

1. A 【命题点】化学与科技。

【解析】液氮比较稳定,难于反应,不能作为火箭推进剂,A 符合题意;液氧、液态 NO_2 具有氧化性,液氢、肼、煤油具有还原性,都易发生氧化还原反应,放出大量的热,氧化剂和还原剂的组合可作为火箭推进剂,B、C、D 不符合题意。

2. D 【命题点】化学与哲学的联系。

【解析】沉淀与溶解是相互对立的过程,达到平衡时,二者又相互统一,A 正确; Cl_2 在强碱中自身发生歧化反应,既是氧化剂又是还原剂,氧化反应与还原反应相互对立,反应过程中得失电子数始终相等,相互统一,B 正确;原电池中,负极发生氧化反应,正极发生还原反应,且同时进行,得失电子数相等,符合对立统一思想,C 正确;从 Li、Na 到 K,核外电子层数逐渐增多,原子核对最外层电子吸引力越来越小,金属原子越来越容易失去电子,金属性依次增强,不能体现对立的思想,D 错误。

3. B 【命题点】以粗硅为原料制备高纯硅的工艺流程分析。

【解析】 SiO_2 与 C 反应生成 CO_2 所需温度更高,故工业制粗硅的过程中生成 CO,A 正确;Si 晶体中,1 个 Si 与其周围 4 个 Si 形成 4 个 Si—Si 键,每个 Si—Si 键都被两个 Si 共用,则属于 1 个 Si 的 Si—Si 键数目为 $\frac{1}{2} \times 4 = 2$,所以 1 mol Si 含 Si—Si 键的数目约为 $2 \times 6.02 \times 10^{23}$,B 错误; Si 、 H_2 与 O_2 在加热时容易反应,生成副产物或引起爆炸, SiHCl_3 易水解,则原料气中应充分去除水和氧气,C 正确; $\text{Si(s)} + 3\text{HCl(g)} \xrightarrow{300\text{ }^\circ\text{C}} \text{SiHCl}_3\text{(g)} + \text{H}_2\text{(g)}$,反应后气体分子数减小,生成 $\text{SiHCl}_3\text{(g)}$ 的反应为熵减过程,D 正确。

知识拓展 常见物质所含化学键的数目清单

1 mol 物质	P_4	Si	SiO_2	石墨	金刚石
化学键	P—P	Si—Si	Si—O	C—C	C—C
共价键数目	$6N_A$	$2N_A$	$4N_A$	$1.5N_A$	$2N_A$

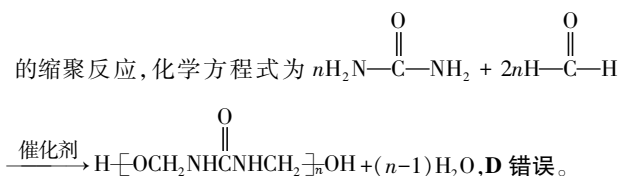
4. B 【命题点】有机物的结构和性质。

【解析】烃是指只含有 C、H 两种元素的有机化合物,芳香烃指含有苯环的烃,题给有机化合物中含有 O 元素,不属于芳香烃,A 错误;该有机物中含有羟基和羧基,能发生取代反应,含有碳碳双键,可以发生氧化反应(如被酸性高锰酸钾溶液氧化),B 正确;连有四个不同的原子或原子团的碳原子为手性碳原子,则该分子中含有 4 个手性碳原子:含氧五元杂环中的 2 个饱和碳原子和 2 个与羧基相连的 C 原子,C 错误;有机物中的酚羟基、羧基、酯基均可与 NaOH 溶液发生反应,则 1 mol 该有机物最多消耗 11 mol NaOH,D 错误。

关键点拨 酸与醇的酯化反应以及酯的水解反应均属于取代反应,苯环上也可发生取代反应。

5. D 【命题点】化学用语正误判断,涉及用电子式表示离子化合物的形成过程、离子方程式、电子云、缩聚反应等。

【解析】 K_2S 为离子化合物,两个 K 原子分别失去最外层的一个电子,变为 K^+ , S 原子得到两个电子变为最外层为 8 个电子的 S^{2-} ,题给图示符合用电子式表示离子化合物形成过程的书写要求, **A 正确**; $Al(OH)_3$ 具有两性,能与烧碱反应生成 AlO_2^- , AlO_2^- 在水溶液中的实际存在形式是 $[Al(OH)_4]^-$, **B 正确**; H 原子只有一个 $1s$ 电子, $1s$ 电子云为球形,形成的 $H-H$ 键为 $s-s \sigma$ 键,可形象地表示为两个球形电子云的重叠, **C 正确**; 尿素与甲醛制备线型脲醛树脂的反应类似于甲醛与苯酚



