

**1. B 【命题点】化学材料的分类与判断。**

【解析】花岗岩的主要成分是石英、云母、长石等矿物,属于无机非金属材料,**A 正确**;碳纤维指的是含碳量在 90% 以上的高强度高模量纤维,属于无机非金属材料,**B 错误**;金属奖牌属于合金材料,**C 正确**;聚乙烯属于有机高分子材料,**D 正确**。

**2. C 【命题点】化学符号与化学用语。**

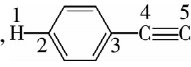
【解析】 $\text{H}_2\text{S}$  是弱酸,电离分步进行,其一级电离方程式为  $\text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HS}^-$ , **A 错误**;基态 Na 原子的价电子排布式是  $3s^1$ ,最后一个电子填充在 s 能级,位于元素周期表 s 区,**B 错误**;  $\text{CO}_3^{2-}$  中心碳原子的价层电子对数为  $3 + \frac{1}{2} \times (4 + 2 - 3 \times 2) = 3$ ,故其空间结构为平面三角形,**C 正确**;KOH 是离子化合物,电子式为  $\text{K}^+ [ : \ddot{\text{O}} : \text{H} ]^-$ ,**D 错误**。

**3. A 【命题点】阿伏加德罗常数的应用。**

【解析】1 个  $^{18}\text{O}$  原子中含有 10 个中子,1.8 g  $^{18}\text{O}$  的物质的量为  $\frac{1.8 \text{ g}}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.1 \text{ mol}$ ,故 1.8 g  $^{18}\text{O}$  中含有中子的物质的量为 1 mol,即中子数为  $N_A$ ,**A 正确**;28 g  $\text{C}_2\text{H}_4$  的物质的量为 1 mol,1 mol  $\text{C}_2\text{H}_4$  分子中含有 5 mol  $\sigma$  键,所以 28 g  $\text{C}_2\text{H}_4$  分子中含有的  $\sigma$  键数目为  $5N_A$ ,**B 错误**;标准状况下,HCl 气体以分子形式存在,分子中不存在  $\text{H}^+$ ,**C 错误**;没有给出  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液的体积,无法计算  $\text{pH} = 12$  的  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液中  $\text{OH}^-$  的数目,**D 错误**。

**易错警示** 计算已知 pH 的溶液中  $\text{H}^+$  或  $\text{OH}^-$  的数目时,要注意题目是否给定了溶液的体积。

**4. C 【命题点】苯乙炔的结构与性质。**

【解析】苯乙炔分子中含有碳碳三键,能使酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液褪色,**A 错误**;如图所示, , 苯乙炔分子中最多有 6 个原子共直线,**B 错误**;苯乙炔分子中含有苯环和碳碳三键,能发生加成反应,苯环上的氢原子能被取代,可发生取代反应,**C 正确**;苯乙炔属于烃,难溶于水,**D 错误**。

**5. B 【命题点】元素推断与元素周期律。**

**思路分析** 短周期元素 X、Y、Z、W、Q 原子序数依次增大,W 简单离子在同周期离子中半径最小,说明 W 为第三周期元素 Al。短周期元素的基态原子中有两个单电子,可分类讨论:①为第二周期元素时,最外层电子排布为  $2s^2 2p^2$  或  $2s^2 2p^4$ ,即 C 或 O;②为第三周期元素时,最外层电子排布为  $3s^2 3p^2$  或  $3s^2 3p^4$ ,即 Si 或 S。Q 与 Z 同主族,结合原子序数大小关系可知,X、Z、Q 分别为 C、O 和 S,则 Y 为 N。

【解析】X 为 C,能与多种元素(H、O、N、P、S 等)形成共价键,**A 正确**;Z 和 Q 形成的简单氢化物为  $\text{H}_2\text{O}$  和  $\text{H}_2\text{S}$ ,由于  $\text{H}_2\text{O}$  分子间能形成氢键,故  $\text{H}_2\text{O}$  沸点高于  $\text{H}_2\text{S}$ ,**B 错误**;Y 为

N, Z 为 O, N 的 2p 轨道电子为半充满结构, 比较稳定, 故其第一电离能比 O 大, **C 正确**; W 为 Al, Z 为 O, O 的电负性更大, **D 正确**。

