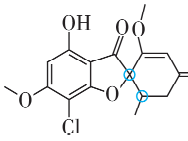
题型强化 · 不定项

不定项小卷

不定项小卷 1

11. D 卡住就看突破点 6 找思路、做练习

【解析】本题考查陌生有机物的结构与性质等。由 M、N、Q 的分子结构可知，M、N、Q 的分子式分别为 $C_9H_7ClO_4$、$C_7H_8O_2$、$C_{16}H_{15}ClO_6$，所以该合成反应的原子利用率为 100%，A 正确；从结构可知，，图中标记的 2 个碳原子为手性碳原子，B 正确；1 mol M 中含有 1 mol 氯原子和 1 mol 酚羟基，所以最多消耗 3 mol NaOH，C 正确；N 分子中有 7 个碳原子、4 个不饱和度，其同分异构体能使 $FeCl_3$ 溶液显色即包含酚羟基，所以苯环上的基团有三种情况：①—OH、—CH_2OH（邻、间、对 3 种），②—OH、—OCH_3（邻、间、对 3 种），③—OH、—OH、—CH_3（6 种），因此共有 12 种同分异构体，D 错误。

12. CD 卡住就看突破点 7 找思路、做练习

【解析】本题考查实验方案的设计与评价，涉及锌铜原电池、新制氯水等。加热条件下，能与新制 $Cu(OH)_2$ 反应生成砖红色沉淀的有机物含有醛基，但不一定是醛类，还可能是甲酸酯类等，A 错误；新制氯水中存在反应 $Cl_2+H_2O \rightleftharpoons HClO+HCl$，其中 HCl 具有酸性，使紫色石蕊试液变红，HClO 具有漂白性，使变红的石蕊试液褪色，干燥的氯气没有漂白性，B 错误；25 ℃时，0.1 mol·L^{-1} NH_4HCO_3 溶液的 pH 为 7.8，说明该溶液呈碱性，根据“谁强显谁性”的原则，$NH_3 \cdot H_2O$ 的碱性比 H_2CO_3 的酸性强，即 $K_b>K_{a1}$，C 正确；该装置是典型的锌铜原电池，电流表指针指向正极，则锌作为负极，铜作为正极，说明单质还原性：锌强于铜，即金属性：锌强于铜，D 正确。

13. D 卡住就看突破点 5 找思路、做练习

思路导引 由流程分析，“酸浸”时 ZnO 与 H_2SO_4 反应生成 $ZnSO_4$ 进入滤液中，而 Bi_2O_3、In_2O_3 进入“滤渣 1”中，再用 75%的硫酸进行“酸溶”，In_2O_3 溶解进入“滤液 2”中，而 Bi_2O_3 转化为 $(BiO)_2SO_4$ 沉淀，向 $(BiO)_2SO_4$ 沉淀中加入盐酸、食盐将其转化为 $BiCl_3$ 溶液，再向 $BiCl_3$ 溶液中加入 Zn 得到 Bi，而滤液 2 经过一系列操作得到 $InCl_3$ 溶液，向 $InCl_3$ 溶液中加入 Zn 得到 In。

【解析】本题考查微工艺流程。若“酸浸”时直接使用 75%的硫酸，ZnO、In_2O_3 均转化为可溶性离子，不能将 Zn、In 元素分开，A 错误；$(BiO)_2SO_4$ 为沉淀，则“转化”时发生反应的离子方程式为 $(BiO)_2SO_4+4H^+ \xlongequal{} 2Bi^{3+}+2H_2O+SO_4^{2-}$，B 错误；制备 In 的反应为 $2In^{3+}+3Zn \xlongequal{} 2In+3Zn^{2+}$，则每制备 1 mol In，会有 1.5 mol Zn 被氧化，C 错误；b g Bi 的物质的量 $n(Bi)=\dfrac{b\ g}{209\ g\cdot mol^{-1}}=\dfrac{b}{209}$ mol，由 Bi 元素守恒可知，$n(Bi_2O_3)=\dfrac{1}{2}n(Bi)=\dfrac{b}{2\times209}$ mol，则 Bi_2O_3 的质量分数为 $\dfrac{\frac{233b}{209}\ g}{a\ g}\times100\%=\dfrac{233b}{209a}\times100\%$，D 正确。

14. AC 【解析】本题考查平衡图像分析及平衡移动等。由图可知，反应①、②的 lg K 随温度升高而减小，则 ΔH_1 和 ΔH_2 均小于 0，反应③的 lg K 随温度升高而增大，则 ΔH_3 大于 0，故 $\Delta H_3>\Delta H_2$，A 错误；根据盖斯定律，反应①×2+反应②×2，可得到反应 $2SO_2(g)+O_2(g)+2H_2O(l) \rightleftharpoons 2H_2SO_4(l)$，

故该反应的 $K=K_1^2\times K_2^2$，则 $\lg K=2\lg K_1+2\lg K_2$，B 正确；由图可知，温度为 t K 时，反应②的平衡常数为 1，而当 $c(SO_2)$∶$c(O_2)$∶$c(SO_3)=2$∶1∶2 时，$Q_c=\dfrac{c(SO_3)}{c(SO_2)\cdot c^{\frac{1}{2}}(O_2)}$不一定等于 1，则反应不一定达到平衡，正、逆反应速率不一定相等，C 错误；密闭容器的容积不变，气体总物质的量不变，则气体压强只与温度有关，温度相同时压强相同，温度升高时压强增大，则根据图像可知 $p(x)=p(y)<p(z)$，D 正确。

15. BD 卡住就看突破点 14 找思路、做练习

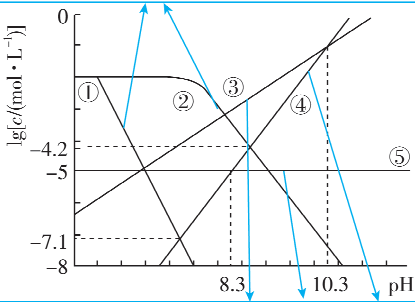
题图解读

$K_{sp}[Ce(OH)_3]=c(Ce^{3+})\cdot c^3(OH^-)=c(Ce^{3+})\cdot\dfrac{K_w^3}{c^3(H^+)}$

$c(Ce^{3+})=\dfrac{K_{sp}[Ce(OH)_3]}{K_w^3}\cdot c^3(H^+)$

$\lg c(Ce^{3+})=3\lg c(H^+)+\lg\dfrac{K_{sp}[Ce(OH)_3]}{K_w^3}$

$\lg c(Ce^{3+})=-3pH+\lg\dfrac{K_{sp}[Ce(OH)_3]}{K_w^3}$，同理 $\lg c(Ca^{2+})=-2pH+\lg\dfrac{K_{sp}[Ca(OH)_2]}{K_w^2}$，结合曲线①、②的斜率可知，曲线①、②分别为 $\lg c(Ce^{3+})$、$\lg c(Ca^{2+})$ 随 pH 的变化曲线



保持 CO_2 分压固定，则曲线⑤为 $\lg c(H_2CO_3)$ 随 pH 的变化曲线，酸性较强时 HCO_3^- 浓度大于 CO_3^{2-}，则曲线③、④分别为 $\lg c(HCO_3^-)$、$\lg c(CO_3^{2-})$ 随 pH 的变化曲线(A 错误)

【解析】本题考查水溶液中的离子反应与平衡。由曲线①、②中 $c(Ce^{3+})$、$c(Ca^{2+})$ 刚开始减小时的 pH 可知，pH 逐渐增大时，溶液中 Ce^{3+} 优先沉淀，若刚开始时析出 $Ce(OH)_3$，$c(OH^-)=\sqrt[3]{\dfrac{1\times10^{-20}}{10^{-2}}}\ mol\cdot L^{-1}=10^{-6}\ mol\cdot L^{-1}$，pH = 8，由曲线①可知 $c(Ce^{3+})$ 刚开始析出时，pH < 8，故先析出 $Ce_2(CO_3)_3$ 而非 $Ce(OH)_3$，B 正确；由曲线③、④交点可知，pH = 10.3 时 $c(HCO_3^-)=c(CO_3^{2-})$，则 $K_{a2}=\dfrac{c(H^+)\cdot c(CO_3^{2-})}{c(HCO_3^-)}=10^{-10.3}$，由曲线④、⑤交点可知，$c(CO_3^{2-})=c(H_2CO_3)$，$K_{a1}\cdot K_{a2}=\dfrac{c^2(H^+)\cdot c(CO_3^{2-})}{c(H_2CO_3)}=(10^{-8.3})^2=10^{-16.6}$，则 $K_{a1}=10^{-6.3}$，代入得 $\dfrac{c^2(HCO_3^-)}{c(H_2CO_3)\cdot c(CO_3^{2-})}=\dfrac{c(HCO_3^-)}{c(CO_3^{2-})}\cdot\dfrac{c(H^+)\cdot c(HCO_3^-)}{c(H_2CO_3)\cdot c(H^+)}=\dfrac{K_{a1}}{K_{a2}}=10^4$，C 错误；$2Ce^{3+}(aq)+3CaCO_3(s)\rightleftharpoons Ce_2(CO_3)_3(s)+3Ca^{2+}(aq)$，$K=\dfrac{c^3(Ca^{2+})}{c^2(Ce^{3+})}=\dfrac{c^3(Ca^{2+})\cdot c^3(CO_3^{2-})}{c^2(Ce^{3+})\cdot c^3(CO_3^{2-})}=\dfrac{K_{sp}^3(CaCO_3)}{K_{sp}[Ce_2(CO_3)_3]}$，由曲线①、④交点可知，$K_{sp}[Ce_2(CO_3)_3]=(10^{-7.1})^2\times(10^{-7.1})^3=10^{-35.5}$，由曲线②、④交点可知，$K_{sp}(CaCO_3)=10^{-4.2}\times10^{-4.2}=10^{-8.4}$，则 $K=\dfrac{K_{sp}^3(CaCO_3)}{K_{sp}[Ce_2(CO_3)_3]}=\dfrac{(10^{-8.4})^3}{10^{-35.5}}=10^{10.3}$，D 正确。

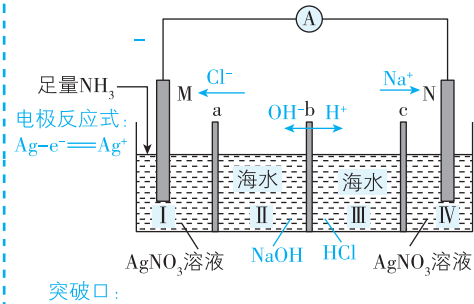
不定项小卷 2

11. AC 卡住就看突破点 14 找思路、做练习

【解析】本题考查表格实验——事实或现象与结论。相同温度下相同浓度的钠盐溶液中，弱酸根离子水解程度越大，溶液的 pH 越大，则相同温度下相同浓度的 CH_3COONa 与 $NaHCO_3$ 溶液，后者的 pH 大，水解程度：$CH_3COO^-<HCO_3^-$，故可说明酸性：$CH_3COOH>H_2CO_3$，A 符合题意；还原铁粉类脱氧剂中可能含有过量的 Fe，消耗完盐酸后过量的 Fe 与铁离子反应生成亚铁离子，加 KSCN 溶液不变红不能说明脱氧剂中没有铁离子，B 不符合题意；分别向等浓度的 $CuSO_4$ 和 $FeSO_4$ 溶液中通入 H_2S，前者有黑色沉淀生成，后者无明显现象，是由于 CuS 的 K_{sp} 小于 FeS，C 符合题意；卤代烃在 NaOH 醇溶液中加热发生消去反应，由于不是所有的卤代烃都能发生消去反应，例如 $(CH_3)_3C—Cl$（与 Cl 原子相连的碳原子上没有氢原子），故将待测有机物和足量 NaOH 的醇溶液共热后，加稍过量硝酸酸化，再加入 $AgNO_3$ 溶液，无明显现象，不能说明有机物中不存在碳卤键，D 不符合题意。

12. AB 卡住就看突破点 9 找思路、做练习

题图解读



突破口：

Ⅰ室通入NH_3后，发生反应 $Ag^++2NH_3=[Ag(NH_3)_2]^+$

$c(Ag^+)$降低，引发电极反应 $Ag-e^-=Ag^+$，电极M为负极

【解析】本题考查原电池工作原理。由分析可知，M 为负极，N 为正极，电池中正极的电极电势高于负极，因此电极电势：N>M，A 正确；电解液中阴离子向负极迁移，阳离子向正极迁移，故双极膜 b 解离出的 H^+ 迁移入Ⅲ室中，OH^- 迁移入Ⅱ室中，结合题干信息“将海水中的 NaCl 转化为 NaOH 和 HCl”，NaOH 和 HCl 会分别在Ⅱ室、Ⅲ室生成，即 a 为阴离子交换膜，c 为阳离子交换膜，B 正确、C 错误；M 电极质量因为发生反应 $Ag-e^-=Ag^+$ 而减少，每减少 10.8 g，转移电子 $n(e^-)=n(Ag^+)=\frac{10.8\ g}{108\ g\cdot mol^{-1}}\times 1=0.1\ mol$，就需要有 0.1 mol H^+ 和 0.1 mol OH^- 定向移动，所以双极膜内有 0.1 mol H_2O 解离，D 错误。

13. C 卡住就看突破点 6 找思路、做练习

【解析】本题考查有机化学基础，涉及共面问题、同分异构体、物质鉴别、手性碳原子。X 中与氨基所连的 C 原子为 sp^3 杂化，所以 X 中所有原子不可能位于同一平面，A 错误；Y 中含 2 个羧基、1 个碳碳双键，共 3 个不饱和度，苯环有 4 个不饱和度，Y 的同系物不可能存在含有苯环的同分异构体，B 错误；X 中含酚羟基，遇 $FeCl_3$ 溶液显色，Y 中无酚羟基，可用 $FeCl_3$ 溶液鉴别，Y 中含羧基，可与 $NaHCO_3$ 溶液反应生成 CO_2 气体，X 中无羧基，可用 $NaHCO_3$ 溶液鉴别，C 正确；M 中只有与苯环直接相连的饱和 C 原子为手性碳原子，D 错误。

14. BC 【解析】本题考查反应机理分析。由图乙可知，随着 pH 减小，还原产物中 $n(N_2)$：n（铵态氮）的值增大，Pd 表面吸附的 NO_2^- 和 H 原子个数比变大，而溶液 pH 会影响 Pd 对 NO_2^- 的吸附，不影响对 H 原子的吸附，即 pH 越小，Pd 对 NO_2^- 的吸附能力越强，A 错误；由图乙信息可知，pH 不同时还原产物也不同，pH 为 4 时主要还原产物为 N_2，pH 为 12 时，还原产物几乎全是 NO_2^-，故通过调节溶液的 pH，可使 NO_3^- 更多地转化为 N_2，B 正确；由图甲可知，反应ⅱ中 NO_2^- 和吸附在 Pd 上的 H 原子反应生成 NH_4^+，根据得失电子守恒、电荷守恒配平可得，反应ⅱ中生成 NH_4^+ 的离子方程式为 $NO_2^-+6Pd-H+$

$2H^+ \rightleftharpoons NH_4^+ + 2H_2O + 6Pd$，C 正确；由图乙可知，pH = 12 时，还原产物几乎全是 NO_2^-，则每处理 6.2 g 即 0.1 mol NO_3^-，转移 0.2 mol e^-，根据得失电子守恒可知，理论上消耗标准状况下 $\frac{0.2\ \text{mol}}{2} \times 22.4\ \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} = 2.24\ \text{L}\ H_2$，D 错误。

15. AD 卡住就看突破点 12 找思路、做练习

思路导引 向一定浓度邻苯二甲酸钠（用 Na_2A 表示）溶液中通入 HCl 气体，$c(A^{2-})$ 逐渐减小，故 $-\lg c(A^{2-})$ 增大；$c(HA^-)$ 逐渐增大，然后生成 H_2A，$c(HA^-)$ 又逐渐减小，即 $c(H_2A)$ 在 pOH 达到一定程度后逐渐增大，$-\lg c(H_2A)$ 逐渐减小，故 L_2 表示 $-\lg c(H_2A)$ 与 pOH 的变化关系；$\frac{c(A^{2-})}{c(HA^-)} = \frac{K_{a2}(H_2A)}{c(H^+)}$，温度不变则 $K_{a2}(H_2A)$ 不变，随着 pOH 增大，$c(H^+)$ 增大，$\frac{c(A^{2-})}{c(HA^-)}$ 逐渐减小，$-\lg \frac{c(A^{2-})}{c(HA^-)}$ 逐渐增大，$-\lg \frac{c(A^{2-})}{c(HA^-)} = -\lg \frac{K_{a2}(H_2A)}{c(H^+)} = -\lg \frac{K_{a2}(H_2A) \cdot c(OH^-)}{K_w} = \text{pOH} - \lg \frac{K_{a2}(H_2A)}{K_w}$，温度不变，$K_w$ 不变，则 $-\lg \frac{c(A^{2-})}{c(HA^-)}$ 与 pOH 的变化关系对应图中曲线 L_3，则曲线 L_1 表示 $-\lg c(A^{2-})$ 与 pOH 的变化关系，据此分析。

【解析】本题考查水溶液中的离子反应与平衡。根据分析可知，曲线 L_1 表示 $-\lg c(A^{2-})$ 与 pOH 的变化关系，A 错误；由分析结合图中数据可知，当 pOH = 9.8，即 pH = 4.2 时，$c(A^{2-}) = c(H_2A)$，即 $K_{a1}(H_2A) \cdot K_{a2}(H_2A) = \frac{c^2(H^+) \cdot c(A^{2-})}{c(H_2A)} = c^2(H^+) = 10^{-8.4}$，$L_3$ 表示 $-\lg \frac{c(A^{2-})}{c(HA^-)}$ 与 pOH 的变化关系，当 pOH = 8.6，即 pH = 5.4 时，$-\lg \frac{c(A^{2-})}{c(HA^-)} = 0$，即 $c(A^{2-}) = c(HA^-)$，则 $K_{a2}(H_2A) = \frac{c(H^+) \cdot c(A^{2-})}{c(HA^-)} = c(H^+) = 10^{-5.4}$，所以 $K_{a1}(H_2A) = \frac{10^{-8.4}}{10^{-5.4}} = 1 \times 10^{-3}$，B 正确；$Na_2A$ 溶液中的 A^{2-} 水解会促进水的电离，随着 HCl 加入，$c(A^{2-})$ 减小，$c(H^+)$ 增大，水的电离被促进程度逐渐减小，最终受到抑制，且抑制程度逐渐增大，水的电离程度：$a > b > c$，C 正确；Na_2A 溶液中通入 HCl，溶液中的 Na^+ 和含 A 微粒总量的比例是不变的，所以在任意一点都有 $c(Na^+) = 2[c(H_2A) + c(HA^-) + c(A^{2-})]$，则 $c(Na^+) > c(H_2A) + c(HA^-) + c(A^{2-})$，D 错误。

不定项小卷 3

11. D 卡住就看突破点 11 找思路、做练习

【解析】本题考查加成反应机理分析。由题图乙可知，生成 Z 的反应热为 $\Delta E_1 - \Delta E_2$，ΔE_1 为反应物到中间产物吸收的热量，ΔE_2 为中间产物到 Z 释放的热量，反应为放热反应，故反应热为 $\Delta E_1 - \Delta E_2$，A 正确；由题图乙可知，M 转化为 Z 的活化能更小，所以第二步开始时生成 Z 的反应速率更快，B 正确；反应物生成 Z 或 W 都是放热反应，生成 W 时放热更多，即 W 更稳定，故平衡时生成的 W 更多，C 正确；由图乙知 $Z \rightleftharpoons W \quad \Delta H < 0$，升高温度平衡逆向移动，故 $\frac{c_{平}(Z)}{c_{平}(W)}$ 增大，D 错误。

