

解析

1. C

- A. 丙烯酸中含有碳碳双键，能和溴水加成，能被高锰酸钾氧化，能使高锰酸钾溶液褪色，A 正确；
B. 乙烯中的碳碳双键和二氧化碳中的一个碳氧双键发生加成并结合成环，B 正确；
C. 催化剂能改变反应的活化能，但不能改变焓变，C 错误；
D. 该反应的总反应为 $\text{CH}_2=\text{CH}_2+\text{CO}_2 \xrightarrow{\text{催化剂}} \text{CH}_2=\text{CHCOOH}$ ，D 正确；

2. D

W、X、Y、Z、R 是五种短周期主族元素，原子序数依次增大。W 元素的一种离子与 Li^+ 具有相同的电子层排布且半径稍大，则 W 离子为 H^- ，从而得出 W 为 H 元素；X 与 Z 同主族，Z 的价电子排布式为 $3s^23p^4$ ，则 X 的最外层电子数为 6，X 为 O 元素，Z 为 S 元素；X 原子核外 L 层的电子数与 Y 原子核外 M 层的电子数之比为 3:2，则 Y 原子的最外层电子数为 4，Y 为 Si 元素；Z 为 S 元素，则 R 为 Cl 元素。综合以上分析，W、X、Y、Z、R 分别为 H、O、Si、S、Cl。

- A. 由分析可知，Y、Z 分别为 Si、S，非金属性 $\text{Si} < \text{S}$ ，则气态氢化物的热稳定性： $\text{H}_2\text{S} > \text{SiH}_4$ ，A 正确；
B. Y、Z、R 分别为 Si、S、Cl，非金属性 $\text{Si} < \text{S} < \text{Cl}$ ，当原子最外层不处于半满、全满或全空时，非金属性越强，第一电离能越大，则第一电离能： $\text{Cl} > \text{S} > \text{Si}$ ，B 正确；
C. W、X、R 分别为 H、O、Cl，三者的电子层数依次增大，则原子半径： $\text{Cl} > \text{S} > \text{H}$ ，C 正确；
D. X、Z、R 分别为 O、S、Cl，非金属性 $\text{S} < \text{Cl} < \text{O}$ ，则电负性： $\text{S} < \text{Cl} < \text{O}$ ，D 不正确；

3. C

浓硫酸与木炭粉在加热条件下反应所产生的气体产物有水蒸气、二氧化硫和二氧化碳，检验的先后顺序须是水蒸气、二氧化硫，除去二氧化硫后再检验二氧化碳，因此甲中可以用无水硫酸铜，乙中为品红，丙中可以使用高锰酸钾、丁中为品红，戊中为澄清石灰水。

- A. 装置①是检验混合气体中是否含有水蒸气，无水硫酸铜遇水变蓝、变色硅胶遇水逐渐变为粉红色，而无水氯化钙可以吸水，但没有明显现象，因此不能用无水氯化钙，A 错误；
B. 二氧化碳也能被氢氧化钠溶液吸收，丙中试剂应该是酸性高锰酸钾溶液，B 错误；
C. 品红溶液可以检验二氧化硫，但一般不能用来除去二氧化硫，澄清石灰水浓度太小，不能用来吸收二氧化硫，C 正确；
D. 如果将仪器的连接顺序变为①③②，气体产物通过①中的无水硫酸铜，无水硫酸铜由白色变成蓝色，能说明有水生成，通过③中的澄清石灰水，石灰水变浑浊，二氧化硫、二氧化碳都能使澄清石灰水变浑浊，不可以检验出二氧化硫、二氧化碳，

D 错误;

