

2023 年高考湖北卷化学真题

一、单选题

1. 2023 年 5 月 10 日, 天舟六号货运飞船成功发射, 标志着我国航天事业进入到高质量发展新阶段。下列不能作为火箭推进剂的是

- A. 液氮-液氢 B. 液氧-液氢 C. 液态 NO_2 -肼 D. 液氧-煤油

【答案】A

【详解】A. 虽然氮气在一定的条件下可以与氢气反应, 而且是放热反应, 但是, 由于 $\text{N} \equiv \text{N}$ 键能很大, 该反应的速率很慢, 氢气不能在氮气中燃烧, 在短时间内不能产生大量的热量和大量的气体, 因此, 液氮-液氢不能作为火箭推进剂, A 符合题意;

B. 氢气可以在氧气中燃烧, 反应速率很快且放出大量的热、生成大量气体, 因此, 液氧-液氢能作为火箭推进剂, B 不符合题意;

C. 肼和 NO_2 在一定的条件下可以发生剧烈反应, 该反应放出大量的热, 且生成大量气体, 因此, 液态 NO_2 -肼能作为火箭推进剂, C 不符合题意;

D. 煤油可以在氧气中燃烧, 反应速率很快且放出大量的热、生成大量气体, 因此, 液氧-煤油能作为火箭推进剂, D 不符合题意;

综上所述, 本题选 A。

2. 下列化学事实不符合“事物的双方既相互对立又相互统一”的哲学观点的是

- A. 石灰乳中存在沉淀溶解平衡
B. 氯气与强碱反应时既是氧化剂又是还原剂
C. 铜锌原电池工作时, 正极和负极同时发生反应
D. Li、Na、K 的金属性随其核外电子层数增多而增强

【答案】D

【详解】A. 电解质的沉淀和溶解是对立的, 当电解质的沉淀速率和溶解速率相等时, 电解质建立了沉淀溶解平衡, 因此, 沉淀和溶解又互相统一在这个平衡体系中; 石灰乳中存在着未溶解的氢氧化钙和溶解的氢氧化钙, 因此, 石灰乳中存在沉淀溶解平衡, 这个化学事实符合“事物的双方既相互对立又相互统一”的哲学观点, A 不符合题意;

B. 氧化剂和还原剂是对立的, 但是, 氯气与强碱反应时, 有部分氯气发生氧化反应, 同时也有部分氯气发生还原反应, 因此, 氯气既是氧化剂又是还原剂, 氯气的这两种作用统一在同一反应中, 这个化学事实符合“事物的双方既相互对立又相互统一”的哲学观点, B 不符合题意;

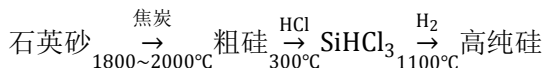
C. 铜锌原电池工作时, 正极和负极同时发生反应, 正极上发生还原反应, 负极上发生氧化反应, 氧化反应和还原反应是对立的, 但是这两个反应又同时发生, 统一在原电池反应中, 因此, 这个化学事实符合“事物的双方既相互对立又相互统一”的哲学观点, C 不符合题意;

D. Li、Na、K 均为第 I A 的金属元素, 其核外电子层数依次增多, 原子核对最外层电子的吸引力逐渐减小, 其失

电子能力依次增强，因此，其金属性随其核外电子层数增多而增强，这个化学事实不符合“事物的双方既相互对立又相互统一”的哲学观点，D 符合题意；

综上所述，本题选 D。

3. 工业制备高纯硅的主要过程如下：



下列说法错误的是

- A. 制备粗硅的反应方程式为 $\text{SiO}_2 + 2\text{C} \xrightarrow{\text{高温}} \text{Si} + 2\text{CO} \uparrow$
- B. 1mol Si 含 Si-Si 键的数目约为 $4 \times 6.02 \times 10^{23}$
- C. 原料气 HCl 和 H_2 应充分去除水和氧气
- D. 生成 SiHCl_3 的反应为熵减过程

【答案】B

【详解】A. SiO_2 和 C 在高温下发生反应生成 Si 和 CO，因此，制备粗硅的反应方程式为 $\text{SiO}_2 + 2\text{C} \xrightarrow{\text{高温}} \text{Si} + 2\text{CO} \uparrow$ ，

A 说法正确；

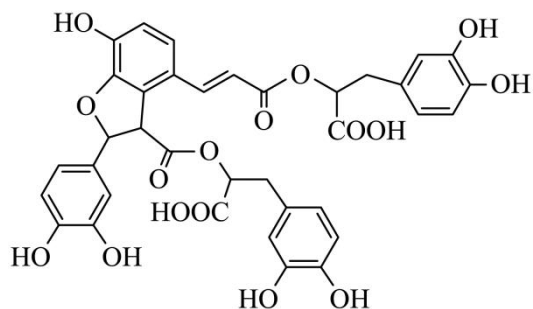
B. 在晶体硅中，每个 Si 与其周围的 4 个 Si 形成共价键并形成立体空间网状结构，因此，平均每个 Si 形成 2 个共价键，1mol Si 含 Si-Si 键的数目约为 $2 \times 6.02 \times 10^{23}$ ，B 说法错误；

C. HCl 易与水形成盐酸，在一定的条件下氧气可以将 HCl 氧化； H_2 在高温下遇到氧气能发生反应生成水，且其易燃易爆，其与 SiHCl_3 在高温下反应生成硅和 HCl，因此，原料气 HCl 和 H_2 应充分去除水和氧气，C 说法正确；

D. $\text{Si} + 3\text{HCl} \xrightarrow{300^\circ\text{C}} \text{SiHCl}_3 + \text{H}_2$ ，该反应是气体分子数减少的反应，因此，生成 SiHCl_3 的反应为熵减过程，D 说法正确；

综上所述，本题选 B。

4. 湖北蕲春李时珍的《本草纲目》记载的中药丹参，其水溶性有效成分之一的结构简式如图。下列说法正确的是



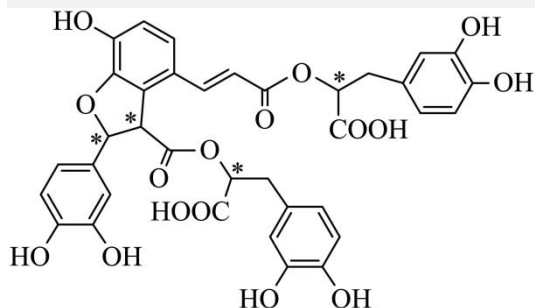
- A. 该物质属于芳香烃
- B. 可发生取代反应和氧化反应
- C. 分子中有 5 个手性碳原子
- D. 1mol 该物质最多消耗 9mol NaOH

【答案】B

【详解】A. 该有机物中含有氧元素，不属于烃，A 错误；

B. 该有机物中含有羟基和羧基，可以发生酯化反应，酯化反应属于取代反应，另外，该有机物可以燃烧，即可以发生氧化反应，B 正确；

C. 将连有四个不同基团的碳原子形象地称为手性碳原子，在该有机物结构中，



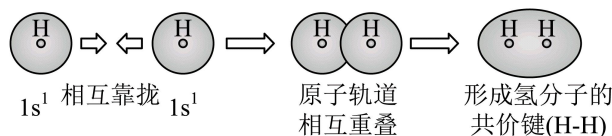
标有“*”为手性碳，则一共有 4 个手性碳，C 错误；

D. 该物质中含有 7 个酚羟基，2 个羧基，2 个酯基，则 1 mol 该物质最多消耗 11 mol NaOH，D 错误；
故选 B。

5. 化学用语可以表达化学过程，下列化学用语的表达错误的是

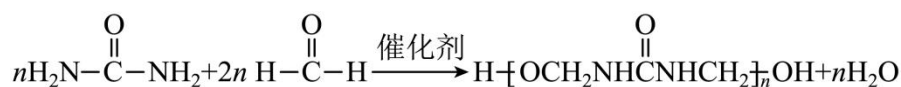
A. 用电子式表示 K_2S 的形成： $K \times + \cdot \ddot{S} \cdot + \times K \longrightarrow K^+ [\times \ddot{S} \times]^{2-} K^+$