#### 6. D 【命题点】金属的腐蚀与保护。

【解析】Zn 比 Fe 活泼, 更容易失去电子, 还原性更强, 先与  $I_2$  发生氧化还原反应, 故溶液褪色原因为  $I_2$  被 Zn 还原, **A 错误**; 液体分层后,  $I_2$  在  $CCl_4$  层,  $CCl_4$  的密度比水大, 则下层呈紫红色, **B 错误**; 若镀层金属活泼性大于 Fe, 则 Fe 不易生锈, 反之, 若 Fe 活泼性大于镀层金属, 则 Fe 更易生锈, 由于活泼性:  $Zn > Fe > Sn$ , 则镀锡铁钉更易生锈, **C 错误**; 漂白粉的有效成分为  $Ca(ClO)_2$ , 其具有强氧化性, 可将  $I^-$  氧化, **D 正确**。

#### 7. B 【命题点】陌生物质的结构与性质。

【解析】由  $N_{13}^+$  的结构式可知, 所有 N 原子均满足 8 电子稳定结构, **A 正确**; 中心 N 原子为  $sp^3$  杂化, 与中心 N 原子直接相连的 N 原子为  $sp^2$  杂化, 与端位 N 原子直接相连的 N 原子为  $sp$  杂化, 端位 N 原子为  $sp^2$  杂化, 则 N 原子的杂化方式有 3 种, **B 错误**; 中心 N 原子为  $sp^3$  杂化, 则其空间结构为四面体形, **C 正确**;  $N_{13}^+$  中含叠氮结构 ( $-\ddot{N} \equiv N - \ddot{N}:$ ), 常温下不稳定, **D 正确**。

#### 8. A 【命题点】物质的性质类比和推理。

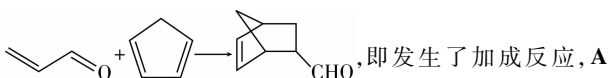
【解析】 $Cl_2$ 、 $Br_2$ 、 $I_2$  的相对分子质量逐渐增大, 沸点逐渐升高, 可推知分子晶体的相对分子质量越大, 范德华力越大, 沸点越高, 由于相对分子质量:  $H_2 < N_2 < O_2$ , 类比可得, 沸点:  $H_2 < N_2 < O_2$ , **A 正确**; 氢化物的酸性与分子的稳定性有关, 稳定性越弱, 酸性越强, 由于稳定性:  $HCl > HI$ , 则酸性:  $HCl < HI$ , **B 错误**; 由离子方程式  $2Fe^{3+} + Cu \rightleftharpoons 2Fe^{2+} + Cu^{2+}$  可得, 氧化性:  $Fe^{3+} > Cu^{2+}$ , **C 错误**;  $Ag_2CrO_4$  和  $AgCl$  的阴、阳离子个数比不同, 不能通过  $K_{sp}$  大小来比较二者在水中的溶解度, **D 错误**。


#### 9. A 【命题点】电解原理的应用。

【解析】由图示可知右侧溶液通过酚酞溶液变红来确定  $CH_3COOH$  恰好反应完全, 则右侧乙酸放电生成  $H_2$ , 左侧电极反应式为  $2H_2O - 4e^- \rightleftharpoons O_2 \uparrow + 4H^+$ , **A 正确**; 右侧是含有酚酞的乙酸和  $Na_2SO_4$  混合溶液, 起始溶液呈无色,  $CH_3COOH$  放电生成  $CH_3COO^-$  和  $H_2$ , 由于  $CH_3COO^-$  水解使得溶液呈碱性, 所以实验结束时溶液呈浅红色, **B 错误**; 没有说明气体所处温度和压强, 无法计算其物质的量, **C 错误**; 盐桥的目的是通过阴阳离子的定向移动而形成稳定的电流, 若改为铜导线, 铜导线中电子会定向移动而又构成了电解池, 会对测定结果产生影响, **D 错误**。

#### 10. B 【命题点】化学反应历程。

【解析】由反应历程可知总反应为



正确;  的不饱和度不同, 不互为同

系物, **B** 错误; VI 先与  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{O}$  发生反应生成 X 和 II, 后续 IV 和 X 反应又生成 V 和 VI, VI 先消耗, 后生成, 所以 VI 是反应的催化剂, **C** 正确; 由转化历程中质量守恒可知 X 是  $\text{H}_2\text{O}$ , **D** 正确。