12. AC **【解析】**本题考查微工艺流程。电解氯化铵和盐酸的混合溶液制得 NCl_3 溶液，结合已知信息①电解过程中氯元素被氧化，可推测阳极反应为 $3Cl^- - 6e^- + NH_4^+ \rightleftharpoons NCl_3 + 4H^+$，A 正确；三氯化氮受震动时发生猛烈爆炸，“反应”过程中若快速搅拌反应混合液可能会发生爆炸，B 错误；“反应”过程发生反应的化学方程式为 $6NaClO_2 + NCl_3 + 3H_2O \rightleftharpoons 6ClO_2 \uparrow + NH_3 \uparrow + 3NaCl + 3NaOH$，还原产物为

NaCl，溶液 X 为 NaCl 和 NaOH 的混合溶液，C 正确；若用稀盐酸净化 ClO_2，ClO_2 中+4 价的氯会和盐酸中的 Cl^- 发生归中反应，D 错误。

13. D　卡住就看突破点 10 找思路、做练习

题图解读　该装置为电解池装置。b 极上 HCHO 转化为 $HCOO^-$，碳元素化合价升高，失去电子，发生氧化反应，则 b 极为阳极，a 极为阴极。

定位	电极	电极反应式
电解池	a 极（阴极），还原反应	$2H_2O+2e^-=\!=\!=H_2\uparrow+2OH^-$
	b 极（阳极），氧化反应	$2HCHO-2e^-+4OH^-=\!=\!=2HCOO^-+H_2\uparrow+2H_2O$
	总反应	$HCHO+OH^-\xlongequal{电解}HCOO^-+H_2\uparrow$

【解析】本题考查电解原理，涉及电极反应式、离子交换膜、pH 及产物分析等。b 极为阳极，a 极为阴极，电解时 e^- 由 b 极移向电源正极，再由电源负极移向 a 极，A 错误；由信息梳理可知，通电一段时间后，阳极区消耗的 OH^- 多于移动到阳极的 OH^-，阳极区溶液 pH 减小，B 错误；当有 1 mol HCHO 被氧化为 $HCOO^-$ 时，外电路转移 1 mol e^-，有 1 mol OH^- 转移到右侧，C 错误；由信息梳理可知，转移 2 mol e^- 时，阳极生成 1 mol H_2，阴极也生成 1 mol H_2，共生成 2 mol H_2，而传统电解水的反应式：$2H_2O\xlongequal{电解}2H_2\uparrow+O_2\uparrow$，转移 2 mol 电子时生成 1 mol H_2，所以相同电量下 H_2 理论产量是传统电解水的 2 倍，D 正确。

30 s 速解　南京大学——孙海钰

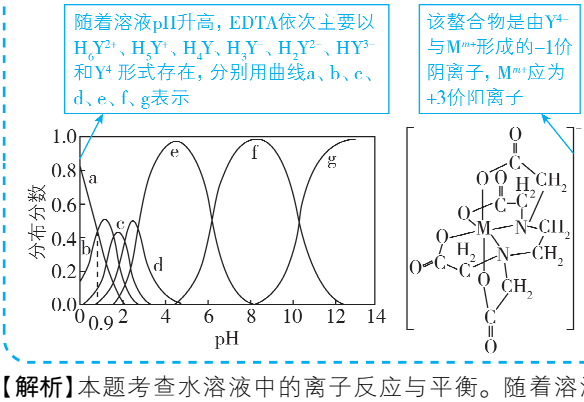
外电路转移的电子数等于内电路转移的电荷数。

14. AC　卡住就看突破点 8 找思路、做练习

【解析】本题考查反应机理及图像分析等。由④中溶液变红且比试管①颜色浅可知，②中溶液中含有少量 KSCN，A 正确；根据已知①可知，试管④溶液比试管①颜色浅是因为 SCN^- 在酸性条件下被金属分解了，试管④中 SCN^- 浓度比试管①中小，B 错误；向③中加入 H_2O_2 溶液发生反应 $2Fe^{2+}+2H^++H_2O_2=\!=\!=2Fe^{3+}+2H_2O$，$Fe^{3+}$ 与溶液中的 SCN^- 反应产生红色物质，C 正确；试管②中溶液红色褪去主要是因为 Fe^{3+} 与足量铁粉发生反应 $Fe+2Fe^{3+}=\!=\!=3Fe^{2+}$，D 错误。

15. CD　卡住就看突破点 13 找思路、做练习

题图解读

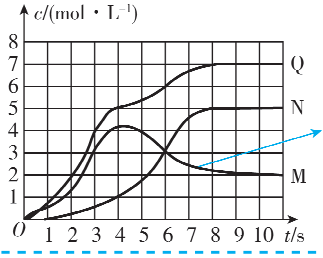


【解析】本题考查水溶液中的离子反应与平衡。随着溶液 pH 升高，EDTA 依次主要以 H_6Y^{2+}、H_5Y^+、H_4Y、H_3Y^-、H_2Y^{2-}、HY^{3-} 和 Y^{4-} 形式存在，分别用曲线 a、b、c、d、e、f、g 表示，曲线 d 代表 H_3Y^-，A 正确；由题图可知，pH = 0.9 时，$c(H_6Y^{2+})=c(H_5Y^+)>c(H_4Y)$，B 正确；该螯合物是由 Y^{4-} 与 M^{m+} 形成的−1 价阴离子，M^{m+} 应为+3 价阳离子，则 $m=3$，当 pH 减小时，导致溶液中 Y^{4-} 浓度减小，降低 EDTA 与 M^{m+} 的配位能力，C、D 错误。

不定项小卷 4

11. D

题图解读

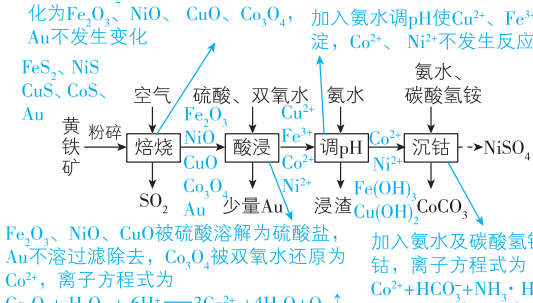


M浓度随时间变化先增大，反应正向进行；达到峰值后再减小，反应逆向进行；最终不变，达到平衡

【解析】本题考查化学反应速率与平衡。由题图可知，初始生成 M 的速率大于 N，则反应①的活化能小于反应②，A 错误；初始生成 M 的速率大于 N，则 $k_1>k_2$，10 s 时两个反应均达到平衡状态，由于 $v_1(正)=v_1(逆)=k_1\cdot c(X)\cdot c(Y)$、$v_2(正)=v_2(逆)=k_2\cdot c(X)\cdot c(Y)$，则反应速率：$v_1(正)>v_2(逆)$，B 错误；反应①、②中 X、Q 的化学计量数均为 1，则 0～6 s 内，X 的平均反应速率 $v(X)=v(Q)=\dfrac{\Delta c(Q)}{\Delta t}=\dfrac{6\ mol\cdot L^{-1}}{6\ s}=1\ mol\cdot L^{-1}\cdot s^{-1}$，C 错误；$K_1=\dfrac{c(M)\cdot c(Q)}{c(X)\cdot c(Y)}$、$K_2=\dfrac{c(N)\cdot c(Q)}{c(X)\cdot c(Y)}$，则 $\dfrac{K_1}{K_2}=\dfrac{c(M)}{c(N)}$，由题图可知，平衡时 M、N 的浓度分别为 2 mol·L^{-1}、5 mol·L^{-1}，则 $\dfrac{K_1}{K_2}=\dfrac{c(M)}{c(N)}=\dfrac{2}{5}$，D 正确。

12. AC　卡住就看突破点 5 找思路、做练习

流程分析



【解析】本题考查工艺微流程，涉及试剂的选择、K_{sp} 相关计算、离子方程式、离子检验等。“酸浸”时 Co_3O_4 溶于酸得到 Co^{2+} 和 Co^{3+}，由于氧化性为 $Co^{3+}>Cl_2$，故用盐酸代替硫酸，Co^{3+} 会将 Cl^- 氧化为 Cl_2，Cl_2 有毒，污染环境，A 错误；加入氨水让 Fe^{3+}、Cu^{2+} 沉淀，Co^{2+} 和 Ni^{2+} 不沉淀，根据 $K_{sp}[Fe(OH)_3]=10^{-38.6}$，$K_{sp}[Cu(OH)_2]=10^{-19.8}$，当 Cu^{2+} 沉淀完全时，Fe^{3+} 也已经完全沉淀，$K_{sp}[Cu(OH)_2]=1\times10^{-5}\times c^2(OH^-)=10^{-19.8}$，$c(OH^-)=1.0\times10^{-7.4}\ mol\cdot L^{-1}$，$c(H^+)=1.0\times10^{-6.6}\ mol\cdot L^{-1}$，则 pH=6.6，又根据 $K_{sp}[Co(OH)_2]=10^{-14.7}$，$K_{sp}[Ni(OH)_2]=10^{-12.8}$ 可知，Co^{2+} 先沉淀，Co^{2+} 开始沉淀时，$K_{sp}[Co(OH)_2]=c(Co^{2+})\times c^2(OH^-)=0.05\times c^2(OH^-)=10^{-14.7}$，$c^2(OH^-)=2\times10^{-13.7}$，$c^2(H^+)=5\times10^{-15.3}$，pH=7.3，故“调 pH”范围是 6.6≤pH<7.3，B 正确；$CoCO_3$ 沉淀表面有硫酸根离子，故检验 $CoCO_3$ 是否洗涤干净的试剂可选用稀盐酸和 $BaCl_2$，D 正确。

13. B　卡住就看突破点 10 找思路、做练习

思路导引 定位：电解池

通 H_2 的电极：$H_2 \rightarrow H^+$，为阳极，H^+ 与 $C_2H_5O^-$ 生成 C_2H_5OH，C_2H_5OH 解离出 H^+ 和 $C_2H_5O^-$

通 N_2 的电极：$Ca^{2+} \rightarrow Ca$，为阴极，Ca 与 N_2 生成 Ca_3N_2，Ca_3N_2 与 H^+ 生成 Ca^{2+} 和 NH_3

电极	电极反应式
阳极	$H_2-2e^- \xlongequal{} 2H^+$
阴极	$Ca^{2+}+2e^- \xlongequal{} Ca$

【解析】本题考查电解原理分析。阳极区反应为 $H_2+2C_2H_5O^--2e^- \xlongequal{} 2C_2H_5OH$，A 错误；此装置降低合成氨能耗的主要原因是钙或锂等金属能高效解离氮气形成相应的氮化物，B 正确；由于水能与 Ca 反应，故含少量乙醇的水溶液不会使该装置生产效率提高，反而会使其降低，C 错误；总反应为 $N_2+3H_2 \xlongequal{电解} 2NH_3$，整个装置不消耗 Ca^{2+}，Ca^{2+} 只是催化剂，D 错误。

14. CD 卡住就看突破点 11 找思路、做练习

【解析】反应过程中 N 的化合价均为 -3 价，A 错误；HOOCNH$_2$(s) 与 HNCO(g) 的稳定性无法比较，B 错误；由图可知，$\Delta E_1=\Delta E_2-[87.5-(-87.0)]$ kJ·mol^{-1} = 66.5 kJ·mol^{-1}，C 正确；决速步的反应热 $\Delta H=+50.7$ kJ·mol^{-1}，D 正确。

15. BC 卡住就看突破点 13 找思路、做练习

【解析】本题考查水溶液中的离子反应与平衡。天然水体中存在 $H_2O+CO_2 \rightleftharpoons H_2CO_3 \rightleftharpoons H^++HCO_3^-$、$HCO_3^- \rightleftharpoons H^++CO_3^{2-}$，随着 pH 增大，碱性增强，$c(HCO_3^-)$、$c(CO_3^{2-})$ 增大，常温下，$K_{sp}(CaCO_3)=c(Ca^{2+})\cdot c(CO_3^{2-})$ 为定值，则 $c(Ca^{2+})$ 减小，故 $p(HCO_3^-)$、$p(CO_3^{2-})$ 减小，$p(Ca^{2+})$ 增大，pH 较小时 HCO_3^- 为碳元素的主要存在形式，故曲线①代表 $p(Ca^{2+})$ 与 pH 的关系，曲线②代表 $p(HCO_3^-)$ 与 pH 的关系，曲线③代表 $p(CO_3^{2-})$ 与 pH 的关系，A 错误；当 pH = 10.3 时，曲线②、③交于一点，$c(CO_3^{2-})=c(HCO_3^-)$，$K_{h1}(CO_3^{2-})=\dfrac{c(HCO_3^-)\cdot c(OH^-)}{c(CO_3^{2-})}=\dfrac{K_w}{c(H^+)}=\dfrac{10^{-14}}{10^{-10.3}}=10^{-3.7}$，B 正确；$(8.6,n)$ 处，pH = 8.6，碳酸根离子浓度等于钙离子浓度，$K_{sp}(CaCO_3)=c(CO_3^{2-})\cdot c(Ca^{2+})=10^{-8.54}$，$c(CO_3^{2-})=10^{-4.27}$ mol·L^{-1}，pH = 8.6，$c(H^+)=10^{-8.6}$ mol·L^{-1}，$c(OH^-)=10^{-5.4}$ mol·L^{-1}，$K_{h1}(CO_3^{2-})=\dfrac{c(HCO_3^-)\cdot c(OH^-)}{c(CO_3^{2-})}=10^{-3.7}$，$c(HCO_3^-)=10^{-2.57}$ mol·L^{-1}，$p(HCO_3^-)=-\lg c(HCO_3^-)=2.57$，即 $m=2.57$，C 正确；当体系中只有 $CaCO_3$ 时，才满足选项关系式，但体系中还溶有 CO_2，D 错误。

不定项重难突破

突破点 5　微工艺流程（拆主线抓关键）

1. B

思路导引

焙烧炉 1：SiO_2 几乎不参与反应，Al_2O_3、Fe_2O_3、CaO 均转化为硫酸盐，炉气主要成分为 NH_3；

浸出池：SiO_2 不溶于稀 H_2SO_4，留在酸浸渣中被除去，由于 $CaSO_4$ 为微溶物，故酸浸渣中还有 $CaSO_4$，Al^{3+}、Fe^{3+}、Ca^{2+}（少量）、SO_4^{2-} 进入沉淀池 1 中；

沉淀池 1：用炉气（NH_3）调 pH 先沉淀出 $Fe(OH)_3$，除去铁元素；

沉淀池 2：用炉气（NH_3）调节 pH 沉淀得到 $Al(OH)_3$ 和母液，母液中溶质的主要成分为 $(NH_4)_2SO_4$；

焙烧炉 2：将 $Al(OH)_3$ 焙烧分解得到 Al_2O_3。

【解析】焙烧生成的 $CaSO_4$ 微溶于水，用稀硫酸浸出时部分 $CaSO_4$ 会残留于浸出液中，无法将 Ca 元素完全除去，A 正确；$Al(OH)_3$、$Fe(OH)_3$ 为同类型难溶电解质，分步沉淀时 Fe^{3+} 优先形成 $Fe(OH)_3$ 沉淀，说明相同条件下 $Fe(OH)_3$ 溶解度更小，故 $K_{sp}[Fe(OH)_3]<K_{sp}[Al(OH)_3]$，B 错误；沉淀池 2 中得到的母液主要成分为 $(NH_4)_2SO_4$，经处理后可返回焙烧炉 1 循环利用，C 正确；$Al(OH)_3$ 高温煅烧分解生成 Al_2O_3 和 H_2O，反应的化学方程式为 $2Al(OH)_3 \xlongequal{高温} Al_2O_3+3H_2O$，D 正确。

2. **D**

思路导引

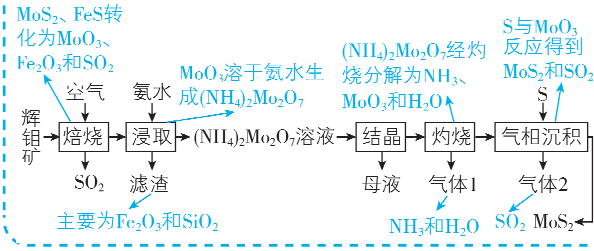
氧化：向预处理后的光盘碎片中加入次氯酸钠溶液将银氧化为氯化银沉淀；
操作 a：过滤，分离出含氯化银的固体；
溶解：加入氨水、NaOH 溶液将氯化银转化，得到含 $[Ag(NH_3)_2]^+$ 的溶液；
操作 b：过滤，分离出滤液；
还原：滤液中加入还原剂，将 $[Ag(NH_3)_2]^+$ 还原为银单质。

【解析】由分析可知，操作 a 和操作 b 均为过滤，A 正确；由分析可知，向预处理后的光盘碎片中加入次氯酸钠溶液将银氧化为氯化银沉淀，化学方程式为 $4Ag+4NaClO+2H_2O \xlongequal{} 4AgCl+4NaOH+O_2\uparrow$，即①中 NaClO 作氧化剂，B 正确；由分析可知，过滤分离出含氯化银的固体，加入氨水将氯化银转化为 $[Ag(NH_3)_2]^+$，即②中加入氨水的作用是溶解 AgCl，C 正确；若③中 X 是甲醛溶液，生成 Ag 的反应为 $HCHO+4[Ag(NH_3)_2]OH \xrightarrow{\triangle} (NH_4)_2CO_3+4Ag\downarrow+6NH_3+2H_2O$，D 错误。

3. **B** 【解析】“灼烧”是为了使各金属氧化物生成其高价态可溶性钠盐，方便后续处理，分别发生反应 $Al_2O_3+Na_2CO_3 \xlongequal{高温} 2NaAlO_2+CO_2\uparrow$、$2Cr_2O_3+3O_2+4Na_2CO_3 \xlongequal{高温} 4Na_2CrO_4+4CO_2$、$V_2O_3+Na_2CO_3+O_2 \xlongequal{高温} 2NaVO_3+CO_2$，故尾气中含 CO_2，A 正确；“沉铝”步骤通入足量的二氧化碳，应生成 HCO_3^-，离子方程式为 $CO_2+[Al(OH)_4]^- \xlongequal{} Al(OH)_3\downarrow+HCO_3^-$，B 错误；“分离钒”时加入稀硫酸，$CrO_4^{2-}$ 在酸性条件下转化为 $Cr_2O_7^{2-}$：$2H^+ + 2CrO_4^{2-} \rightleftharpoons H_2O + Cr_2O_7^{2-}$，C 正确；$Cr(OH)_3$ 的 $K_{sp}=1.0\times10^{-32}$，完全沉淀时要求 Cr^{3+} 浓度 $\leqslant 10^{-5}$ mol·L^{-1}，此时 $c(OH^-)=\sqrt[3]{\dfrac{K_{sp}[Cr(OH)_3]}{c(Cr^{3+})}} \geqslant \sqrt[3]{\dfrac{1.0\times10^{-32}}{1.0\times10^{-5}}}$ mol·L$^{-1}=10^{-9}$ mol·L^{-1}，pH $\geqslant 5$，故至少调 pH 为 5 才能将 Cr^{3+} 沉淀完全，D 正确。