B. 用离子方程式表示 $Al(OH)_3$ 溶于烧碱溶液： $Al(OH)_3 + OH^- = [Al(OH)_4]^-$



C. 用电子云轮廓图表示 H-H 的 s-s σ 键形成的示意图：

D. 用化学方程式表示尿素与甲醛制备线型脲醛树脂：



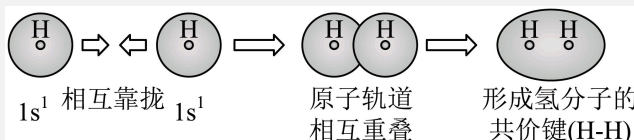
【答案】D

【详解】A. 钾原子失去电子，硫原子得到电子形成硫化钾，硫化钾为离子化合物，用电子式表示 K_2S 的形成：

$K \times + \cdot \ddot{S} \cdot + \times K \longrightarrow K^+ [\times \ddot{S} \times]^{2-} K^+$ ，A 正确；

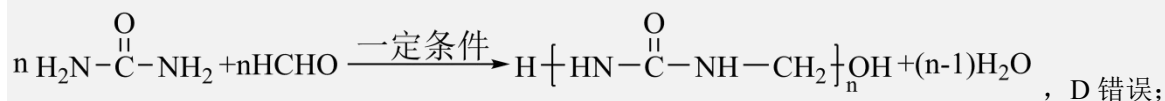
B. 氢氧化铝为两性氢氧化物，可以和强碱反应生成四羟基合铝酸根离子，离子方程式为： $Al(OH)_3 + OH^- = [Al(OH)_4]^-$ ，B 正确；

C. H 的 s 能级为球形，两个氢原子形成氢气的时候，是两个 s 能级的原子轨道相互靠近，形成新的轨道，则用电



子云轮廓图表示 H-H 的 s-s σ 键形成的示意图：

D. 用化学方程式表示尿素与甲醛制备线型脲醛树脂为



, D 错误;

故选 D。

6. W、X、Y、Z 为原子序数依次增加的同一短周期元素, 其中 X、Y、Z 相邻, W 的核外电子数与 X 的价层电子数相等, Z_2 是氧化性最强的单质, 4 种元素可形成离子化合物 $(\text{XY})^+(\text{WZ}_4)^-$ 。下列说法正确的是

A. 分子的极性: $\text{WZ}_3 < \text{XZ}_3$

B. 第一电离能: $\text{X} < \text{Y} < \text{Z}$

C. 氧化性: $\text{X}_2\text{Y}_3 < \text{W}_2\text{Y}_3$

D. 键能: $\text{X}_2 < \text{Y}_2 < \text{Z}_2$

【答案】A

【分析】 Z_2 是氧化性最强的单质, 则 Z 是 F, X、Y、Z 相邻, 且 X、Y、Z 为原子序数依次增加的同一短周期元素, 则 X 为 N, Y 为 O, W 的核外电子数与 X 的价层电子数相等, 则 W 为 B, 即: W 为 B, X 为 N, Y 为 O, Z 是 F, 以此解题。

【详解】A. 由分析可知, W 为 B, X 为 N, Z 是 F, WZ_3 为 BF_3 , XZ_3 为 NF_3 , 其中前者的价层电子对数为 3, 空间构型为平面三角形, 为非极性分子, 后者的价层电子对数为 4, 有一对孤电子对, 空间构型为三角锥形, 为极性分子, 则分子的极性: $\text{WZ}_3 < \text{XZ}_3$, A 正确;

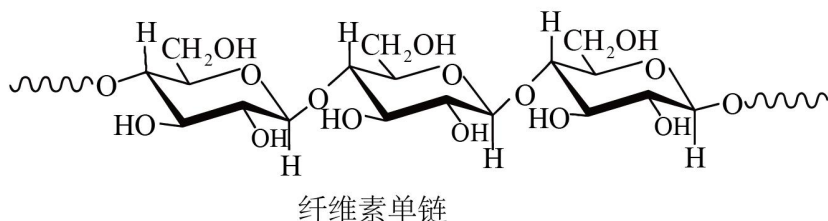
B. 由分析可知, X 为 N, Y 为 O, Z 是 F, 同一周期越靠右, 第一电离能越大, 但是 N 的价层电子排布式为 $2s^2 2p^3$, 为半满稳定结构, 其第一电离能大于相邻周期的元素, 则第一电离能: $\text{Y} < \text{X} < \text{Z}$, B 错误;

C. 由分析可知, W 为 B, X 为 N, Y 为 O, 则 X_2Y_3 为 N_2O_3 , W_2Y_3 为 B_2O_3 , 两种化合物中 N 和 B 的化合价都是 +3 价, 但是 N 的非金属性更强一些, 故 N_2O_3 的氧化性更强一些, C 错误;

D. 由分析可知, X 为 N, Y 为 O, Z 是 F, 其中 N 对应的单质为氮气, 其中包含三键, 键能较大, D 错误;

故选 A。

7. 中科院院士研究发现, 纤维素可在低温下溶于 NaOH 溶液, 恢复至室温后不稳定, 加入尿素可得到室温下稳定的溶液, 为纤维素绿色再生利用提供了新的解决方案。下列说法错误的是



A. 纤维素是自然界分布广泛的一种多糖

B. 纤维素难溶于水的主要原因是其链间有多个氢键

C. NaOH 提供 OH^- 破坏纤维素链之间的氢键

D. 低温降低了纤维素在 NaOH 溶液中的溶解性

【答案】D

【详解】A. 纤维素属于多糖，大量存在于我们吃的蔬菜水果中，在自然界广泛分布，A 正确；

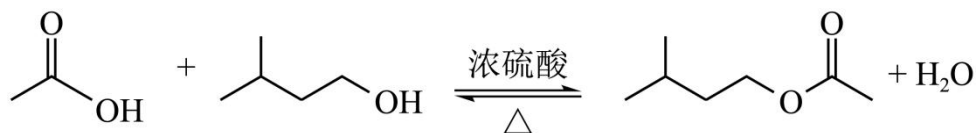
B. 纤维素大分子间和分子内、纤维素和水分子之间均可形成氢键以及纤维素链段间规整紧密的结构使纤维素分子很难被常用的溶剂如水溶解，B 正确；

C. 纤维素在低温下可溶于氢氧化钠溶液，是因为碱性体系主要破坏的是纤维素分子内和分子间的氢键促进其溶解，C 正确；

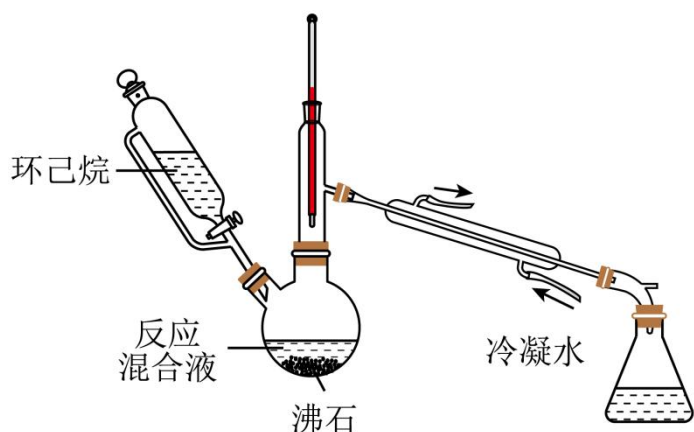
D. 由题意可知低温提高了纤维素在 NaOH 溶液中的溶解性，D 错误；

故选 D。

8. 实验室用以下装置(夹持和水浴加热装置略)制备乙酸异戊酯(沸点 142°C)，实验中利用环己烷-水的共沸体系(沸点 69°C)带出水分。已知体系中沸点最低的有机物是环己烷(沸点 81°C)，其反应原理：