4. C

A. NO 和空气中的氧气反应, 且密度比空气相差不大, 不能采用排空气法收集, 但 NO 不溶于水, 能用排水法收集, 选项 A 错误;

B. NO₂ 和空气中不反应且密度比空气大, 可以采用排空气法收集, 但 NO₂ 能与水反应, 不能用排水法收集, 选项 B 错误;

C. O₂ 和空气不反应且密度比空气大, 可以采用排空气法收集, O₂ 不溶于水, 可以用排水法收集, 选项 C 正确;

D. CH₄ 和空气不反应且密度比空气小, 可以采用向下排空气法收集, 也能用排水法收集, 选项 D 错误;

答案选 C。

5. D

某化合物的结构为: W⁺[Z-X≡Y]⁻, 其中 X、Y、Z、W 是四种原子序数依次增大的短周期元素, Z 原子核外最外层电子数是次外层的 3 倍, 则 Z 为 O 元素; W 能够形成 +1 阳离子, 其原子序数大于 O, 则 W 为 Na; X 形成 4 个共价键, 位于 IVA 族, 则 X 为 C 元素; Y 形成 3 个共价键, 位于 VA 族, 则 Y 为 N 元素;

A. 同一周期从左向右非金属性逐渐增强, 则非金属性: X < Y < Z, 故 A 错误;

B. Na⁺[O-C≡N]⁻ 中 O 原子得到 1 个电子、形成 1 对共用电子对, 其最外层达到 8 电子稳定结构, 故 B 错误;

C. Y、Z、W 的离子具有相同的电子层结构, 核电荷数越大离子半径越小, 则简单离子半径: Y > Z > W, 故 C 错误;

D. Y 的简单氢化物为 NH₃, 氨气分子间存在氢键, 导致氨气分子易液化, 故 D 正确;

故答案为 D。

6. D

A. 根据图中信息可知, $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 4\text{H} + 2\text{O} \quad \Delta H = +a \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 故断裂 2mol H-H 键和 1mol O=O 键吸收的能量为 a kJ, 选项 A 正确;

B. 根据图中信息可知, H₂ 燃烧生成气态水的热化学方程式可表示为:

$2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H = -(b-a) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 选项正确;

C. 图中显示 $2\text{mol H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow 2\text{mol H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H = +c \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 故 $1\text{mol H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow 1\text{mol H}_2\text{O}(\text{g})$ 吸收 $\frac{c}{2}$ kJ 的能量, 选项 C 正确;

D. 表示 H₂ 的燃烧热的热化学方程式应以 1mol 氢气表示, 故为 $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) = \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
 $\Delta H = -\frac{d}{2} \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 选项 D 错误;

答案选 D。

7. B

A. 电解饱和食盐水获得氢气, 氯气和氢氧化钠溶液是氯碱工业, 故 A 正确, 但不符合题意;

B. 溴元素是“海洋元素”，海水中提取粗食盐后的母液是提取溴的原料，不包括碘，故 B 错误，符合题意；

C. 氢气在氯气中燃烧生成氯化氢，溶于水后制得盐酸是工业制法，故 C 正确，但不符合题意；

D. 工业制取漂白粉是氯气与石灰乳反应，故 D 正确，但不符合题意；

故选：B。

8. D

$n(\text{NaOH}) = 10.00 \text{ mol/L} \times 0.05 \text{ L} = 0.5 \text{ mol}$ ，则

A. 氯气和 NaOH 反应有 $2\text{NaOH} + \text{Cl}_2 = \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$ 、

$6\text{NaOH} + 3\text{Cl}_2 = 5\text{NaCl} + \text{NaClO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ ，当生成 NaCl 和 NaClO 时转移电子最少，0.5mol NaOH 消耗 0.25mol Cl_2 ，生成 0.25mol NaCl 转移电子的物质的量为 0.25mol；当生成 NaCl 和 NaClO_3 时，0.5mol NaOH 消耗 0.25mol Cl_2 ，生成 0.42mol NaCl 转移电子的物质的量为 0.42mol，所以如果反应中转移的电子为 nmol，则 $0.25 < n < 0.42$ ，选项 A 错误；

B. 令 $n(\text{NaCl}) = 6 \text{ mol}$ ， $n(\text{NaClO}) = 2 \text{ mol}$ ， $n(\text{NaClO}_3) = 1 \text{ mol}$ ，生成 NaCl 获得的电子为 $6 \text{ mol} \times 1 = 6 \text{ mol}$ ，生成 NaClO、 NaClO_3 失去的电子为 $2 \text{ mol} \times 1 + 1 \text{ mol} \times 5 = 7 \text{ mol}$ ，得失电子不相等，选项 B 错误；