4. **AC**

思路导引



【解析】“焙烧”过程中发生反应的化学方程式为 $2MoS_2+7O_2 \xlongequal{焙烧} 2MoO_3+4SO_2$、$4FeS+7O_2 \xlongequal{焙烧} 2Fe_2O_3+4SO_2$，第一个反应中氧化剂 O_2 和还原剂 MoS_2 的物质的量之比为 7∶2，第二个反应中氧化剂 O_2 和还原剂 FeS 的物质的量之比为 7∶4，故总体上氧化剂和还原剂的物质的量之比小于 7∶2，A 错误；若用 NaOH 溶液代替氨水，会导致 SiO_2 溶解进入溶液中，引入新的杂质，故“浸取”时不可用 NaOH 溶液代替氨水，B 正确；由分析可知，“气相沉积”时，反应的化学方程式为 $2MoO_3+7S \xlongequal{} 2MoS_2+3SO_2\uparrow$，反应中每有 7 mol S 参与反应，转移 12 mol 电子，故每有 1 mol S 参加反应需转移 $\dfrac{12}{7}$ mol 电子，C 错误；由分析可知，气体 1 中含 NH_3 和 H_2O，二者反

关键点

应制得的氨水可进入“浸取”步骤再利用，D 正确。

5. AC

思路导引　**碱溶转化：**泥磷中的 P_4 与 NaOH 溶液反应，生成 NaH_2PO_2 和 PH_3，Al_2O_3 与 NaOH 溶液反应生成可溶性的 $Na[Al(OH)_4]$，不与碱反应的 Fe_2O_3 进入滤渣 1；

调 pH=10：使 $Na[Al(OH)_4]$ 转化为 $Al(OH)_3$ 沉淀、Ca^{2+} 转化为 $CaCO_3$ 进入滤渣 2，此时溶液中的主要溶质为 NaH_2PO_2、NaCl、$NaHCO_3$；

脱氯：溶液中的 Cl^- 转化为 AgCl 沉淀进入滤渣 3。

【解析】P_4 在碱性溶液中发生歧化反应：P 的化合价一部分从 0 价降为 PH_3 中的−3 价，一部分升为 $H_2PO_2^-$ 中的+1 价，根据得失电子守恒、电荷守恒、原子守恒可知配平后的反应为 $P_4+3OH^-+3H_2O=\!=\!=PH_3\uparrow+3H_2PO_2^-$，A 正确；“碱溶转化”时 Al_2O_3 与 NaOH 溶液反应转化为 $[Al(OH)_4]^-$，通入 CO_2 调 pH 时，$[Al(OH)_4]^-$ 与 CO_2 反应生成 $Al(OH)_3$ 沉淀 $[Al_2(CO_3)_3$ 无法在水溶液中存在，因为 Al^{3+} 与 CO_3^{2-} 会发生互相促进的水解反应$]$，因此“滤渣 2”为 $Al(OH)_3$ 和 $CaCO_3$，B 错误；已知 H_3PO_2 有强还原性，若 Ag_2SO_4 过量，过量的 Ag(Ⅰ)会氧化 $H_2PO_2^-$、H_3PO_2，导致 H_3PO_2 产率降低，C 正确；“电渗析”时，Na^+ 向阴极移动，阳极水电离出的 OH^- 放电，剩余 H^+ 向中间室移动，H^+ 与 $H_2PO_2^-$ 结合生成 H_3PO_2，因此 H_3PO_2 在中间室生成，D 错误。

6. BD

思路导引　**酸浸过滤：**该铝硅酸盐$[Be_3Al_2(SiO_3)_6]$与硫酸反应生成 H_2SiO_3 沉淀，而 Be 和 Al 则转化为离子进入滤液 1，则滤液 1 中含有 Be^{2+}、Al^{3+} 以及过量的 H^+、SO_4^{2-}。

萃取分液：铍离子会被萃取到有机相中形成 $BeA_2(HA)_2$，分液后得到含铍的有机相和水相 1(主要含 Al^{3+})。

反萃取分液：向含铍的有机相中加入过量 NaOH，铍被反萃取进入水相 2 形成 $Na_2[Be(OH)_4]$，同时有机相中的 $BeA_2(HA)_2$ 转化为 NaA 留在煤油中(含 NaA 的煤油可循环用于“萃取分液”)。

加热过滤：水相 2 中 $Na_2[Be(OH)_4]$ 加热转化为 $Be(OH)_2$ 沉淀，$Be(OH)_2$ 经过进一步处理得到金属铍(Be)。

【解析】$Be_3Al_2(SiO_3)_6$ 经过热熔后，如果缓慢冷却，物质会结晶形成稳定的晶体结构，这种结构很难被酸溶解，快速降温可以使物质形成玻璃态(非晶态)，玻璃态物质中原子堆砌较疏松，酸液易浸透扩散，化学活性较高，更容易在后续的“酸浸过滤”步骤中被稀硫酸溶解，A 正确；在“酸浸过滤”步骤中，硅元素已经以 H_2SiO_3 的形式作为滤渣被分离出去，滤液 1 中主要含有 Be^{2+} 和 Al^{3+}，随后的“萃取分液”步骤利用 HA 将 Be^{2+} 萃取到有机相，而 Al^{3+} 留在水相 1 中，因此，“萃取分液”的目的是分离 Be 与 Al，B 错误；水相 2 中主要溶质是 $Na_2[Be(OH)_4]$，“加热过滤”得到 $Be(OH)_2$ 和滤液 2，化学方程式为 $Na_2[Be(OH)_4]\xlongequal{\triangle}Be(OH)_2\downarrow+2NaOH$，故滤液 2 的主要成分是 NaOH，而“反萃取分液”步骤正是要加入过量 NaOH，所以滤液 2 可以循环使用，C 正确；反萃取过程中，有机相中的 $BeA_2(HA)_2$ 与 NaOH 反应生成水相 2 中的 $Na_2[Be(OH)_4]$ 和煤油中的 NaA，化学方程式为 $BeA_2(HA)_2+6NaOH=\!=\!=Na_2[Be(OH)_4]+4NaA+2H_2O$，参与反应的 $BeA_2(HA)_2$ 与 NaOH 的物质的量之比为 1∶6，D 错误。

关键点

7. **A**

思路导引　**酸浸**：NiS 和金属氧化物溶于稀硫酸得到硫酸盐，SiO_2 不与稀硫酸反应，酸浸时空气中的 O_2 会氧化 NiS 中的−2 价 S 生成硫单质，所以过滤得到的滤渣Ⅰ含有 SiO_2、S、$PbSO_4$；

调 pH：结合 Ni、Cd 元素的去向可知，此步应将溶液中 Fe^{3+} 转化为 $Fe(OH)_3$ 沉淀，X 可以是 $NiCO_3$ 或 NiO 等，过滤得到含有 $Fe(OH)_3$ 的滤渣Ⅱ和滤液；

净化：将滤液中 Cu^{2+} 转化为 Cu，结合已知信息①②及过程中尽量不引入杂质，可知向滤液中加入的物质 Y 是 Ni 或 Cd，但由于还原性：Cd>Ni，若加入 Cd，也会将 Ni^{2+} 还原为 Ni 进入物质 Z 中，故物质 Y 应为 Ni，过滤得到含有 Cu、Ni 的金属（物质 Z）和含有 $NiSO_4$、$CdSO_4$ 的滤液；

电解：得到含有 Cd 和 Ni 的固体和稀硫酸（滤液 1）；

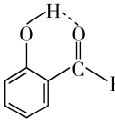
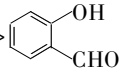
气化：为了分离 Cd 和 Ni，通入 CO，CO 与 Ni 生成 $Ni(CO)_4$ 从而实现 Cd、Ni 元素分离，$Ni(CO)_4$ 受热分解生成 CO 和 Ni，则该工艺流程中 CO 和 H_2SO_4 可以循环利用。

【解析】“酸浸”时，适当升高温度可以加快反应速率，提高浸出率，但温度过高时，空气中 O_2 在酸液中的溶解度降低，不利于氧化 NiS，同时会增大能耗，因此不是温度越高酸浸效果越好，A 错误；由分析可知，B、C 正确；电解过程中，阳极反应式为 $2H_2O-4e^-=\!=\!=O_2\uparrow+4H^+$，故滤液 1 主要为 H_2SO_4 溶液，可循环回“酸浸”步骤使用，$Ni(CO)_4$ 加热分解生成 Ni 和 CO，CO 可循环回“气化”步骤使用，因此 H_2SO_4 和 CO 均可循环利用，D 正确。

突破点 6　有机物多步转化（追踪官能团）

1. **B**　【解析】每个碳原子参与形成 4 个共价键，故仅 4、5、6 号碳原子连有氢原子，A 正确；氧化前抗坏血酸所含官能团：羟基、酯基、碳碳双键，氧化后脱氢抗坏血酸所含官能团：羟基、酯基、羰基，官能团种类数目不变，B 错误；抗坏血酸中碳碳双键可以发生加成反应、羟基可以发生酯化反应（取代反应）、6 号碳原子所连羟基可以被氧化成醛基或羧基，C 正确；脱氢抗坏血酸中含有酯基，在酸性或碱性条件下会发生水解，D 正确。

易错点

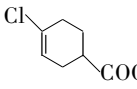
2. **B**　【解析】X 中羟基、醛基处于邻位，易形成分子内氢键：，沸点较低，HO——CHO 易形成分子间氢键，沸点较高，沸点：HO——CHO > ，A 正确；Y 生成 Z 是羟基与羧基的分子内酯化成环反应：Y 的顺式结构中，羟基与羧基距离更近，更易发生分子内成环反应生成 Z，反式结构中羧基距离羟基远，难以分子内成环，因此顺式结构易形成 Z，B 错误；Y 分子中的羧基可与 $NaHCO_3$ 反应，故 1 mol Y 能与 1 mol $NaHCO_3$ 反应，C 正确；X 中含有醛基，与新制 $Cu(OH)_2$ 加热可生成砖红色沉淀，而 Z 分子中不含醛基，没有此反应现象，可以用新制 $Cu(OH)_2$ 鉴别 X 和 Z，D 正确。

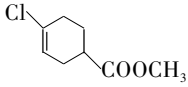


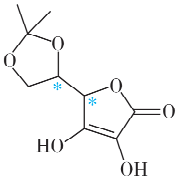
30 s 速解　天津大学——朱明赫

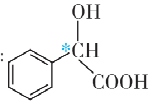
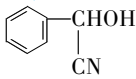
从 Z 的结构逆推可得 Y 为顺式结构，所以顺式结构易形成 Z，B 错误。

3. **C**

思路导引　Ⅰ和Ⅱ发生双烯加成得到Ⅲ，则Ⅲ为 ，Ⅲ中的氯原子被—CN 取代生成Ⅳ，Ⅳ中碳碳双键、氰基与氢气加成生成Ⅴ，和氢气加成也属于还原反应。

【解析】由分析可知，Ⅰ+Ⅱ→Ⅲ为加成反应，Ⅲ→Ⅳ为取代反应，Ⅳ→Ⅴ为还原反应，A不符合题意；Ⅲ为，该物质中不同化学环境的氢原子为6种，故核磁共振氢谱有6组峰，B不符合题意；手性碳原子是连接4个不同的原子或原子团的C原子，根据Ⅴ的结构，其不存在手性碳，C符合题意；有机物Ⅴ含有氨基和酯基，若干个有机物Ⅴ可以发生缩聚反应生成聚酰胺，D不符合题意。

4. **AD** 【解析】由X的结构简式可知，其分子式为$C_6H_8O_6$，A错误；红外光谱可以检测有机物中的官能团，Y含有羟基、酯基、碳碳双键、醚键，Z中含有醚键、醛基，因此可以用红外光谱检验Z中是否有Y残留，B正确；产物Z中含有醛基，若NaClO氧化性过强，会将醛基进一步氧化为羧基，因此需要控制条件降低NaClO的氧化性，C正确；手性碳原子是连接4个不同原子或原子团的饱和碳原子，Y中有2个手性碳原子（如“*”标注）：，D错误。

5. **CD** 【解析】①中醛基与HCN发生加成反应，②中氰基在酸性条件下水解生成羧基，A正确；苦杏仁酸含有手性碳原子，如图*标注：，B正确；高吸水性材料通常含有大量的亲水基团（如—COONa、—OH等），苦杏仁酸的聚合产物为聚酯，疏水性强，亲水基团少，因此不能作为高吸水性材料，C错误；1 mol 中苯环能与3 mol氢气加成，氰基能与2 mol氢气加成，即最多可与5 mol H_2发生反应，D错误。

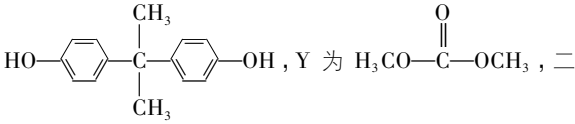
6. **D** 【解析】Ⅰ结构对称，两个苯环化学环境完全相同，因此Ⅰ共有3种等效氢，其一溴代物共3种，A正确；Ⅲ可燃烧，所以可以发生氧化反应，所含的苯环可发生加成反应，所含羟基、羧基可发生酯化反应（取代反应），B正确；Ⅰ结构中，无饱和碳原子，所以无手性碳原子，化合物Ⅱ和Ⅲ中sp^3杂化碳原子均连接了两个苯环，因此都不属于手性碳原子，C正确；Ⅱ是羧酸钾盐，属于离子化合物，极性远大于有机物，水溶性最强，Ⅲ含有羟基、羧基两个亲水基团，可与水形成氢键，水溶性远大于仅含两个羰基、疏水基团占比更高的Ⅰ，因此水溶性顺序为Ⅱ>Ⅲ>Ⅰ，D错误。

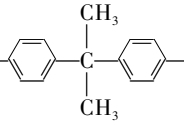
7. **AB**

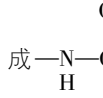
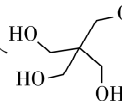
思路导引 E与试剂a反应生成F，对比E与F的结构简式及试剂a能发生银镜反应，可知试剂a为OHC—CHO，F与试剂b反应生成G，对比F与G的结构简式及试剂b能发生银镜反应，可知试剂b为HCHO。

【解析】a为OHC—CHO，b是HCHO，二者结构中均只有1种化学环境的氢原子，A正确；E为尿素（H_2NCONH_2），分子中正负电中心不重合，属于极性分子，B正确；F的两个饱和碳原子都连接两个相同的含氮基团，不满足手性碳条件，F分子没有手性碳原子，C错误；该反应是氨基与醛缩合的取代反应，消去反应是脱去小分子生成不饱和键，该反应不属于消去反应，D错误。

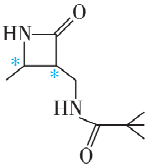
8. **D**

思路导引 根据Q的结构简式可知，M为，Y为$H_3CO—\overset{O}{\overset{\|}{C}}—OCH_3$，二者发生缩聚反应生成Q，苯酚与X发生反应生成M，结合X的分子式可推得X为丙酮。

【解析】化合物 X 为丙酮，可与水分子形成氢键，易溶于水，A 正确；M 为双酚 A（），两个苯环的 12 个碳原子可通过单键旋转共平面，加上连接两个苯环的中心碳原子，最多 13 个碳原子共面，B 正确；由分析可知，C 正确；Q 的官能团为酯基和羟基，其结构中不含醚键，D 错误。

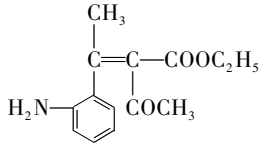
9. C　【解析】P 分子中，萘环上的碳原子都形成 3 个 σ 键、无孤电子对，杂化类型为 sp^2 杂化，—N═C═O 中的碳原子形成 2 个 σ 键、无孤电子对，杂化类型为 sp 杂化，A 正确；高分子 W 的结构中含有—NH—，N 上连接 H 原子，分子链之间可以形成氢键，氢键增大了分子间作用力，因此 W 具有高强度，B 正确；该反应中，—N═C═O 和—OH 发生加成反应生成，所有原子全部进入产物，没有小分子生成，不属于缩聚反应，C 错误；1 个分子中含有 4 个羟基（多个可反应官能团），可以与 W 的链端的—N═C═O 发生交联，生成体型网状聚合物，D 正确。

关键点

10. CD　【解析】根据 E 的结构可知 E 分子式为 $C_5H_{10}N_2O$，A 正确；F 和 G 合成 X 是内酰胺开环聚合，反应过程中没有小分子生成，所有原子都进入产物 X，原子利用率为 100%，B 正确；Y 是多肽，分子中含酰胺基（肽键），水解时所有酰胺基断裂，得到开链的氨基酸，无法得到有环状内酰胺结构的 E 和 G，C 错误；F 中共 2 个手性碳原子（用 * 标注）：，D 错误。

易错点

11. B　【解析】线型聚乙烯属于线型高分子，线型高分子为长链结构，具有热塑性，受热易软化，A 正确；分子①中 N═N 及所连原子共平面，与 N═N 相连的碳原子为饱和碳原子，采用 sp^3 杂化，该碳原子连接 2 个—CH_3，因此所有碳原子不可能共平面，B 错误；聚乙烯的一个 C—H 断裂，①中的 N═N 中的 π 键断裂，双键变为单键，两个 N 原子分别连接 C 原子和 H 原子，该反应属于加成反应，C 正确；高分子②中含有酯基，在 NaOH 溶液、加热条件下发生水解反应，酯基水解时会发生 C—O 断裂，水解后生成羟基，涉及 O—H 形成，D 正确。

12. D　【解析】两分子乙酸乙酯发生酯缩合反应生成乙酰乙酸乙酯和乙醇，N 为乙醇，A 正确；由 T 可逆推 R 为，R 分子仅含 1 个氨基、1 个酯基，可发生类似醇酯交换反应，但无法经缩聚反应生成网状聚合物，B 正确；交联形成的体型高分子属于热固性高分子，受热不能熔融，C 正确；T 结构中含有酯基，酸性或碱性条件下酯基均可发生水解反应，但高分子链没有断裂，因此 T 不可降解，D 错误。

突破点 7　表格类实验方案分析（逻辑排除法）

1. C　【解析】挥发的乙醇也可使酸性高锰酸钾溶液褪色，则溶液褪色，不能说明有 C_2H_4 生成，A 错误；测定等浓度的

常考点

CCl_3COOH 溶液和 CH_3COOH 溶液的 pH，CCl_3COOH 溶液的 pH 较小，只能证明酸性：$CCl_3COOH > CH_3COOH$，不能说明 CCl_3COOH 是强电解质，B 错误；$KMnO_4$ 具有氧化性，向 6% 双氧水中滴加 0.1 mol·L^{-1} $KMnO_4$ 溶液，溶液褪色，说明 H_2O_2 具有还原性，C 正确；NH_4^+ 水解也会生成 H^+，室温下 NH_4HSO_3 溶液的 pH<7，不能证明 HSO_3^- 的电离程度大于水解程度，D 错误。

2. **C** 【解析】Fe^{3+} 也能将 SO_2 氧化为 SO_4^{2-}，有白色沉淀生成，易错点 不能说明酸性条件下 NO_3^- 具有强氧化性，A 错误；将铜丝灼烧至表面变黑，伸入盛有某有机物的试管中，铜丝变为红色，有机物中可能含有醇羟基，也可能含有羧基，将表面的氧化铜溶解，铜不与羧基反应，铜丝为红色，B 错误；滤液为 AgCl 的饱和溶液，加入 2 滴 0.01 mol·L^{-1} NaI 溶液，此时溶液中产生黄色沉淀，说明 AgI 的溶解度更小，二者是同类型沉淀，即得 $K_{sp}(AgCl) > K_{sp}(AgI)$，C 正确；因 KF 和 KSCN 的浓度未知，不能证明结合 Fe^{3+} 的能力：$F^- > SCN^-$，D 错误。