**快解** 同系物的结构相似, 其不饱和度及含有的官能团的种类、数目均相同, 而不饱和度可通过双键(或三键)和含有的环判断, 据此可判断 I 和 V 不互为同系物。

### 11. C 【命题点】反应原理的类比分析。

【解析】分析题给反应,  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br}$  和  $\text{H}_2\text{O}$  互相交换成分生成  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$  和  $\text{HBr}$ , 类似于复分解反应或取代反应。 $\text{H}_2\text{O}(1)$ 、 $\text{NH}_3(1)$  均可自耦电离,  $2\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{H}_2\text{O}$  可分别写为  $\text{H}_3\text{O}^+-\text{OH}^-$ 、 $\text{H}^+-\text{OH}^-$ ,  $2\text{NH}_3$  可写为  $\text{NH}_4^+-\text{NH}_2^-$ 。H—OH 与  $\text{Mg}_3\text{N}_2$  交换成分生成  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  和  $\text{NH}_3$ , 与题述反应原理相同, **A** 不符合题意;  $\text{NH}_4^+-\text{NH}_2^-$  与  $\text{SiCl}_4$  交换成分生成  $\text{Si}(\text{NH}_2)_4$  和  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , 与题述反应原理相同, **B** 不符合题意;  $\text{Cl}_2$  与  $\text{NH}_3$  反应生成了单质  $\text{N}_2$ , 反应物没有互相交换成分, 与题述反应原理不同, **C** 符合题意;  $\text{H}^+-\text{OH}^-$  和  $\text{PCl}_3$  交换成分生成了  $\text{H}_3\text{PO}_3$  和  $\text{HCl}$ , 与题述反应原理相同, **D** 不符合题意。

### 12. B 【命题点】化学反应速率及化学平衡常数的相关应用。

【解析】反应开始一段时间, 随着时间的延长, 反应物浓度逐渐减小, 产物 Z 的平均生成速率逐渐减小, 则 0~1 min 内 Z 的平均生成速率大于 0~2 min 内的, 故 1 min 时, Z 的浓度大于  $0.20 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , **A** 正确; 4 min 时生成的 Z 的物质的量为  $0.15 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} \times 4 \text{ min} \times 1 \text{ L} = 0.6 \text{ mol}$ , 6 min 时生成的 Z 的物质的量为  $0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} \times 6 \text{ min} \times 1 \text{ L} = 0.6 \text{ mol}$ , 故反应在 4 min 时已达到平衡, 设达到平衡时生成了  $a \text{ mol Y}$ , 列三段式:

	$2\text{X}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Y}(\text{g}) + 2\text{Z}(\text{g})$		
初始量/mol	2.0	0	0
转化量/mol	$2a$	$a$	$2a$
平衡量/mol	$2.0-2a$	$a$	0.6

根据  $2a = 0.6$ , 得  $a = 0.3$ , 则 Y 的平衡浓度为  $0.3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , Z 的平衡浓度为  $0.6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 平衡常数  $K = c^2(\text{Z}) \cdot c(\text{Y}) = 0.108$ , 2 min 时 Y 的浓度为  $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , Z 的浓度为  $0.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 加入  $0.2 \text{ mol Z}$  后 Z 的浓度变为  $0.6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,  $Q_c = c^2(\text{Z}) \cdot c(\text{Y}) = 0.072 < K$ , 反应正向进行, 故  $v_{\text{正}}(\text{Z}) > v_{\text{逆}}(\text{Z})$ , **B** 错误; 反应生成的 Y 与 Z 的物质的量之比恒等于 1:2, 反应体系

中只有 Y 和 Z 为气体, 相同条件下, 体积之比等于物质的量之比,  $\frac{V(\text{Y})}{V(\text{Z})} = \frac{1}{2}$ , 故 Y 的体积分数始终约为 33.3%, **C** 正确; 由 B 项分析可知 5 min 时反应处于平衡状态, 此时生成 Z 为  $0.6 \text{ mol}$ , 则 X 的转化量为  $0.6 \text{ mol}$ , 初始 X 的物质的量为  $2 \text{ mol}$ , 剩余 X 的物质的量为  $1.4 \text{ mol}$ , **D** 正确。