C. 若氯气和 NaOH 只发生反应 $2\text{NaOH} + \text{Cl}_2 = \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$ ，则消耗氯气为 0.25mol，若只发生反应 $6\text{NaOH} + 3\text{Cl}_2 = 5\text{NaCl} + \text{NaClO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ ，消耗的氯气为 0.25mol，所以与 NaOH 反应的氯气物质的量为 0.25mol，选项 C 错误；

D. 当溶液中 $n(\text{NaClO}) : n(\text{NaClO}_3) = 5 : 1$ 时，则 Cl 原子失去的电子数为 10，生成 NaCl 得到的电子数为 1，所以 NaCl 的计量数为 10，反应的离子方程式为：

$8\text{Cl}_2 + 16\text{OH}^- = 10\text{Cl}^- + 5\text{ClO}^- + \text{ClO}_3^- + 8\text{H}_2\text{O}$ ，选项 D 正确；

答案选 D。

9. A

A. 反应①②都是甲烷燃烧，所有的燃烧都是放热反应，反应热 $\Delta H < 0$ ，等量的甲烷完全燃烧生成液态水比生成气态水放出的热量多，则有 $a > b$ ，因 ΔH 为负值，放出的热量越多， ΔH 越小，因此放出的 $\Delta H_1 < \Delta H_2$ ，故 A 正确；

B. ① $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \Delta H_1 = a \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ，② $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \Delta H_2 = b \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ，根据盖斯定律 $\frac{1}{2}(\text{①} - \text{②})$ 可得： $\text{H}_2\text{O}(\text{g}) = \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \Delta H = \frac{1}{2}(a - b) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ，故 B 错误；

C. 当有 $4N_A$ 个 O—H 键生成时，反应消耗了 1mol 甲烷，按照反应①进行生成液态水放出的热量为 a kJ，按照反应②进行生成液态水放出的热量为 b kJ，故 C 错误；

D. 根据反应② $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \Delta H_2 = b \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ， $\Delta H_2 = 413 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \times 4 + 2x \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} - (798 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \times 2 + 463 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \times 4) = b \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ，整理可得： $x = \frac{1796 + b}{2}$ ，故 D 错误；

答案选 A。

本题的易错点在 D 选项，计算物质中化学键的键能时，该题需要注意， $\text{H}_2\text{O}(\text{g}) = \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 是物质状态变化而引起的能量变化，分子内的化学键没有发生变化，因此要用生成气态水是的反应②才能准确计算 O=O 的键能大小。

10. B

- A. 分子中含-COOH、-OH、碳碳双键、醚键，共4种官能团，故A错误；
B. 含-COOH与乙醇发生酯化反应，含-OH与乙酸发生酯化反应，故B正确；
C. 1mol分枝酸分子中含1mol—OH（羟基），故C错误；
D. 碳碳双键与溴的四氯化碳溶液发生加成反应，双键与-OH均能被酸性高锰酸钾溶液氧化，原理不同，故D错误。

11. D

(1)取少量该溶液加入BaCl₂溶液有白色沉淀生成，再加入足量盐酸后，沉淀部分溶解，并有气体生成，说明白色沉淀为BaCO₃和BaSO₄，质量一共是4.3g，则溶液中含有CO₃²⁻、SO₄²⁻，向沉淀中加入过量的盐酸，有2.33g沉淀不溶，则硫酸钡的质量是2.33g，所以SO₄²⁻的物质的量是 $2.33\text{g} \div 233\text{g/mol} = 0.01\text{mol}$ ，所以碳酸钡的质量是 $4.3\text{g} - 2.33\text{g} = 1.97\text{g}$ ，CO₃²⁻的物质的量是 $1.97\text{g} \div 197\text{g/mol} = 0.01\text{mol}$ ；