下列说法错误的是



- A. 以共沸体系带水促使反应正向进行 B. 反应时水浴温度需严格控制在 69°C
- C. 接收瓶中会出现分层现象 D. 根据带出水的体积可估算反应进度

【答案】B

【详解】A. 由反应方程式可知，生成物中含有水，若将水分离出去，可促进反应正向进行，该反应选择以共沸体系带水可以促使反应正向进行，A 正确；

B. 反应产品的沸点为 142°C ，环己烷的沸点是 81°C ，环己烷-水的共沸体系的沸点为 69°C ，可以温度可以控制在 $69^{\circ}\text{C} \sim 81^{\circ}\text{C}$ 之间，不需要严格控制在 69°C ，B 错误；

C. 接收瓶中接收的是环己烷-水的共沸体系，环己烷不溶于水，会出现分层现象，C 正确；

D. 根据投料量，可估计生成水的体积，所以可根据带出水的体积估算反应进度，D 正确；

故选 B。

9. 价层电子对互斥理论可以预测某些微粒的空间结构。下列说法正确的是

- A. CH_4 和 H_2O 的VSEPR模型均为四面体
- B. SO_3^{2-} 和 CO_3^{2-} 的空间构型均为平面三角形
- C. CF_4 和 SF_4 均为非极性分子
- D. XeF_2 与 XeO_2 的键角相等

【答案】A

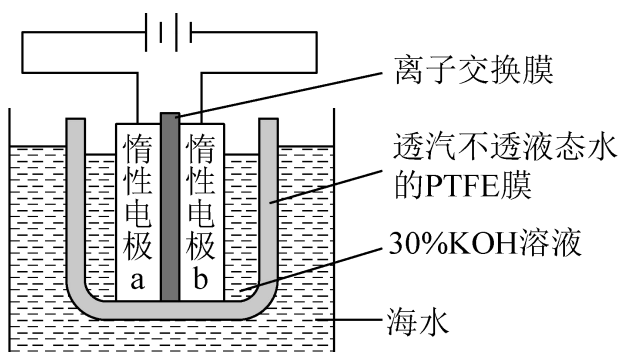
【详解】A. 甲烷分子的中心原子的价层电子对为4，水分子的中心原子价层电子对也为4，所以他们的VSEPR模型都是四面体，A正确；

B. SO_3^{2-} 的孤电子对为1， CO_3^{2-} 的孤电子对为0，所以 SO_3^{2-} 的空间构型为三角锥形， CO_3^{2-} 的空间构型为平面三角形，B错误；

C. CH_4 为正四面体结构，为非极性分子， SF_4 中心原子有孤电子对，为极性分子，C错误；

D. XeF_2 和 XeO_2 分子中，孤电子对不相等，孤电子对越多，排斥力越大，所以键角不等，D错误；
故选A。

10. 我国科学家设计如图所示的电解池，实现了海水直接制备氢气技术的绿色化。该装置工作时阳极无 Cl_2 生成且 KOH 溶液的浓度不变，电解生成氢气的速率为 $x\text{mol} \cdot \text{h}^{-1}$ 。下列说法错误的是



- A. b电极反应式为 $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-$
- B. 离子交换膜为阴离子交换膜
- C. 电解时海水中动能高的水分子可穿过PTFE膜
- D. 海水为电解池补水的速率为 $2x\text{mol} \cdot \text{h}^{-1}$

【答案】D

【分析】由图可知，该装置为电解水制取氢气的装置，a电极与电源正极相连，为电解池的阳极，b电极与电源负极相连，为电解池的阴极，阴极反应为 $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-$ ，阳极反应为 $4\text{OH}^- - 4\text{e}^- = \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ，电池总反应为 $2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{通电}} 2\text{H}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow$ ，据此解答。

【详解】A. b电极反应式为b电极为阴极，发生还原反应，电极反应为 $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-$ ，故A正确；
B. 该装置工作时阳极无 Cl_2 生成且 KOH 浓度不变，阳极发生的电极反应为 $4\text{OH}^- - 4\text{e}^- = \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ，为保持 OH^- 离子

浓度不变，则阴极产生的 OH^- 离子要通过离子交换膜进入阳极室，即离子交换膜应为阴离子交换膜，故 B 正确；

C. 电解时电解槽中不断有水被消耗，海水中的动能高的水可穿过 PTFE 膜，为电解池补水，故 C 正确；

D. 由电解总反应可知，每生成 1mol H_2 要消耗 $1\text{mol H}_2\text{O}$ ，生成 H_2 的速率为 $x\text{mol} \cdot \text{h}^{-1}$ ，则补水的速率也应是 $x\text{mol} \cdot \text{h}^{-1}$ ，故 D 错误；

答案选 D。

11. 物质结构决定物质性质。下列性质差异与结构因素匹配错误的是

选项	性质差异	结构因素
A	沸点：正戊烷(36.1°C)高于新戊烷(9.5°C)	分子间作用力
B	熔点： AlF_3 (1040°C)远高于 AlCl_3 (178°C 升华)	晶体类型
C	酸性： CF_3COOH ($\text{p}K_a = 0.23$)远强于 CH_3COOH ($\text{p}K_a = 4.76$)	羟基极性
D	溶解度(20°C)： Na_2CO_3 (29g)大于 NaHCO_3 (8g)	阴离子电荷

A. A

B. B

C. C

D. D

【答案】D

【详解】A. 正戊烷和新戊烷形成的晶体都是分子晶体，由于新戊烷支链多，对称性好，分子间作用力小，所以沸点较低，故 A 正确；

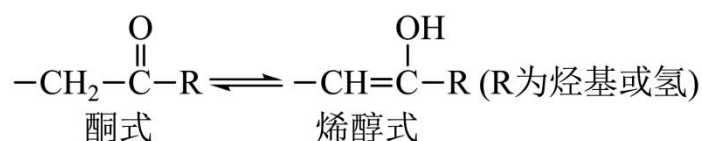
B. AlF_3 为离子化合物，形成的晶体为离子晶体，熔点较高， AlCl_3 为共价化合物，形成的晶体为分子晶体，熔点较低，则 AlF_3 熔点远高于 AlCl_3 ，故 B 正确；

C. 由于电负性 $\text{F} > \text{H}$ ，C-F 键极性大于 C-H 键，使得羧基上的羟基极性增强，氢原子更容易电离，酸性增强，故 C 正确；

D. 碳酸氢钠在水中的溶解度比碳酸钠小的原因是碳酸氢钠晶体中 HCO_3^- 间存在氢键，与晶格能大小无关，即与阴离子电荷无关，故 D 错误；

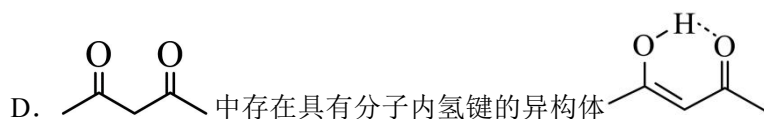
答案选 D。

12. 下列事实不涉及烯醇式与酮式互变异构原理的是



A. $\text{HC} \equiv \text{CH}$ 能与水反应生成 CH_3CHO

B. $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{OH}$ 可与 H_2 反应生成 $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{OH}$

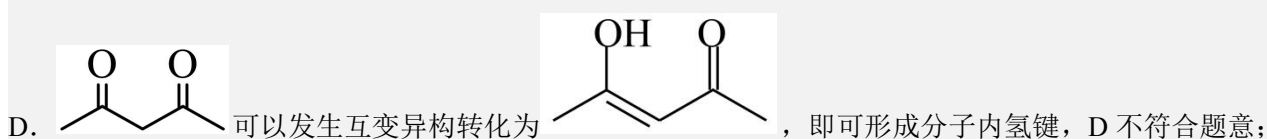
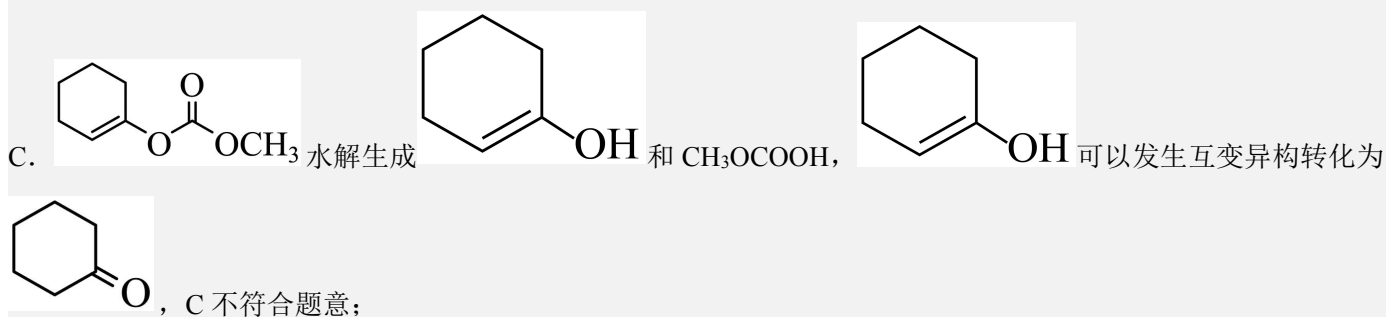