6. A 【命题点】元素的推断及性质,涉及分子的极性、第一电离能、氧化性及键能的比较。

信息梳理 $W、X、Y、Z$ 为原子序数依次增加的同一短周期元素, Z_2 是氧化性最强的单质,则 Z 为氟(F);因 $X、Y、Z$ 相邻,则 X 为氮(N), Y 为氧(O); W 的核外电子数与 X 的价层电子数相等,则 W 为硼(B);4 种元素形成的离子化合物为 $(NO)^+(BF_4)^-$ 。

【解析】 $WZ_3(BF_3)$ 的中心原子的价层电子对数为 $3 + \frac{1}{2} \times (3 - 3 \times 1) = 3$,没有孤电子对,空间结构为平面三角形,为非极性分子, $XZ_3(NF_3)$ 的中心原子的价层电子对数为 $3 + \frac{1}{2} \times (5 - 3 \times 1) = 4$,其中有 1 个孤电子对,则空间结构为三角锥形,为极性分子,分子的极性: $WZ_3 < XZ_3$, **A 正确**;同周期元素从左到右,第一电离能呈增大趋势,其中 N 元素为第 VA 族元素,其原子的 $2p$ 轨道为半充满的稳定结构,其第一电离能比同周期相邻元素的大,则第一电离能: $Y(O) < X(N) < Z(F)$, **B 错误**; N_2O_3 和 B_2O_3 中 $N、B$ 均为 $+3$ 价, O 为 -2 价,但 N 的电负性大于 B ,则 N_2O_3 比 B_2O_3 更易吸引外来的电子而体现出更强的氧化性,且 N_2O_3 不稳定,可转化为 NO_2 和 NO ,则氧化性: $N_2O_3 > B_2O_3$, **C 错误**; $N_2、O_2、F_2$ 中 N_2 最稳定,不易断键参与反应,即 $N_2(X_2)$ 的键能最大, **D 错误**。

7. D 【命题点】纤维素的结构和性质。

【解析】纤维素属于多糖,广泛存在于自然界的植物中, **A 正确**;纤维素分子中含有许多羟基,使相邻链间可以形成多个氢键,而不易与水分子之间形成氢键,故难溶于水, **B 正确**;纤维素在低温时可溶于 $NaOH$ 溶液,是因为 OH^- 破坏了纤维素链间的氢键, **C 正确**;由题意可知,低温时纤维素可溶于 $NaOH$ 溶液,恢复室温后,即温度升高时反而不稳定,即低温提高了纤维素在 $NaOH$ 溶液中的溶解性, **D 错误**。

8. B 【命题点】实验方案的设计与评价。

【解析】由题给反应原理方程式可知,反应生成水,以共沸体系带出生成的水,减少了生成物,可促使反应正向进行, **A 正确**;由题意知,共沸体系沸点为 $69\text{ }^{\circ}\text{C}$,因此反应时水浴温度不得低于 $69\text{ }^{\circ}\text{C}$,同时反应温度需要低于反应物和产物的沸点,故水浴温度不必严格控制在 $69\text{ }^{\circ}\text{C}$, **B 错误**;水蒸气会带出少许环己烷和乙酸异戊酯进入接收瓶,环己烷和乙酸异戊酯不溶于水,故会与水分层, **C 正确**;带出的水即为反应生成的水,可根据其体积估算反应进度, **D 正确**。