(2)向(1)的滤液中加入足量的NaOH溶液，加热，产生能使湿润红色石蕊试纸变蓝的气体是氨气，物质的量是 $1.12\text{L} \div 22.4\text{L/mol} = 0.05\text{mol}$ ，说明溶液中有NH₄⁺的物质的量是0.05mol，据此分析解题。

A. 溶液中一定存在SO₄²⁻、CO₃²⁻、NH₄⁺，根据电荷守恒，一定存在Cl⁻，不能确定是否存在Na⁺、K⁺，A错误；

B. 溶液中一定存在SO₄²⁻、CO₃²⁻、NH₄⁺，根据电荷守恒，一定存在Cl⁻，不能确定是否存在Na⁺、K⁺，B错误；

C. CO₃²⁻的物质的量是0.01mol，浓度是 $0.01\text{mol}/0.2\text{L} = 0.05\text{mol/L}$ ，铵根离子浓度是 $0.05\text{mol}/0.2\text{L} = 0.25\text{mol/L}$ ，SO₄²⁻的物质的量是0.01mol，浓度是 0.05mol/L ， $c(\text{NH}_4^+) < c(\text{SO}_4^{2-})$ ，C错误；

D. 如果溶液里只存在SO₄²⁻、CO₃²⁻、NH₄⁺和Cl⁻，根据电荷守恒可知：

$n(\text{Cl}^-) = n(\text{NH}_4^+) \times 1 - n(\text{CO}_3^{2-}) \times 2 - n(\text{SO}_4^{2-}) \times 2 = 0.05\text{mol} - 0.01\text{mol} \times 2 - 0.01\text{mol} \times 2 = 0.01\text{mol}$ ，此时 $c(\text{Cl}^-) = c(\text{SO}_4^{2-})$ ，若K⁺和Na⁺也存在，则 $c(\text{Cl}^-) > c(\text{SO}_4^{2-})$ ，D正确；

故答案为：D。

12. D

A. 常温时，用精密pH试纸测得NaOH溶液的pH=12.3，A错误；

B. KOH是强电解质、一水合氨是弱电解质，稀释1倍后，KOH溶液中的OH⁻浓度减少到原来的 $\frac{1}{2}$ ，因氨水是弱电解质，在稀释过程中还要继续电离，故氨水中的OH⁻浓度比原来的 $\frac{1}{2}$ 要大一些，B错误；

C. NaHCO₃溶液中HCO₃⁻的电离方程式： $\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_3\text{O}^+$ ，C错误；

D. 常温时，某溶液的pH=3， $c(\text{H}^+) = 1 \times 10^{-3}\text{mol/L}$ ， $c(\text{OH}^-) = 1 \times 10^{-11}\text{mol/L}$ ，溶液呈酸性，则有可能为酸溶液、水的电离被抑制，对应的由水电高出来的 $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-) = 1 \times 10^{-11}\text{mol/L}$ ；也可能为强酸弱碱盐，水的电离被促进，则由水电离出来的H⁺物质的量浓度为：

$c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-) = 1 \times 10^{-3}\text{mol/L}$ ，D正确；

答案选D。

13. A

- A. 由图中虚线可知, 随着温度的升高, NO 的平衡转化率降低, 平衡逆向移动, 所以该反应为放热反应, 即 $\Delta H < 0$, 故 A 错误;
 B. 由图可知, X 点时反应未到达平衡状态, 反应正向进行, 所以延长反应时间能提高 NO 的转化率, 故 B 正确;
 C. Y 点时反应已经达到平衡状态, 此时增加 O_2 的浓度, 平衡正向移动, NO 的转化率增大, 故 C 正确;
 D. 设起始时 $c(NO) = a \text{ mol/L}$, 设反应前体积是 V, 反应后体积为 x, 则由三段式:

	$2NO(g)$	+	$O_2(g)$	\rightleftharpoons	$2NO_2(g)$	
开始 (mol)	a		5.0×10^{-4}		0	虽然随着反应的进行, 体积在变, 但是,
转变 (mol)	0.5a		0.25a		0.5a	
平衡 (mol)	0.5a		$(5.0 \times 10^{-4} - 0.25a)$		0.5a	

