子中所有原子不共平面，乙烯中所有原子共平面；

A. 该分子相当于甲烷分子中的2个氢原子被2个氯原子取代，所以该分子中所有原子一定不共平面，故A错误；

B. 该分子相当于甲烷分子中2个氢原子被2个氯原子取代，1个氢原子被 -CHCl₂取代，所以该分子中所有原子一定不共平面，故B错误；

C. 该分子相当于乙烯分子中的2个氢原子被2个氯原子取代，则该分子中所有原子一定共平面，故C正确；

D. 该分子相当于甲烷分子中的1个氢原子被 -CHO取代，则该分子中所有原子一定不共平面，故D错误；

故选：C。

【点评】 本题考查有机物结构和性质，侧重考查基础知识的掌握和灵活运用能力，明确原子共平面判断方法是解本题关键，采用代换法判断，题目难度不大。

7. (2分) 关于CH₃C≡CCH₃的说法错误的是 ()

A. 是乙炔同系物

B. 和1, 3 - 丁二烯互为同分异构体

C. 可以使酸性高锰酸钾溶液褪色

D. 1mol该物质能和3molH₂加成

【分析】 A. 结构相似、分子组成上相差2个CH₂原子团，互为同系物；

B. 分子式相同、结构不同，互为同分异构体；

C. 碳碳三键能与酸性高锰酸钾溶液发生氧化反应使溶液褪色；

D. 碳碳三键一定条件下能与氢气发生加成反应。

【解答】 解：A. 结构相似、分子组成上相差2个CH₂原子团，互为同系物，2 - 丁炔与乙炔的结构相似、分子组成上相差2个CH₂原子团，互为同系物，故A正确；

B. 分子式相同、结构不同，互为同分异构体，2 - 丁炔与乙炔与1, 3 - 丁二烯的分子式相同、结构不同，互为同分异构体，故B正确；

C. 碳碳三键能与酸性高锰酸钾溶液发生氧化反应使溶液褪色，2 - 丁炔分子中含有的碳碳三键能与酸性高锰酸钾溶液发生氧化反应使溶液褪色，故C正确；

D. 碳碳三键一定条件下能与氢气发生加成反应，2 - 丁炔分子中含有1个碳碳三键，则1mol 2 - 丁炔能和2mol氢气加成，故D错误；

故选：D。

【点评】 本题考查有机物的结构与性质，侧重考查学生基础知识的掌握情况，试题难度中等。

8. (2分) 常温下，在pH=1的溶液中可以大量共存的是 ()

- A. Al^{3+} 、 SO_4^{2-} 、 Cl^- B. OH^- 、 Al^{3+} 、 Na^+
C. Fe^{2+} 、 K^+ 、 S^{2-} D. Fe^{2+} 、 NO_3^- 、 Cl^-

【分析】常温下，在 $\text{pH}=1$ 的溶液呈酸性，该溶质存在较多 H^+ ，离子之间不生成气体、沉淀、弱电解质或不发生氧化还原反应、络合反应、双水解等反应时能大量共存，以此进行判断。

【解答】解：A. Al^{3+} 、 SO_4^{2-} 、 Cl^- 、 H^+ 之间不发生反应，能大量共存，故A正确；

B. OH^- 与 Al^{3+} 、 H^+ 反应，不能大量共存，故B错误；

C. Fe^{2+} 、 H^+ 都与 S^{2-} 反应，不能大量共存，故C错误；

D. Fe^{2+} 、 NO_3^- 在酸性溶液中发生氧化还原反应，不能大量共存，故D错误；

故选：A。

【点评】本题考查离子共存的判断，为高频考点，明确题干暗含信息、常见离子的性质及离子反应发生条件为解答关键，注意掌握常见离子不能共存的情况，试题侧重考查学生的分析与应用能力，题目难度不大。

9. (2分) 下列属于原子晶体的是 ()

- A. CO_2 B. 金刚石 C. NaCl D. 氦气

【分析】相邻原子之间通过强烈的共价键结合而成的空间网状结构的晶体叫做原子晶体，常见的原子晶体是周期系第IVA族元素的一些单质和某些化合物，例如金刚石、硅晶体、 SiO_2 、 SiC 等。

【解答】解：A. CO_2 是分子晶体，故A错误；

B. 金刚石是原子晶体，故B正确；

C. NaCl 是离子晶体，故C错误；

D. 氦气是分子晶体，故D错误；

故选：B。

【点评】本题考查常见物质晶体类型判断，侧重考查双基的掌握，为高频考点，难度不大，掌握常见物质晶体类型及常见分子晶体即可解答。

10. (2分) 下列关于硫酸工业的说法正确的是 ()

- A. 在纯氧中煅烧黄铁矿 B. 在高压条件下制 SO_3
C. 用98%浓硫酸吸收 SO_3 D. 用澄清石灰水吸收尾气

【分析】A. 在沸腾炉中通入空气煅烧黄铁矿制备二氧化硫；

B. 硫酸工业中催化氧化 SO_2 制备 SO_3 ，在常压条件下进行即可；

C. 采用98%的浓硫酸吸收 SO_3 避免产生大量酸雾；

D. 硫酸工业产生的尾气主要是 SO_2 ，用氢氧化钠溶液吸收。

【解答】解：A. 制备硫酸工业中，在沸腾炉中通入空气煅烧黄铁矿制备二氧化硫，不需要纯净的氧气，故A错误；

B. 硫酸工业中催化氧化 SO_2 制备 SO_3 ，在常压条件下进行即可，该反应在常压下的转化率已经很大，加压虽然可以使转化率增大，但同时设备要求提高、经济成本增大，故B错误；

C. 工业上采用98%的浓硫酸吸收 SO_3 ，可避免产生大量酸雾降低吸收效率、腐蚀设备，故C正确；

D. 硫酸工业产生的尾气主要是 SO_2 ，工业上通常采用石灰乳进行吸收，澄清石灰水中 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 浓度太低，不适合处理工业尾气，故D错误；

故选：C。

【点评】本题考查了工业制备硫酸的工艺流程和注意问题，主义知识的熟练掌握，题目难度不大。

11. (2分) 下列事实不能说明C的非金属性大于Si的是 ()

A. 稳定性： $\text{CH}_4 > \text{SiH}_4$

B. 酸性： $\text{H}_2\text{CO}_3 > \text{H}_2\text{SiO}_3$

C. 熔沸点： $\text{CO}_2 < \text{SiO}_2$

D. CH_4 中C为-4价， SiH_4 中Si为+4价

【分析】根据气态氢化物的稳定性、最高价氧化物对应水化物的酸性、单质之间的置换反应，得电子的难易程度等来判断非金属性的强弱。

【解答】解：A. 元素的气态氢化物越稳定，则元素的非金属性越强，稳定性 $\text{CH}_4 > \text{SiH}_4$ 能说明C的非金属性大于Si，故A错误；