### 13. C 【命题点】实验目的与实验方法或操作的对应性。

【解析】酸碱中和滴定操作中没有很好的保温措施, 热量损

失较多,不能用于测定中和反应的反应热, **A 错误**;  $\text{NaClO}$  和  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  反应无明显现象,无法根据现象进行浓度对化学反应速率的影响的探究, **B 错误**;将  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液与  $\text{BaCl}_2$  溶液混合,反应后静置,向上层清液中滴加 1 滴  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液,若有浑浊产生,则说明  $\text{Ba}^{2+}$  没有沉淀完全,反之,则沉淀完全, **C 正确**;检验淀粉是否发生了水解,应检验是否有淀粉的水解产物(葡萄糖)存在,可选用银氨溶液或新制氢氧化铜,碘水是用来检验淀粉的试剂,可用于检验淀粉是否完全水解, **D 错误**。

**易错警示** 本题易忽略实验探究过程中,反应应具有明显的实验现象,如有气体或沉淀生成,或有明显的颜色变化,一般条件下会加入显色剂辅助观察实验现象,如酸碱中和滴定时加入酚酞溶液或甲基橙,从而易于观察滴定终点。

#### 14. A 【命题点】原电池原理和电解原理的应用。

**【解析】**放电时负极发生的是  $\text{Na}_3\text{Ti}_2(\text{PO}_4)_3$  失去电子生成  $\text{NaTi}_2(\text{PO}_4)_3$  的氧化反应, **A 正确**;放电时钛电极是负极,多孔活性炭电极是正极,所以  $\text{Cl}^-$  透过多孔活性炭电极向  $\text{NaCl}/\text{H}_2\text{O}$  中迁移, **B 错误**;放电时每转移 1 mol 电子,理论上左侧容器中有 0.5 mol  $\text{Cl}_2$  参与反应,而不是吸收  $\text{Cl}_2$ , **C 错误**;充电过程中多孔活性炭作阳极,发生  $\text{Cl}^-$  失去电子生成  $\text{Cl}_2$  的氧化反应,所以  $\text{NaCl}$  溶液浓度减小, **D 错误**。

**关键点拨** 由于原电池发生的是自发的氧化还原反应,所以  $\text{Cl}_2$  在正极发生还原反应生成  $\text{Cl}^-$ ,则由图示可知多孔活性炭电极是正极、钛电极是负极。

#### 15. D 【命题点】甘氨酸相关微粒的分布分数与 pH 图像分析。

**【解析】**由题意可知,  $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$  在溶液中可电离出  $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COO}^-$  和  $\text{H}^+$ ,使溶液显酸性,也可发生水解生成  $\text{NH}_3^+\text{CH}_2\text{COOH}$  和  $\text{OH}^-$ ,使溶液显碱性,也可既发生电离又发生水解生成  $\text{NH}_3^+\text{CH}_2\text{COO}^-$ 。由上述分析可知,甘氨酸具有两性, **A 正确**;酸性条件下消耗  $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$  水解产生的  $\text{OH}^-$ ,促进甘氨酸水解,使溶液中  $\text{NH}_3^+\text{CH}_2\text{COOH}$  浓度较大,故 a 曲线代表  $\text{NH}_3^+\text{CH}_2\text{COOH}$  的分布分数,同理可知 c 曲线代表  $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COO}^-$  的分布分数, **B 正确**;  $\text{NH}_3^+\text{CH}_2\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3^+\text{CH}_2\text{COOH} + \text{OH}^-$  的平衡常数  $K = \frac{c(\text{NH}_3^+\text{CH}_2\text{COOH}) \cdot c(\text{OH}^-)}{c(\text{NH}_3^+\text{CH}_2\text{COO}^-)}$ , 25℃时,根据坐标 (2.35, 0.50)

可知,  $\text{pH} = 2.35$  时,  $c(\text{NH}_3^+\text{CH}_2\text{COO}^-) = c(\text{NH}_3^+\text{CH}_2\text{COOH})$ , 则  $K = c(\text{OH}^-) = \frac{K_w}{c(\text{H}^+)} = 10^{-11.65}$ , **C 正确**;