一氧化氮和二氧化氮的浓度是相等的, 故有 $K = \frac{c^2(NO_2)}{c^2(NO)c(O_2)} = \frac{1}{c(O_2)}$, 由于是恒压体系, 根据体积之比等于气体物质的量之比, 则有 $\frac{(a+5.0 \times 10^{-4}) \cdot v}{(5.0 \times 10^{-4} + 0.75a) \cdot v} = \frac{v}{x}$, 解得,

$$x = \frac{5.0 \times 10^{-4} + 0.75a}{a + 5.0 \times 10^{-4}} v, \text{ 则平衡后氧气的浓度 } c(O_2) = \frac{(5.0 \times 10^{-4} - 0.25a) \times v}{\frac{5.0 \times 10^{-4} + 0.75a}{a + 5.0 \times 10^{-4}} \times v} = \frac{(a + 5.0 \times 10^{-4}) \times (5.0 \times 10^{-4} - 0.25a)}{5.0 \times 10^{-4} + 0.75a},$$

$$K = \frac{1}{c(O_2)} = \frac{5.0 \times 10^{-4} + 0.75a}{(a + 5.0 \times 10^{-4}) \times (5.0 \times 10^{-4} - 0.25a)}, \text{ 现在分}$$

析 K 和 2000 之间的大小关系, 设 $\frac{5.0 \times 10^{-4} + 0.75a}{(a + 5.0 \times 10^{-4}) \times (5.0 \times 10^{-4} - 0.25a)} = 2000$, 则

$$\frac{5.0 \times 10^{-4} + 0.75a}{5.0 \times 10^{-4}a - 0.25a^2 + 25.0 \times 10^{-8} - 1.25 \times 10^{-4}a} = 2000, \quad \frac{5.0 \times 10^{-4} + 0.75a}{3.75 \times 10^{-4}a - 0.25a^2 + 25.0 \times 10^{-8}} = 2000,$$

$$0.75a + 5 \times 10^{-4} = 7.5 \times 10^{-1}a - 500a^2 + 5 \times 10^{-4}, \text{ 只有 } 500a^2 = 0, \text{ 上述等式才能成立, 因为 } a > 0,$$

所以 K 不等于 2000, 若 $K < 2000$, 则 $-500a^2 > 0$, 这个是不成立的, 若 $K > 2000$, 则 $500a^2 > 0$, 这是成立的, 所以 $K > 2000$, 是成立的, 故 D 正确;

14. $PbO_2 + 4H^+ + 2Cl^- = Pb^{2+} + 2H_2O + Cl_2 \uparrow$ $Bi_2S_3 + 6Fe^{3+} = 2Bi^{3+} + 3S + 6Fe^{2+}$ 由于 Bi^{3+} 发生水解生成 H^+ , 如果溶液不保持强酸性, 则 H^+ 浓度的降低会使 Bi^{3+} 的水解平衡正向移动, 导致生成更多的 $BiOCl$ 取少量母液 1 于试管中, 滴加铁氰化钾溶液, 若生成蓝色沉淀, 则证明有 Fe^{2+} 2.926 当滴入最后一滴 EDTA 溶液时, 溶液由紫红色变为亮黄色, 且半分钟内不恢复紫红色 20.9g H_2SO_4

此题利用制备金属铋的工艺流程, 考查氧化还原反应、离子反应、离子检验、中和滴定、盐类水解、电解精炼金属的原理, 理解工艺流程原理是解题的关键, 是对学生综合能力的考查, 需要学生具备扎实的基础与灵活运用能力。根据流程可知辉铋矿浸出得到气体、浸出渣、浸出液, Bi_2S_3 中的硫被 Fe^{3+} 氧化为单质硫, 所以浸出渣中含单质 S, 酸性溶液中, 氧化性 $PbO_2 > KMnO_4$, 加入了盐酸, 故气体为氯气, PbO_2 被还原成 Pb^{2+} , 浸出液中主要含 Bi^{3+} 、 Pb^{2+} , 经 Fe 置换得到粗铋含 Bi、Pb, 母液中含 Fe^{2+} , 粗铋利用电解原理精炼得到精铋。