B. C的最高价含氧酸比Si的最高价含氧酸的酸性强，则C的非金属性强，酸性 $\text{H}_2\text{CO}_3 > \text{H}_2\text{SiO}_3$ 能说明C的非金属性大于Si，故B错误；

C. 熔沸点的高低和元素的非金属性之间无关，二氧化碳是分子晶体，二氧化硅是共价晶体，所以熔沸点 $\text{CO}_2 < \text{SiO}_2$ 不能说明C的非金属性大于Si，故C正确；

D. CH_4 中C为-4价，则C的非金属性强于H， SiH_4 中Si为+4价，则Si的非金属性弱于H

，能说明C的非金属性大于Si，故D错误；

故选：C。

【点评】 本题考查元素周期表和元素周期律，熟悉元素在周期表中的位置及元素的单质、化合物的性质，非金属性的比较方法即可解答，题目难度不大。

12. (2分) 制备二氧化硫并检验其性质，用铜和浓硫酸在试管中制得二氧化硫，先通到品红溶液中，然后通到新制氯水中，最后尾气处理，下列说法正确的是 ()

- A. SO₂是氧化产物
- B. 品红溶液褪色体现SO₂的漂白性
- C. 新制氯水褪色体现SO₂的氧化性
- D. 用饱和亚硫酸钠溶液处理尾气

【分析】 A. 氧化还原反应中元素化合价降低的作氧化剂被还原生成还原产物，元素化合价升高的作还原剂被氧化得到氧化产物；

B. SO₂能与品红结合生成不稳定的无色物质，具有漂白性；

C. SO₂与新制氯水发生反应发生氧化还原反应，生成了硫酸和盐酸；

D. SO₂在饱和亚硫酸钠溶液中反应生成亚硫酸氢钠，二氧化硫是酸性氧化物，一般用氢氧化钠溶液吸收。

【解答】 解：A. 浓硫酸与铜加热反应生成SO₂，发生反应的化学方程式为： $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ，硫酸中硫元素化合价+6价降低到+4价SO₂，SO₂是还原产物，故A错误；

B. SO₂能与品红结合生成不稳定的无色物质，从而使品红溶液褪色，体现SO₂的漂白性，故B正确；

C. SO₂与新制氯水发生反应的化学方程式为： $\text{Cl}_2 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl}$ ，使新制氯水褪色，体现了SO₂的还原性，故C错误；

D. SO₂在饱和亚硫酸钠溶液中反应生成亚硫酸氢钠，但吸收量少，应选用氢氧化钠溶液来处理尾气，故D错误；

故选：B。

【点评】 本题考查了氧化还原反应、物质性质的分析判断，主要是二氧化硫性质的理解应用，注意知识的熟练掌握，题目难度不大。

13. (2分) 将Mg加入稀NH₄Cl溶液中，发生反应 $\text{Mg} + 2\text{NH}_4\text{Cl} = \text{MgCl}_2 + 2\text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2 \uparrow$ ，下

列说法正确的是（ ）

- A. 用湿润的蓝色石蕊试纸检验 NH_3
- B. 经过一段时间之后可能生成 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 沉淀
- C. NH_3 和 H_2 均为还原产物
- D. 1mol Mg 充分反应生成22.4L气体（标准状况下）

【分析】A.氨气能使湿润的红色石蕊试纸变蓝；

B.镁离子能与氨水反应生成 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 沉淀；

C.氧化剂得电子价态降低生成还原产物；

D.1mol Mg 反应生成3mol气体。

【解答】解：A.氨气为碱性气体，能使湿润的红色石蕊试纸变蓝，故可用湿润的红色石蕊试纸检验氨气，故A错误；

B.氨气易溶于水，随反应进行，溶液碱性变强，可能生成 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 沉淀，故B正确；

C.由方程式可知，氢元素价态降低得电子，故氢气为还原产物，故C错误；

D.1mol Mg 反应生成2mol氨气和1mol氢气，气体体积为 $(2+1)\text{mol}\times 22.4\text{L/mol}=67.2\text{L}$ ，故D错误；

故选：B。

【点评】本题考查物质的性质与转化，题目难度中等，注意掌握相关物质的基本性质和计算公式是解题的关键。

14.（2分）下列四组物质中，不能用溴水鉴别的是（ ）

- A. SO_2 和 CO_2
- B. NaOH 和 NaCl
- C. 乙烷和乙烯
- D. 正戊烷和正己烷

【分析】A. 二氧化硫与溴水发生氧化还原反应生成硫酸和 HBr ，二氧化碳与溴水不反应；

B. 溴水与 NaOH 溶液反应， NaCl 与溴水不反应；

C. 乙烯与溴水发生加成反应，乙烷不反应；

D. 正戊烷和正己烷均与溴水不反应，且分层现象相同。

【解答】解：A. 二氧化硫与溴水发生氧化还原反应生成硫酸和 HBr ，溴水褪去，而二氧化碳与溴水不反应，现象不同，可鉴别，故A错误；

B. 溴水与 NaOH 溶液反应，溴水褪色，而 NaCl 与溴水不反应，现象不同，可鉴别，故B错误；

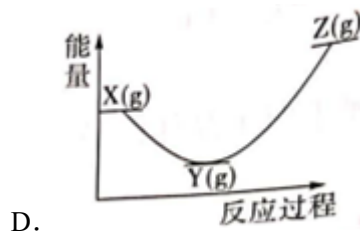
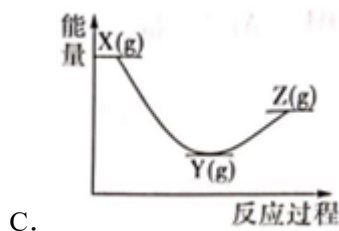
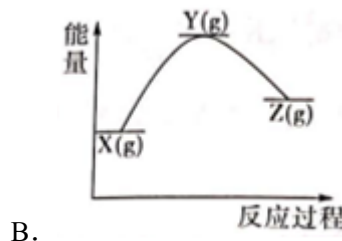
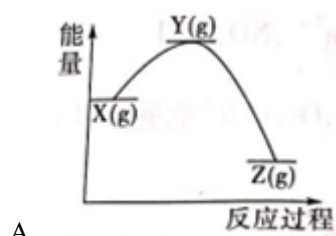
C. 乙烯能与溴水发生加成反应使溴水褪色，乙烷不反应，现象不同，可鉴别，故C错误；

D. 正戊烷和正己烷均与溴水不反应，且分层现象相同，不能鉴别，故D正确；

故选：D。

【点评】 本题考查物质的鉴别，为高频考点，把握物质的性质、发生的反应与现象、实验技能为解答的关键，侧重分析与实验能力的考查，注意有机物性质的应用，题目难度不大。

15. (2分) 反应 $X(g) \rightarrow Y(g) - Q_1$ ， $Y(g) \rightarrow Z(g) + Q_2$ ，已知 $Q_2 > Q_1$ ，下列图象正确的是 ()