由 C 项分析可知,  $\frac{c(\text{NH}_3^+\text{CH}_2\text{COOH})}{c(\text{NH}_3^+\text{CH}_2\text{COO}^-)} = \frac{10^{-11.65}}{c(\text{OH}^-)}$ , 对坐标 (9.78, 0.50) 进行分析可得电离平衡  $\text{NH}_3^+\text{CH}_2\text{COO}^- \rightleftharpoons \text{NH}_2\text{CH}_2\text{COO}^- + \text{H}^+$  的电离常数  $K' = 10^{-9.78}$ ,  $\frac{c(\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COO}^-)}{c(\text{NH}_3^+\text{CH}_2\text{COO}^-)} = \frac{K'}{c(\text{H}^+)} = \frac{10^{-9.78}}{c(\text{H}^+)}$ , 则  $\frac{c(\text{NH}_3^+\text{CH}_2\text{COOH})}{c(\text{NH}_3^+\text{CH}_2\text{COO}^-)} \times \frac{c(\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COO}^-)}{c(\text{NH}_3^+\text{CH}_2\text{COO}^-)} = \frac{10^{-11.65}}{c(\text{OH}^-)} \times \frac{10^{-9.78}}{c(\text{H}^+)} < 1$ , 即  $c^2(\text{NH}_3^+\text{CH}_2\text{COO}^-) > c$

$(\text{NH}_4^+\text{CH}_2\text{COOH}) \cdot c(\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COO}^-)$ , D 错误。

16. (14 分)

(1) ab (2)  $2\text{Bi}_2\text{S}_3 + 9\text{O}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Bi}_2\text{O}_3 + 6\text{SO}_2$

(3) 抑制金属离子水解 (4)  $\text{SiO}_2$

(5)  $\text{Mn}_2\text{O}_3 + 6\text{H}^+ + 2\text{Cl}^- \longrightarrow 2\text{Mn}^{2+} + \text{Cl}_2 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$

(6) 将  $\text{Fe}^{3+}$  转化为  $\text{Fe}^{2+}$  (7) 24.02%

【命题点】联合焙烧法制备  $\text{BiOCl}$  和  $\text{MnSO}_4$  的工艺流程分析。

思路分析 联合焙烧: 由已知信息①和第(2)问题干可知, 发生转化:  $\text{Bi}_2\text{S}_3 \longrightarrow \text{Bi}_2\text{O}_3 + \text{SO}_2$ 、 $\text{FeS}_2 \longrightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{SO}_2$ 、 $\text{MnO}_2 \longrightarrow \text{Mn}_2\text{O}_3 + \text{MnSO}_4$ , 故联合焙烧后得到  $\text{Bi}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Mn}_2\text{O}_3$ 、 $\text{MnSO}_4$  和  $\text{SiO}_2$ ;

水浸:  $\text{MnSO}_4$  进入滤液, 滤渣为  $\text{Bi}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Mn}_2\text{O}_3$  和  $\text{SiO}_2$ ;

酸浸: 加入过量浓盐酸后,  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  和  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  发生转化:  $\text{Bi}_2\text{O}_3 \longrightarrow \text{Bi}^{3+}$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3 \longrightarrow \text{Fe}^{3+}$ , 因  $\text{Mn}_2\text{O}_3$  有氧化性, 会与浓盐酸发生氧化还原反应:  $\text{Mn}_2\text{O}_3 + 6\text{H}^+ + 2\text{Cl}^- \longrightarrow 2\text{Mn}^{2+} + \text{Cl}_2 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$ , 气体 A 为  $\text{Cl}_2$ , 滤渣主要为不溶于浓盐酸的  $\text{SiO}_2$ , 滤液中金属离子为  $\text{Bi}^{3+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Mn}^{2+}$  …… 第(4)(5)问转化: 由已知信息②知, Fe 的金属活动性强于 Bi, 且调  $\text{pH} = 2.6$  时  $\text{Mn}^{2+}$  和  $\text{Fe}^{2+}$  进入滤液, 可知加入金属 Bi 的目的是将  $\text{Fe}^{3+}$  还原为  $\text{Fe}^{2+}$  …… 第(6)问

【解析】(1) 联合焙烧时, 进一步粉碎矿石, 可以增大矿石与空气的接触面积, 能够提高焙烧效率, a 符合题意; 鼓入适当过量的空气有利于矿石充分反应, b 符合题意; 降低焙烧温度, 反应速率减慢, 不利于提高焙烧效率, c 不符合题意。