3. **AD** 【解析】$n(KI) = 5\times10^{-4}$ mol，$n(FeCl_3) = 1\times10^{-4}$ mol，二者应以等物质的量反应，$FeCl_3$ 不足，反应后滴加 KSCN 溶液变红，说明溶液中仍存在 Fe^{3+}，证明 I^- 与 Fe^{3+} 的反应为可逆反应，有一定限度，A 正确；AgCl 与氨水反应生成可溶性的 $[Ag(NH_3)_2]Cl$，浊液变澄清，与 $NH_3\cdot H_2O$、水的极性强弱无关，B 错误；氨水与反应生成的 Cu^{2+} 结合形成 $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$，促进 H_2O_2 氧化 Cu，氨水参与了反应，并非作催化剂，C 错误；常温下 $NaHC_2O_4$ 溶液 pH<7，说明 $HC_2O_4^-$ 的电离程度大于其水解程度，因此 $K_a(HC_2O_4^-) > K_h(HC_2O_4^-)$，D 正确。

4. **A** 【解析】乙醇具有挥发性和还原性，能使酸性 $KMnO_4$ 溶液褪色，向圆底烧瓶中加入 2.0 g NaOH、15 mL 无水乙醇、碎瓷片和 5 mL 1-溴丁烷，微热，将产生的气体（含乙醇、1-丁烯）先通入水中除去乙醇，再通入酸性 $KMnO_4$ 溶液中，溶液褪色，才能说明发生消去反应，故不能达到实验目的，A 错误；$FeCl_3$ 溶液由于 Fe^{3+} 水解而呈酸性，$NaHCO_3$ 溶液由于碳酸氢根离子水解程度大于电离程度而呈碱性，故将 5 mL 0.1 mol·L^{-1} $FeCl_3$ 溶液和 15 mL 0.1 mol·L^{-1} $NaHCO_3$ 溶液混合，Fe^{3+} 与 HCO_3^- 发生相互促进的水解反应：$Fe^{3+} + 3HCO_3^- \xlongequal{} Fe(OH)_3\downarrow + 3CO_2\uparrow$，生成红褐色沉淀和气体，B 正确；向 10 mL 0.1 mol·L^{-1} $AlCl_3$ 溶液中滴入 2 滴 0.1 mol·L^{-1} NaOH 溶液，产生白色沉淀 $Al(OH)_3$，此时 NaOH 完全反应，再滴加 2 滴 0.1 mol·L^{-1} $FeCl_3$ 溶液，生成红褐色沉淀 $Fe(OH)_3$，说明 $Al(OH)_3$ 转化为 $Fe(OH)_3$，二者是相同类型的沉淀，故在相同温度下 $K_{sp}[Al(OH)_3] > K_{sp}[Fe(OH)_3]$，C 正确；溶液中存在平衡 $Cr_2O_7^{2-}$（橙色）$+H_2O \rightleftharpoons 2CrO_4^{2-}$（黄色）$+2H^+$，加 NaOH 溶液，平衡正向移动，加硫酸，平衡逆向移动，观察溶液颜色变化，可探究浓度对平衡移动的影响，D 正确。

5. **AB** 【解析】向苯酚钠溶液中通入足量 CO_2 生成苯酚使溶液变浑浊，说明碳酸酸性强于苯酚，电离常数 $K_{a1}(H_2CO_3) > K_a(C_6H_5OH)$，A 错误；乙醛与溴水发生氧化还原反应使溴水褪色，醛基被氧化为羧基，并非发生加成反应，B 错误；相同浓度的 S^{2-} 与等浓度等体积的 Zn^{2+}、Cu^{2+} 反应，仅生成黑色 CuS 沉淀，说明 CuS 溶解度更小，对应 $K_{sp}(ZnS) > K_{sp}(CuS)$，C 正确；饱和 $(NH_4)_2SO_4$ 溶液使蛋白质发生盐析，产生白色浑浊，加蒸馏水后浑浊消失，说明蛋白质的盐析是可逆过程，D 正确。

6. **AD** 【解析】向 0.1 mol·L^{-1} NaHA 溶液中滴加酚酞溶液，溶液变为浅红色，溶液呈碱性，说明 HA^- 的水解程度大于电离程度，则 $K_{a2} < \frac{K_w}{K_{a1}}$，$K_w > K_{a1}\cdot K_{a2}$，A 正确；蔗糖水解液呈酸性，用新制的氢氧化铜检验蔗糖水解产物葡萄糖需要碱性环境，B 错误；SO_2 和 CO_2 在水中的溶解度不同，则 SO_2 和 CO_2 易错点 的饱和水溶液浓度不同，不能通过比较溶液的 pH 判断

H_2CO_3 和 H_2SO_3 的酸性强弱，C 错误；溴易挥发，向苯和液溴的混合液中加入铁粉，Fe 与 Br_2 生成 $FeBr_3$，催化发生取代反应生成溴苯和 HBr，将产生的气体通入 CCl_4，除去 HBr 中混有的溴单质，再通入 $AgNO_3$ 溶液，产生淡黄色沉淀，可证明苯与液溴发生取代反应生成 HBr，D 正确。

7. **C** 【解析】三草酸合铁酸钾中 Fe 元素存在于配离子 $[Fe(C_2O_4)_3]^{3-}$ 中，无法电离出铁离子，且 $K_3[Fe(CN)_6]$ 只能检验 Fe^{2+}，无法检验三草酸合铁酸钾中的 Fe 元素，A 错误；FeC_2O_4 中 Fe^{2+} 和 $C_2O_4^{2-}$ 都具有还原性，都能使酸性高锰酸钾溶液褪色，此操作无法检验 Fe^{2+} 的还原性，B 错误；三草酸合铁酸钾晶体在 110 ℃ 加热会发生分解反应失去结晶水：$K_3[Fe(C_2O_4)_3]\cdot 3H_2O \xrightarrow{110\ ℃} K_3[Fe(C_2O_4)_3]+3H_2O$，该反应属于分解反应，水是分解产物，产生的气体通入无水硫酸铜，可通过硫酸铜颜色变化检验分解产物中的水，C 正确；利用焰色试验检验 K 元素时，必须透过蓝色钴玻璃观察火焰，排除钠杂质的黄光干扰，该操作未做这一步，无法检验 K 元素，D 错误。

突破点 8　探究类实验（控变量对比法）

1. **B** 【解析】H_2SO_3 酸性强于 H_2S，可与 Na_2S 反应生成臭鸡蛋味的 H_2S 气体，A 正确；出现浑浊的原因是 H_2SO_3 和 S^{2-} 发生了归中反应生成 S，亚硫酸是弱电解质，书写离子方程式时不能拆，H_2SO_3 过量，离子方程式为 $5H_2SO_3+2S^{2-}=\!=\!=3S\downarrow+4HSO_3^-+3H_2O$，B 错误；实验Ⅱ中滴入少量 H_2O_2 时，S^{2-} 被氧化生成少量 S，与过量 S^{2-} 结合生成黄色的 S_x^{2-}，导致溶液变黄，C 正确；H_2O_2 具有强氧化性，可将 S 单质氧化为 SO_4^{2-}，导致浑浊消失，D 正确。

2. **B** 【解析】SO_2 溶于水生成 H_2SO_3，H_2SO_3 电离出 SO_3^{2-} 与 Ag^+ 结合生成 Ag_2SO_3 沉淀，离子方程式为 $SO_2+H_2O+2Ag^+=\!=\!=Ag_2SO_3\downarrow+2H^+$，A 正确；$Ag_2SO_3$ 与稀盐酸反应时，生成难溶的 AgCl 白色沉淀，只能得到悬浊液，无法得到无色澄清溶液，B 错误；煮沸可以除去蒸馏水中溶解的 O_2，冷却后配制 $AgNO_3$ 溶液可避免 O_2 氧化含硫微粒对实验产生干扰，C 正确；反应快速生成 Ag_2SO_3，而非酸性条件下 NO_3^- 氧化 SO_2 生成的 Ag_2SO_4，说明 Ag^+ 与 SO_3^{2-} 结合生成沉淀的速率大于酸性条件下 NO_3^- 氧化 SO_2（或 H_2SO_3）的速率，D 正确。

3. **CD** 【解析】b 中发生的反应是 H_2O_2 在 MnO_2 催化下分解为 H_2O 和 O_2，a 中溶液变蓝说明有 I_2 生成，即 I^- 在酸性条件下被 b 中生成的 O_2 氧化为 I_2：$4I^-+4H^++O_2=\!=\!=2I_2+2H_2O$，该反应体现了 I^- 的还原性，A 正确；b 中反应的化学方程式为 $2H_2O_2 \xrightarrow{MnO_2} 2H_2O+O_2\uparrow$，$H_2O_2$ 中 O 元素化合价为 −1，生成物 H_2O、O_2 中 O 元素化合价分别为 −2、0，故 O 元素化合价部分降低、部分升高，H_2O_2 既作氧化剂也作还原剂，B 正确；c 中的铜丝由黑变红，即 CuO 转变为 Cu，发生还原反应，所以 CH_3CH_2OH 发生了氧化反应，C 错误；银镜反应是醛基的性质，d 中发生银镜反应，说明 c 中产物有乙醛，D 错误。

4. **C** 【解析】实验①中溶液由无色变为蓝色说明有 I_2 生成，即次氯酸根离子将 I^- 氧化为 I_2，继续滴加，蓝色消失是因为 I_2 继续被次氯酸根离子氧化成 IO_3^-，故存在连续两步氧化还原反应，A 正确；实验②中“出现少许蓝色”说明有 I_2 生成，发生反应 $2I^-+ClO^-+H_2O=\!=\!=I_2+Cl^-+2OH^-$，B 正确；实验②中“振荡，蓝色立即消失”是因为 I_2 被 ClO^- 继续氧化为 IO_3^-，继续滴加，出现蓝色，即淀粉未发生转化，IO_3^- 与 I^- 发生归中反应生成 I_2，所以不可能是 84 消毒液与淀粉之间发生了氧化还原反应，C 错误；由题干实验①②可知，按照不同顺序滴加试剂，将观察到不同的现象，故题述两个实验说明试剂的滴加顺序会影响反应的进程，D 正确。

易错点

5. **AB**　【解析】$FeCl_3$(aq)与苯酚溶液发生反应 $Fe^{3+}+6$ $\longrightarrow[Fe(O-\bigcirc)_6]^{3-}+6H^+$，反应产生 H^+，溶液 pH 减小，A 错误；第①组实验溶液变紫色，第②组实验加入硫酸铁溶液后不显色，加入 NaCl 固体后依旧无明显现象，说明 Cl^- 并不能促进 Fe^{3+} 与苯酚溶液反应，B 错误；结合第②组实验和第③组实验，可以看出溶液中的 SO_4^{2-} 抑制 Fe^{3+} 与苯酚溶液的反应，C 正确；$[Fe(C_6H_5O)_6]^{3-}$ 中配体是 ，Fe^{3+} 配位数是 6，D 正确。

6. **D**　【解析】Zn 与 H^+ 反应，消耗 H^+，使 $Fe^{3+}+3H_2O \rightleftharpoons Fe(OH)_3+3H^+$ 平衡正向移动，生成 $Fe(OH)_3$ 红褐色沉淀，A 正确。pH=3 时 $c(OH^-)=10^{-11}\ mol\cdot L^{-1}$，根据 $K_{sp}[Fe(OH)_3]$ 计算得 $c(Fe^{3+})=\dfrac{2.8\times10^{-39}}{(10^{-11})^3}\ mol\cdot L^{-1}=2.8\times10^{-6}\ mol\cdot L^{-1}$，$Fe(OH)_3$ 几乎不溶解，无法被除去，故不用 pH=3 的盐酸洗涤，B 正确。清液 A 中 Zn^{2+} 浓度较高，Zn 难以还原 H^+ 产生气泡，还原性减弱，而 pH=3 的盐酸中 Zn^{2+} 浓度为 0，Zn 可还原 H^+ 产生气泡，C 正确。用 $H_2C_2O_4-Na_2C_2O_4$ 溶液将固体 B 中的 $Fe(OH)_3$ 洗涤除去后，加入 3 mol·L^{-1} 盐酸后检测到 Fe^{2+}，说明固体 B 中含 Fe 单质，即反应生成了 Fe，D 错误。

7. **C**　【解析】实验 1 中向含 $[Co(H_2O)_6]^{2+}$ 的溶液中加入 30% H_2O_2(aq)无明显变化，说明反应 $2[Co(H_2O)_6]^{2+}+H_2O_2+2H^+ \rightleftharpoons 2[Co(H_2O)_6]^{3+}+2H_2O$ 难以正向进行，A 正确；过量 HCO_3^- 既可以提供配体 CO_3^{2-}，也可以吸收反应生成的 H^+，促进反应正向进行，B 正确；题给反应的离子方程式中 C 原子不守恒，C 错误；根据图示可知，实验 5 中含有 $[Co(H_2O)_6]^{3+}$ 蓝色溶液静置稍长时间会转化为含有 $[Co(H_2O)_6]^{2+}$ 粉红色溶液，$[Co(H_2O)_6]^{3+}$ 稳定性差，因此使用 $[Co(H_2O)_6]^{3+}$ 溶液时，应临时配制，D 正确。

突破点 9　新型电池复杂情境（电极判断）

1. **C**

思路导引　根据题图，原电池甲室中的 NO_3^- 得电子发生还原反应转化为 N_2，碳电极作正极。

电极	电极反应式
碳电极(正极)	$2NO_3^-+12H^++10e^-=N_2\uparrow+6H_2O$(C 正确)
铁电极(负极)	$Fe-2e^-=Fe^{2+}$

【解析】碳电极作正极，铁电极作负极，碳电极电势高于铁电极，A 错误；正极反应式为 $2NO_3^-+12H^++10e^-=N_2\uparrow+6H_2O$，转移 10 mol e^- 时，有 10 mol H^+ 通过质子交换膜进入甲室，但反应消耗 12 mol H^+，甲室溶液 pH 增大，乙室中铁失电子生成 Fe^{2+}，Fe^{2+} 再与 NH_4^+ 生成 Fe 和 N_2，反应的离子方程式为 $3Fe^{2+}+2NH_4^+=3Fe+N_2\uparrow+8H^+$，转移 6 mol e^- 时，有 6 mol H^+ 通过质子交换膜进入甲室，但反应生成 8 mol H^+，乙室溶液 pH 减小，B 错误；根据得失电子守恒可知关系式为 $NO_3^-\sim5e^-$，通过质子交换膜的 H^+ 与转移的电子的物质的量相等，处理 12.4 g NO_3^-(其物质的量是 0.2 mol)时，有 1 mol H^+ 通过质子交换膜，D 错误。



30 s 速解　天津大学——朱明赫

电化学中的电势高低为“正阳高”(谐音蒸羊羔)，即原电池的正极、电解池的阳极电势较高。

2. **D**

思路导引

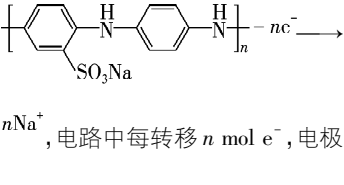
分析	电极	电极反应式
M极上由$C_6H_{12}O_6$生成CO_2，发生氧化反应，M是负极	M极（负极）	$C_6H_{12}O_6-24e^-+6H_2O=6CO_2\uparrow+24H^+$（D正确）
	N极（正极）	$[Fe(CN)_6]^{3-}+e^-=[Fe(CN)_6]^{4-}$

【解析】M极为原电池负极，负极电势低于正极（N极）电势，A错误；温度过高时微生物容易失去活性，影响电池工作效率，B错误；未指明CO_2所处的温度和压强，不能利用标准状况下气体摩尔体积计算其物质的量，C错误。

常考点

3. **AB** 【解析】电极Ⅰ上氢气被氧化生成H^+，故电极Ⅰ为负极，A错误；由催化机理及质子交换膜可推断电解质溶液呈酸性，由于总反应为$2H_2+O_2=2H_2O$，产生水，相当于稀释电解质溶液，故电解质溶液的pH发生变化，B错误；根据O_2获得第一个电子的过程最慢可知，①过程的活化能最高，C正确；消耗1 mol H_2转移2 mol电子，消耗1 mol O_2转移4 mol电子，结合正极转移电子数等于负极转移电子数，可知相同时间内负极的催化循环完成次数正好是正极的2倍，D正确。

4. **C** 【解析】原电池中“正正负负”，即阳离子移向正极、阴离子移向负极，电解池中“阴阳相吸”，即阳离子移向阴极、阴离子移向阳极。锂离子电池放电时为原电池，由总反应知，嵌锂石墨为负极，$LiCoO_2$为正极，放电时Li^+由负极（嵌锂石墨）移向正极（$LiCoO_2$），充电时为电解池，Li^+由阳极（$LiCoO_2$）移向阴极（嵌锂石墨），故图示中处于放电状态，A错误；由分析可知，放电时嵌锂石墨作负极，B错误；充电时，阴极发生还原反应，C_y得电子结合Li^+生成Li_xC_y，电极反应为$C_y+xLi^++xe^-=Li_xC_y$，C正确；充电时，阳极反应为$LiCoO_2-xe^-=Li_{1-x}CoO_2+xLi^+$，Co元素失去电子的数目与脱出的$Li^+$数目相等，D错误。

5. **BC** 【解析】充电时，电极A接电源正极，是阳极，电极B接电源负极，是阴极；放电时，电极A为正极，电极B为负极。放电时，电极B的电极反应为$Na_xC_y-xe^-=C_y+xNa^+$，Na^+脱离电极B，电极B质量减小，A正确。充电时，电极A（阳极）上发生反应，电路中每转移n mol e^-，电极A释放n mol Na^+，质量减少$23n$ g，同时有n mol Na^+嵌入电极B（阴极），电极B质量增加$23n$ g，当转移2 mol电子时，电极A质量减少2 mol×23 g·mol^{-1}=46 g，电极B质量增加46 g，两电极质量变化相差92 g，B错误、D正确。充电时，Na^+从电极A（阳极）通过隔膜移向电极B（阴极），所以隔膜为阳离子交换膜，C错误。

6. **BD**

思路导引 根据工作原理示意图可知，K与位置2连接，构成原电池，锌电极为负极，负极反应式为$Zn-2e^-+2OH^-=ZnO+H_2O$；通入空气的电极为正极，正极反应式为$O_2+4e^-+2H_2O=4OH^-$；K与位置1连接，构成电解池，阴极发生反应$ZnO+H_2O+2e^-=Zn+2OH^-$、阳极发生反应$HOCH_2CH_2OH+5OH^--4e^-=HOCH_2COO^-+4H_2O$（C正确）。

【解析】根据分析，放电时总反应为 $2Zn+O_2=\!=\!=2ZnO$，A 正确；锌电极为负极，原电池中阴离子向负极移动，所以该电池中阴离子向左移动，B 错误；结合原电池与电解池的电极反应及电极电势图可知，该电池的理论充电电压为 0.623 V，理论放电电压为 1.653 V，D 错误。

7. C

思路导引 放电时为原电池，阳离子向正极迁移，图中 K^+ 从左侧 K_xPTCDI 电极移向右侧 $K_yFe_2(CN)_6$ 电极，因此，负极（左）：K_xPTCDI 失电子，脱嵌 K^+，电极反应为 $K_xPTCDI-xe^-=\!=\!=PTCDI+xK^+$（A、B 错误）；正极（右）：$K_yFe_2(CN)_6$ 得电子，嵌入 K^+，Fe^{3+} 被还原为 Fe^{2+}；充电是放电逆过程：左侧电极变阴极、右侧电极变阳极。