知识拓展 共沸体系沸点的温度低于各成分沸点的温度,酯化反应中可利用共沸体系在较低温度下带出生成的水,促使反应正向进行,提高转化率。

9. A 【命题点】价层电子对互斥理论、微粒的空间结构和性质。

【解析】 CH_4 中 C 原子的价层电子对数为 $4 + \frac{1}{2} \times (4 - 4 \times 1) = 4$, H_2O 中 O 原子的价层电子对数为 $2 + \frac{1}{2} \times (6 - 2 \times 1) = 4$,则二者的 VSEPR 模型均为四面体, **A 正确**。 SO_3^{2-} 中 S 原子的价层电子对数为 $3 + \frac{1}{2} \times (6 + 2 - 3 \times 2) = 4$,有 1 个孤电子对,则空间构型为三角锥形; CO_3^{2-} 中 C 原子的价层电子对数为 $3 + \frac{1}{2} \times (4 + 2 - 3 \times 2) = 3$,无孤电子对,则空间构型为平面三角形, **B 错误**。 CF_4 中 C 原子的价层电子对数为 $4 + \frac{1}{2} \times (4 - 4 \times 1) = 4$,无孤电子对,空间结构为正四面体形,为非极性分子; SF_4 中 S 原子的价层电子对数为 $4 + \frac{1}{2} \times (6 - 4 \times 1) = 5$,有 1 个孤电子对,分子的正电中心和负电中心不重合,为极性分子, **C 错误**。 XeF_2 中 Xe 原子的价层电子对数为 $2 + \frac{1}{2} \times (8 - 2 \times 1) = 5$,有 3 个孤电子对, XeO_2 中 Xe 原子的价层电子对数为 $2 + \frac{1}{2} \times (8 - 2 \times 2) = 4$,有 2 个孤电子对,价层电子对数不同,则中心原子 Xe 原子的杂化类型不同,键角不同, **D 错误**。

10. D 【命题点】电解原理及相关计算。

信息梳理 定位:电解池

电极	电极反应式	反应情况	电极判定
电极 a	$4\text{OH}^- - 4\text{e}^- \rightleftharpoons \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$	消耗 OH^- , 生成 O_2	阳极
电极 b	$2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-$	放出 H_2 , 生成 OH^-	阴极 (A 正确)

【解析】由题意知,装置工作时, KOH 浓度不变,但 OH^- 在阳极放电,故工作中在阳极室补充 OH^- ,即电解池工作时,阴极室生成的 OH^- 通过阴离子交换膜进入阳极室, **B 正确**;由题图可知,电解池并非直接电解海水,而是电解 $30\% \text{KOH}$ 溶液(实质为电解水),已知 PTFE 膜透气不透液态水,即电解时

海水中动能高的水分子(水蒸气)可穿过 PTFE 膜进入电解质溶液中,补充电解消耗的水,而杂质离子不会进入,从而保证 KOH 溶液的浓度不变, **C 正确**;由信息梳理可知总反应为 $2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{通电}} 2\text{H}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow$,为保障 KOH 浓度不变,海水为电解池补水的速率应与电解消耗水的速率即电解生成氢气的速率相同,为 $x \text{ mol} \cdot \text{h}^{-1}$, **D 错误**。



11.D 【命题点】物质结构与性质的关系分析,涉及熔沸点高低、酸性强弱、溶解度大小的影响因素等。



【解析】正戊烷、新戊烷均为分子晶体，正戊烷分子对称性较差，极性较大，相对分子质量相同时，极性越大，分子间作用力越大，熔、沸点越高，**A 正确**； AlF_3 为离子晶体， AlCl_3 为分子晶体，离子晶体熔化时克服离子键，分子晶体熔化时克服分子间作用力，一般离子键强度远远大于分子间作用力，所以 AlF_3 的熔点远高于 AlCl_3 ，**B 正确**； $-\text{CF}_3$ 为吸电子基团， $-\text{CH}_3$ 为给电子基团，故 CF_3COOH 中羟基极性大于 CH_3COOH ，更易电离出 H^+ ，酸性更强，**C 正确**； NaHCO_3 溶解度小于 Na_2CO_3 的原因为碳酸氢根离子之间可以形成氢键，从而缔合成相对分子质量较大的酸根离子，使 NaHCO_3 溶解度小于 Na_2CO_3 的溶解度，**D 错误**。




12. B 【命题点】有机物的结构与性质, 涉及官能团之间的相互转化。

【解析】 $\text{HC}\equiv\text{CH} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{一定条件}} \text{H}_2\text{C}=\text{CHOH}$, 乙烯醇 ($\text{H}_2\text{C}=\text{CHOH}$) 再转化为乙醛 (CH_3CHO), 涉及互变异构, A

正确; $\text{CH}_3\text{C}\equiv\text{CCH}_2\text{OH}$ 与 H_2 发生加成反应得到 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$, 不涉及

互变异构, **B** 错误;  水解生成 、

CO_2 、 H_2O 和 CH_3OH ,  再转化为 , 涉及互变

异构, **C 正确**;  中左边的酮羰基转变成烯醇结构 () , 然后与氧相连的 H 原子与右边的羰基氧形成分子内氢键 () , 涉及互变异构, **D 正确**。