(1) 浸出时发生两个氧化还原反应: $PbO_2 + 4H^+ + 2Cl^- = Pb^{2+} + 2H_2O + Cl_2 \uparrow$,
 $Bi_2S_3 + 6Fe^{3+} = 2Bi^{3+} + 3S + 6Fe^{2+}$

(2)铋能被铁置换,说明其金属性比铁弱,其离子会发生水解,如果溶液不保持强酸性,则 Bi^{3+} 的水解程度增大,导致生成更多的 BiOCl ,混入浸出渣使产率降低;

(3)母液中含 Fe^{2+} ,检验其存在可滴加铁氰化钾溶液,若生成蓝色沉淀,则证明有 Fe^{2+} ;

(4)乙二胺四乙酸二钠盐(EDTA)和 Bi^{3+} 1:1 形成稳定的配合物,则

$n(\text{EDTA})=n(\text{Bi}^{3+})$,得出 $c(\text{EDTA})V(\text{EDTA})=c(\text{Bi}^{3+})V(\text{Bi}^{3+})$, $0.01000\text{mol/L}\times 0.035\text{L}=c(\text{Bi}^{3+})\times 0.025\text{L}$,算出

$c(\text{Bi}^{3+})=0.014\text{mol/L}=2.926\text{g/L}$,达到滴定终点, Bi^{3+} 被消耗完全,颜色由紫红色变回亮黄色,故滴定终点为当滴入最后一滴 EDTA 溶液时,溶液由紫红色变为亮黄色,且半分钟内不恢复紫红色;

(5)以 $\text{Bi}_2(\text{SiF}_6)_3$ 的水溶液电解精炼铋,电解过程中,铋的化合价由+3 价降到 0 价,得到 3 个电子,当电路中通过 0.3mol 电子时,阴极析出的金属 Bi 的物质的量为 0.1mol,质量为 $0.1\text{mol}\times 209\text{g/mol}=20.9\text{g}$,粗铋中含有杂质 Pb,电解过程中 Pb 失电子得到 Pb^{2+} ,除去 Pb^{2+} 选择 SO_4^{2-} ,为使电解液 H_2SiF_6 再生,需引入 H^+ ,故选择 H_2SO_4 。

(1)浸出时注意分析物质变化,利用氧化还原反应的理论进行方程式书写 (4)滴定计算时利用量的比例关系进行,滴定终点判断为被滴定物质反应完全,标准液过量一滴时的颜色变化,且半分钟不变色,即为终点;(5)精炼时要结合粗铋的成分进行分析,因含 Pb,故失电子以及杂质引入都有 Pb 有关。

15. (1)9:2

(2)分液漏斗

(3)加入 NaCl 固体,可使溶液中 Cl^- 浓度增大,平衡 $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+} + 4\text{Cl}^- \rightleftharpoons \text{CoCl}_4^{2-} + 6\text{H}_2\text{O}$, CoCl_4^{2-} 浓度增大,提高其在有机胺试剂中 CoCl_4^{2-} 的浓度

(4)9

(5) 右侧装置 减小 $\text{LiCoO}_2 + \text{e}^- + 4\text{H}^+ = \text{Li}^+ + \text{Co}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$

原钴矿球磨增大与盐酸的接触面积,加快浸出速率、提高 Co 元素浸出率,滤液加氯化钠固体, Cl^- 浓度增大,平衡 $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+} + 4\text{Cl}^- \rightleftharpoons \text{CoCl}_4^{2-} + 6\text{H}_2\text{O}$ 正向移动, CoCl_4^{2-} 浓度增大,用有机胺试剂萃取 CoCl_4^{2-} ,加水洗脱,得 CoCl_2 溶液,加氢氧化钠溶液生成 $\text{Co}(\text{OH})_2$ 沉淀, 850°C 煅烧 $\text{Co}(\text{OH})_2$ 生成 Co_3O_4 , Co_3O_4 和 Li_2CO_3 混合烧结得 LiCoO_2 。