【解析】结合右侧电极材料的 $\frac{1}{8}$ 晶胞结构，利用均摊法可知，一个晶胞中含有 $8\times\frac{1}{8}\times8=8$ 个 Fe^{2+} 或 Fe^{3+}，$12\times\frac{1}{4}\times8=24$ 个 CN^-，结合 $K_yFe_2(CN)_6$ 的化学式可知，一个晶胞中含有 4 个“$K_yFe_2(CN)_6$”，当 K^+ 嵌入率为 25% 时，一个晶胞中会嵌入 2 个 K^+，则化学式应为 $K_{0.5}Fe_2(CN)_6$，设 $K_{0.5}Fe_2(CN)_6$ 中有 a 个 Fe^{2+} 和 b 个 Fe^{3+}，则 $a+b=2$，晶体整体呈电中性：$0.5+2a+3b-6=0$；联立可得 $a=0.5$，$b=1.5$，故 $n(Fe^{2+}):n(Fe^{3+})=0.5:1.5=1:3$，C 正确；结合 C 项分析，$K^+$ 嵌入率为 80% 时晶体化学式为 $K_{1.6}Fe_2(CN)_6$，K^+ 嵌入率为 30% 时晶体化学式为 $K_{0.6}Fe_2(CN)_6$，但题干未给出电极材料［$K_yFe_2(CN)_6$］的物质的量，无法计算脱出的 K^+ 的物质的量，因此不能判断转移电子数，D 错误。

突破点 10　电解原理应用（究原理）

1. D 【解析】石墨电极：$Br^-\rightarrow HBrO$，Br 元素化合价升高，则石墨电极为阳极，电极反应为 $Br^-+H_2O-2e^-=\!=\!=HBrO+H^+$，A 正确；乙烯中含碳碳双键，和 HBrO（H—O—Br）发生加成反应生成 $BrCH_2CH_2OH$，B 正确；总反应为乙烯和水电解合成 1,4-丁二醇，结合质量守恒，反应还生成氢气，C 正确；结合阳极反应，每转化 1 mol Br^- 时，电路中转移 2 mol 电子，结合总反应可知铜电极同时发生 $2H^++2e^-=\!=\!=H_2\uparrow$、$2CH_2BrCH_2OH+2e^-=\!=\!=HO(CH_2)_4OH+2Br^-$ 两个电极反应，铜电极上生成标准状况下 H_2 13.44 L（即 0.6 mol）转移 1.2 mol 电子，则生成 1,4-丁二醇转移 0.8 mol 电子，即生成 0.4 mol 1,4-丁二醇，D 错误。

2. C

思路导引 如图甲所示，电极Ⅰ连接电源负极，则为阴极，阴极室进入含少量 NaOH 的水，发生电极反应 $2H_2O+2e^-=\!=\!=H_2\uparrow+2OH^-$，同时 Na^+ 从右室移向左室平衡电荷，左室得到浓度更高的 NaOH 溶液，电极Ⅱ连接电源正极，则为阳极，通入饱和食盐水，Cl^- 失电子被氧化生成 Cl_2，电极反应为 $2Cl^--2e^-=\!=\!=Cl_2\uparrow$，同时存在副反应 $2H_2O-4e^-=\!=\!=O_2\uparrow+4H^+$。

【解析】电解目的是在阴极制 NaOH，阳极制 Cl_2，需要阳极室的 Na^+ 迁移到阴极室，同时防止阴极室的 OH^- 进入阳极室与生成的 Cl_2 反应，因此应使用阳离子交换膜，A 正确。根据图乙机理，生成 O_2 的过程中，Pt−O* 先生成、后消耗，属于生成 O_2 的中间体；生成 Cl_2 的过程中，Pt−O* 先消耗、后生成，属于生成 Cl_2 的催化剂，B 正确。生成 1 mol H_2 时电路中转移 2 mol 电子，而阳极除了生成 Cl_2 外，还有 O_2 生成，故生成 Cl_2 的物质的量少于 1 mol，C 错误。左室原料是 H_2O，其导电性弱，加入少量 NaOH 可电离出自由移动的离子，增强溶液导电性，保证电解顺利进行，D 正确。

1 min 速解 西安交通大学——王紫蓬

催化机理图中催化剂与初始反应物同进、又与最终产物同出，中间体先生成后消耗，左侧环中 $Pt-O^*$ 先生成后消耗，为中间体，右侧环中 $Pt-O^*$ 与初始反应物 Cl^- 同进，与最终产物 Cl_2 同出，为催化剂，B 正确。

3. BD

思路导引 废水回收钠的工作原理为第一步接通电源 1，

电极	电极反应式
惰性电极 1 上发生氧化反应，为阳极	$2H_2O-4e^-=\!=\!=O_2\uparrow+4H^+$
辅助电极为阴极	$Na_{1-x}MO_2+xNa^++xe^-=\!=\!=NaMO_2$

Na_2SO_4 稀溶液中钠离子通过阳离子交换膜进入中间室；第二步关闭电源 1，接通电源 2，

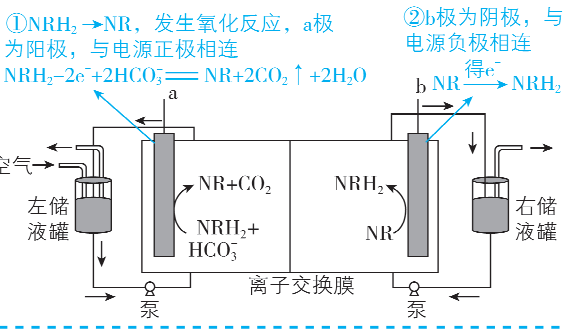
电极	电极反应式
辅助电极为阳极	$NaMO_2-xe^-=\!=\!=Na_{1-x}MO_2+xNa^+$（C 正确）
惰性电极 2 为阴极	$O_2+4e^-+2H_2O=\!=\!=4OH^-$

Na^+ 通过阳离子交换膜由中间室进入产品室，使废水中的 Na^+ 最终以 NaOH 的形式被回收。

【解析】根据分析可知，交换膜 a、b 应选用阳离子交换膜，A 正确；吸附 Na^+ 时，应接通电源 1，$Na_{1-x}MO_2$ 在阴极得到电子发生还原反应并结合 Na^+ 生成 $NaMO_2$，B 错误；由分析可知，生成 8 g（即 0.2 mol）NaOH 时转移 0.2 mol 电子，惰性电极 1 上发生反应 $2H_2O-4e^-=\!=\!=O_2\uparrow+4H^+$，根据得失电子守恒，生成 O_2 的物质的量为 0.05 mol，标准状况下体积为 0.05 mol×22.4 L·mol^{-1} = 1.12 L，D 错误。

4. D

题图解读



【解析】a 极是阳极，应接原电池的正极，锌铜原电池中 Zn 是负极，A 错误；b 极为阴极，NR 在阴极得到电子发生还原反应生成 NRH_2，电极反应式为 $NR+2H_2O+2e^-=\!=\!=NRH_2+2OH^-$，B 错误；由 b 极反应式可知，b 极溶液中 OH^- 浓度增大，要保持溶液中电荷守恒，需要将 a 极区的阳离子转移到 b 极区，则装置中离子交换膜为阳离子交换膜，C 错误；由 a 极反应式可知，反应需要 HCO_3^-，则左储液罐发生反应的离子方程式为 $CO_2+OH^-=\!=\!=HCO_3^-$，D 正确。

5. D

思路导引 结合题干信息可知，左侧为原电池，右侧为电解池。Zn 失电子发生氧化反应，因此 Zn 电极（b）为负极，a 为正极；电解池中，阳极接原电池正极，发生氧化反应，阴极接原电池负极，发生还原反应，因此 d 为阳极，c 为阴极（B 错误）。

【解析】双极膜解离的 H^+ 向原电池正极（a 极）迁移，OH^- 向原电池负极（b 极）迁移，因此膜 n 允许 OH^- 通过，为阴离子

交换膜，A 错误；由关系式：$-CH_2OH \sim -COOH \sim 4e^-$，$-CHO \sim -COOH \sim 2e^-$，可知生成 1 mol 2,5-呋喃二甲酸共转移 6 mol e^-，正极反应式为 $NO_3^- + 8e^- + 10H^+ = NH_4^+ + 3H_2O$，生成 0.3 mol NH_4^+ 时，转移 2.4 mol 电子，因此理论上生成 2,5-呋喃二甲酸的物质的量为 $\frac{2.4\ mol}{6} = 0.4\ mol$，C 错误；电路中转移 1 mol 电子时，1 mol H_2O 解离生成 1 mol H^+ 和 1 mol OH^-，负极反应式为 $Zn - 2e^- + 4OH^- = [Zn(OH)_4]^{2-}$，转移 1 mol 电子时，有 0.5 mol Zn 进入溶液（质量为 0.5×65 g=32.5 g），同时双极膜解离的 1 mol OH^-（17 g）也进入负极区，因此负极区溶液总质量增加（32.5+17）g=49.5 g，D 正确。

6. **AC**

思路导引 由装置图可知 b 电极上发生反应：$Cu + 4CH_3CN - e^- = [Cu(CH_3CN)_4]^+$，Cu 作负极（A 错误），a 电极为正极，正极发生反应：$Cu^{2+} + 4CH_3CN + e^- = [Cu(CH_3CN)_4]^+$，则 c 电极为阴极，d 电极为阳极，据此分析解答。

【解析】由以上分析可知甲池负极（b 极）生成阳离子 $[Cu(CH_3CN)_4]^+$，正极（a 极）也生成阳离子 $[Cu(CH_3CN)_4]^+$，阳离子 $[Cu(CH_3CN)_4]^+$ 从正极流出进行热解，故其需从负极区移向正极区，隔膜为阳离子交换膜，B 正确；乙池 c 极为阴极，CO_2 被还原为 CO，C 元素从+4 价降为+2 价，得 $2e^-$，结合 $KHCO_3$ 溶液环境，电极反应式为 $3CO_2 + 2e^- + H_2O = CO + 2HCO_3^-$，C 错误；d 极为阳极，$O_2 \sim 4e^-$，标准状况下生成 1.12 L（0.05 mol）O_2，电路中转移 0.2 mol e^-，甲池 b 极（负极）反应为 $Cu - e^- + 4CH_3CN = [Cu(CH_3CN)_4]^+$，每转移 1 mol e^- 消耗 1 mol Cu，0.2 mol e^- 对应 0.2 mol Cu，则理论上 b 电极质量减少 0.2 mol×64 g·mol^{-1}=12.8 g，D 正确。

突破点 11　坡式梯式反应历程（析能垒变化）

1. **D**　**【解析】**活化能越大，反应速率越慢，步骤Ⅰ的活化能为 E_1 kJ·mol^{-1}，步骤Ⅱ的活化能为 E_3 kJ·mol^{-1}，由图可知 $E_1 > E_3$，故反应速率：步骤Ⅰ<步骤Ⅱ，A 正确；步骤Ⅰ中 CH_4 的 C—H 键断裂，H 与 MO^+ 中的 O 形成 O—H 键，涉及氢原子成键变化，步骤Ⅱ中 H 成键无变化，B 正确；CH_2D_2 中 C 连接 2 个 H 和 2 个 D，反应时断裂 1 个 C—H 或 C—D 键；断 C—H 键最终生成 HO—CHD_2，断 C—D 键最终生成 DO—CH_2D，共 2 种氘代甲醇，C 正确；ΔH=正反应活化能−逆反应活化能，ΔH（步骤Ⅰ）=（$E_1 - E_2$）kJ·mol^{-1}，ΔH（步骤Ⅱ）=（$E_3 - E_4$）kJ·mol^{-1}，由盖斯定律可得：$\Delta H = \Delta H$（步骤Ⅰ）+ΔH（步骤Ⅱ）=（$E_1 + E_3 - E_2 - E_4$）kJ·mol^{-1}，D 错误。

2. **D**　**【解析】**反应①：$2NO(g) = N_2O_2(g)$　$\Delta H_1 = +199.2$ kJ·mol^{-1}，反应②：$N_2O_2(g) + CO(g) = CO_2(g) + N_2O(g)$　$\Delta H_2 = -513.5$ kJ·mol^{-1}，反应③：$CO_2(g) + N_2O(g) + CO(g) = 2CO_2(g) + N_2(g)$　$\Delta H_3 = -360.6$ kJ·mol^{-1}，由盖斯定律可得，总反应 $2NO(g) + 2CO(g) = 2CO_2(g) + N_2(g)$ 的 $\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 = -674.9$ kJ·$mol^{-1} < 0$，正反应为放热反应，升高温度，平衡逆向移动，反应物转化率减小，A 正确、D 错误；对于反应②，$E_{a逆} = [130.0 - (-513.5)]$ kJ·mol^{-1} = 643.5 kJ·mol^{-1}，B 正确；总反应速率由活化能最大（反应速率最慢）的基元反应（即决速步）决定，反应①②③的活化能分别为 298.4 kJ·mol^{-1}、130.0 kJ·mol^{-1}、248.3 kJ·mol^{-1}，反应①活化能最大，为决速步，C 正确。

30 s 速解　南京大学——孙海钰

注意纵轴表示“相对能量”，且图中表示的是三个独立反应的相对能量变化，需要分别计算焓变结合盖斯定律才能得到总反应焓变，而 D 是直接取最后一个反应对应生成物的相对能量数值进行计算，显然错误。

3. **B**　【解析】路径 1 的最大活化能[0.76 eV-(-0.16 eV)=0.92 eV]低于路径 2 的最大活化能[0.73 eV-(-0.72 eV)=1.45 eV],反应更易发生,A 正确;路径 2 中活化能最大的步骤为 $HCOO^*+H^* \longrightarrow HCOOH^*$,B 错误;两种路径的总反应均为 $CO_2+H_2 \xlongequal{} HCOOH$,始态、终态完全相同,总反应焓变相同,C 正确;路径 2 中吸附态 $HCOOH^*$ 的能量(0.64 eV)低于路径 1 中吸附态 $HCOOH^*$ 的能量(1.05 eV),能量越低越稳定,故路径 2 的吸附态甲酸更稳定,D 正确。

4. **BC**　【解析】由题图可知,使用三种催化剂,反应历程都分 4 步进行,A 正确;关键点 在 In(101)催化反应过程中,$^*CO_2 \rightarrow {}^*OCHO \rightarrow {}^*HCOOH$ 过程涉及 π 键的断裂与形成,B 错误;HCOOH(l)所具有的能量比 CO_2(g)低,能量越低越稳定,C 错误;相同条件下,使用催化剂 In(101)时,生成 $^*OCHO$ 的活化能较低,反应速率较快,且 $^*OCHO$ 转化为 $^*HCOOH$ 的活化能较大,反应速率较慢,$^*OCHO$ 所能达到的最高浓度更大,D 正确。

5. **B**　【解析】由图可知,反应①的活化能是 79.9 kJ·mol^{-1},反应②的活化能是 88.7 kJ·mol^{-1},活化能:反应①<反应②,A 错误。加热使普通分子转化为活化分子,有效碰撞次数增加,故加热的目的是提高反应速率,B 正确。从稳定性角度看,生成的乙醇的能量更低,乙醇是优势产物;从反应速率角度看,生成乙烯的活化能更低,乙烯是优势产物,C 错误。若将溶剂乙醇换成水,主要发生的是取代反应,乙醇的比例会增加,D 错误。

6. **CD**　【解析】IL→IL-CO_2 时断裂 1 个碳氧 π 键,Int1→Int2 时断裂另一个碳氧 π 键,所以反应过程中 CO_2 两个碳氧 π 键均发生了断裂,A 错误;该反应为放热反应,反应达到平衡时,升高温度,平衡逆向移动,PC 的浓度减小,B 错误;催化剂为[Inda]时的最大活化能小于催化剂为[2-CNPyr]时的,PC 的生成速率更快,C 正确;催化剂为[2-CNPyr]时,IL-CO_2+PO→Int1 活化能最大,为决速步,D 正确。 易错点

7. **AC**　【解析】CO 转化为甲醇、甲醛的过程中,C 元素化合价降低,即发生还原反应,应发生在电解池的阴极,A 正确;决速步反应的活化能就是各基元反应最大的活化能,即 0.61 eV,B 错误;由题意知,酸性条件下 CO 得电子转化为甲醇,根据电荷守恒、原子守恒可得电极反应式,C 正确;在反应过程中,分子能量升高时需要吸收能量,但由于该反应发生在阴极,因此不会使得电路电势升高,即能量降低并不会释放电能,所以在不考虑其他能量损耗的情况下消耗电能为各反应过程中体系升高的能量之和,即 0.16 eV+0.24 eV+0.33 eV=0.73 eV,D 错误。

突破点 12　水溶液中粒子浓度关系(三守恒法与定值计算)

1. **D**　【解析】假如亚磷酸是二元强酸,0.005 mol·L^{-1} H_3PO_3 溶液的 pH=2,但亚磷酸是二元弱酸,故 pH>2,A 错误;Na_2HPO_3 是亚磷酸的正盐,HPO_3^{2-} 只发生水解,故溶液显碱性,B 错误;根据 $K_{a2}=\dfrac{c(H^+)\cdot c(HPO_3^{2-})}{c(H_2PO_3^-)}$,可得 $\dfrac{c(H_2PO_3^-)}{c(HPO_3^{2-})}=\dfrac{c(H^+)}{K_{a2}}$,加水稀释时 $c(H^+)$ 减小、K_{a2} 不变,比值减小,C 错误;亚磷酸是二元弱酸,溶液 a 中阴离子只有 OH^-、$H_2PO_3^-$、HPO_3^{2-},阳离子只有 Na^+、H^+,该式符合电荷守恒规律,D 正确。



1 min 速解　南京大学——孙海钰

对于 C,善用“越稀越电离”,加水即稀释,电离程度增大,该比值应减小。

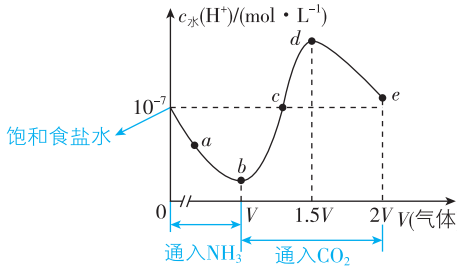
2. B 【解析】在 Na_2HPO_4 溶液中，HPO_4^{2-} 存在电离：$HPO_4^{2-} \rightleftharpoons H^+ + PO_4^{3-}$，$K_{a3}=\frac{c(H^+)\cdot c(PO_4^{3-})}{c(HPO_4^{2-})}$，存在水解：$HPO_4^{2-}+H_2O \rightleftharpoons H_2PO_4^- + OH^-$ $K_h(HPO_4^{2-})=\frac{K_w}{K_{a2}}=\frac{10^{-14}}{6\times10^{-8}}=\frac{1}{6}\times10^{-6}>K_{a3}$，$HPO_4^{2-}$ 的水解程度远大于电离程度，则溶液中 $c(OH^-)\approx c(H_2PO_4^-)$，由于水解本身也是微弱的，溶液中的 $c(HPO_4^{2-})\approx 1\ mol\cdot L^{-1}$，则 $c(OH^-)\approx\sqrt{K_h(HPO_4^{2-})\times1}=\sqrt{\frac{1}{6}\times10^{-6}}\ mol\cdot L^{-1}$，$pOH=-\lg c(OH^-)\approx-\lg\sqrt{\frac{1}{6}\times10^{-6}}\approx3.39$，$pH\approx14-3.39=10.61$，A 错误；$n(NaOH)=5\ mmol$，$n(H_3PO_4)=3\ mmol$，反应后得到含 1 mmol NaH_2PO_4 和 2 mmol Na_2HPO_4 的混合溶液，则 $2c(H_2PO_4^-)\approx c(HPO_4^{2-})$，则 $c(H^+)=\frac{K_{a2}\times c(H_2PO_4^-)}{c(HPO_4^{2-})}\approx\frac{K_{a2}}{2}=3\times10^{-8}\ mol\cdot L^{-1}$，$pH=-\lg c(H^+)=-\lg(3\times10^{-8})=8-\lg3\approx7.52$，B 正确；$K_h(H_2PO_4^-)=\frac{K_w}{K_{a1}}=\frac{10^{-14}}{7\times10^{-3}}=\frac{1}{7}\times10^{-11}<K_{a2}$，$H_2PO_4^-$ 电离程度大于水解程度，NaH_2PO_4 溶液显酸性，水的电离被抑制，由 A 项分析知 HPO_4^{2-} 水解程度大于电离程度，Na_2HPO_4 溶液显碱性，水的电离被促进，故水电离出的 $c(H^+)$：前者小于后者，C 错误；H_3PO_4 以第一步电离为主，$c(H^+)\approx c(H_2PO_4^-)=\sqrt{K_{a1}\times c(H_3PO_4)}=\sqrt{7\times10^{-3}\times\frac{10}{2}}\ mol\cdot L^{-1}=\sqrt{35\times10^{-3}}\ mol\cdot L^{-1}\approx0.187\ mol\cdot L^{-1}$，对于 H_3PO_4 的第二步电离 $c(HPO_4^{2-})=\frac{c(H_2PO_4^-)\cdot K_{a2}}{c(H^+)}\approx6\times10^{-8}\ mol\cdot L^{-1}$，第三步电离时 $c(PO_4^{3-})=\frac{K_{a3}\times c(HPO_4^{2-})}{c(H^+)}=\frac{5\times10^{-13}\times6\times10^{-8}}{0.187}\ mol\cdot L^{-1}\approx1.6\times10^{-19}\ mol\cdot L^{-1}$，$Q=c^3(Ca^{2+})\cdot c^2(PO_4^{3-})\approx\left(\frac{2}{2}\right)^3\times(1.6\times10^{-19})^2=2.56\times10^{-38}<K_{sp}$，无沉淀生成，D 错误。