13. C 【命题点】物质转化、实验装置分析与评价。

【解析】长期放置的红磷,表面会生成磷的氧化物和磷的含氧酸,可用水洗涤除去表面杂质,得到纯净的红磷,**A 正确**;红磷在转化过程中,应避免接触氧气和水,防止发生副反应,红磷转入装置后,抽真空后加热外管,以去除水和氧气,**B 正确**;应从 b 口通入冷凝水,随水量增加、水面上涨,水从 a 口流出,**C 错误**;在氮气氛围下收集冷却的白磷,可防止其与氧气反应,**D 正确**。

14. C 【命题点】水溶液中的离子平衡图像分析。

【解析】当 $\text{pH}=1$ 时,溶液中 $c(\text{H}^+)=10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(\text{OH}^-)=$

$\frac{K_w}{c(\text{H}^+)} = 10^{-13} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 由题图可知溶液中 Fe^{3+} 和 $[\text{FeL}]^+$ 的分

布系数均为 0.5, 则 $c(\text{Fe}^{3+}) = c([\text{FeL}]^+) = 1.0 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot$

L^{-1} , 由 $K_{a1} = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{HL}^-)}{c(\text{H}_2\text{L})} = 10^{-7.46}$ 得, $\frac{c(\text{HL}^-)}{c(\text{H}_2\text{L})} = \frac{K_{a1}}{c(\text{H}^+)} =$

$\frac{10^{-7.46}}{10^{-1}} = 10^{-6.46}$, 由 $K_{a2} = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{L}^{2-})}{c(\text{HL}^-)} = 10^{-12.4}$ 得, $\frac{c(\text{L}^{2-})}{c(\text{HL}^-)} =$

$\frac{K_{a2}}{c(\text{H}^+)} = \frac{10^{-12.4}}{10^{-1}} = 10^{-11.4}$, 即此时 $c(\text{HL}^-)$ 、 $c(\text{L}^{2-})$ 与 $c(\text{H}_2\text{L})$

相比均可忽略, 且此时参与配位的 L^{2-} 浓度 $c_{\text{配位}}(\text{L}^{2-}) = c([\text{FeL}]^+) = 1.0 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 因此 $c(\text{H}_2\text{L}) \approx 5.0 \times$

$10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} - 1.0 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 4.9 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,

$c(\text{HL}^-) \approx 10^{-6.46} \times 4.9 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 4.9 \times 10^{-9.46} \text{ mol} \cdot$

L^{-1} , 所以有 $c(\text{H}_2\text{L}) > c([\text{FeL}]^+) > c(\text{HL}^-) > c(\text{OH}^-)$, **A 错**

误; 当溶液 pH 在 9.5 ~ 10.5 之间时, $10^{-10.5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} < c$

$(\text{H}^+) < 10^{-9.5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 由 $\frac{c(\text{L}^{2-})}{c(\text{HL}^-)} = \frac{K_{a2}}{c(\text{H}^+)}$ 得, $10^{-2.9} <$

$\frac{c(\text{L}^{2-})}{c(\text{HL}^-)} < 10^{-1.9}$, 则 pH 在 9.5 ~ 10.5 之间时, $c(\text{L}^{2-}) < c$

(HL^-) , 所以 L^{2-} 不是含 L 的主要物种, **B 错误**; 当 c

$([\text{FeL}_2]^-) = c([\text{FeL}]^+)$ 时, 反应的平衡常数 $K =$

$\frac{c([\text{FeL}_2]^-)}{c(\text{L}^{2-}) \cdot c([\text{FeL}]^+)} = \frac{1}{c(\text{L}^{2-})}$, 观察题图, 此时溶液的 pH =

4, 则 $\frac{c(\text{HL}^-)}{c(\text{H}_2\text{L})} = \frac{K_{a1}}{c(\text{H}^+)} = 10^{-3.46}$, $\frac{c(\text{L}^{2-})}{c(\text{HL}^-)} = \frac{K_{a2}}{c(\text{H}^+)} = 10^{-8.4}$, 因为

$c_0(\text{H}_2\text{L}) = 5 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则此时溶液中的 $c(\text{HL}^-)$ 、 $c(\text{L}^{2-})$

浓度均小于 $10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 可忽略, 此时 $c_{\text{配位}}(\text{L}^{2-}) = 2 \times 1.0 \times$

$10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} + 1 \times 1.0 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 3.0 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则

此时溶液中 $c(\text{H}_2\text{L}) \approx 5.0 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} - 3 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot$

$\text{L}^{-1} = 4.7 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 且由 $K_{a1} \cdot K_{a2} = \frac{c^2(\text{H}^+) \cdot c(\text{L}^{2-})}{c(\text{H}_2\text{L})}$ 得