【分析】 反应 $X(g) \rightarrow Y(g) - Q_1$ ，反应为吸热反应，反应物总能量低于生成物， $Y(g) \rightarrow Z(g) + Q_2$ ，反应为放热反应，反应物总能量高于生成物，已知 $Q_2 > Q_1$ ，放出的热量大于吸收的热量，据此分析判断。

【解答】 解：反应 $X(g) \rightarrow Y(g) - Q_1$ ，反应为吸热反应，反应物总能量低于生成物，故C、D错误， $Y(g) \rightarrow Z(g) + Q_2$ ，反应为放热反应，反应物总能量高于生成物，由于 $Q_2 > Q_1$ ，说明放出的热量大于吸收的热量，所以A符合题意，故B不符合；
故选：A。

【点评】 本题考查了化学反应的能量变化分析判断，主要是放热反应和吸热反应的理解应用，题目难度不大。

16. (2分) 冰层表面摩擦力小，原因可能是其表面有一层液态水，现有一冰面面积为 200 m^2 ，液态水厚度为 10^{-7} m ，水的密度为 $1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ，求液态水分子数 ()

A. 6.69×10^{20} B. 1.20×10^{22} C. 6.69×10^{23} D. 1.20×10^{25}

【分析】根据 $m=\rho\times V$ 计算水的质量，结合公式 $n=\frac{m}{M}$ 计算物质的量。

【解答】解：由题目信息可知，液态水的体积为 $200\text{m}^2\times 10^{-7}\text{m}=2\times 10^{-5}\text{m}^3=20\text{cm}^3$ ，
质量为 $1\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}\times 20\text{cm}^3=20$

g，物质的量为 $\frac{20\text{g}}{18\text{g/mol}}=\frac{10}{9}\text{mol}$ ，分子数为 $\frac{10}{9}\text{mol}\times 6.02\times 10^{23}/\text{mol}\approx 6.69\times 10^{23}$ ，

故选：C。

【点评】本题考查物质的量计算，题目难度中等，掌握以物质的量为中心的计算转化关系是解题的关键。

17. (2分) 实验室用叔丁醇和质量分数为37%的浓盐酸制取叔丁基氯，通过分液、洗涤、干燥、蒸馏等步骤得到精制产品。下列说法错误的是 ()

	溶解性	密度	沸点
叔丁醇	易溶于水	$0.775\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	83°C
叔丁基氯	微溶于水	$0.851\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$51\sim 52^\circ\text{C}$

- A. 分液：叔丁基氯在分液漏斗上层
- B. 洗涤：用氢氧化钠除去酸性物质
- C. 干燥：用无水氯化钙除去微量水
- D. 蒸馏：通过蒸馏获得精制叔丁基氯

【分析】A. 分液时，密度大的液体在下方、密度小的液体在上方；

B. NaOH能使氯代烃发生水解反应；

C. 无水 CaCl_2 具有吸水性；

D. 互溶且沸点相差较大的液体采用蒸馏的方法分离。

【解答】解：A. 分液时，密度大的液体在下方、密度小的液体在上方，叔丁基氯密度小于水，叔丁醇和水互溶，所以分液时叔丁基氯在分液漏斗上层，故A正确；

B. NaOH能使叔丁基氯发生水解反应，所以不能用NaOH溶液除去酸性物质，故B错误；

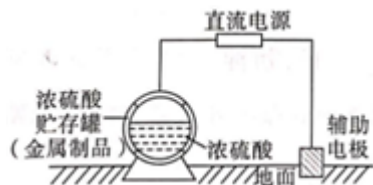
C. 无水 CaCl_2 具有吸水性，且和其它物质不反应，所以可以用无水氯化钙除去微量水，故C正确；

D. 叔丁基氯和叔丁醇互溶且沸点相差较大，可以采用蒸馏的方法获得精制叔丁基氯，故D正确；

故选：B。

【点评】本题以叔丁基氯的制备为载体考查化学实验方案评价，侧重考查分析、判断及知识综合运用能力，明确实验原理、物质性质差异性解本题关键，题目难度不大。

18. (2分) 浓硫酸贮存罐的钝化金属保护法示意图如图，其原理是利用可钝化的金属与直流电源相连，控制合适的电压，使金属贮存罐表面形成致密的钝化膜，以有效减缓金属腐蚀。下列选项错误的是 ()



- A. 金属贮存罐可用钢制材料
B. 电子沿导线流入辅助电极
C. 贮存浓硫酸的金属罐与电源负极相连
D. 电压高到一定程度有可能会加剧腐蚀

【分析】金属贮存管需要在浓硫酸中被氧化形成钝化层，因此要将金属罐连接到电源的正极，使其做阳极被氧化，据此分析。

【解答】解：A. 钢的主要成分为铁，铁遇浓硫酸发生钝化，因此可用钢制材料做金属贮存罐，故A正确；

B. 贮存罐需要被氧化形成钝化层，因此作阳极，连接到电源的正极，辅助电极做阴极，电子流入，故B正确；

C. 金属罐需要被氧化形成钝化层，故作阳极，应与电源正极相连，故C错误；

D. 当控制合适的电压时，会在金属贮存罐表面形成一层薄而致密的氧化膜，但电压高到一定程度，内层的金属有可能会继续失电子被氧化，从而加剧其腐蚀，故D正确；

故选：C。

【点评】本题考查了电化学中的电解池，根据电解池的目的来分析金属罐所连接电源的正负极，出题角度比较新颖，难度不大。

19. (2分) 向10mL浓度为 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的二元弱酸 H_2A 中逐滴加入VmL $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的NaOH溶液。下列离子关系错误的是 ()

A. $V=5$, $2[\text{Na}^+]=[\text{H}_2\text{A}]+[\text{HA}^-]+[\text{A}^{2-}]$

B. $V=10$, $[\text{H}_2\text{A}]+[\text{H}^+]=[\text{OH}^-]+2[\text{A}^{2-}]$

C. $V=15$, 且测得此时溶液 $\text{pH}<7$, $[\text{Na}^+]>[\text{A}^{2-}]>[\text{HA}^-]$

D. $V=20$, $[\text{Na}^+]>2[\text{HA}^-]>2[\text{H}_2\text{A}]$

【分析】向10mL浓度为 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的二元弱酸 H_2A 中逐滴加入VmL $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的NaOH溶液, 依次发生反应 $\text{H}_2\text{A}+\text{NaOH}=\text{NaHA}+\text{H}_2\text{O}$, $\text{NaHA}+\text{NaOH}=\text{Na}_2\text{A}+\text{H}_2\text{O}$, 当 $V=5$ 时, 所得溶液为等物质的量的NaHA和 H_2A 的混合溶液, 当 $V=10$ 时, 所得溶液为NaHA溶液, 当 $V=15$ 时, 所得溶液为等物质的量的NaHA和 Na_2A 的混合溶液, 当 $V=20$ 时, 所得溶液为 Na_2A 溶液, 结合电荷守恒、物料守恒和质子守恒分析作答。