(2)  $\text{Bi}_2\text{S}_3$  在空气中单独焙烧生成  $\text{Bi}_2\text{O}_3$ , 根据原子守恒可知还应生成  $\text{SO}_2$ , 再结合得失电子守恒可写出反应的化学方程式。

(3) 加入浓盐酸后, 溶液中含有的离子主要为  $\text{Bi}^{3+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Mn}^{2+}$ 、 $\text{H}^+$ 、 $\text{Cl}^-$ , 而酸浸后取滤液进行转化, 故要防止金属离子水解生成沉淀, 进入滤渣, 造成制得的  $\text{BiOCl}$  产率偏低。

(7) 由题目信息可求辉铋矿中 Bi 的质量分数为  $\frac{32 \text{ kg} \times 78.5\% - 1.1 \text{ kg}}{100 \text{ kg}} \times 100\% = 24.02\%$ 。

关键点拨 本题对于部分考生来说, 判断气体 A 的成分是难点。金属氧化物与浓盐酸反应能够产生气体, 结合二氧化锰与浓盐酸反应制备氯气, 且不管是  $\text{MnO}_2$  还是  $\text{Mn}_2\text{O}_3$  都具有氧化性, 即可判断出气体 A 为  $\text{Cl}_2$ 。

17. (13 分)

(1) 能 (2) 高 低 (3) ab (4) a (5) -1 a (6) Fe  $3d^6$

【命题点】化学反应原理、物质结构与性质, 涉及反应自发性、化学平衡与反应速率的影响因素、化学速率图像分析、反应条件的控制、晶胞的相关计算、价电子排布式等。

【解析】(1) 对于合成氨反应, 常温下,  $\Delta G = \Delta H - T\Delta S = -92.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} - 298 \text{ K} \times (-0.2 \text{ kJ} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}) = -32.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} < 0$ , 故合成氨反应在常温下能自发进行。

(2)其他条件一定时,升高温度,可以提供更高的能量,使活化分子百分数增大,反应速率加快;合成氨反应是放热反应,要提高平衡转化率,即使反应平衡正向移动,应降低温度。

(3)由题图可知,在“热 Fe”(I)上发生  $\text{N} \equiv \text{N}$  键的断裂,“冷 Ti”(II)上发生  $\text{H}-\text{H}$  键的断裂。形成  $\text{N}-\text{H}$  键(即生成氨气)是放热过程,“冷 Ti”的温度低于体系温度,相当于降低温度,有利于放热过程的发生,即有利于提高氨的平衡产率, **a 正确**;断裂  $\text{N} \equiv \text{N}$  键是吸热过程,“热 Fe”的温

度高  
于体系温度,相当于升高温度,可提供更高的能量,有利于加快化学键的断裂,从而提高合成氨反应速率, **b 正确**;“热 Fe”的温度高于体系温度,而温度升高,合成氨反应平衡向逆反应方向移动,不利于提高氨的平衡产率, **c 错误**;“冷 Ti”低于体系温度,而温度降低,化学反应速率减慢,故不利于提高合成氨反应速率, **d 错误**。

(4)由题图可知,300 °C 时,复合催化剂催化时合成氨反应的反应速率比单一催化剂催化时大很多,说明 300 °C 时复合催化剂比单一催化剂效率更高, **a 正确**;同温同压下,复合催化剂能提高反应速率,但不能使平衡发生移动,故不能提高氨的平衡产率, **b 错误**;温度过高,复合催化剂可能会失去活性,催化效率反而降低, **c 错误**。

(5)将实验 1、3 中数据分别代入合成氨的速率方程可得:  
① $q = k \cdot m^\alpha \cdot n^\beta \cdot p^\gamma$ , ③ $10q = k \cdot m^\alpha \cdot n^\beta \cdot (0.1p)^\gamma$ , 可得  $\gamma = -1$ 。合成氨过程中,不断分离出氨,即降低体系中  $c(\text{NH}_3)$ ,生成物浓度下降,平衡向正反应方向移动,但不会提高正反应速率, **a 正确, c 错误**;反应主产物即氨不能使催化剂中毒, **b 错误**。