$c(\text{L}^{2-}) = \frac{K_{a1} \cdot K_{a2} \cdot c(\text{H}_2\text{L})}{c^2(\text{H}^+)} \approx \frac{10^{-7.46} \times 10^{-12.4} \times 4.7 \times 10^{-3}}{(10^{-4})^2}$

$\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} = 4.7 \times 10^{-14.86} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则 $K = \frac{1}{c(\text{L}^{2-})} \approx 2.1 \times$

$10^{13.86}$, $\lg K \approx \lg 2 + 13.86 = 14.16 \approx 14$, **C 正确**; 由题图可

知, 当 pH = 10 时含 Fe 物种为 $[\text{FeL}_3]^{3-}$ 和 $[\text{FeL}_2(\text{OH})]^{2-}$, 且

它们的浓度均为 $1.0 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则 $c_{\text{配位}}(\text{L}^{2-}) = 3 \times 1.0 \times$

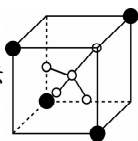
$10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} + 2 \times 1.0 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 5.0 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, **D**

错误。

15. C 【命题点】晶体结构和有关计算。

【解析】在 LaH_2 晶体中, 对于面心的 La 原子来说, 其在 1 个晶胞内与 4 个 H 原子等距且最近, 每个面心的 La 原子被 2 个晶胞共用, 所以 LaH_2 晶体中 La 的配位数为 8, **A 正确**; 由 LaH_2 晶胞的投影图可知, 在 LaH_2 晶胞内, H 原子之间的最短距离为晶胞棱长的一半, 即 281.05 pm, 而 LaH_x 晶胞可分

为 8 个小立方体,如图所示



,其中 La 原子到小

立方体中心的 H 原子的距离为体对角线长度的 $\frac{1}{4}$,即 $\frac{\sqrt{3}}{4} \times$

$484.0 \text{ pm} < \frac{1}{2} \times 484.0 \text{ pm} = 242.0 \text{ pm}$,因为 H 原子形成的四

面体位于小立方体内部,小立方体内体心 H 原子到小立方体内任意一点的距离都小于体心 H 原子到小立方体顶点

La 原子的距离,则 H 原子之间的最短距离 $< 242.0 \text{ pm} <$

281.05 pm ,**B 正确**;每个由 5 个 H 原子构成的正四面体中,有

4 个 H 原子用于构成闭合多面体笼,LaH_x 晶胞中一共有 8 个

H 原子构成的正四面体,所以 H 原子形成的闭合多面体笼的

顶点数为 $4 \times 8 = 32$,**C 错误**;1 个 LaH_x 晶胞中含有 40 个 H

原子,则 1 个 LaH_x 晶胞中 H 的质量为 $\frac{40}{6.02 \times 10^{23}} \text{ g}$,1 个

LaH_x 晶胞的体积为 $(484 \times 10^{-10} \text{ cm})^3 = (4.84 \times 10^{-8})^3$

cm^3 ,因此 LaH_x 单位体积中含氢质量的计算式为

$\frac{40}{(4.84 \times 10^{-8})^3 \times 6.02 \times 10^{23}} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$,**D 正确**。

16. (13 分)

(1) 四 VIII

(2) $\text{SiCl}_4 + 4\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_4\text{SiO}_4 + 4\text{HCl}$ (或 $\text{SiCl}_4 + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SiO}_3 + 4\text{HCl}$)

(3) 焰色试验

(4) $5.9 \times 10^{-7} \quad 6\text{Co}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 \xrightarrow[\text{煅烧}]{850^\circ\text{C}} 2\text{Co}_3\text{O}_4 + 6\text{H}_2\text{O}$

(5) abd

【命题点】无机工艺流程分析,涉及元素周期表、无机物的性质与鉴别、溶解平衡的有关计算、化学方程式的书写、物质结构与性质的关系等。

思路分析 500°C 焙烧: LiCoO_2 发生自身氧化还原反应,Co 元素化合价由 +3 价降为 +2 价生成 CoCl_2 ,同时一部分 O 元素由 -2 价升为 0 价生成 O_2 ,同时还生成 LiCl 和 SiO_2 ;

水浸过滤:滤液 1 含 LiCl 和 CoCl_2 ,滤饼 1 主要成分为 SiO_2 ;

沉钴过滤:滤液 2 含 LiCl 、 NaCl ,滤饼 2 主要成分为 $\text{Co}(\text{OH})_2$;