【解答】解: A. 当NaOH溶液体积 $V=5$ 时, 所得溶液为等物质的量的NaHA和 H_2A 的混合溶液, 由物料守恒可知 $2[\text{Na}^+]=[\text{H}_2\text{A}]+[\text{HA}^-]+[\text{A}^{2-}]$, 故A正确;

B. 当NaOH溶液体积 $V=10$ 时, 所得溶液为NaHA溶液, 由质子守恒可知, $[\text{H}_2\text{A}]+[\text{H}^+]=[\text{OH}^-]+[\text{A}^{2-}]$, 故B错误;

C. 当NaOH溶液体积 $V=15$ 时, 所得溶液为等物质的量的NaHA和 Na_2A 的混合溶液, $\text{pH}<7$, 说明HA的电离程度大于 A^{2-} 的水解程度, 则溶液中存在 $[\text{Na}^+]>[\text{A}^{2-}]>[\text{HA}^-]$, 故C正确;

D. 当NaOH溶液体积 $V=20$ 时, 所得溶液为 Na_2A 溶液, 由物料守恒可知 $[\text{Na}^+]=2[\text{H}_2\text{A}]+2[\text{HA}^-]+2[\text{A}^{2-}]$, A^{2-} 水解生成 HA^- , HA^- 水解生成 H_2A , 且以 A^{2-} 的水解为主, 所以 $[\text{Na}^+]>2[\text{HA}^-]>2[\text{H}_2\text{A}]$, 故D正确;

故选: B。

【点评】本题考查酸碱中和滴定, 题目难度中等, 能依据题目信息准确判断溶质成分是解题的关键。

20. (2分) 向体积为1L的容器中充入4molA, 发生反应: $2\text{A}(\text{s})\rightleftharpoons 2\text{B}(\text{g})+\text{C}(\text{?})$,

不同温度下的平衡常数与达到平衡时B的物质的量如下:

温度	T_1	T_2
K	4	1
$n(\text{B})/\text{mol}$	x	y

下列说法正确的是 ()

A. 容器中气体的平均摩尔质量不变时, 该反应达到平衡

B. T_1 时, 若平衡时剩余2molA, 则C必为气体

C. T_2 时, 当反应达到平衡后, 容器内剩余A的物质的量为3mol

D. T_2 时, 若容器的体积变为2L, 则平衡时 $n(B) = 2\text{mol}$

【分析】A. 分析该反应容器中气体的平均摩尔质量随着反应进行, 是否发生变化, 变量不变即为平;

B. T_1 时, 若平衡时剩余2 mol A, 则生成了2 mol B和1 mol C, 容器内B的浓度为 $2\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$, 分别计算C为气体和不为气体时的化学平衡常数, 结合表格K值分析;

C. T_2 时, 反应达到平衡后容器内剩余3mol A, 则生成了1 mol B和0.5 mol C, 分别计算C为气体和不为气体时的化学平衡常数, 结合表格K值分析; ;

D. T_2 时, 容器体积变为2L, 由于平衡常数只与温度有关, 所以平衡常数保持不变。

【解答】解: A. 若C不是气体, 则容器内的气体只有B, 此时混合气体的平均摩尔质量即为B的摩尔质量, 如果C为气体, 由于B、C均为生成物, 且物质的量之比始终为2: 1, 则容器中气体的平均摩尔质量为 $\frac{2M_B + M_C}{3}$, 始终为定值, 说明容器内气体的平均摩尔质量不变时, 不能判断该反应是否达到平衡, 故A错误;

B. T_1 时, 若平衡时剩余2mol

A, 则生成了2molB和1molC, 容器内B的浓度为 $\frac{2\text{mol}}{1\text{L}} = 2\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$, 若C为气体, 则C的浓度为 $1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$, 平衡常数 $K = c^2(B) \cdot c(C) = 4$; 若C不为气体, 则 $K = c^2(B) = 4$, 说明C不一定是气体, 故B错误;

C. T_2 时, 反应达到平衡后容器内剩余3mol A, 则生成了1 mol B和0.5mol C, 若C不是气体, 则 $K = c^2(B) = 1$, 符合题目条件, 若C为气体, 则 $K = c^2(B) \times c(C) = 0.5$, 与题目条件不符, 故C错误;

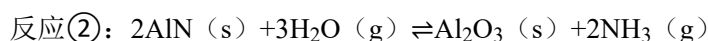
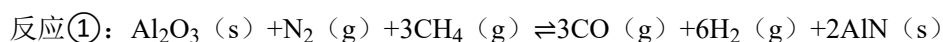
D. T_2 时, 容器体积变为2L, 由于平衡常数只与温度有关, 所以平衡常数保持不变, 又因为 $K = c^2(B) \times c(C) = \frac{1}{2}c^3(B)$ 或 $K = c^2(B)$, 所以需要 $c(B)$ 保持不变, 则平衡时 $n(B) = 2\text{mol}$, 故D正确;

故选: D。

【点评】本题考查化学平衡相关计算, 侧重考查学生分析能力和计算能力, 掌握化学平衡常数公式以及平衡常数只与温度有关是解题关键, 此题难度中等。

二、(本题共15分)

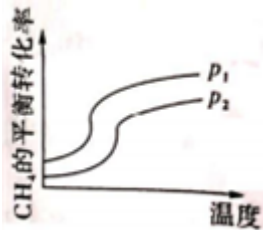
21. (15分) 利用 Al_2O_3 催化氮气合成氨气, 并生成CO、 H_2 等燃料气的方程式如下所示:



(1) 氮原子核外电子排布式为： $1s^2 2s^2 2p^3$ 。

(2) 比较C、N、O原子的半径大小： $C > N > O$ 。

(3) 反应①的进程如图所示，则 p_1 和 p_2 的大小为： $p_1 < p_2$ 。



(4) 某一2L恒温恒容装置，反应前充入3mol甲烷，10min后，甲烷为1.2mol，求前10min氮气的反应速率为： $0.03 \text{ mol} / (\text{L} \cdot \text{min})$ 。

(5) 写出反应①和反应②的总反应方程式：



(6) 这个制取氨气的方法和工业制取氨气相比，优点是：

产物 H_2 、CO可冶炼金属，可作燃料、氧化铝可循环使用，节约成本。

【分析】 (1) 氮的原子序数为7，其核外电子排布式为： $1s^2 2s^2 2p^3$ ；

(2) 同一周期从左到右原子半径逐渐减小；

(3) 增大压强平衡向气体体积减小的方向移动；

(4) 由题意知， $\Delta n(\text{CH}_4) = 3 \text{ mol} - 1.2 \text{ mol} = 1.8 \text{ mol}$ ，代入公式 $v(\text{CH}_4) = \frac{\Delta c(\text{CH}_4)}{\Delta t}$ 可计算出用甲烷表示的化学反应速率，再根据化学反应速率之比等于化学计量数之比分析即可；