(6)由图可知,“●”代表  $\text{M}(\text{NH}_3)_6$ ,“○”代表  $\text{BH}_4^-$ ,面心立方最密堆积的晶胞中,“●”处于 8 个顶角和 6 个面心,则每个晶胞中含“●”的个数为  $8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$ ,8 个“○”均处于晶胞内部,则“●”和“○”的个数之比为  $4:8 = 1:2$ ,故该晶体的化学式为  $\text{M}(\text{NH}_3)_6 \cdot (\text{BH}_4)_2$ ;又知该化合物的摩尔质量为  $188 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ,则有  $M_r(\text{M}) + 17 \times 6 + 15 \times 2 = 188$ ,解得  $M_r(\text{M}) = 56$ ,故 M 元素为 Fe。化合物  $\text{Fe}(\text{NH}_3)_6 \cdot (\text{BH}_4)_2$  中,  $\text{NH}_3$  整体为 0 价,  $\text{BH}_4^-$  中 B 为 +3 价, H 为 -1 价,则 Fe 为 +2 价,基态 Fe 原子核外电子排布式为  $[\text{Ar}]3\text{d}^64\text{s}^2$ ,失去 4s 轨道上的 2 个电子得到  $\text{Fe}^{2+}$ ,故  $\text{Fe}^{2+}$  的价电子排布式为  $3\text{d}^6$ 。

**易错警示** (1)氨的分离对反应速率的影响:从反应速率方程可以推知,当  $c(\text{NH}_3)$  降低时,  $v$  增大。注意由于反应速率方程通常由实验测定,其中  $v$  应指净反应速率,即  $v_{\text{正}} - v_{\text{逆}}$ ,因此在其他条件一定时,分离氨气是通过降低逆反应速率,从而提高净反应速率。

(2) $\text{Fe}(\text{NH}_3)_6 \cdot (\text{BH}_4)_2$  中,氢元素化合价的判断:由于电负性  $\text{N} > \text{H} > \text{B}$ ,因此  $\text{NH}_3$  中 H 显 +1 价,  $\text{BH}_4^-$  中 H 显 -1 价。



(2) ③①或②

(3) a、b c、d

(4) 防止外界水蒸气进入 C 中使催化剂中毒

(5) 适当升温加快反应速率,同时防止温度过高  $\text{H}_2\text{O}_2$  分解  
(或适当升温提高催化剂活性,合理即可)



(7) 17%

**【命题点】**制备  $\text{H}_2\text{O}_2$ , 涉及化学方程式和离子方程式书写、装置的选择与作用、实验操作顺序、反应条件选择、质量分数计算等。

**思路分析** 从  $\text{H}_2\text{O}_2$  的制备原理图可知, 反应分两步进行, 第一步为  $\text{H}_2$  在 Ni 催化作用下与乙基蒽醌反应生成乙基蒽醇, 第二步为  $\text{O}_2$  与乙基蒽醇反应生成  $\text{H}_2\text{O}_2$  和乙基蒽醌。总反应为  $\text{H}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow[\text{乙基蒽醌}]{\text{Ni}} \text{H}_2\text{O}_2$ 。启普发生器 A 为制取  $\text{H}_2$  的装置, 产生的  $\text{H}_2$  中混有  $\text{HCl}$  和  $\text{H}_2\text{O}$ , 需分别除去后进入 C 中发生第一步反应。随后氧气源释放的氧气经 D 干燥后进入 C 中发生反应生成  $\text{H}_2\text{O}_2$  和乙基蒽醌, F 中装有浓  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , 与 C 相连, 防止外界水蒸气进入 C 中, 使催化剂 Ni 中毒。

**【解析】**(2) 制取的  $\text{H}_2$  中混有的  $\text{HCl}$  和  $\text{H}_2\text{O}$  容易使 Ni 催化剂中毒, 需分别通过装有饱和食盐水和浓  $\text{H}_2\text{SO}_4$  的洗气瓶或通过盛装碱石灰的 U 形管除去。

(3) 开始制备时, 打开活塞 a、b, A 中产生的  $\text{H}_2$  进入 C 中, 在 Ni 催化作用下与乙基蒽醌反应生成乙基蒽醇, 一段时间后, 关闭 a, 仅保持活塞 b 打开, 将残留  $\text{H}_2$  抽出, 随后关闭活塞 b, 打开活塞 c、d, 将  $\text{O}_2$  通入 C 中与乙基蒽醇反应生成  $\text{H}_2\text{O}_2$  和乙基蒽醌。