沉锂过滤:滤饼 3 主要成分为 Li_2CO_3 ;

850°C 煅烧: $\text{Co}(\text{OH})_2$ 被空气中的 O_2 氧化为 Co_3O_4 。

【解析】(1) Co 为 27 号元素,位于元素周期表第四周期第 VIII 族。

(2) SiCl_4 易水解,水解时生成大量烟雾,“烟”可能为固体 H_4SiO_4 或 H_2SiO_3 ,“雾”应为 HCl 与空气中的水蒸气混合形成的液滴,所以 SiCl_4 水解的化学方程式为 $\text{SiCl}_4 + 4\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_4\text{SiO}_4 + 4\text{HCl}$ 或 $\text{SiCl}_4 + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SiO}_3 + 4\text{HCl}$ 。

(3) Li_2CO_3 和 Na_2CO_3 所含金属元素不同,可通过焰色试验鉴别,其中 Li 元素焰色为紫红色,Na 元素焰色为黄色。

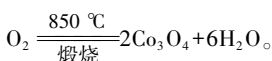
(4) 当 $\text{pH} = 10.0$ 时, $c(\text{OH}^-) = 1.0 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则

$$c(\text{Co}^{2+}) = \frac{K_{\text{sp}}[\text{Co}(\text{OH})_2]}{c^2(\text{OH}^-)} = \frac{5.9 \times 10^{-15}}{(1.0 \times 10^{-4})^2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 5.9 \times 10^{-7} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1};$$

“850 °C 煅烧”时,Co 元素的平均化合价由 +2

价升为 $+\frac{8}{3}$ 价,O 元素的化合价由 0 价降为 -2 价,根据得失电

子守恒和原子守恒可得该反应的化学方程式: $6\text{Co}(\text{OH})_2 +$



(5) 因为电负性: $\text{Si} < \text{C} < \text{Cl}$, 所以 Si—Cl 键的极性 strong 于 C—Cl 键的极性, 因此 SiCl_4 中 Si 原子的正电性强于 CCl_4 中 C 原

子的正电性,使 Si 原子比 C 原子更易受到水电离出的 OH^- 的吸引, **a 正确**; Si 的原子半径大于 C 的原子半径, 则键长:

Si—Cl 键 $>$ C—Cl 键, Si—Cl 键的键能更小而更容易断裂, **b**

正确、**c 错误**; SiCl_4 与 CCl_4 的中心原子均采用 sp^3 杂化, C

原子没有空的价层轨道, 而 Si 原子有空的 3d 轨道可以接受水电离出的 OH^- 的孤电子对, **d 正确**。

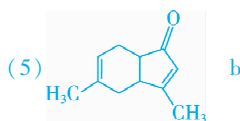
17. (14 分)

(1) π

(2) 7 $(\text{CH}_3)_3\text{CCH}_2\text{OH}$

(3) 乙酸 丙酮

(4) $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{CH}=\text{CH}_2$



【命题点】有机合成与推断, 涉及官能团、同分异构体的数目判断及书写、有机物的命名等。

【解析】(1) $\text{A} \rightarrow \text{B}$ 的反应为 $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{HBr} \longrightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br}$, 发生的是加成反应, 乙烯分子中的碳碳 π 键断裂。

(2) 符合题给条件的同分异构体为含有 5 个碳原子的饱和一元醇, 碳链异构有 3 种, 羟基的位置有 8 种(数字表示羟基位

置), 如图所示: $\begin{array}{ccccccc} 1 & 2 & 3 & & 4 & 5 & 6 & 7 \\ \text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & & \text{C} & -\text{C} \\ & & & & & & | & \\ & & & & & & \text{C} & \end{array}$

$\begin{array}{c} \text{C} \\ | \\ 8 \\ \text{C} - \text{C} - \text{C} \\ | \\ \text{C} \end{array}$, 其中羟基在“6”时即为 D, 故与 D 具有相同官能

团的同分异构体有 7 种, 其中核磁共振氢谱峰面积之比为 9 : 2 : 1 的结构简式为 $(\text{CH}_3)_3\text{CCH}_2\text{OH}$ 。

(3) 含有碳碳双键的物质与酸性 KMnO_4 溶液反应时, 碳碳双键发生断裂, 若双键碳原子上连有 1 个氢原子, 则该碳原子转化为一 COOH , 若双键碳原子上无氢原子, 则该碳原子

转化为羰基, $\text{E}(\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \\ | \\ \text{C} = \text{C} \\ | \quad | \\ \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \end{array})$ 的分子结构中的 1 号碳原子