(5) 已知反应①： $\text{Al}_2\text{O}_3(\text{s}) + \text{N}_2(\text{g}) + 3\text{CH}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 3\text{CO}(\text{g}) + 6\text{H}_2(\text{g}) + 2\text{AlN}(\text{s})$ ，反应②： $2\text{AlN}(\text{s}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{Al}_2\text{O}_3(\text{s}) + 2\text{NH}_3(\text{g})$ ，两式相加可得总反应方程式；

(6) 这个制取氨气的方法和工业制取氨气相比优点是产物 H_2 、CO可冶炼金属，可作燃料，氧化铝可循环使用，节约成本。

【解答】 解：(1) 氮的原子序数为7，其核外电子排布式为： $1s^2 2s^2 2p^3$ ，

故答案为： $1s^2 2s^2 2p^3$ ；

(2) 同一周期从左到右原子半径逐渐减小，则C、N、O原子的半径大小为： $C > N > O$

，

故答案为： $C > N > O$ ；

(3) 根据图像，温度越高转化率越大，则该反应为吸热反应；而该反应为体积增大的反应，压强越大，转化率越低，所以 $p_1 < p_2$ ，

故答案为： $p_1 < p_2$ ；

(4) 由题意知， $\Delta n(\text{CH}_4) = 3\text{mol} - 1.2\text{mol} = 1.8\text{mol}$ ，则 $v(\text{CH}_4) = \frac{\Delta c(\text{CH}_4)}{\Delta t} = \frac{\Delta n(\text{CH}_4)}{V\Delta t} = \frac{1.8\text{mol}}{2\text{L} \times 10\text{min}} = 0.09\text{mol}/(\text{L}\cdot\text{min})$ ，根据化学反应速率之比等于化学计量数之比，则 $v(\text{N}_2) = \frac{1}{3}v(\text{CH}_4) = 0.03\text{mol}/(\text{L}\cdot\text{min})$ ，

故答案为： $0.03\text{mol}/(\text{L}\cdot\text{min})$ ；

(5) 已知反应①： $\text{Al}_2\text{O}_3(\text{s}) + \text{N}_2(\text{g}) + 3\text{CH}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 3\text{CO}(\text{g}) + 6\text{H}_2(\text{g}) + 2\text{AlN}(\text{s})$ ，反应②： $2\text{AlN}(\text{s}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{Al}_2\text{O}_3(\text{s}) + 2\text{NH}_3(\text{g})$ ，两式相加可得总反应方程式，因此反应①和反应②的总反应方程式： $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{CH}_4(\text{g}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{NH}_3(\text{g}) + 3\text{CO}(\text{g}) + 6\text{H}_2(\text{g})$ ，

故答案为： $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{CH}_4(\text{g}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{NH}_3(\text{g}) + 3\text{CO}(\text{g}) + 6\text{H}_2(\text{g})$ ；

(6) 这个制取氨气的方法和工业制取氨气相比优点是产物 H_2 、 CO 可冶炼金属，可作燃料，氧化铝可循环使用，节约成本，

故答案为：产物 H_2 、 CO 可冶炼金属，可作燃料；氧化铝可循环使用，节约成本。

【点评】 本题主要考查核外电子排布式的书写、影响化学平衡移动的因此及化学反应速率的计算等知识，为高频考点，题目难度不大。

三、（本题共15分）

22. （15分）铵态氮肥的过度使用会导致水体的富营养化，研究发现，可以用化学方法和生物方法去除氨氮。现探究去除溶液中氨氮的最适宜条件。

(1) 化学方法一般用次氯酸钠氧化。次氯酸钠可以和水中溶解的氨气反应得到无毒无害物质，其离子方程式为 $3\text{ClO}^- + 2\text{NH}_3 = 3\text{Cl}^- + \text{N}_2 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$ 。次氯酸钠溶液中含氯的微粒有 ClO^- 、 HClO 。

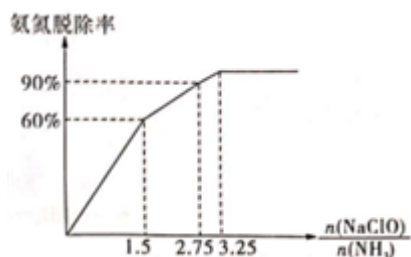
(2) 规定义：氨氮脱除率 = $\frac{\text{反应前的氮元素质量} - \text{反应后的氮元素质量}}{\text{反应前的氮元素质量}}$

氨氮脱除率受溶液 $\text{pHn}(\text{NaClO})/n(\text{NH}_3)$ 的影响。如表是不同 pH 下的氨氮脱除率：

pH	反应前氮元素质量	反应后氮元素质量	氨氮脱除率
5.8	49.3	24.11	51.1%

6.9	49.3	19.08	61.3%
7.7	49.3	16.86	65.8%
8.8	49.3	18.88	61.7%
9.3	49.3	25.29	x

图示为最适宜pH条件，NaClO和NH₃起始投料比例不同的情况下的氨氮脱除率。



试分析为什么最佳pH时，按照3:2投料氨氮脱除率较低，只有0.6，写出两个可能的原因：__

次氯酸钠中+1价的氯元素和产物中-1价的氯元素发生归中反应，导致次氯酸钠有所消耗；次氯酸根发生水解有所消耗。

(3) 由上述信息判断，反应的最佳pH范围是 6.9~8.8，最佳投料比是 3.25。

生物方法是利用硝化细菌，将土壤中的NH₄⁺转化为NO₂⁻后，土壤中的O₂进一步将NO₂⁻氧化为NO₃⁻。之后，在氧气较少的环境下，NO₃⁻又可以在反硝化细菌的作用下与NH₄⁺反应，使氮以N₂形式放出。

(4) 氧气与NO₂⁻反应时，反应物NO₂⁻与O₂的物质的量之比为 2:1。写出NO₃⁻与NH₄⁺作用生成N₂的离子方程式：3NO₃⁻+5NH₄⁺ $\xrightarrow{\text{反硝化细菌}}$ 4N₂↑+9H₂O+2H⁺。

(5) 在VLamol·L⁻¹的氨水中滴加等体积0.01mol·L⁻¹的盐酸，使pH=7，则产物中一水合氨浓度为 ($\frac{a}{2} - 0.005$) mol·L⁻¹。

【分析】 (1) 根据题给化学方程式，结合次氯酸钠在水中的水解进行分析；

(2) 根据反应方程式，结合次氯酸根的水解进行解答；

(3) 根据题给表中数据进行分析；

(4) 由题给信息和化学方程式，结合离子方程式的书写进行分析解答；

(5) 运用电荷守恒和元素守恒进行分析计算。

【解答】 解：(1) 由于HClO为弱酸，NaClO在溶液中会发生水解反应：ClO⁻+H₂O⇌H

$\text{ClO} + \text{OH}^-$ ，因此次氯酸钠溶液中含氯的微粒有 ClO^- 和 HClO ；

故答案为： ClO^- 、 HClO ；

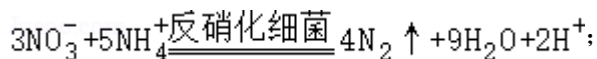
(2) 根据反应 $3\text{ClO}^- + 2\text{NH}_3 = 3\text{Cl}^- + \text{N}_2 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$ 知，当 NaClO 和 NH_3 的起始投料比为3:2时，理论上氨氮的脱除率为100%，而实际上氨氮的脱除率只有60%，根据 $\text{ClO}^- + \text{Cl}^- + 2\text{H}^+ = \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{ClO}^- + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HClO} + \text{OH}^-$ 可推测其原因为：次氯酸钠中+1价的氯元素和产物中-1价的氯元素发生归中反应，导致次氯酸钠有所消耗；次氯酸根发生水解有所消耗；