【答案】B

【分析】根据图示的互变原理，具有羰基的酮式结构可以发生互变异构转化为烯醇式，这种烯醇式具有的特点为与羟基相连接的碳原子必须有双键连接，这样的烯醇式就可以发生互变异构，据此原理分析下列选项。

【详解】A. 水可以写成 H-OH 的形式，与 $\text{CH}\equiv\text{CH}$ 发生加成反应生成 $\text{CH}_2=\text{CHOH}$ ，烯醇式的 $\text{CH}_2=\text{CHOH}$ 不稳定转化为酮式的乙醛，A 不符合题意；

B. 3-羟基丙烯中，与羟基相连接的碳原子不与双键连接，不会发生烯醇式与酮式互变异构，B 符合题意；

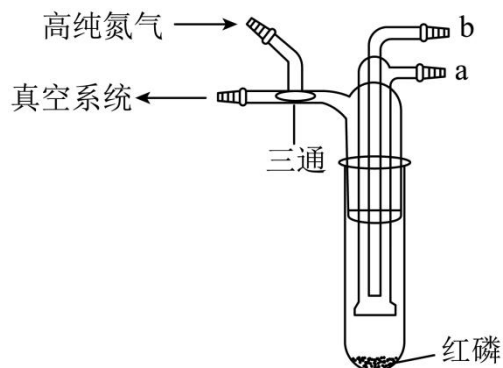


故答案选 B。

13. 利用如图所示的装置(夹持及加热装置略)制备高纯白磷的流程如下：



下列操作错误的是



- A. 红磷使用前洗涤以除去表面杂质
- B. 将红磷转入装置，抽真空后加热外管以去除水和氧气
- C. 从 a 口通入冷凝水，升温使红磷转化

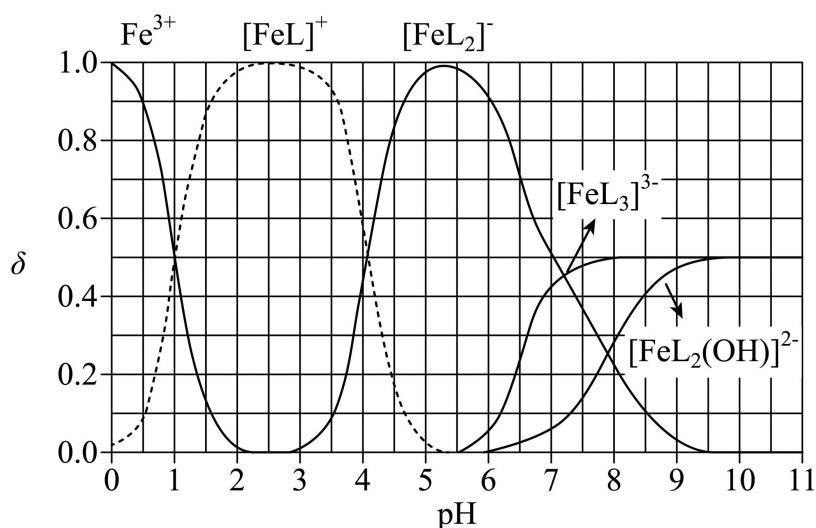
D. 冷凝管外壁出现白磷，冷却后在氮气氛围下收集

【答案】C

【详解】A. 红磷表面有被氧化生成的五氧化二磷，五氧化二磷可以溶于水，因此红磷在使用前应洗涤，A 正确；
B. 真空环境可以降低物质的熔沸点，有利于将红磷转化为白磷，但是由于抽真空时不能将水气和氧气完全除去，还需要对装置外管进行加热，这时可以保证反应环境无水无氧，B 正确；
C. 若从 a 口通入冷凝水，则冷凝水无法充满整个冷凝管，冷凝效果不好，需要用 b 口通入，此时可以将冷凝水充满冷凝管，C 错误；
D. 白磷易被空气中的氧气氧化，因此在收集白磷时应将反应装置冷却，再在氮气氛的条件下收集白磷，D 正确；
故答案选 C。

14. H_2L 为某邻苯二酚类配体，其 $pK_{a1} = 7.46$, $pK_{a2} = 12.4$ 。常温下构建 $Fe(III) - H_2L$ 溶液体系，其中 $c_0(Fe^{3+}) = 2.0 \times 10^{-4} mol \cdot L^{-1}$, $c_0(H_2L) = 5.0 \times 10^{-3} mol \cdot L^{-1}$ 。体系中含 Fe 物种的组分分布系数 δ 与 pH 的关系如图所示，分

布系数 $\delta(x) = \frac{c(x)}{2.0 \times 10^{-4} mol \cdot L^{-1}}$ ，已知 $lg2 \approx 0.30$, $lg3 \approx 0.48$ 。下列说法正确的是



Fe(III)- H_2L 体系部分物种分布图

- A. 当 $pH = 1$ 时，体系中 $c(H_2L) > c([FeL]^+) > c(OH^-) > c(HL^-)$
- B. pH 在 9.5~10.5 之间，含 L 的物种主要为 L^{2-}
- C. $L^{2-} + [FeL]^+ \rightleftharpoons [FeL_2]^-$ 的平衡常数的 lgK 约为 14
- D. 当 $pH = 10$ 时，参与配位的 $c(L^{2-}) \approx 1.0 \times 10^{-3} mol \cdot L^{-1}$

【答案】C

【分析】从图给的分布分数图可以看出，在两曲线的交点横坐标值加和取平均值即为某型体含量最大时的 pH，利用此规律解决本题。

【详解】A. 从图中可以看出 Fe(III) 主要与 L^{2-} 进行络合，但在 $pH=1$ 时，富含 L 的型体主要为 H_2L ，此时电离出的 HL^- 较少，根据 H_2L 的一级电离常数可以简单计算 $pH=1$ 时溶液中 $c(HL^-) \approx 5 \times 10^{-9.46}$ ，但 $pH=1$ 时 $c(OH^-) = 10^{-13}$ ，因此这四种离子的浓度大小为 $c(H_2L) > c([FeL]^+) > c(HL^-) > c(OH^-)$ ，A 错误；

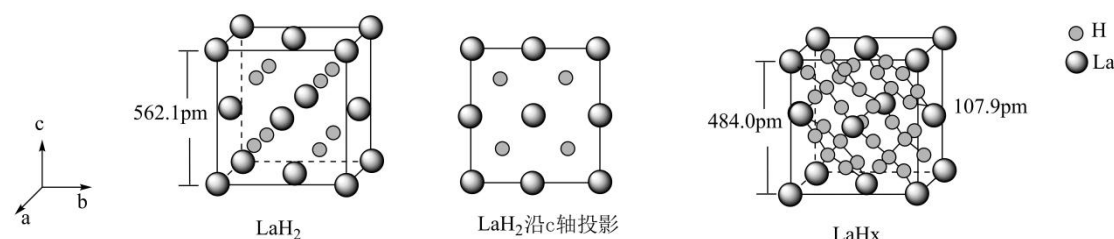
B. 根据图示的分布分数图可以推导出, H_2L 在 $\text{pH}\approx 9.9$ 时 HL^- 的含量最大, 而 H_2L 和 L^{2-} 的含量最少, 因此当 pH 在 $9.5\sim 10.5$ 之间时, 含 L 的物种主要为 HL^- , B 错误;