关键点

3. D 【解析】H_2SO_3 溶液中存在电荷守恒：$c(H^+)=c(OH^-)+c(HSO_3^-)+2c(SO_3^{2-})$，0.4 $mol\cdot L^{-1}$ 新制 H_2SO_3 溶液 pH 约为 1，$K_{a1}\cdot K_{a2}=\frac{c^2(H^+)c(SO_3^{2-})}{c(H_2SO_3)}=8.4\times10^{-10}$，$c(H^+)\approx10^{-1}\ mol\cdot L^{-1}$，则 $\frac{2c(SO_3^{2-})}{c(H_2SO_3)}=1.68\times10^{-7}<1$，即 $2c(SO_3^{2-})<c(H_2SO_3)$，则 $c(H^+)<c(OH^-)+c(HSO_3^-)+c(H_2SO_3)$，A 错误；等体积混合后 $c(H_2SO_3)=0.2\ mol\cdot L^{-1}$，$c(Ba^{2+})=0.2\ mol\cdot L^{-1}$，根据 $K_{a1}\cdot K_{a2}=\frac{c^2(H^+)c(SO_3^{2-})}{c(H_2SO_3)}$，结合实验 1 0.4 $mol\cdot L^{-1}$ H_2SO_3 的 $pH\approx1$ 及弱酸稀释规律可知 0.2 $mol\cdot L^{-1}$ H_2SO_3 溶液 pH 近似为 1，可计算得混合后 $c(SO_3^{2-})\approx1.68\times10^{-8}\ mol\cdot L^{-1}$，$Q=c(Ba^{2+})\cdot c(SO_3^{2-})=3.36\times10^{-9}>K_{sp}(BaSO_3)$，能生成沉淀，B 错误；$K_h(HSO_3^-)=\frac{K_w}{K_{a1}}\approx7.1\times10^{-13}$，故 HSO_3^- 的电离程度大于水解程度，$NaHSO_3$ 溶液呈酸性，$pH<7$，C 错误；$pH=8$ 时 $c(H^+)=10^{-8}\ mol\cdot L^{-1}$，$K_{a2}=\frac{c(H^+)\cdot c(SO_3^{2-})}{c(HSO_3^-)}$，则 $\frac{c(SO_3^{2-})}{c(HSO_3^-)}=6$，即 $c(HSO_3^-)=\frac{1}{6}c(SO_3^{2-})$，代入电荷守恒式 $c(Na^+)+c(H^+)=2c(SO_3^{2-})+c(HSO_3^-)+c(OH^-)$，可得 $c(Na^+)+c(H^+)=\frac{13}{6}c(SO_3^{2-})+c(OH^-)<3c(SO_3^{2-})+c(OH^-)$，D 正确。

4. **CD**

题图解读 结合侯氏制碱法原理可知 $V(NH_3)$ 与 $V(CO_2)$ 以 1∶1 参与反应时，$NaHCO_3$ 产量最大。



①$V(NH_3)=0$ 时，溶液为饱和食盐水，$c_{水}(H^+)=10^{-7}\ mol\cdot L^{-1}$；

②开始通入 NH_3 至 b 点，当 $V(NH_3)=V$ 时，溶液中溶质：NaCl、$NH_3\cdot H_2O$，抑制 H_2O 电离，$c_{水}(H^+)<10^{-7}\ mol\cdot L^{-1}$，$b$ 点时溶液中 NH_3 饱和；

③$b\rightarrow d$，随着 CO_2 的通入，CO_2 与 $NH_3\cdot H_2O$ 反应，H_2O 的电离程度增大，d 点达到最大，此时 $V(NH_3)=2V(CO_2)$，恰好生成 $(NH_4)_2CO_3$；

④$d\rightarrow e$，继续通入 CO_2，CO_2 与 $(NH_4)_2CO_3$ 溶液反应，H_2O 的电离程度减小，CO_3^{2-} 逐步转化为 HCO_3^-；

⑤e 点时，$V(NH_3)=V(CO_2)$，恰好生成 NH_4HCO_3。

【解析】由题图可知，b 点的 $c_{水}(H^+)$ 小于 c 点的 $c_{水}(H^+)$，说明 b 点水的电离程度小于 c 点，A 错误；d 点通入气体总体积为 $1.5V$，其中 NH_3 体积为 V，CO_2 体积为 $0.5V$，由原子守恒可知 $n(N)∶n(C)=2∶1$，根据物料守恒得：$c(NH_4^+)+c(NH_3\cdot H_2O)=2[c(HCO_3^-)+c(CO_3^{2-})+c(H_2CO_3)]$，B 错误；$c$ 点溶质成分为 $(NH_4)_2CO_3$、$NH_3\cdot H_2O$ 和 NaCl，$(NH_4)_2CO_3$ 促进 H_2O 电离，$NH_3\cdot H_2O$ 抑制 H_2O 电离，促进与抑制程度相当，所以 c 点 $c_{水}(H^+)=10^{-7}\ mol\cdot L^{-1}$，室温下溶液呈碱性，即 $c(H^+)<c(OH^-)$，溶液中存在电荷守恒：$c(NH_4^+)+c(Na^+)+c(H^+)=c(HCO_3^-)+2c(CO_3^{2-})+c(Cl^-)+c(OH^-)$，则 $c(NH_4^+)+c(Na^+)>c(HCO_3^-)+2c(CO_3^{2-})+c(Cl^-)$，此时未析出 $NaHCO_3$，故 $c(Na^+)=c(Cl^-)$，$c(NH_4^+)>c(HCO_3^-)+2c(CO_3^{2-})$，C 正确；由 d 点到 e 点继续通入 CO_2，溶液中 $c(H^+)$ 增大，故 $\dfrac{c(CO_3^{2-})}{c(HCO_3^-)}=\dfrac{K_{a2}(H_2CO_3)}{c(H^+)}$ 应逐渐减小，D 正确。

5. **BC** **【解析】**结合题图可知，氨水吸收 SO_2 生成 $(NH_4)_2SO_3$ 溶液，$(NH_4)_2SO_3$ 溶液吸收 NO_2，将 NO_2 还原为 N_2，自身被氧化为 SO_4^{2-}，最终生成铵盐溶液。反应 $2NH_3\cdot H_2O+H_2SO_3\rightleftharpoons 2NH_4^++SO_3^{2-}+2H_2O$ 的平衡常数可表示为 $K=\dfrac{c^2(NH_4^+)c(SO_3^{2-})}{c^2(NH_3\cdot H_2O)c(H_2SO_3)}=\dfrac{c^2(NH_4^+)c^2(OH^-)}{c^2(NH_3\cdot H_2O)}\times\dfrac{c^2(H^+)c(SO_3^{2-})}{c(H_2SO_3)}\times\dfrac{1}{c^2(H^+)\cdot c^2(OH^-)}=\dfrac{K_b^2(NH_3\cdot H_2O)\times K_{a1}(H_2SO_3)\times K_{a2}(H_2SO_3)}{K_w^2}=\dfrac{(2\times10^{-5})^2\times1\times10^{-2}\times6\times10^{-8}}{(1\times10^{-14})^2}=2.4\times10^9$，A 正确；在 $(NH_4)_2SO_3$ 溶液中，存在质子守恒关系：$c(H^+)+c(HSO_3^-)+2c(H_2SO_3)=c(OH^-)+c(NH_3\cdot H_2O)$，B 错误；氨水中通入 SO_2 至 pH=7，此时 $c(H^+)=c(OH^-)$，溶液中存在电荷守恒：$c(NH_4^+)+c(H^+)=2c(SO_3^{2-})+c(HSO_3^-)+c(OH^-)$，则 $c(NH_4^+)=2c(SO_3^{2-})+c(HSO_3^-)$，$c(SO_3^{2-})+c(HSO_3^-)<c(NH_4^+)$，C 错误；$(NH_4)_2SO_3$ 溶液吸收 NO_2 时 NO_2 中 N 从+4→0，SO_3^{2-} 中 S 从+4→+6，根据得失电子守恒、电荷守恒、原子守恒配平方程式，D 正确。

关键点

6. **BC** 【解析】反应 $2HCO_3^- \rightleftharpoons CO_3^{2-}+H_2CO_3$ 的平衡常数 $K=\frac{c(H_2CO_3)\cdot c(CO_3^{2-})}{c^2(HCO_3^-)}=\frac{K_{a2}}{K_{a1}}=\frac{4.7\times10^{-11}}{4.5\times10^{-7}}\approx1.04\times10^{-4}$，数量级为 10^{-4}，A 正确；pH=10 时 $c(OH^-)=10^{-4}$ mol·L^{-1}，$Q=c(Mg^{2+})\cdot c^2(OH^-)=10^{-5}\times(10^{-4})^2=10^{-13}<K_{sp}[Mg(OH)_2]=5.61\times10^{-12}$，没有 $Mg(OH)_2$ 沉淀生成，B 不正确；pH=9 时，$c(H^+)=10^{-9}$ mol·L^{-1}，平衡时 CO_3^{2-} 物质的量分数 $=\frac{K_{a1}\cdot K_{a2}}{c^2(H^+)+c(H^+)\cdot K_{a1}+K_{a1}\cdot K_{a2}}$，代入计算可得 CO_3^{2-} 物质的量分数约为 0.045，$c(CO_3^{2-})\approx4.5\times10^{-3}$ mol·L^{-1}，$Q=c(Mg^{2+})\cdot c(CO_3^{2-})=10^{-2}\times4.5\times10^{-3}=4.5\times10^{-5}>K_{sp}(MgCO_3)=6.82\times10^{-6}$，有 $MgCO_3$ 沉淀生成，部分含碳微粒进入沉淀，因此溶液中 $c(CO_3^{2-})+c(HCO_3^-)+c(H_2CO_3)<0.1$ mol·L^{-1}，C 不正确；结合 $K_{sp}(MgCO_3)>K_{sp}[Mg(OH)_2]$ 可知反应 $MgCO_3+2OH^- \rightleftharpoons Mg(OH)_2+CO_3^{2-}$ 的 $K=\frac{c(CO_3^{2-})}{c^2(OH^-)}=\frac{K_{sp}(MgCO_3)}{K_{sp}[Mg(OH)_2]}\approx1.22\times10^6$，所以 pH 较高时 OH^- 浓度大，$MgCO_3$ 易转化为 $Mg(OH)_2$，pH 较低时即 $c(H^+)$ 大，消耗 OH^-，平衡逆向移动，$Mg(OH)_2$ 转化为 $MgCO_3$，调节 pH 可实现二者相互转化，D 正确。

7. **C**

思路导引 Cl_2 与 NaOH 溶液反应制取 NaClO，向所得溶液中加入尿素，发生反应：$CO(NH_2)_2+2NaOH+NaClO \xlongequal{} Na_2CO_3+N_2H_4\cdot H_2O+NaCl$，制取水合肼（$N_2H_4\cdot H_2O$），经过系列操作后得到 Na_2CO_3 溶液，向其中通入 SO_2，得到 Na_2SO_3 溶液。

【解析】步骤Ⅰ中当 Cl_2 与 NaOH 恰好完全反应时发生反应 $Cl_2+2NaOH \xlongequal{} NaCl+NaClO+H_2O$，若该步骤无副反应发生，则根据钠元素和氯元素守恒，存在 $c(Na^+)=c(Cl^-)+c(ClO^-)+c(HClO)$，但流程明确指出 NaOH 过量，则存在 $c(Na^+)>c(Cl^-)+c(ClO^-)+c(HClO)$，A 错误；步骤Ⅱ为 NaClO 和 $CO(NH_2)_2$ 反应生成 $N_2H_4\cdot H_2O$，该反应的离子方程式为 $CO(NH_2)_2+ClO^-+2OH^- \xlongequal{} N_2H_4\cdot H_2O+Cl^-+CO_3^{2-}$，该反应在碱性条件下进行（NaClO 溶液呈碱性且步骤Ⅰ中过量 NaOH 会进入步骤Ⅱ，$N_2H_4\cdot H_2O$ 是二元弱碱），不可能生成 H^+，B 错误；由题干信息可知：$N_2H_4\cdot H_2O$ 是二元弱碱，结合选项不等式可知，$\frac{c(N_2H_6^{2+})c(OH^-)c(OH^-)}{c(N_2H_4\cdot H_2O)c(H^+)c(OH^-)}=\frac{K_{b1}K_{b2}}{K_w}=\frac{9.55\times10^{-7}\times1.26\times10^{-15}}{10^{-14}}<1$，则 $c(N_2H_6^{2+})\cdot c(OH^-)<c(H^+)\cdot c(N_2H_4\cdot H_2O)$，C 正确；由题干信息可知酸性强弱顺序：$H_2SO_3>H_2CO_3>HSO_3^->HCO_3^-$，则 SO_2 通入 Na_2CO_3 溶液中，先发生反应：①$SO_2+2CO_3^{2-}+H_2O \xlongequal{} 2HCO_3^-+SO_3^{2-}$，然后发生反应：②$HCO_3^-+SO_2+H_2O \xlongequal{} H_2O+CO_2+HSO_3^-$、③$SO_3^{2-}+H_2O+SO_2 \xlongequal{} 2HSO_3^-$，则曲线①代表 CO_3^{2-}（浓度不断减小），曲线②、③可结合反应①中 HCO_3^-、SO_3^{2-} 的化学计量数判断，曲线②代表 HCO_3^-（先升后降），曲线③代表 SO_3^{2-}（先升后降），曲线④代表 HSO_3^-（持续增大，直至饱和），D 错误。

突破点 13　水溶液数形结合（抓交点拐点）

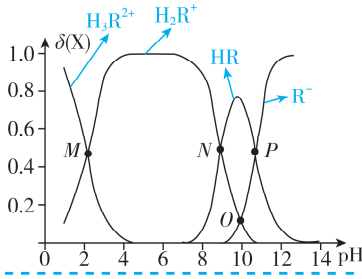
1. **C**

思路导引 盐酸的酸性强于 CH_3COOH，用浓度为 0.020 0 mol·L^{-1} 的 NaOH 标准溶液滴定浓度均为 0.020 0 mol·L^{-1} 的 HCl 和 CH_3COOH 的混合溶液，氢氧化钠先和盐酸反应，$\eta=1.00$ 时盐酸恰好被反应完，此时溶质为 0.010 0 mol·L^{-1} 的 CH_3COOH 和 0.010 0 mol·L^{-1} 的 NaCl 的混合溶液。

【解析】结合分析可知，$\eta=1.00$ 时 a 点为 0.010 0 mol·L^{-1} 的 CH_3COOH 和 0.010 0 mol·L^{-1} 的 NaCl 的混合溶液，pH=3.38，$K_a(CH_3COOH)=\dfrac{c(H^+)\cdot c(CH_3COO^-)}{c(CH_3COOH)}\approx\dfrac{10^{-3.38}\times10^{-3.38}}{0.01}=10^{-4.76}$，故 $K_a(CH_3COOH)$ 的数量级为 10^{-5}，A 错误；a 点溶液为等浓度的 NaCl 和 CH_3COOH 混合溶液，CH_3COOH 的浓度约为 0.01 mol·L^{-1}，CH_3COO^- 的浓度约为 $10^{-3.38}$ mol·L^{-1}，所以 $c(CH_3COOH)>c(CH_3COO^-)$，B 错误；点 b 溶液中含有 NaCl 及等浓度的 CH_3COOH 和 CH_3COONa，且浓度之比为 2∶1∶1，根据物料守恒有 $2c(Na^+)=3c(CH_3COO^-)+3c(CH_3COOH)$，C 正确；$a$ 点为等浓度的 NaCl、CH_3COOH 混合溶液，CH_3COOH 抑制水的电离，b 点溶液中 $c(CH_3COOH)∶c(CH_3COONa)=1∶1$，$CH_3COO^-$ 促进水的电离，则水的电离程度：$a<b$，c 点氢氧化钠与盐酸、醋酸恰好反应完全，溶质为 NaCl、CH_3COONa，溶液中 CH_3COO^- 水解促进水的电离，d 点溶质为 NaCl、CH_3COONa、NaOH，所以 c 点水的电离程度大于 a、b、d，但 b、d 两点水的电离程度无法判断大小，D 错误。

2. BC

题图解读　随 pH 增大，H_3R^{2+} 的分布系数减小、H_2R^+ 的分布系数先增大后减小、HR 的分布系数先增大后减小、R^- 的分布系数增大，如图所示：



【解析】M 点 H_3R^{2+} 和 H_2R^+ 的浓度相等，pH<7，不能由等浓度 HR 和 H_2R^+ 混合得到，A 错误；根据电荷守恒：$c(Cl^-)+c(OH^-)+c(R^-)=2c(H_3R^{2+})+c(H_2R^+)+c(Na^+)+c(H^+)$，$M$ 点：$c(H_3R^{2+})=c(H_2R^+)$，故 $c(Cl^-)+c(OH^-)+c(R^-)=3c(H_2R^+)+c(Na^+)+c(H^+)$，B 正确；$K_2=\dfrac{c(HR)\cdot c(H^+)}{c(H_2R^+)}$、$K_3=\dfrac{c(R^-)\cdot c(H^+)}{c(HR)}$，$c(H_2R^+)=\dfrac{c(HR)\cdot c(H^+)}{K_2}$，$c(R^-)=\dfrac{K_3\cdot c(HR)}{c(H^+)}$，$O$ 点时 $c(H_2R^+)=c(R^-)$，所以 $c^2(H^+)=K_2K_3$，$pH=-\dfrac{\lg K_2+\lg K_3}{2}$，C 正确；$P$ 点时 $c(R^-)=c(HR)$，滴定至 P 点，发生的反应有 $2H_3RCl_2+5NaOH=\!=\!=HR+5H_2O+4NaCl+NaR$，此时溶液呈碱性，$c(OH^-)>c(H^+)$，根据方程式可知：$c(Na^+)>c(Cl^-)>c(OH^-)>c(H^+)$，D 错误。