故答案为：次氯酸钠中+1价的氯元素和产物中-1价的氯元素发生归中反应，导致次氯酸钠有所消耗；次氯酸根发生水解有所消耗；

(3) 由表中数据知，当 $\text{PH}=9.3$ 时，氨氮脱除率 $x = \frac{49.3 - 25.25}{49.3} \times 100\% = 48.7\%$ ，说明 pH 由7.7增大到9.3，氨氮脱除率一直降低，因此反应的最佳 pH 范围为6.9~8.8，由图中曲线可以看出，最佳投料比为3.25。

故答案为：6.9~8.8；3.25；

(4) 由题目信息知， NO_2^- 被 O_2 氧化的离子方程式为 $2\text{NO}_2^- + \text{O}_2 = 2\text{NO}_3^-$ ，该反应中， NO_2^- 与 O_2 的物质的量之比为2:1； NO_3^- 与 NH_4^+ 在反硝化细菌作用下发生归中反应生成 N_2 ，根据得失电子守恒、电荷守恒、原子守恒，可得出反应的离子方程式为：



故答案为：2:1； $3\text{NO}_3^- + 5\text{NH}_4^+ \xrightarrow{\text{反硝化细菌}} 4\text{N}_2 \uparrow + 9\text{H}_2\text{O} + 2\text{H}^+$ ；

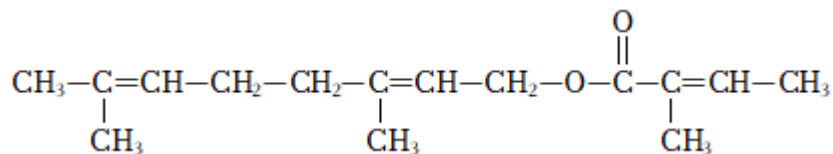
(5) $\text{PH}=7$ 时 $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$ ，根据电荷守恒 $c(\text{H}^+) + c(\text{NH}_4^+) = c(\text{OH}^-) + c(\text{Cl}^-)$ ，可得 $c(\text{NH}_4^+) = c(\text{Cl}^-)$ ，即 $n(\text{NH}_4^+) = n(\text{Cl}^-) = 0.01\text{Vmol}$ ，再根据N元素守恒可得 $n(\text{NH}_4^+) + n(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = a\text{Vmol}$ ，则 $n(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = a\text{Vmol} - n\text{NH}_4^+\text{mol} = (a\text{V} - 0.01\text{V})\text{mol}$ ， $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 浓度为： $\frac{(a\text{V} - 0.01\text{V})\text{mol}}{2\text{VL}} = (\frac{a}{2} - 0.005)\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ；

故答案为： $(\frac{a}{2} - 0.005)\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

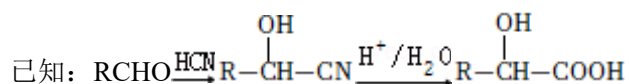
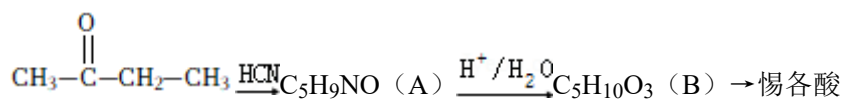
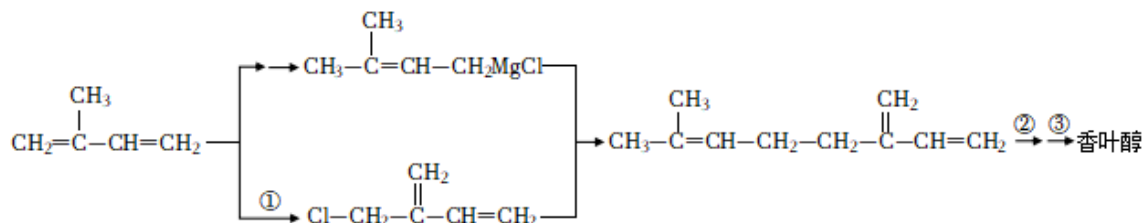
【点评】该题考查了除溶液中氨氮的最适宜条件，掌握基础知识，提取题给有用信息是解答的关键。

四、（本题共15分）

23. (15分) 惕各酸及其酯类在香精配方中有着广泛的用途, 已知惕各酸香叶醇酯的结构如图所示:

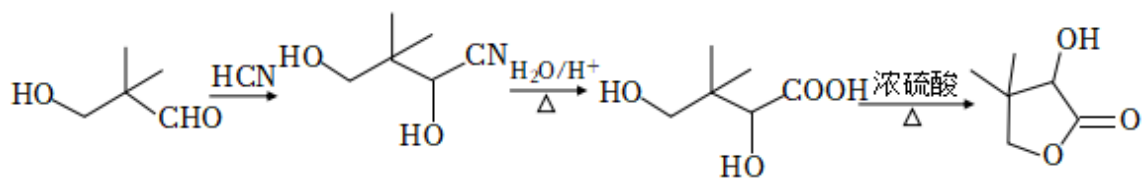
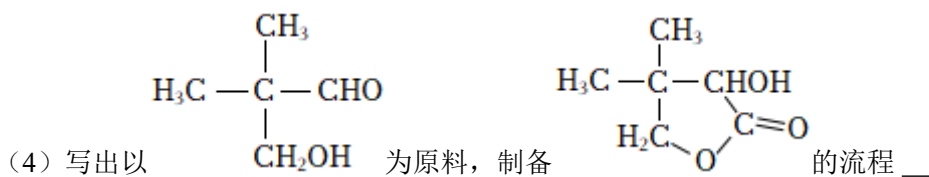


其合成方法如图所示:



- (1) 反应①为 取代 反应, 有机物B中的官能团名称为 羟基、羧基。
- (2) 反应②③的反应试剂与条件为 HCl和催化剂加热、NaOH水溶液和加热。
- (3) 写出分子式为C₅H₁₀O₃, 满足下列条件的结构简式: HCOOC(CH₃)OCH₃。

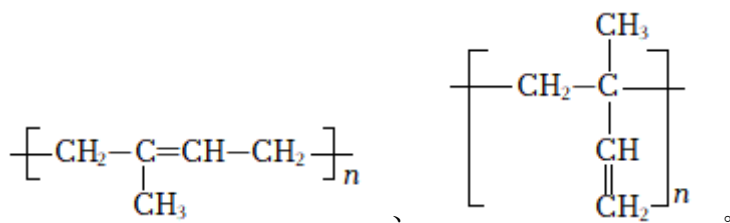
- ①能水解且能发生银镜反应
- ②不与Na反应
- ③有3种化学环境不同的氢原子