C. 该反应的平衡常数 $K = \frac{c([\text{FeL}_2]^-)}{c([\text{FeL}]^+)c(\text{L}^{2-})}$, 当 $[\text{FeL}_2]^-$ 与 $[\text{FeL}]^+$ 分布分数相等时, 可以将 K 简化为 $K = \frac{1}{c(\text{L}^{2-})}$, 此时体系的 $\text{pH}=4$, 在 $\text{pH}=4$ 时可以计算溶液中 $c(\text{L}^{2-})=5.0\times 10^{-14.86}$, 则该络合反应的平衡常数 $K\approx 10^{-14.16}$, 即 $\lg K\approx 14$, C 正确;

D. 根据图像, $\text{pH}=10$ 时溶液中主要的型体为 $[\text{FeL}_3]^{3-}$ 和 $[\text{FeL}_2(\text{OH})]^{2-}$, 其分布分数均为 0.5, 因此可以得到 $c([\text{FeL}_3]^{3-})=c([\text{FeL}_2(\text{OH})]^{2-})=1\times 10^{-4}\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$, 此时形成 $[\text{FeL}_3]^{3-}$ 消耗了 $3\times 10^{-4}\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 L^{2-} , 形成 $[\text{FeL}_2(\text{OH})]^{2-}$ 消耗了 $2\times 10^{-4}\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 L^{2-} , 共消耗了 $5\times 10^{-4}\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 L^{2-} , 即参与配位的 $c(\text{L}^{2-})\approx 5\times 10^{-4}$, D 错误;

故答案选 C。

15. 镧 La 和 H 可以形成一系列晶体材料 LaH_n , 在储氢和超导等领域具有重要应用。 LaH_n 属于立方晶系, 晶胞结构和参数如图所示。高压下, LaH_2 中的每个 H 结合 4 个 H 形成类似 CH_4 的结构, 即得到晶体 LaH_x 。下列说法错误的是



A. LaH_2 晶体中 La 的配位数为 8

B. 晶体中 H 和 H 的最短距离: $\text{LaH}_2 > \text{LaH}_x$

C. 在 LaH_x 晶胞中, H 形成一个顶点数为 40 的闭合多面体笼

D. LaH_x 单位体积中含氢质量的计算式为 $\frac{40}{(4.84\times 10^{-8})^3 \times 6.02 \times 10^{23}} \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$

【答案】C

【详解】A. 由 LaH_2 的晶胞结构可知, La 位于顶点和面心, 晶胞内 8 个小立方体的中心各有 1 个 H 原子, 若以顶点 La 研究, 与之最近的 H 原子有 8 个, 则 La 的配位数为 8, 故 A 正确;

B. 由 LaH_x 晶胞结构可知, 每个 H 结合 4 个 H 形成类似 CH_4 的结构, H 和 H 之间的最短距离变小, 则晶体中 H 和 H 的最短距离: $\text{LaH}_2 > \text{LaH}_x$, 故 B 正确;

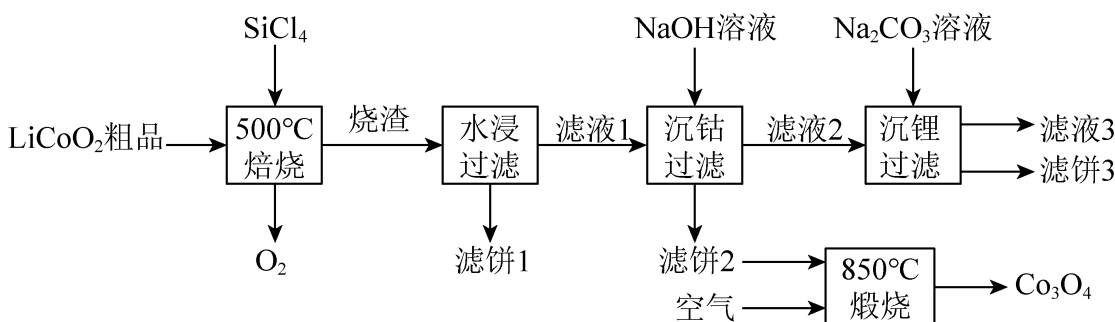
C. 由题干信息可知, 在 LaH_x 晶胞中, 每个 H 结合 4 个 H 形成类似 CH_4 的结构, 这样的结构有 8 个, 顶点数为 $4\times 8=32$, 且不是闭合的结构, 故 C 错误;

D. 1 个 LaH_x 晶胞中含有 $5\times 8=40$ 个 H 原子, 含 H 质量为 $\frac{40}{N_A}\text{g}$, 晶胞的体积为 $(484.0\times 10^{-10}\text{cm})^3=(4.84\times 10^{-8})^3\text{cm}^3$, 则 LaH_x 单位体积中含氢质量的计算式为 $\frac{40}{(4.84\times 10^{-8})^3 \times 6.02 \times 10^{23}} \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$, 故 D 正确;

答案选 C。

二、工业流程题

16. SiCl_4 是生产多晶硅的副产物。利用 SiCl_4 对废弃的锂电池正极材料 LiCoO_2 进行氯化处理以回收 Li、Co 等金属，工艺路线如下：



回答下列问题：

(1) Co 位于元素周期表第_____周期，第_____族。

(2) 烧渣是 LiCl 、 CoCl_2 和 SiO_2 的混合物，“500℃焙烧”后剩余的 SiCl_4 应先除去，否则水浸时会产生大量烟雾，用化学方程式表示其原因_____。

(3) 鉴别洗净的“滤饼 3”和固体 Na_2CO_3 常用方法的名称是_____。

(4) 已知 $K_{\text{sp}}[\text{Co}(\text{OH})_2] = 5.9 \times 10^{-15}$ ，若“沉钴过滤”的 pH 控制为 10.0，则溶液中 Co^{2+} 浓度为_____ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。“850℃煅烧”时的化学方程式为_____。

(5) 导致 SiCl_4 比 CCl_4 易水解的因素有_____ (填标号)。

- a. Si-Cl 键极性更大 b. Si 的原子半径更大
c. Si-Cl 键键能更大 d. Si 有更多的价层轨道

【答案】(1) 4 VIII

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

(3) 焰色反应

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

(5) abd

【分析】由流程和题中信息可知， LiCoO_2 粗品与 SiCl_4 在 500℃焙烧时生成氧气和烧渣，烧渣是 LiCl 、 CoCl_2 和 SiO_2 的混合物；烧渣经水浸、过滤后得滤液 1 和滤饼 1，滤饼 1 的主要成分是 SiO_2 和 H_2SiO_3 ；滤液 1 用氢氧化钠溶液沉钴，过滤后得滤饼 2 (主要成分为 $\text{Co}(\text{OH})_2$) 和滤液 2 (主要溶质为 LiCl)；滤饼 2 置于空气中在 850℃煅烧得到 Co_3O_4 ；滤液 2 经碳酸钠溶液沉锂，得到滤液 3 和滤饼 3，滤饼 3 为 Li_2CO_3 。

【详解】(1) Co 是 27 号元素，其原子有 4 个电子层，其价电子排布为 $3\text{d}^7 4\text{s}^2$ ，元素周期表第 8、9、10 三个纵行合称第Ⅷ族，因此，其位于元素周期表第 4 周期、第Ⅷ族。

(2) “500℃焙烧”后剩余的 SiCl_4 应先除去，否则水浸时会产生大量烟雾，由此可知，四氯化硅与可水反应且能生成

氯化氢和硅酸,故其原因是: SiCl_4 遇水剧烈水解,生成硅酸和氯化氢,该反应的化学方程式为 $\text{SiCl}_4 + 3\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SiO}_3 + 4\text{HCl}$ 。

(3) 洗净的“滤饼 3”的主要成分为 Li_2CO_3 , 常用焰色反应鉴别 Li_2CO_3 和 Na_2CO_3 , Li_2CO_3 的焰色反应为紫红色, 而 Na_2CO_3 的焰色反应为黄色。故鉴别“滤饼 3”和固体 Na_2CO_3 常用方法的名称是焰色反应。