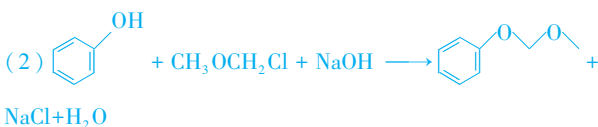
(4)  $\text{H}_2\text{O}$  容易使 Ni 催化剂中毒, 实验中需要保持 C 装置为无水环境, F 的作用为防止外界水蒸气进入 C 中。

(7) 滴定反应中由得失电子守恒可得关系式:  $2\text{KMnO}_4 \sim 5\text{H}_2\text{O}_2$ 。三组数据中 20.90 mL 偏差较大, 舍去, 故消耗酸性高锰酸钾标准溶液的平均体积为 20.00 mL,  $\text{H}_2\text{O}_2$  的质量分数

$$w = \frac{20 \times 10^{-3} \text{ L} \times 0.0500 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times \frac{5}{2} \times \frac{100 \text{ mL}}{20 \text{ mL}} \times 34 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{2.50 \text{ g}} \times 100\% = 17\%。$$

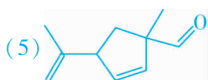
## 19. (14 分)

(1)  $\text{C}_7\text{H}_7\text{NO}_3$



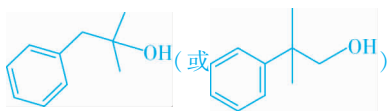
(3)  $\text{sp}^3$   $\text{sp}^2$  选择性将分子中的醇羟基氧化为羰基

(4) 硝基 氨基



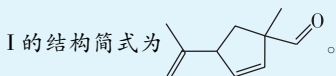


(6) 12



**【命题点】**有机合成与推断,涉及分子式、有机反应化学方程式的书写、官能团的转化、碳原子杂化方式判断、同分异构体数目的判断及书写等。

**思路分析** F 中含有磷酸酯基,且 F→G 中步骤 i 在强碱作用下进行,由此可推测 F→G 发生题给已知信息中的反应。由 G、F 的结构简式及化合物 I 的分子式可逆推得到



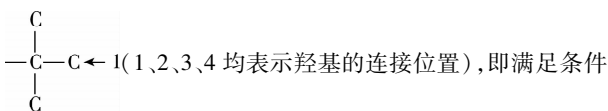
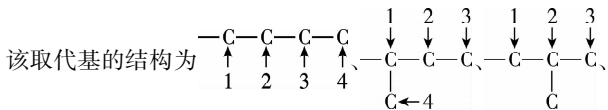
**【解析】**(2) 由题给合成路线中 C→D 的转化可知,苯酚可与

$\text{CH}_3\text{OCH}_2\text{Cl}$  发生取代反应生成 与  $\text{HCl}$ ,  $\text{HCl}$  可与  $\text{NaOH}$  发生中和反应生成  $\text{NaCl}$  和  $\text{H}_2\text{O}$ ,据此可写出总反应的化学方程式。

(3) 根据 D、E 的结构简式可知, D→E 发生了  $\text{—CH—OH}$  到  $\text{—C=O}$  的转化,对应碳原子杂化方式由  $\text{sp}^3$  变为  $\text{sp}^2$ ; 由 D→E 的结构变化可知, PCC 的作用为选择性将分子中的醇羟基氧化为羰基。

(4) 由题给已知信息可知, F→G 的步骤 i 中 F 与化合物 I 在强碱的作用下发生已知信息的反应得到碳碳双键,对比 F 与 G 的结构简式可知,步骤 ii 发生了由硝基到氨基的转化。

(6) 化合物 I 的分子式为  $\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{O}$ , 计算可得饱和度为 4。化合物 I 的同分异构体分子中含有苯环,则其余 C 原子均为饱和碳原子; 又由红外光谱无醚键吸收峰,可得苯环上的取代基中含 1 个羟基; 分子中苯环上只含有 1 个取代基,则



的化合物 I 的同分异构体共有 12 种。其中,苯环侧链上有 3 种不同化学环境的氢原子,且个数比为 6:2:1 的同分异构体应含有两个等效的甲基,则其结构简式为