30 s 速解　天津大学——朱明赫

由分布系数-pH 图普遍规律可知，O 的横坐标为 N、P 两点横坐标和的一半，且 N、P（两曲线交点）横坐标值即为 $-\lg K_2$、$-\lg K_3$，C 正确。

3. C

思路导引　$\lg c(H^+)=-pH$，故 H^+ 对应斜率为 -1、y 轴截距为 0 的曲线（曲线②）；$\lg c(OH^-)=pH-14$，故 OH^- 对应斜率为 1、y 轴截距为 -14 的曲线（曲线④）；随 pH 增大，$c(CH_3COOH)$ 减小，$c(CH_3COO^-)$ 增大，故曲线①对应 $\lg c(CH_3COO^-)$ 与 pH 的关系，曲线③对应 $\lg c(CH_3COOH)$ 与 pH 的关系。

【解析】经 M 点向 pH 所在轴作垂线可知 $c(H^+)=10^{-2}$ mol·L^{-1}，则 $c(OH^-)=\frac{K_w}{c(H^+)}=10^{-12}$ mol·L^{-1}，$c(CH_3COO^-)\approx 10^{-5}$ mol·L^{-1}，故 $c(H^+)>c(OH^-)+c(CH_3COO^-)$，A 正确；$N$ 点 CH_3COOH 和 CH_3COO^- 的浓度相等，根据物料守恒，$c(CH_3COOH)+c(CH_3COO^-)=1\times10^{-2}$ mol·L^{-1}，故 $\lg c(CH_3COOH)=\lg c(CH_3COO^-)=\lg\frac{10^{-2}}{2}=-2.3$，$c(H^+)=\frac{K_a(CH_3COOH)\cdot c(CH_3COOH)}{c(CH_3COO^-)}=K_a(CH_3COOH)=10^{-4.74}$ mol·L^{-1}，pH=4.74，B 正确；$\lg c(OH^-)=pH-14$，曲线④在 y 轴上截距为−14，C 错误；O 点 CH_3COO^- 和 OH^- 浓度相等，根据 CH_3COO^- 水解平衡常数 $K_h=\frac{c(OH^-)\cdot c(CH_3COOH)}{c(CH_3COO^-)}=\frac{K_w}{K_a(CH_3COOH)}$，则有 $c(CH_3COOH)=\frac{K_w}{K_a(CH_3COOH)}=10^{-9.26}$ mol·L^{-1}，D 正确。

4. **AB** 【解析】用 NaOH 溶液滴定 HA 溶液的过程中会发生反应：NaOH+HA ═══ NaA+H_2O，HA 不断减少，NaA 不断增多，则曲线 a、b 分别表示 HA、A^- 的分布分数曲线。m 点加入 10 mL NaOH 溶液，溶液中的溶质为等物质的量的 NaA 和 HA，此时溶液 pH 小于 7，即 $c(H^+)>c(OH^-)$，说明 A^- 的水解程度小于 HA 的电离程度，则 $c(A^-)>c(Na^+)>c(HA)$，A 正确；由图可知，曲线 a、b 的交点 x 表示 HA 和 A^- 的分布分数相同，即溶液中 $c(HA)=c(A^-)$，此时 pH=5.2，$c(H^+)=10^{-5.2}$ mol·L^{-1}，则 $K_a=\frac{c(A^-)\cdot c(H^+)}{c(HA)}=c(H^+)=10^{-5.2}$，0.1 mol·$L^{-1}$ HA 溶液的 $c(H^+)\approx\sqrt{K_a\cdot c(HA)}=\sqrt{10^{-5.2}\times0.1}$ mol·$L^{-1}=10^{-3.1}$ mol·L^{-1}，则 pH 约为 3.1，B 正确；p 点加入 15 mL NaOH 溶液，存在电荷守恒：$c(Na^+)+c(H^+)=c(A^-)+c(OH^-)$，根据原子守恒，含 Na 和 A 的粒子总的浓度之比是 3∶4，故得到元素守恒：$4c(Na^+)=3c(A^-)+3c(HA)$，结合两式可得：$4c(H^+)+3c(HA)=4c(OH^-)+c(A^-)$，C 错误；$q$ 点是 NaOH 和 HA 恰好完全反应的点，此时溶液中溶质为 NaA，A^- 的水解促进水的电离，水的电离程度最大，D 错误。

5. **C** 【解析】由图中曲线Ⅰ、Ⅱ可分别计算出对应的酸的电离平衡常数，$K_Ⅰ=10^{-9.2}$、$K_Ⅱ=10^{-3.2}$，已知酸性：HA>HB，故曲线Ⅱ表示 $-\lg\frac{c(A^-)}{c(HA)}$ 随溶液 pH 的变化情况，A 正确；根据电荷守恒可知，通入 HCl 的 NaB 溶液中存在 $c(B^-)+c(Cl^-)+c(OH^-)=c(Na^+)+c(H^+)$，pH=7 时，$c(OH^-)=c(H^+)$，故 $c(B^-)+c(Cl^-)=c(Na^+)$，B 正确；“越弱越水解”，未通入 HCl 时，两溶液的 pH 相等，故 $c(NaA)>c(NaB)$，NaA 溶液中存在 $c(A^-)+c(OH^-)=c(Na^+)+c(H^+)$，NaB 溶液中存在 $c(B^-)+c(OH^-)=c(Na^+)+c(H^+)$，NaA 溶液中的 $c(Na^+)+c(H^+)$ 大于 NaB 溶液中的 $c(Na^+)+c(H^+)$，故 $c(A^-)+c(OH^-)>c(B^-)+c(OH^-)$，C 错误；由 A 项分析得出 $K_a(HA)=10^{-3.2}$，M 点时将 $c(H^+)=10^{-5}$ mol·L^{-1} 代入 $\frac{c(A^-)\cdot c(H^+)}{c(HA)}=10^{-3.2}$，可得 $\frac{c(A^-)}{c(HA)}=10^{1.8}$，$-\lg10^{1.8}=-1.8$，D 正确。

关键点

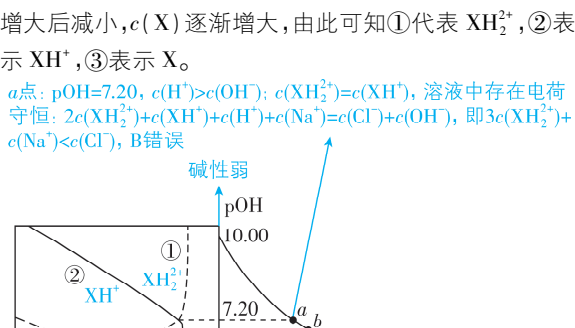
6. **BD**

思路导引 1.0 mol·L^{-1} NaHA 溶液中 $\delta(HA^-)$ 最大，则曲线 n 为 $\delta(HA^-)$ 的变化曲线，稀释过程中，随着水的加入，$c(Na^+)$ 减小，$pc(Na^+)$ 增大，因存在电离平衡 $HA^-\rightleftharpoons H^++A^{2-}$ 和水解平衡 $HA^-+H_2O\rightleftharpoons OH^-+H_2A$，$HA^-$ 的电离常数大于水解常数 $K_h=\frac{K_w}{K_{a1}}$，$\delta(A^{2-})$ 随稀释逐渐增大，故曲线 m 为 $\delta(A^{2-})$ 的变化曲线，曲线 p 为 $\delta(H_2A)$ 的变化曲线（A 正确）。

【解析】a 点，$pc(Na^+)=1.0$，则 $c(Na^+)=0.1\ mol\cdot L^{-1}$，$\delta(HA^-)=0.70$，$\delta(H_2A)=\delta(A^{2-})=0.15$，$K_{a2}=\dfrac{c(A^{2-})c(H^+)}{c(HA^-)}=10^{-4.37}$，$c(H^+)=\dfrac{0.70}{0.15}\times10^{-4.37}\ mol\cdot L^{-1}$，$pH\neq4.37$，B 错误；$b$ 点，$\delta(H_2A)=\delta(A^{2-})=0.15$，即 $c(H_2A)=c(A^{2-})$，根据物料守恒有 $c(A^{2-})+c(H_2A)+c(HA^-)=c(Na^+)$，故 $2c(H_2A)+c(HA^-)=c(Na^+)$，C 正确；c 点：$\delta(HA^-)=\delta(A^{2-})$，即 $c(HA^-)=c(A^{2-})$，根据电荷守恒有 $c(Na^+)+c(H^+)=2c(A^{2-})+c(HA^-)+c(OH^-)$，故 $c(Na^+)+c(H^+)=3c(HA^-)+c(OH^-)$，D 错误。

7. **CD**

题图解读 由于 $pOH=-\lg c(OH^-)$，因此溶液碱性越强，pOH 越小，根据 XH_2Cl_2 的起始浓度为 $0.1\ mol\cdot L^{-1}$ 可知，溶液中含 X 微粒总浓度为 $0.1\ mol\cdot L^{-1}$，因此图像左侧横坐标从左至右微粒浓度逐渐增大，X 在水中发生电离的方程式依次为 $X+H_2O\rightleftharpoons XH^++OH^-$、$XH^++H_2O\rightleftharpoons XH_2^{2+}+OH^-$，因此向 XH_2Cl_2 中加入 NaOH 固体过程中，随 NaOH 的加入，$c(XH_2^{2+})$ 逐渐减小，$c(XH^+)$ 先增大后减小，$c(X)$ 逐渐增大，由此可知①代表 XH_2^{2+}，②表示 XH^+，③表示 X。



【解析】乙二胺的第一步电离平衡为 $X+H_2O\rightleftharpoons XH^++OH^-$，$K_{b1}=\dfrac{c(XH^+)\cdot c(OH^-)}{c(X)}$，电离平衡常数只受温度的影响，利用 c 点数据进行计算，c 点时，$c(X)=c(XH^+)$，$c(OH^-)=10^{-4.10}\ mol\cdot L^{-1}$，则 $K_{b1}=c(OH^-)=10^{-4.10}$，即数量级为 10^{-5}，A 错误；根据图像可知，c 点时 $n(XH^+)=n(X)$，若 c 点时加入 NaOH 的质量为 0.08 g（即 $2\times10^{-3}\ mol$），初始 $n(XH_2^{2+})=0.02\ L\times0.1\ mol\cdot L^{-1}=0.002\ mol$，NaOH 与 XH_2^{2+} 以物质的量之比为 1∶1 反应，根据反应 $XH_2^{2+}+OH^-=\!=\!=XH^++H_2O$ 可知恰好生成 XH^+，XH^+ 存在微弱电离和水解，$n(XH^+)\neq n(X)$，矛盾，D 正确。

8. **D**

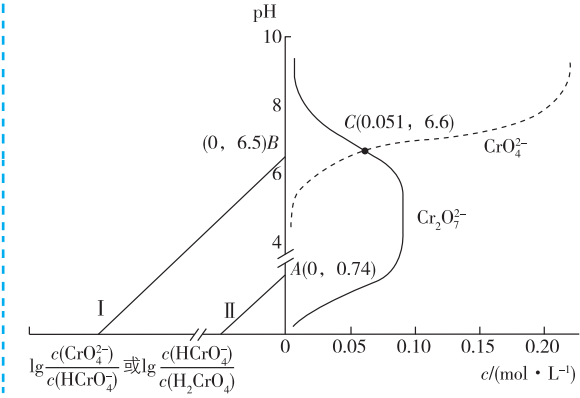
思路导引 由题意可知，因为含 A 粒子的分布系数随溶液 pH 的变化而变化，说明 HA 为弱酸，溶液中 A^- 会水解，则曲线④代表 A^- 的分布系数，曲线③代表 HA 的分布系数，随着溶液的 pH 增大，溶液中 $c(OH^-)$ 增大，使 A^- 水解平衡逆向移动，$c(A^-)$ 增大，$K_{sp}(MA_2)=c(M^{2+})c^2(A^-)$，此时该溶液体系中 $c(M^{2+})$ 减小，$pc(M^{2+})$ 增大，则曲线②代表含 MA_2 的溶液中 $pc(M^{2+})$ 的变化，曲线①代表含 MB 的溶液中 $pc(M^{2+})$ 的变化。

【解析】由分析可知，A 正确；由图可知，当 $pH=3$ 时，溶液中 $c(A^-)=c(HA)$，$c(OH^-)=\dfrac{K_w}{c(H^+)}=\dfrac{10^{-14}}{10^{-3}}\ mol\cdot L^{-1}=10^{-11}\ mol\cdot$

L^{-1}，$A^-+H_2O \rightleftharpoons HA+OH^-$ 的平衡常数 $K=\dfrac{c(HA)c(OH^-)}{c(A^-)}=c(OH^-)=10^{-11}$，B 正确；由图可知，当 pH=10 时，MB(s) 的饱和溶液中 $pc(M^{2+})=5$，则 $c(M^{2+})=10^{-5}\ mol\cdot L^{-1}$，且其不随溶液 pH 的变化而变化，说明 H_2B 为强酸，在溶液中没有 B^{2-} 的水解，则 $K_{sp}(MB)=c(M^{2+})c(B^{2-})=(10^{-5})^2=10^{-10}$，C 正确；$MA_2$ 饱和溶液中存在物料守恒：$2c(M^{2+})=c(A^-)+c(HA)$，则 $c(M^{2+})=\dfrac{1}{2}[c(A^-)+c(HA)]$，由 $K_a(HA)=\dfrac{c(H^+)c(A^-)}{c(HA)}$ 可知，$K_{sp}(MA_2)=c(M^{2+})c^2(A^-)=\dfrac{1}{2}[c(A^-)+c(HA)]c^2(A^-)=\dfrac{1}{2}c^3(A^-)+\dfrac{1}{2}c^2(A^-)c(HA)$，等式两边同时除以 $c^3(A^-)$ 可得 $\dfrac{K_{sp}(MA_2)}{c^3(A^-)}=\dfrac{1}{2}+\dfrac{1}{2}\times\dfrac{c(HA)}{c(A^-)}$（①），①式等式两边同时除以 $K_{sp}(MA_2)$ 并代入 $K_a(HA)$ 表达式，解得：$\dfrac{1}{c^3(A^-)}=\dfrac{1}{2K_{sp}(MA_2)}+\dfrac{1}{2}\times\dfrac{c(H^+)}{K_a(HA)K_{sp}(MA_2)}$，D 错误。

9. CD

题图解读



(1) A、B 两点的横坐标均为 0，说明这两点存在：$c(HCrO_4^-)=c(H_2CrO_4)$ 或 $c(CrO_4^{2-})=c(HCrO_4^-)$。$A$ 点纵坐标为 0.74，B 点纵坐标为 6.5，A 点 pH 小，则 A 点对应的 H^+ 浓度大，酸性强。

(2) 结合 K_{a1} 与 K_{a2} 的表达式，利用两者的比值确定 $\dfrac{c^2(HCrO_4^-)}{c(H_2CrO_4)\cdot c(CrO_4^{2-})}$。

(3) C 点：$c(CrO_4^{2-})=c(Cr_2O_7^{2-})=0.051\ mol\cdot L^{-1}$、$c(H^+)=10^{-6.6}\ mol\cdot L^{-1}$，则 $Cr_2O_7^{2-}+H_2O \rightleftharpoons 2CrO_4^{2-}+2H^+$ 的平衡常数 $K=\dfrac{c^2(CrO_4^{2-})\cdot c^2(H^+)}{c(Cr_2O_7^{2-})}$ 表达式中各离子浓度均已知，据此可求平衡常数 K。

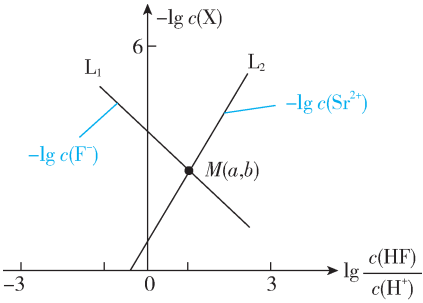
【解析】根据 $K_{a1}(H_2CrO_4)=\dfrac{c(HCrO_4^-)\cdot c(H^+)}{c(H_2CrO_4)}$、$K_{a2}(H_2CrO_4)=\dfrac{c(CrO_4^{2-})\cdot c(H^+)}{c(HCrO_4^-)}$，由于 K_{a1} 大于 K_{a2}，即 $c(HCrO_4^-)=c(H_2CrO_4)$ 时的 pH 应小于 $c(CrO_4^{2-})=c(HCrO_4^-)$ 时的 pH，由 A、B 点的坐标值可知Ⅰ为 $\lg\dfrac{c(CrO_4^{2-})}{c(HCrO_4^-)}$ 的变化曲线，Ⅱ为 $\lg\dfrac{c(HCrO_4^-)}{c(H_2CrO_4)}$ 的变化曲线，A 错误；根据 A 项分析可知，$K_{a1}(H_2CrO_4)=\dfrac{c(HCrO_4^-)\cdot c(H^+)}{c(H_2CrO_4)}=10^{-0.74}$，$K_{a2}(H_2CrO_4)=\dfrac{c(CrO_4^{2-})\cdot c(H^+)}{c(HCrO_4^-)}=10^{-6.5}$，$\dfrac{K_{a1}(H_2CrO_4)}{K_{a2}(H_2CrO_4)}=\dfrac{c^2(HCrO_4^-)}{c(H_2CrO_4)\cdot c(CrO_4^{2-})}=10^{-0.74-(-6.5)}=10^{5.76}$，B 错误；根据 B、C 点可知，B 点溶液中 $c(CrO_4^{2-})=c(HCrO_4^-)\approx c(Cr_2O_7^{2-})$，即 B 点的溶液

可看作是 K_2CrO_4、$KHCrO_4$、$K_2Cr_2O_7$ 的 1∶1∶1 混合溶液，根据物料守恒有 $4c(K^+)=5[c(CrO_4^{2-})+c(HCrO_4^-)+c(Cr_2O_7^{2-})]$，即 $c(K^+)<5c(Cr_2O_7^{2-})$，C 正确；$Cr_2O_7^{2-}+H_2O \rightleftharpoons 2CrO_4^{2-}+2H^+$ 的平衡常数 $K=\dfrac{c^2(CrO_4^{2-})\cdot c^2(H^+)}{c(Cr_2O_7^{2-})}$，由 C 点可知 $c(CrO_4^{2-})=c(Cr_2O_7^{2-})=0.051\ mol\cdot L^{-1}$、$c(H^+)=10^{-6.6}\ mol\cdot L^{-1}$，则 $K=\dfrac{c^2(CrO_4^{2-})\cdot c^2(H^+)}{c(Cr_2O_7^{2-})}=c(CrO_4^{2-})\cdot c^2(H^+)=0.051\times(10^{-6.6})^2=5.1\times10^{-15.2}$，D 正确。

突破点 14　水溶液中的复合体系（锁定粒子间关系）

1. D

题图解读　SrF_2 悬浊液存在沉淀溶解平衡：$SrF_2(s)\rightleftharpoons Sr^{2+}(aq)+2F^-(aq)$，用 HCl 调节溶液 pH，溶液中存在平衡：$H^++F^-\rightleftharpoons HF$；随着 $\lg\dfrac{c(HF)}{c(H^+)}$ 的增大，$H^++F^-\rightleftharpoons HF$ 平衡逆向移动，F^- 浓度增大，沉淀溶解平衡逆向移动，$c(Sr^{2+})$ 减小，则 $-\lg c(Sr^{2+})$ 增大（A 错误），对应曲线 L_2，则 L_1 代表 $-\lg c(F^-)$ 随着 $\lg\dfrac{c(HF)}{c(H^+)}$ 的变化曲线。