上含有 1 个氢原子,2 号碳原子上无氢原子,故反应生成的

有机物为 $\text{HO}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3$ 和 $\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3$, 名称分别为乙酸和丙酮。

(4) G 与 $\text{CH}_3-\text{C}_6\text{H}_2(\text{CH}_3)_2$ 在加热条件下反应生成

$\text{H}_3\text{C}-\text{C}_6\text{H}_2(\text{CH}_3)_2-\text{C}(=\text{O})\text{CH}_3$, 可推出 G 的结构简式为 $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{CH}=\text{CH}_2$ 。

(5) 2 分子 $\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3$ 在 NaOH 溶液、加热的条件下, 首先

发生加成反应, 生成 $\text{H}_3\text{C}-\text{C}(\text{OH})(\text{CH}_3)-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3$, 然后再发生消去反

应, 生成 $\text{H}_3\text{C}-\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CH}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3$; 对于 $\text{H}_3\text{C}-\text{C}_6\text{H}_2(\text{CH}_3)_2-\text{C}(=\text{O})\text{CH}_3$ 在 NaOH

溶液、加热的条件下反应, 若分子中 2' 号碳原子上的 H 加到 1 号羰基氧上, 再发生消去反应, 则可得到 I, 若分子中 1' 号

碳原子上的 H 加到 2 号羰基氧上, 再发生消去反应, 则可得到 J ($\text{H}_3\text{C}-\text{C}_6\text{H}_2(\text{CH}_3)_2-\text{C}(=\text{O})\text{CH}_3$)。I 与 J 互为同分异构体, 互溶且沸

点相差较小, 难以分离, **b 正确**。

18. (14 分)

(1) 具支试管 防止倒吸

(2) $\text{Cu} + 2\text{H}^+ + \text{H}_2\text{O}_2 = \text{Cu}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$ O_2 提供酸性环境, 增强氧化剂的氧化性

(3) CuO_2

(4) 滴入最后半滴 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液时, 溶液恰好由蓝色变为无色, 且 30 s 内不恢复原色 96.0%

【命题点】探究性实验, 涉及仪器名称、装置的作用、离子方程式、无机物的性质、有关滴定的计算等。

【解析】(1) 由题图可知, 仪器 A 为具支试管; 因该反应的气体产物 NO_2 易被 NaOH 溶液吸收, 则需要使用装置 B 防止倒吸。

(2) 对比实验①②的现象可知, Cu 在酸性条件下能与 H_2O_2 反应生成 Cu^{2+} , 发生了氧化还原反应, 则 Cu 溶解的离子方程式为 $\text{Cu} + 2\text{H}^+ + \text{H}_2\text{O}_2 = \text{Cu}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$; 因为 H_2O_2 过量, 且 Cu^{2+} 能催化 H_2O_2 的分解, 所以产生的气体为 O_2 ; 由上述分析可知, Cu 在酸性条件下可被强氧化剂氧化为 Cu^{2+} , 则 H^+ 的作用是提供酸性环境, 增强氧化剂的氧化性。

(3) 含铜元素的黑色氧化物 Y 应为 CuO , 设 X 的化学式为 CuO_x , 在分解过程中, Cu 原子的物质的量不变, 因此有 $\frac{m}{64+16x} = \frac{n}{80}$, 即 $\frac{80}{64+16x} = \frac{n}{m} = \frac{5}{6}$, 解得 $x=2$, 即 X 的化学式为 CuO_2 。

(4) CuO_2 含有 -1 价氧元素, 具有较强的氧化性, 在酸性条件下其还原产物应为 CuI 和 H_2O , Cu 的化合价由 +2 价降为 +1 价, O 的化合价由 -1 价降为 -2 价, 则根据得失电子守恒可知, CuO_2 与过量酸性 KI 溶液反应的离子方程式为 $2\text{CuO}_2 + 8\text{I}^- + 8\text{H}^+ = 2\text{CuI} + 3\text{I}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$, 由此可得关系式:

$\text{CuO}_2 \sim \frac{3}{2}\text{I}_2 \sim 3\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 。滴定达到终点时的现象为加入最后半滴 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液, 溶液恰好由蓝色变为无色, 且 30 s 内不恢复原色。此时反应消耗的 $n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = 15.00 \times 10^{-3} \text{ L} \times 0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 1.500 \times 10^{-3} \text{ mol}$, 因此粗品中 $n(\text{CuO}_2) = \frac{1}{3}n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = 5.000 \times 10^{-4} \text{ mol}$, $m(\text{CuO}_2) = 5.000 \times 10^{-4} \text{ mol} \times 96 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.0480 \text{ g}$, 粗品中 CuO_2 的相对含量为 $\frac{0.0480 \text{ g}}{0.0500 \text{ g}} \times 100\% = 96.0\%$ 。