(4) 已知 $K_{\text{sp}}[\text{Co}(\text{OH})_2] = 5.9 \times 10^{-15}$, 若“沉钴过滤”的 pH 控制为 10.0, 则溶液中 $c(\text{OH}^-) = 1.0 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, Co^{2+} 浓度为 $\frac{K_{\text{sp}}[\text{Co}(\text{OH})_2]}{c^2(\text{OH}^-)} = \frac{5.9 \times 10^{-15}}{(1.0 \times 10^{-4})^2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 5.9 \times 10^{-7} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。“850°C 煅烧”时, $\text{Co}(\text{OH})_2$ 与 O_2 反应生成 Co_3O_4 和 H_2O , 该反应的化学方程式为 $6\text{Co}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{850^\circ\text{C}} 2\text{Co}_3\text{O}_4 + 6\text{H}_2\text{O}$ 。

(5) a. Si-Cl 键极性更大, 则 Si-Cl 键更易断裂, 因此, SiCl_4 比 CCl_4 易水解, a 有关;

b. Si 的原子半径更大, 因此, SiCl_4 中的共用电子对更加偏向于 Cl, 从而导致 Si-Cl 键极性更大, 且 Si 原子更易受到水电离的 OH^- 的进攻, 因此, SiCl_4 比 CCl_4 易水解, b 有关;

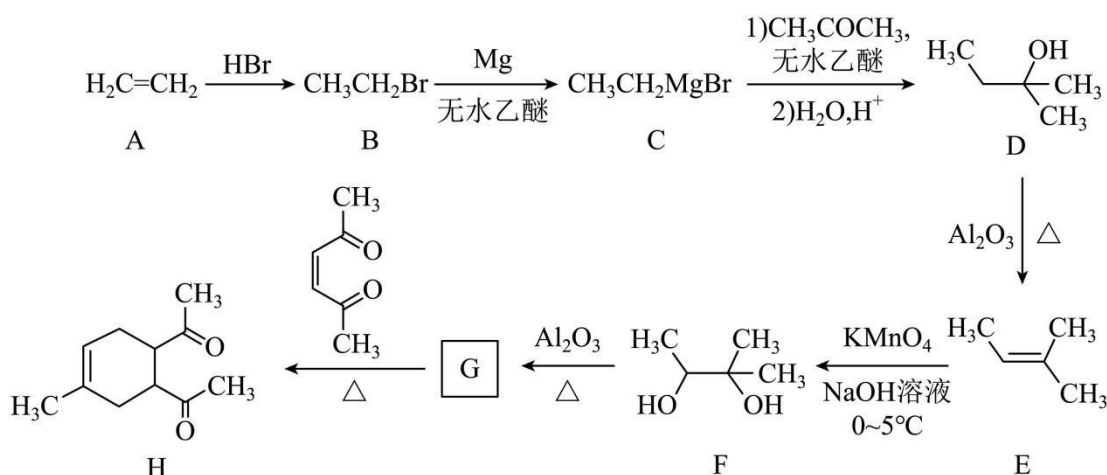
c. 通常键能越大化学键越稳定且不易断裂, 因此, Si-Cl 键键能更大不能说明 Si-Cl 更易断裂, 故不能说明 SiCl_4 比 CCl_4 易水解, c 无关;

d. Si 有更多的价层轨道, 因此更易与水电离的 OH^- 形成化学键, 从而导致 SiCl_4 比 CCl_4 易水解, d 有关;

综上所述, 导致 SiCl_4 比 CCl_4 易水解的因素有 abd。

三、有机推断题(新)

17. 碳骨架的构建是有机合成的重要任务之一。某同学从基础化工原料乙烯出发, 针对二酮 H 设计了如下合成路线:



回答下列问题:

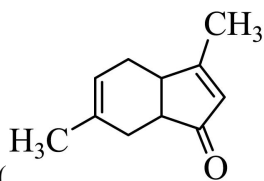
(1) 由 A→B 的反应中, 乙烯的碳碳_____键断裂(填“ π ”或“ σ ”)。

(2) D 的同分异构体中, 与其具有相同官能团的有_____种(不考虑对映异构), 其中核磁共振氢谱有三组峰, 峰面积之比为 9:2:1 的结构简式为_____。

(3) E 与足量酸性 KMnO_4 溶液反应生成的有机物的名称为_____、_____。

(4) G 的结构简式为_____。

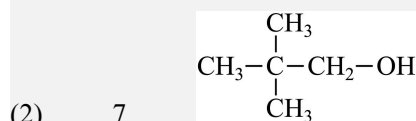
(5)已知: $2 \text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3 \xrightarrow[\Delta]{\text{NaOH溶液}} \text{H}_3\text{C}-\overset{\text{CH}_3}{\underset{\beta}{\text{C}}}=\overset{\alpha}{\text{C}}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$, H 在碱性溶液中易发生分子内缩合从而构建



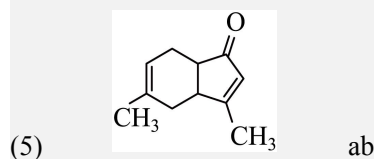
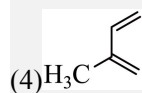
双环结构, 主要产物为 I () 和另一种 α, β -不饱和酮 J, J 的结构简式为_____。若经此路线由 H 合成 I, 存在的问题有_____ (填标号)。

a. 原子利用率低 b. 产物难以分离 c. 反应条件苛刻 d. 严重污染环境

【答案】(1) π



(3) 乙酸 丙酮



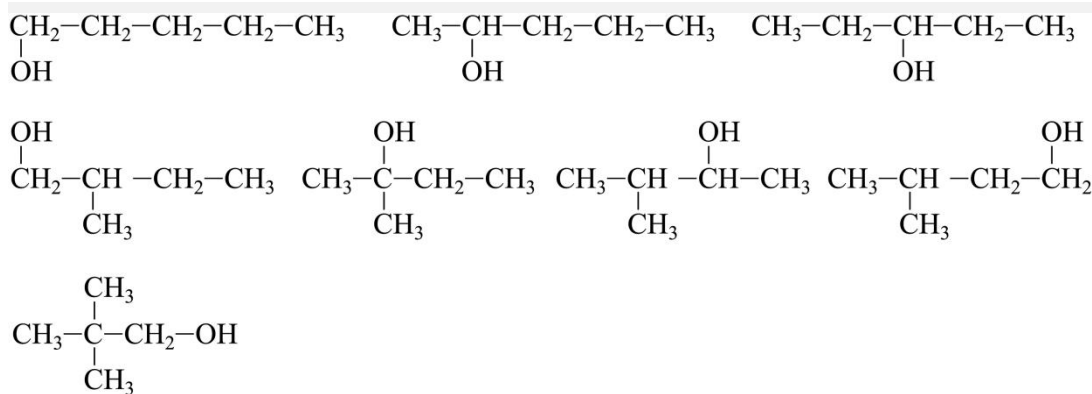
【分析】A 为 $\text{CH}_2=\text{CH}_2$, 与 HBr 发生加成反应生成 B ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br}$), B 与 Mg 在无水乙醚中发生生成 C ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{MgBr}$),

C 与 CH_3COCH_3 反应生成 D (), D 在氧化铝催化下发生消去反应生成 E (), E 和碱性高

锰酸钾反应生成 F (), 参考 D~E 反应, F 在氧化铝催化下发生消去反应生成 G (), G 与 反应加成反应生成二酮 H, 据此分析解答。

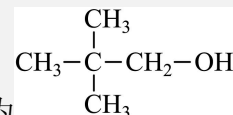
【详解】(1) A 为 $\text{CH}_2=\text{CH}_2$, 与 HBr 发生加成反应生成 B ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br}$), 乙烯的 π 键断裂, 故答案为: π ;

(2) D 为 , 分子式为 $\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$, 含有羟基的同分异构体分别为:



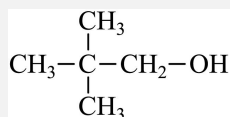
共 8 种，除去 D 自身，还

有 7 种同分异构体，其中核磁共振氢谱有三组峰，峰面积之比为 9:2:1 的结构简式为



，故答案为：

7；



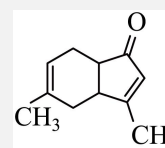
(3) E 为 $\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \quad \text{CH}_3 \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{CH}_3 \end{array}$ ，酸性高锰酸钾可以将双键氧化断开，生成 $\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$ 和 $\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3$ ，名称分别为乙酸和丙酮，故答案为：乙酸；丙酮；

(4) 由分析可知，G 为 $\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \quad \text{CH}_3 \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{CH}_3 \end{array}$ ，故答案为： $\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \quad \text{CH}_3 \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{CH}_3 \end{array}$ ；

(5) 根据已知 $2 \text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3 \xrightarrow[\Delta]{\text{NaOH 溶液}} \text{H}_3\text{C}-\overset{\text{CH}_3}{\underset{\beta}{\text{C}}}=\overset{\alpha}{\text{C}}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ 的反应特征可知，H 在碱性溶液中易发生

分子内缩合从而构建双环结构，主要产物为 I ($\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{H}_3\text{C} \quad \text{CH}_3 \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{CH}_3 \end{array}$) 和 J ($\begin{array}{c} \text{O} \\ || \\ \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{CH}_3 \end{array}$)。若经此路线由 H 合

成 I，会同时产生两种同分异构体，导致原子利用率低，产物难以分离等问题，故答案为：

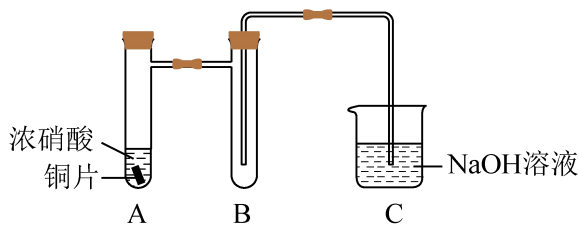


； ab。

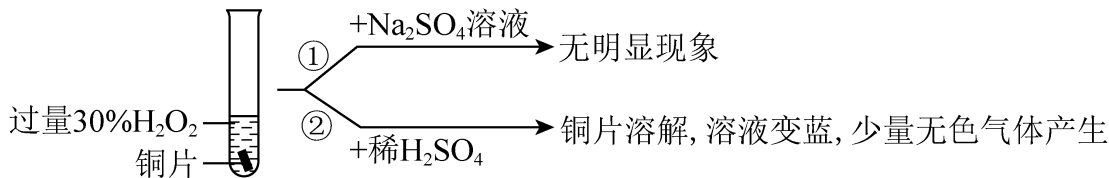
四、填空题

18. 学习小组探究了铜的氧化过程及铜的氧化物的组成。回答下列问题：

(1)铜与浓硝酸反应的装置如下图，仪器 A 的名称为_____，装置 B 的作用为_____。



(2)铜与过量 H_2O_2 反应的探究如下:



实验②中 Cu 溶解的离子方程式为_____；产生的气体为_____。比较实验①和②，从氧化还原角度说明 H^+ 的作用是_____。

(3)用足量 NaOH 处理实验②新制的溶液得到沉淀 X ，元素分析表明 X 为铜的氧化物，提纯干燥后的 X 在惰性氛围下加热， mgX 完全分解为 ng 黑色氧化物 Y ， $\frac{n}{m} = \frac{5}{6}$ 。 X 的化学式为_____。

(4)取含 X 粗品 0.0500g (杂质不参加反应)与过量的酸性 KI 完全反应后，调节溶液至弱酸性。以淀粉为指示剂，用 $0.1000\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液滴定，滴定终点时消耗 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液 15.00mL 。(已知： $2\text{Cu}^{2+} + 4\text{I}^- = 2\text{CuI} \downarrow + \text{I}_2$ ， $\text{I}_2 + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} = 2\text{I}^- + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$)标志滴定终点的现象是_____，粗品中 X 的相对含量为_____。

【答案】(1) 具支试管 防倒吸

(2) $\text{Cu} + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ = \text{Cu}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$ O_2 既不是氧化剂，又不是还原剂，但可增强 H_2O_2 的氧化性

(3) CuO_2

(4) 溶液蓝色消失，且半分钟不恢复原来的颜色 96%

【详解】(1) 由图可知，仪器 A 的名称为具支试管；铜和浓硝酸反应生成硝酸铜和二氧化氮，其中二氧化氮易溶于水，需要防倒吸，则装置 B 的作用为防倒吸；

(2) 根据实验现象，铜片溶解，溶液变蓝，可知在酸性条件下铜和过氧化氢发生反应，生成硫酸铜，离子方程式为： $\text{Cu} + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ = \text{Cu}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$ ；硫酸铜可以催化过氧化氢分解生成氧气，则产生的气体为 O_2 ；在铜和过氧化氢的反应过程中，氢元素的化合价没有发生变化，但反应现象明显，故从氧化还原角度说明 H^+ 的作用是：既不是氧化剂，又不是还原剂，但可增强 H_2O_2 氧化性；

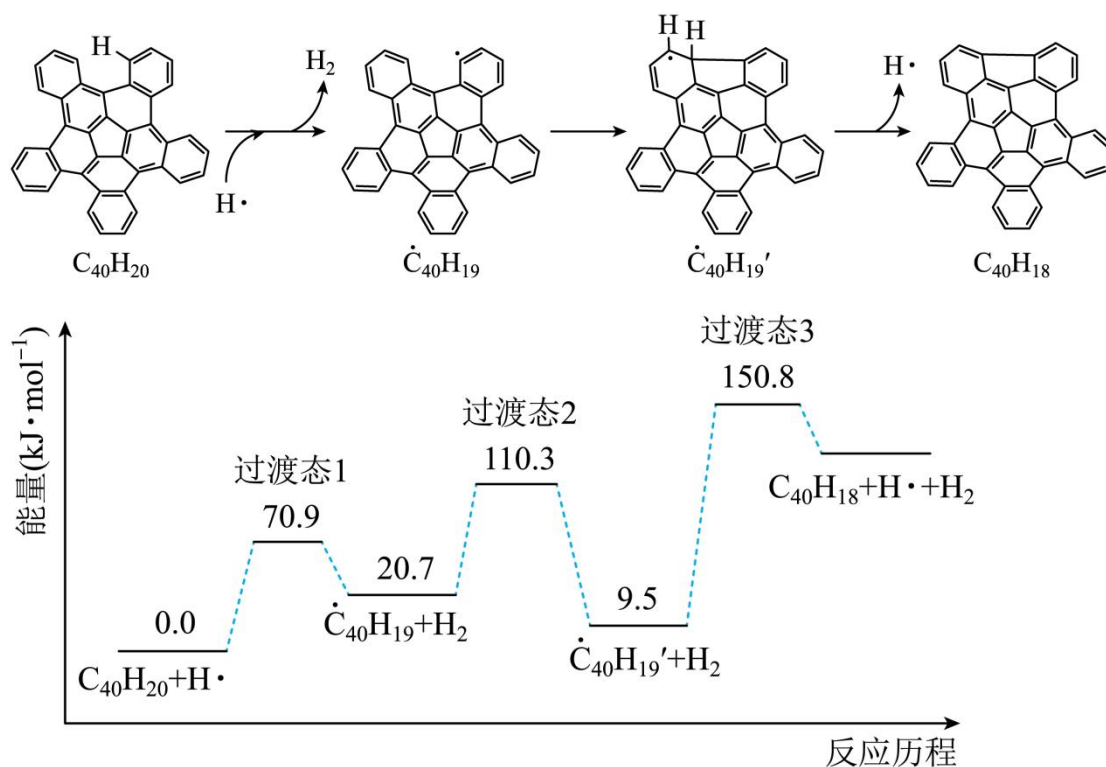
(3) 在该反应中铜的质量 $m(\text{Cu}) = n \times \frac{64}{80} = \frac{4n}{5}$ ，因为 $\frac{n}{m} = \frac{5}{6}$ ，则 $m(\text{O}) = n \times \frac{16}{80} + (m - n) = \frac{2n}{5}$ ，则 X 的化学式中铜原子和氧原子的物质的量之比为： $\frac{n(\text{Cu})}{n(\text{O})} = \frac{\frac{4n}{5}}{\frac{2n}{5}} = \frac{4}{2} = 2$ ，则 X 为 CuO_2 ；