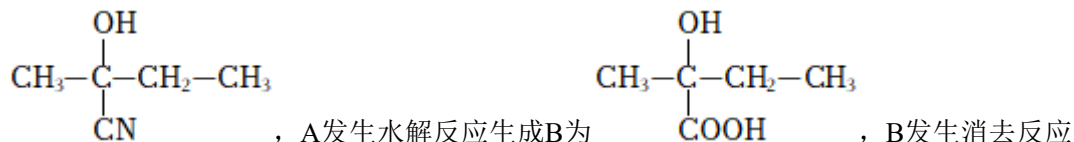
 。(无机试剂任选)

合成路线流程图示例: 甲 $\xrightarrow[\text{反应条件}]{\text{反应试剂}}$ 乙 $\cdots \cdots \xrightarrow[\text{反应条件}]{\text{反应试剂}}$ 目标产物

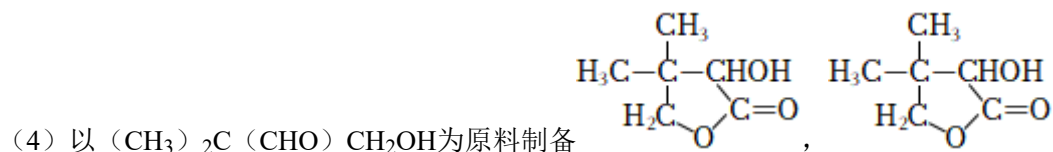
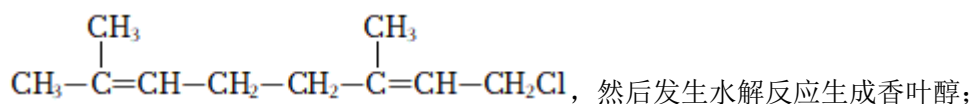
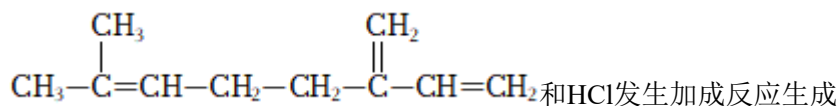
- (5) 反应原料异戊二烯可以发生加聚反应, 写出其两种加聚产物:



【分析】 $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{CH}_3$ 和 HCN 发生信息中的反应生成A，结合A的分子式知，A为

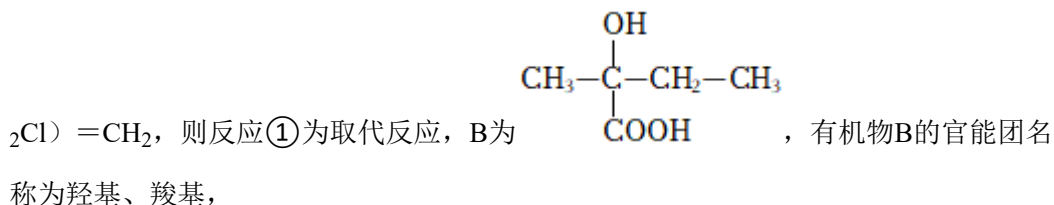


，A发生水解反应生成B为 $\text{CH}_3 - \overset{\text{OH}}{\underset{\text{COOH}}{\text{C}}} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ ，B发生消去反应生成烯酸为 $\text{CH}_3\text{CH}=\text{C}(\text{CH}_3)\text{COOH}$ ；根据烯酸香叶醇酯和烯酸的结构简式知，香叶醇的结构简式为 $(\text{CH}_3)_2\text{C}=\text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CHCH}_2\text{OH}$ ，



(4) 以 $(\text{CH}_3)_2\text{C}(\text{CHO})\text{CH}_2\text{OH}$ 为原料制备 $\text{H}_3\text{C} - \overset{\text{CH}_3}{\underset{\text{H}_2\text{C}-\text{O}-\text{C}=\text{O}}{\text{C}}} - \text{CHOH}$ ，可由 $\text{HOCH}_2\text{C}(\text{CH}_3)_2\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$ 发生酯化反应得到， $(\text{CH}_3)_2\text{C}(\text{CHO})\text{CH}_2\text{OH}$ 和 HCN 发生加成反应然后酸化得到 $\text{HOCH}_2\text{C}(\text{CH}_3)_2\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$ 。

【解答】解：(1) 2-甲基-1,3-丁二烯中氢原子被氯原子取代生成 $\text{CH}_2=\text{CHC}(\text{CH}_3)_2\text{Cl}$ ，则反应①为取代反应，B为



，有机物B的官能团名称为羟基、羧基，

故答案为：取代；羟基、羧基；

(2) 反应②为烯烃的加成反应、反应③为氯代烃的水解反应，所以②③的反应试剂和条件： HCl 和催化剂加热、 NaOH 水溶液和加热，

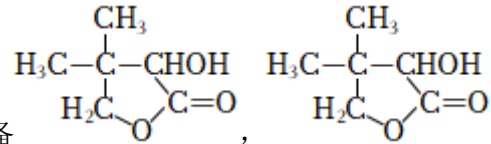
故答案为： HCl 和催化剂加热、 NaOH 水溶液和加热；

(3) $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_3$ 的同分异构体满足下列条件：
①能水解且能发生银镜反应，说明含有酯基和醛基，根据氧原子个数知，应该存在 $\text{HC}-\text{OO}-$ ；

②不能与Na反应，结合氧原子个数知，不含醇羟基；

③有三种不同化学环境的H原子，符合条件的结构简式为HCOOC(CH₃)OCH₃，

故答案为：HCOOC(CH₃)OCH₃；

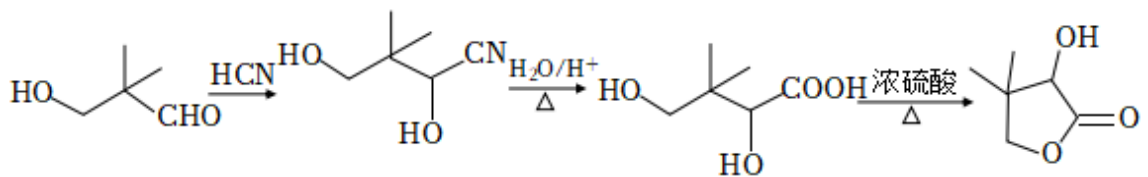


(4) 以(CH₃)₂C(CHO)CH₂OH为原料制备

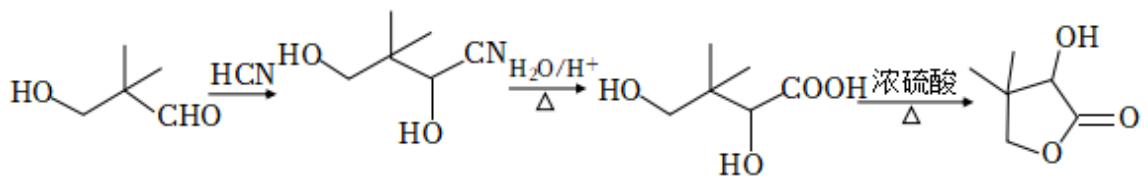
可由HOCH₂C(CH₃)₂CH(OH)COOH发生酯化反应得到，(CH₃)₂C(CHO)CH₂O