易错警示 如果在滴定计算时只注意了题目所给的反应, 忽略了 -1 价 O 元素的氧化性, 则无法算出正确答案。

19. (14 分)

(1) +128.0

(2) 3 3

(3) 6 10


(4) $\frac{\alpha^2}{(1-\alpha)(1+\alpha)} p_0$

(5) 由 $\ln K = -\frac{\Delta H}{RT} + c$ 可知, 两条线的斜率为 $-\frac{\Delta H}{R}$, 两步反应都是断裂 1 个碳氢键, 形成 1 个碳碳键, 所以 $-\frac{\Delta H}{R}$ 几乎相同

(6) a

【命题点】 化学反应原理综合, 涉及反应热计算、反应历程分析、化学平衡常数、转化率、反应速率等。

信息梳理 由 $\text{C}_{40}\text{H}_{20}(\text{g})$ 转变为 $\text{C}_{40}\text{H}_{18}(\text{g})$ 反应机理可知, 发生了 1 次氢抽提 (断裂 1 个碳氢键) 和闭环脱氢 (断裂另一个碳氢键, 形成一个碳碳键闭环), 再经过 4 次类似

反应可生成纳米碗 $\text{C}_{40}\text{H}_{10}$ () , 其中五元环和六元环数目分别为 6、10。 第(3)问

【解析】 (1) 由分析可知, 1 分子 $\text{C}_{40}\text{H}_{20}(\text{g})$ 转变为 $\text{C}_{40}\text{H}_{18}(\text{g})$ 断裂 2 个碳氢键, 形成了 1 个碳碳键及氢氢键, 结合键能数据, $\Delta H = 2 \times 431.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} - 298.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} - 436.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = +128.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(2) 由 $\text{C}_{40}\text{H}_{20}(\text{g})$ 转变为 $\text{C}_{40}\text{H}_{18}(\text{g})$ 反应机理及能量变化图可知, 题图反应历程包含 3 个基元反应, 其中第 3 个基元反

应的活化能最大,速率最慢。

(4) 设起始时 $\text{C}_{40}\text{H}_{12}(\text{g})$ 的物质的量为 1 mol, 根据题意可列三段式如下:

	$\text{C}_{40}\text{H}_{12}(\text{g})$	\rightleftharpoons	$\text{C}_{40}\text{H}_{10}(\text{g})$	$+\text{H}_2(\text{g})$
起始量/mol	1		0	0
转化量/mol	α		α	α
平衡量/mol	$1-\alpha$		α	α

平衡时, 气体的总物质的量为 $(1+\alpha)$ mol, 则 $\text{C}_{40}\text{H}_{12}(\text{g})$ 、 $\text{C}_{40}\text{H}_{10}(\text{g})$ 、 $\text{H}_2(\text{g})$ 的物质的量分数分别为 $\frac{1-\alpha}{1+\alpha}$ 、 $\frac{\alpha}{1+\alpha}$ 、 $\frac{\alpha}{1+\alpha}$,

$$K_p = \frac{\frac{\alpha}{1+\alpha}p_0 \times \frac{\alpha}{1+\alpha}p_0}{\frac{1-\alpha}{1+\alpha}p_0} = \frac{\alpha^2}{(1-\alpha)(1+\alpha)}p_0^\circ$$

(5) 由 $\ln K = -\frac{\Delta H}{RT} + c$ 可知, 两条线的斜率为 $-\frac{\Delta H}{R}$, 两步反应都是断裂 1 个碳氢键, 形成 1 个碳碳键, 所以两反应的 ΔH 几乎相同, R 为理想气体常数, 则两反应的 $-\frac{\Delta H}{R}$ 几乎相同, 斜率几乎相同, 故两条线几乎平行。

(6) 由题意知, 该反应为反应后气体分子数增多的吸热反应, 所以升高温度, 平衡正向移动, 可提高反应物的平衡转化率, 增大压强, 平衡逆向移动, 会降低反应物的平衡转化率, 加入催化剂不影响平衡移动, 不影响反应物的平衡转化率, 且升高温度、增大压强和加入催化剂均能增大生成 $\text{C}_{40}\text{H}_{10}$ 的反应速率, 故选 a。