(4) 滴定结束的时候，单质碘消耗完，则标志滴定终点的现象是：溶液蓝色消失，且半分钟不恢复原来的颜色；在 CuO_2 中铜为+2价，氧为-2价，根据 $2\text{CuO}_2 + 8\text{H}^+ + 8\text{I}^- = 2\text{CuI} \downarrow + 3\text{I}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$ ，可以得到关系式： $2\text{CuO}_2 \sim 3\text{I}_2 \sim 6\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ，则 $n(\text{CuO}_2) = \frac{1}{3} \times 0.1\text{mol/L} \times 0.015\text{L} = 0.0005\text{mol}$ ，粗品中 X 的相对含量为 $\frac{0.0005 \times 96}{0.05} \times 100\% = 96\%$ 。

五、原理综合题

19. 纳米碗 $C_{40}H_{10}$ 是一种奇特的碗状共轭体系。高温条件下, $C_{40}H_{10}$ 可以由 $C_{40}H_{20}$ 分子经过连续 5 步氢抽提和闭环

脱氢反应生成。 $C_{40}H_{20}(g) \xrightarrow{H\cdot} C_{40}H_{18}(g) + H_2(g)$ 的反应机理和能量变化如下:



回答下列问题:

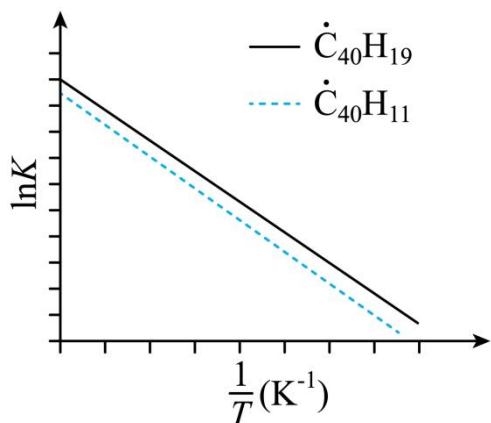
(1) 已知 $C_{40}H_x$ 中的碳氢键和碳碳键的键能分别为 $431.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 和 $298.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, H-H 键能为 $436.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。估算 $C_{40}H_{20}(g) \rightleftharpoons C_{40}H_{18}(g) + H_2(g)$ 的 $\Delta H = \underline{\hspace{2cm}} \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(2) 图示历程包含 个基元反应, 其中速率最慢的是第 个。

(3) $C_{40}H_{10}$ 纳米碗中五元环和六元环结构的数目分别为 、 。

(4) 1200K 时, 假定体系内只有反应 $C_{40}H_{12}(g) \rightleftharpoons C_{40}H_{10}(g) + H_2(g)$ 发生, 反应过程中压强恒定为 p_0 (即 $C_{40}H_{12}$ 的初始压强), 平衡转化率为 α , 该反应的平衡常数 K_p 为 (用平衡分压代替平衡浓度计算, 分压=总压 \times 物质的量分数)。

(5) $\dot{C}_{40}H_{19}(g) \rightleftharpoons C_{40}H_{18}(g) + H\cdot(g)$ 及 $\dot{C}_{40}H_{11}(g) \rightleftharpoons C_{40}H_{10}(g) + H\cdot(g)$ 反应的 $\ln K$ (K 为平衡常数) 随温度倒数的关系如图所示。已知本实验条件下, $\ln K = -\frac{\Delta H}{RT} + c$ (R 为理想气体常数, c 为截距)。图中两条线几乎平行, 从结构的角度分析其原因是 。



(6)下列措施既能提高反应物的平衡转化率，又能增大生成 $C_{40}H_{10}$ 的反应速率的是_____ (填标号)。

a. 升高温度 b. 增大压强 c. 加入催化剂

【答案】(1)128

(2) 3 3

(3) 6 10

(4) $P_0 \frac{\alpha^2}{1-\alpha^2}$

(5)在反应过程中，断裂和形成的化学键相同

(6)a

【详解】(1) 由 $C_{40}H_{20}$ 和 $C_{40}H_{18}$ 的结构式和反应历程可以看出， $C_{40}H_{20}$ 中断裂了 2 根碳氢键， $C_{40}H_{18}$ 形成了 1 根碳碳键，所以 $C_{40}H_{20}(g) \rightleftharpoons C_{40}H_{18}(g) + H_2(g)$ 的 $\Delta H = 431 \times 2 - 298 - 436 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = +128 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ，故答案为：128；

(2) 由反应历程可知，包含 3 个基元反应，分别为： $C_{40}H_{20} + H \rightleftharpoons C_{40}H_{19} + H_2$ ，
 $C_{40}H_{19} + H_2 \rightleftharpoons C_{40}H_{19}' + H_2$ ， $C_{40}H_{19}' + H_2 \rightleftharpoons C_{40}H_{18} + H + H_2$ ，其中第三个的活化能最大，反应速率最慢，故答案为：3；3；

(3) 由 $C_{40}H_{20}$ 的结构分析，可知其中含有 1 个五元环，10 个六元环，每脱两个氢形成一个五元环，则 $C_{40}H_{10}$ 总共含有 6 个五元环，10 个六元环，故答案为：6；10；

(4) 1200K 时，假定体系内只有反应 $C_{40}H_{12}(g) \rightleftharpoons C_{40}H_{10}(g) + H_2(g)$ 发生，反应过程中压强恒定为 p_0 (即 $C_{40}H_{12}$ 的初始压强)，平衡转化率为 α ，设起始量为 1mol，则根据信息列出三段式为：

	$C_{40}H_{12}(g)$	\rightleftharpoons	$C_{40}H_{10}(g)$	$+$	$H_2(g)$
起始量 (mol)	1		0		0
变化量 (mol)	α		α		α
平衡量 (mol)	$1 - \alpha$		α		α

则 $P(C_{40}H_{12}) = P_0 \times \frac{1-\alpha}{1+\alpha}$ ， $P(C_{40}H_{10}) = P_0 \times \frac{\alpha}{1+\alpha}$ ， $P(H_2) = P_0 \times \frac{\alpha}{1+\alpha}$ ，该反应的平衡常数 $K_p = \frac{P_0 \times \frac{\alpha}{1+\alpha} \times P_0 \times \frac{\alpha}{1+\alpha}}{P_0 \times \frac{1-\alpha}{1+\alpha}} = P_0 \frac{\alpha^2}{1-\alpha^2}$ ，

故答案为： $P_0 \frac{\alpha^2}{1-\alpha^2}$ ；

(5) $\dot{\text{C}}_{40}\text{H}_{19}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}_{40}\text{H}_{18}(\text{g}) + \text{H}\cdot(\text{g})$ 及 $\dot{\text{C}}_{40}\text{H}_{11}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}_{40}\text{H}_{10}(\text{g}) + \text{H}\cdot(\text{g})$ 反应的 $\ln K$ (K 为平衡常数) 随温度倒数的关系如图。图中两条线几乎平行, 说明斜率几乎相等, 根据 $\ln K = -\frac{\Delta H}{RT} + c$ (R 为理想气体常数, c 为截距) 可知, 斜率相等, 则说明焓变相等, 因为在反应过程中, 断裂和形成的化学键相同, 故答案为: 在反应过程中, 断裂和形成的化学键相同;

(6) a. 由反应历程可知, 该反应为吸热反应, 升温, 反应正向进行, 提高了平衡转化率反应速率也加快, a 符合题意;

b. 由化学方程式可知, 该反应为正向体积增大的反应, 加压, 反应逆向进行, 降低了平衡转化率, b 不符合题意;

c. 加入催化剂, 平衡不移动, 不能提高平衡转化率, c 不符合题意;

故答案为: a。