H和HCN发生加成反应然后酸化得到HOCH₂C(CH₃)₂CH(OH)COOH，其合成路线

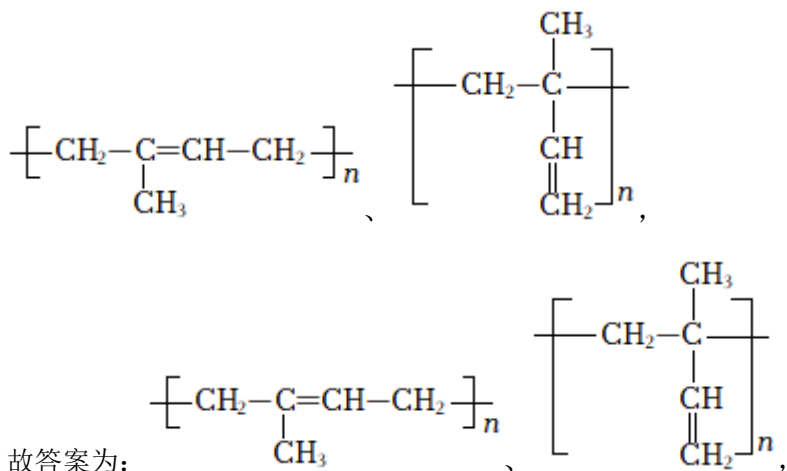
为



故答案为：



(5) 反应原料异戊二烯可以发生加聚反应，其中两种加聚产物：



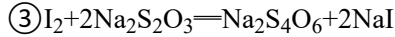
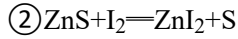
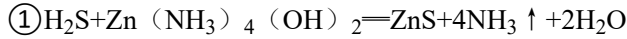
故答案为：

【点评】 本题考查有机物合成，侧重考查分析、推断及知识综合运用能力，正确推断各物质的结构简式是解本题关键，采用知识迁移、逆向思维方法进行合成路线设计，易错

点是限制性条件下同分异构体结构简式的确定。

五、(本题共15分)

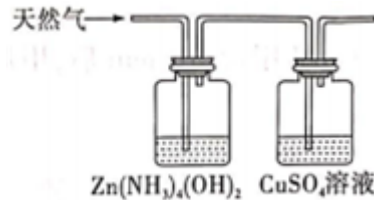
24. (15分) 天然气中常混有 H_2S ，现用如下方法测定天然气中 H_2S 的含量。反应中涉及的方程式有：



(1) 反应 $\textcircled{1}$ 中， H_2S 体现 酸性 (选填“酸性”“氧化性”或“还原性”)。

采用以下方法测定 H_2S 的含量。

步骤 I：将1L天然气中的 H_2S 溶于水并进行反应 $\textcircled{1}$ ，配制成500mL溶液。

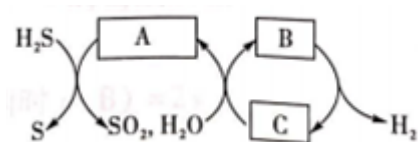


步骤 II：加入0.001mol的 I_2 (过量) 使 ZnS 完全转化为 ZnI_2 ，加入淀粉溶液作为指示剂，用 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 滴定过量的 I_2 ，做几组平行实验，平均消耗15.00mL。

(2) 滴定达到终点的现象为：溶液由 蓝 色变 无 色，且半分钟不恢复原色。根据条件计算天然气中 H_2S 的含量为 8.5 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 。若在步骤 I 收集 H_2S 的过程中，有少量硫化氢进入 CuSO_4 溶液中，则测得 H_2S 的含量 偏低 (选填“偏高”“偏低”或“无影响”)。

(3) 假设在反应 $\textcircled{2}$ 中，碘单质全部转化为易溶于水的 ZnI_2 ，如何检验体系中的 I^- ? 取样，加入淀粉，无现象，再加适量氯水，溶液变蓝，则证明有碘离子。

(4) 利用硫碘循环处理 H_2S 的方法如图所示：



写出上述流程中A、B、C的化学式。

A: H_2SO_4 ; B: HI ; C: I_2 。

【分析】 (1) 反应 $\textcircled{1}$ $\text{H}_2\text{S} + \text{Zn}(\text{NH}_3)_4(\text{OH})_2 \rightarrow \text{ZnS} \downarrow + 4\text{NH}_3 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 是非氧化还原反应， H_2S 体现酸性；

(2) 用淀粉溶液作指示剂，用 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 滴定过量的 I_2 ，达到滴定终点的现象为：溶液由

蓝色变为无色，且保持30s内不变色；若有少量硫化氢进入CuSO₄溶液中，说明H₂S在装置A中未吸收完全；

(3) 根据I⁻与氯气反应生成碘检测；

(4) 硫碘循环中H₂S与浓硫酸反应生成S和SO₂，I₂和SO₂、H₂O反应生成HI和H₂SO₄。

【解答】解：(1) 反应①H₂S+Zn(NH₃)₄(OH)₂→ZnS↓+4NH₃↑+2H₂O是非氧化还原反应，H₂S体现酸性，

故答案为：酸性；

(2) 用淀粉溶液作指示剂，用Na₂S₂O₃滴定过量的I₂，达到滴定终点的现象为：溶液由蓝色变为无色，且保持30s内不变色；天然气中H₂S的含量为

$$\frac{(0.001\text{mol} - 0.1\text{mol/L} \times 0.015\text{L} \times \frac{1}{2}) \times 34\text{g/mol} \times 1000\text{mg/g}}{1\text{L}} = 8.5\text{mg/L}; \text{若在步}$$

骤 I 收集H₂S的过程中，有少量硫化氢进入CuSO₄，明H₂S在装置A中未吸收完全，则测得的H₂S偏低，

故答案为：蓝；无；8.5；偏低；

(3) 由于I⁻与氯气反应生成碘，则检验水中的I⁻的方法为取样，加入淀粉，无现象，再加适量氯水，溶液变蓝，则证明有碘离子，

故答案为：取样，加入淀粉，无现象，再加适量氯水，溶液变蓝，则证明有碘离子；

(4) 硫碘循环中H₂S与浓硫酸反应生成S和SO₂，I₂和SO₂、H₂O反应生成HI和H₂SO₄，则上述流程中A、B、C的化学式分别为H₂SO₄、HI、I₂，

故答案为：H₂SO₄；HI；I₂。

【点评】本题考查H₂S的性质和测定天然气中H₂S的含量，侧重考查学生分析和解决问题的能力，试题难度中等。