【解析】随 HCl 量的增加，平衡 $H^++F^-\rightleftharpoons HF$ 正向移动，$c(F^-)$ 减小，沉淀溶解平衡 $SrF_2(s)\rightleftharpoons Sr^{2+}(aq)+2F^-(aq)$ 正向移动，B 错误；$K_{sp}(SrF_2)=c(Sr^{2+})\cdot c^2(F^-)$，$M$ 点时 $c(F^-)=c(Sr^{2+})=\sqrt[3]{K_{sp}(SrF_2)}=10^{-2.9}\ mol\cdot L^{-1}$，$b=2.9$，C 错误；由电荷守恒得 $2c(Sr^{2+})+c(H^+)=c(Cl^-)+c(OH^-)+c(F^-)$，再根据元素守恒：$2c(Sr^{2+})=c(F^-)+c(HF)$，整理得到 $c(HF)+c(H^+)=c(Cl^-)+c(OH^-)$，当 $\lg\dfrac{c(HF)}{c(H^+)}=1$ 时，$c(HF)=10c(H^+)$，则 $11c(H^+)=c(Cl^-)+c(OH^-)$，D 正确。

2. D

思路导引　在该溶液中存在如下电离平衡：$H_2A\rightleftharpoons HA^-+H^+$　K_{a1}，$HA^-\rightleftharpoons A^{2-}+H^+$　K_{a2}，根据 $pOH=-\lg c(OH^-)$ 可知，pOH 越大，$c(OH^-)$ 越小，$c(H^+)$ 越大，上述电离程度越小，溶液中含 A 微粒的变化为 $A^{2-}\rightarrow HA^-\rightarrow H_2A$，所以曲线Ⅰ表示 A^{2-} 的物质的量分数，曲线Ⅱ表示 HA^- 的物质的量分数，曲线Ⅲ表示 H_2A 的物质的量分数，A 错误。曲线Ⅰ和曲线Ⅱ的交点处 $pOH=3.5$，即 $c(OH^-)=10^{-3.5}\ mol\cdot L^{-1}$，$c(A^{2-})=c(HA^-)$，所以 $K_{a2}=\dfrac{c(A^{2-})c(H^+)}{c(HA^-)}=c(H^+)=10^{-10.5}$，曲线Ⅱ和曲线Ⅲ的交点处 $pOH=7.5$，即 $c(OH^-)=10^{-7.5}\ mol\cdot L^{-1}$，$c(H_2A)=c(HA^-)$，所以 $K_{a1}=\dfrac{c(HA^-)c(H^+)}{c(H_2A)}=c(H^+)=10^{-6.5}$，$pM=-\lg c(M^{2+})$，pM 越大，$c(M^{2+})$ 越小，对于 $M(OH)_2$，$K_{sp}=c(M^{2+})\cdot c^2(OH^-)$，$pK_{sp}=pM+2pOH$，即 $pM=-2pOH+pK_{sp}$，Ⅳ为直线，故Ⅳ为 $M(OH)_2$ 的 pM 变化，Ⅴ为 MA 的 pM 变化。

【解析】由分析可知，HA^-的电离常数$K_{a2}=10^{-10.5}$，HA^-的水解常数$K_h=\frac{K_w}{K_{a1}}=\frac{10^{-14}}{10^{-6.5}}=10^{-7.5}>K_{a2}$，说明$HA^-$水解程度大于电离程度，水解生成的$H_2A$更多，故$c(H_2A)>c(A^{2-})$，B错误。由分析可知曲线Ⅴ为MA的pM变化，曲线Ⅴ上的点满足$c(M^{2+})\cdot c(A^{2-})=K_{sp}(MA)$，C错误。对于MA的溶解平衡，$a$点pM小于曲线Ⅴ的pM，说明$c(M^{2+})$大于平衡浓度，$Q=c(M^{2+})c(A^{2-})>K_{sp}(MA)$，能生成MA沉淀；对于$M(OH)_2$的溶解平衡，$a$点pM大于曲线Ⅳ的pM，说明$c(M^{2+})$小于平衡浓度，$Q=c(M^{2+})c^2(OH^-)<K_{sp}[M(OH)_2]$，不能生成$M(OH)_2$沉淀，D正确。

3. CD

思路导引 由题意可知，当加入少量氨水时，先发生反应①：$Ag^++NH_3\rightleftharpoons[Ag(NH_3)]^+$　$K_1=\frac{c\{[Ag(NH_3)]^+\}}{c(Ag^+)c(NH_3)}$，继续加入氨水，发生反应②：$[Ag(NH_3)]^++NH_3\rightleftharpoons[Ag(NH_3)_2]^+$　$K_2=\frac{c\{[Ag(NH_3)_2]^+\}}{c\{[Ag(NH_3)]^+\}c(NH_3)}$，反应①+②为$Ag^++2NH_3\rightleftharpoons[Ag(NH_3)_2]^+$　$K_3=\frac{c\{[Ag(NH_3)_2]^+\}}{c(Ag^+)\cdot c^2(NH_3)}=K_1\cdot K_2$，分别对平衡常数$K_1$、$K_3$表达式取对数，整理得$\lg\frac{c(Ag^+)}{c\{[Ag(NH_3)]^+\}}=-\lg c(NH_3)-\lg K_1$，$\lg\frac{c(Ag^+)}{c\{[Ag(NH_3)_2]^+\}}=-2\lg c(NH_3)-\lg K_3$，结合$L_1$、$L_2$斜率可知$L_1$表示$\lg\frac{c(Ag^+)}{c\{[Ag(NH_3)]^+\}}$随$\lg c(NH_3)$的变化关系，$L_2$表示$\lg\frac{c(Ag^+)}{c\{[Ag(NH_3)_2]^+\}}$随$\lg c(NH_3)$的变化关系。$c(Ag^+)$随着$NH_3$的增多而减少，则$c(Cl^-)$随着$NH_3$的增多而增大，故图中点$(-3.7,-6.6)$对应的曲线表示$\lg c(Ag^+)$随$\lg c(NH_3)$的变化关系，点$(-3.7,x)$对应的曲线表示$\lg c(Cl^-)$随$\lg c(NH_3)$的变化关系。

【解析】由题意可知，点$(-3.7,x)$对应的$c(Ag^+)=10^{-6.6}$ mol·L^{-1}，由$K_{sp}(AgCl)=c(Ag^+)c(Cl^-)=(10^{-4.85})^2=10^{-9.7}$得，$c(Cl^-)=\frac{K_{sp}(AgCl)}{c(Ag^+)}=\frac{10^{-9.7}}{10^{-6.6}}$ mol·$L^{-1}=10^{-3.1}$ mol·L^{-1}，则$x=-3.1$，A正确；由分析可知，B正确；由图可知，当$\lg c(NH_3)=-3.7$时，$\lg\frac{c(Ag^+)}{c\{[Ag(NH_3)_2]^+\}}=-0.4$，$c(Ag^+)=10^{-6.6}$ mol·L^{-1}，则$c\{[Ag(NH_3)_2]^+\}=10^{-6.2}$ mol·L^{-1}，则该反应的平衡常数$K=\frac{c\{[Ag(NH_3)_2]^+\}\times c(Cl^-)}{c^2(NH_3)}=\frac{10^{-6.2}\times10^{-3.1}}{(10^{-3.7})^2}=10^{-1.9}$，C错误；根据C项中反应的平衡常数表达式可知，当$c(NH_3)=100c\{[Ag(NH_3)_2]^+\}$时，$c(Cl^-)=10^{0.1}c(NH_3)$（④），根据物料守恒有$c(Ag^+)+c\{[Ag(NH_3)_2]^+\}+c\{[Ag(NH_3)]^+\}=c(Cl^-)$（⑤），由④⑤两式可得$c(Ag^+)+c\{[Ag(NH_3)_2]^+\}+c\{[Ag(NH_3)]^+\}=10^{0.1}c(NH_3)$，整理可得$(10^{0.1}-0.01)c(NH_3)=c\{[Ag(NH_3)]^+\}+c(Ag^+)$，D错误。

4. CD

思路导引 突破点1：根据反应$Ag^++Cl^-\rightleftharpoons AgCl$可知，从左往右$\lg c(Cl^-)$增大，则$\lg c(Ag^+)$减小，得线①为$\lg c(Ag^+)$随$\lg c(Cl^-)$变化情况。

突破点2：由反应$AgCl+Cl^-\rightleftharpoons[AgCl_2]^-$可得$K_2=\frac{c([AgCl_2]^-)}{c(Cl^-)}$，$\lg K_2=\lg c([AgCl_2]^-)-\lg c(Cl^-)$，$\lg c([AgCl_2]^-)=\lg c(Cl^-)+\lg K_2$，直线斜率为1；由反应$AgCl+Cl^-\rightleftharpoons$

$[AgCl_2]^-$,$[AgCl_2]^-+Cl^-\rightleftharpoons[AgCl_3]^{2-}$相加可得:$AgCl+2Cl^-\rightleftharpoons[AgCl_3]^{2-}$,有 $K=\frac{c([AgCl_3]^{2-})}{c^2(Cl^-)}$,$\lg K=\lg c([AgCl_3]^{2-})-2\lg c(Cl^-)$,$\lg c([AgCl_3]^{2-})=2\lg c(Cl^-)+\lg K$,直线斜率为 2;由反应 $AgCl+Cl^-\rightleftharpoons[AgCl_2]^-$,$[AgCl_2]^-+Cl^-\rightleftharpoons[AgCl_3]^{2-}$,$[AgCl_3]^{2-}+Cl^-\rightleftharpoons[AgCl_4]^{3-}$相加可得:$AgCl+3Cl^-\rightleftharpoons[AgCl_4]^{3-}$,有 $K=\frac{c([AgCl_4]^{3-})}{c^3(Cl^-)}$,$\lg K=\lg c([AgCl_4]^{3-})-3\lg c(Cl^-)$,$\lg c([AgCl_4]^{3-})=3\lg c(Cl^-)+\lg K$,直线斜率为 3,结合题图可知,斜率:②<③<④,因此线②表示 $\lg c([AgCl_2]^-)$ 随 $\lg c(Cl^-)$ 变化情况,线③表示 $\lg c([AgCl_3]^{2-})$ 随 $\lg c(Cl^-)$ 变化情况(A 正确),线④表示 $\lg c([AgCl_4]^{3-})$ 随 $\lg c(Cl^-)$ 变化情况。

【解析】$\frac{c([AgCl_4]^{3-})}{c(Ag^+)\cdot c^4(Cl^-)}$是反应 $Ag^++4Cl^-\rightleftharpoons[AgCl_4]^{3-}$的平衡常数,温度不变,$\frac{c([AgCl_4]^{3-})}{c(Ag^+)\cdot c^4(Cl^-)}$保持不变,B 正确;$M$ 点是线③、线④的交点,说明此时 $\lg c([AgCl_4]^{3-})=\lg c([AgCl_3]^{2-})$,$K_4=\frac{c([AgCl_4]^{3-})}{c([AgCl_3]^{2-})c(Cl^-)}=\frac{1}{c(Cl^-)}$,$M$ 点的横坐标为 a,可知$\lg c(Cl^-)=a$,$K_4=\frac{1}{c(Cl^-)}=10^{-a}$,$N$ 点是线②、线④的交点,说明此时 $\lg c([AgCl_4]^{3-})=\lg c([AgCl_2]^-)$,根据 $[AgCl_2]^-+Cl^-\rightleftharpoons[AgCl_3]^{2-}$,$[AgCl_3]^{2-}+Cl^-\rightleftharpoons[AgCl_4]^{3-}$相加可得:$[AgCl_2]^-+2Cl^-\rightleftharpoons[AgCl_4]^{3-}$,此时存在 $K=K_3\times K_4=\frac{c([AgCl_4]^{3-})}{c([AgCl_2]^-)c^2(Cl^-)}=\frac{1}{c^2(Cl^-)}$,$N$ 点的横坐标为 c,$\lg c(Cl^-)=c$,$K=\frac{1}{c^2(Cl^-)}=10^{-2c}$,结合 $K_4=10^{-a}$,有 $K_3=\frac{K}{K_4}=\frac{10^{-2c}}{10^{-a}}=10^{a-2c}$,$P$ 点是线②、线③的交点,说明此时 $\lg c([AgCl_3]^{2-})=\lg c([AgCl_2]^-)$,$K_3=\frac{c([AgCl_3]^{2-})}{c([AgCl_2]^-)c(Cl^-)}=\frac{1}{c(Cl^-)}$,$\lg K_3=\lg\frac{1}{c(Cl^-)}=-\lg c(Cl^-)$,$\lg c(Cl^-)=-\lg K_3=2c-a$,$P$ 点的横坐标为 $2c-a$,C 错误;M 点是线③、线④的交点,说明此时 $\lg c([AgCl_3]^{2-})=\lg c([AgCl_4]^{3-})$,则 $c(Ag^+)+c(H^+)=c(Cl^-)+c(OH^-)+c([AgCl_2]^-)+5c([AgCl_3]^{2-})$相当于是 $c(Ag^+)+c(H^+)=c(Cl^-)+c(OH^-)+c([AgCl_2]^-)+2c([AgCl_3]^{2-})+3c([AgCl_4]^{3-})$,看似是电荷守恒,但是观察横坐标从左往右 $\lg c(Cl^-)$ 在增大,说明氯离子的浓度在增大,根据题干 pH=7,可知体系中加入的氯离子的来源不可以是盐酸,只能是不影响溶液 pH 的物质,如 NaCl,因此 $c(Ag^+)+c(H^+)<c(Cl^-)+c(OH^-)+c([AgCl_2]^-)+5c([AgCl_3]^{2-})$,D 错误。

5. **BD** **【解析】**MA 悬浊液中存在溶解平衡 $MA(s)\rightleftharpoons M^{2+}(aq)+A^{2-}(aq)$,通入 HCl 气体,$A^{2-}$ 与 H^+ 反应生成 HA^- 和 H_2A,随着 pH 减小,$c(H^+)$ 增大,$c(A^{2-})$ 减小,$-\lg c(A^{2-})$ 增大,$c(HA^-)$ 先增大后减小,$-\lg c(HA^-)$ 先减小后增大,$c(H_2A)$ 增大,$-\lg c(H_2A)$ 减小,M^{2+} 不水解,$c(M^{2+})$ 增大,$-\lg c(M^{2+})$ 减小,所以曲线Ⅱ表示 $-\lg c(H_2A)$,曲线Ⅲ表示 $-\lg c(HA^-)$,曲线Ⅰ表示 $-\lg c(A^{2-})$,曲线Ⅳ表示 $-\lg c(M^{2+})$,A 错误;由图可知 pH 较大时,$c(A^{2-})=c(M^{2+})=10^{-5.15}\ mol\cdot L^{-1}$,$K_{sp}(MA)=c(M^{2+})\times c(A^{2-})=10^{-5.15}\times10^{-5.15}=10^{-10.3}$,B 正确;溶液中存在电荷守恒:$2c(M^{2+})+c(H^+)=2c(A^{2-})+c(HA^-)+c(OH^-)+c(Cl^-)$(①)、物料守恒:$c(M^{2+})=c(A^{2-})+$

$c(HA^-)+c(H_2A)$（②），①−②得：$c(M^{2+})+c(H^+)+c(H_2A)=c(A^{2-})+c(Cl^-)+c(OH^-)$，$b$ 点时 $c(A^{2-})=c(H_2A)$、$c(H^+)>c(OH^-)$，故 $c(Cl^-)>c(M^{2+})$，C 错误；当 pH = 3. 27 时，$c(HA^-)=c(H_2A)$，H_2A 的 $K_{a1}=\dfrac{c(HA^-)\times c(H^+)}{c(H_2A)}=c(H^+)=10^{-3.27}$，当 pH = 6. 27 时，$c(HA^-)=c(A^{2-})$，$H_2A$ 的 $K_{a2}=\dfrac{c(A^{2-})\times c(H^+)}{c(HA^-)}=c(H^+)=10^{-6.27}$，$b$ 点 $c(H_2A)=c(A^{2-})$，根据电离常数 $K_{a1}K_{a2}=\dfrac{c(A^{2-})\times c^2(H^+)}{c(H_2A)}=10^{-3.27}\times10^{-6.27}=10^{-9.54}$ 可知此时 $c(H^+)=10^{-4.77}\ mol\cdot L^{-1}$，pH = 4. 77，D 正确。

6. **BC**

思路导引 溶液 pH 增大时，氢硫酸的饱和溶液中硫氢根离子和硫离子的浓度均增大，对应的 $-\lg c$ 减小但酸性条件下，pH 相同时，溶液中的 $c(HS^-)$ 大于 $c(S^{2-})$，则 $-\lg c(HS^-)<-\lg c(S^{2-})$，则曲线③、④分别表示 $-\lg c(S^{2-})$、$-\lg c(HS^-)$ 与 pH 的变化关系；pH = 2 时溶液中仅有硫化镉沉淀生成，即 $K_{sp}(NiS)>K_{sp}(CdS)$，故当 $c(S^{2-})$ 相同时，$c(Ni^{2+})>c(Cd^{2+})$，则 $-\lg c(Ni^{2+})$ 和 $-\lg c(Cd^{2+})$ 随着 pH 增大而增大，且有 $-\lg c(Ni^{2+})<-\lg c(Cd^{2+})$，由此可知曲线①代表 $-\lg c(Cd^{2+})$，曲线②代表 $-\lg c(Ni^{2+})$；由图可知，溶液 pH 为 4. 2 时，$c(HS^-)=10^{-4}\ mol\cdot L^{-1}$，则氢硫酸的一级电离常数 $K_{a1}(H_2S)=\dfrac{c(HS^-)\cdot c(H^+)}{c(H_2S)}=\dfrac{10^{-4}\times10^{-4.2}}{0.1}=10^{-7.2}$，溶液 pH 为 4. 9 时，$c(S^{2-})=10^{-13}\ mol\cdot L^{-1}$，则 $K_{a1}(H_2S)\cdot K_{a2}(H_2S)=\dfrac{c(S^{2-})\cdot c^2(H^+)}{c(H_2S)}=\dfrac{10^{-13}\times(10^{-4.9})^2}{0.1}=10^{-21.8}$，所以氢硫酸的二级电离常数 $K_{a2}(H_2S)=10^{-14.6}$。

关键点 **突破点**

【解析】 由分析可知，X 点镉离子的浓度大于硫离子浓度，A 错误；由分析可知，氢硫酸的二级电离常数 $K_{a2}(H_2S)=10^{-14.6}$，B 正确；由图可知，溶液 pH 为 4. 2 时，$c(HS^-)$ 和 $c(Ni^{2+})$ 均为 $10^{-4}\ mol\cdot L^{-1}$，由 $K_{a2}(H_2S)=\dfrac{c(S^{2-})\cdot c(H^+)}{c(HS^-)}=10^{-14.6}$ 可得溶液中硫离子浓度为 $10^{-14.4}\ mol\cdot L^{-1}$，则硫化镍的溶度积 $K_{sp}(NiS)=10^{-18.4}$，Y 点硫离子和镍离子的浓度相等，则 $m=-\lg\sqrt{10^{-18.4}}=9.2$，C 正确；由图可知，溶液 pH 为 4. 9 时，硫离子和镉离子浓度均为 $10^{-13}\ mol\cdot L^{-1}$，则硫化镉的溶度积 $K_{sp}(CdS)=10^{-26}$，由离子方程式可知，反应的平衡常数 $K=\dfrac{c(H^+)}{c(Cd^{2+})\cdot c(HS^-)}=\dfrac{c(H^+)\cdot c(S^{2-})}{c(Cd^{2+})\cdot c(S^{2-})\cdot c(HS^-)}=\dfrac{K_{a2}(H_2S)}{K_{sp}(CdS)}=\dfrac{10^{-14.6}}{10^{-26}}=10^{11.4}$，D 错误。

常考点