2 制备 LiCoO_2

(1) 1 个水分子中有 2 个 σ 键, $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ 中含有 6 个配位键,配位键为 σ 键, CoCl_4^{2-} 中含有 4 个配位键,等物质的量的 $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ 和 CoCl_4^{2-} 中的 σ 键数之比为 18:4=9:2;

(2) 步骤 iv 为萃取分液,操作中使用的主要仪器是分液漏斗;

(3) 步骤iii中加入 NaCl 固体,可使溶液中 Cl^- 浓度增大,平衡 $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+} + 4\text{Cl}^- \rightleftharpoons \text{CoCl}_4^{2-} + 6\text{H}_2\text{O}$ 正向移动, CoCl_4^{2-} 浓度增大,提高其在有机胺试剂中 CoCl_4^{2-} 的浓度。

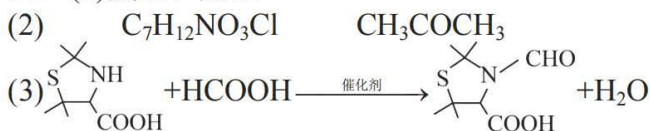
(4) 若“沉钴过滤”使 Co^{2+} 沉淀完全(浓度小于 $1.0\times 10^{-5}\text{mol/L}$), $c(\text{OH}^-) \geq \sqrt{\frac{1\times 10^{-15}}{1\times 10^{-5}}} = 1\times 10^{-5}$,

当 pH=9 时 Co^{2+} 完全沉淀。

(5) ①甲池 $\text{Co}^{2+} \rightarrow \text{Co}$ ，乙池 $\text{LiCoO}_2 \rightarrow \text{Co}^{2+}$ ，根据两套装置中含 Co 化合物中 Co 元素的化合价可以判断右侧装置为原电池。装置工作时，甲室阳极发生反应 $\text{CH}_3\text{COO}^- - 8\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{CO}_2 + 7\text{H}^+$ 、阴极发生反应 $\text{Co}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Co}$ ，溶液 pH 逐渐减小。

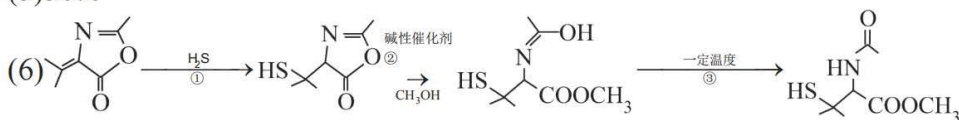
②装置工作时乙室为原电池， LiCoO_2 得电子生成 Co^{2+} ，电极反应式为 $\text{LiCoO}_2 + \text{e}^- + 4\text{H}^+ = \text{Li}^+ + \text{Co}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

16. (1)氨基、羧基



(4)A、I

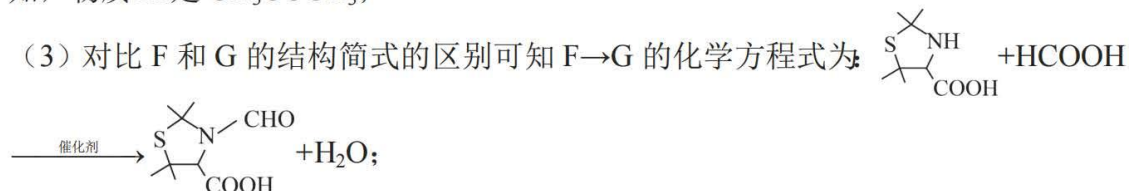
(5)50%

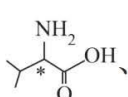



根据物质 A 的结构简式可以判断其中官能团的名称，根据物质 B 的结构简式可以判断其分子式，对比 E 和 F 的结构简式可知，物质 X 是 CH_3COCH_3 ，对比 E 和 F 的结构简式可知 F→G 应该是 F 中氨基上的氢原子发生的取代反应，以此解题。

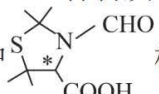
(1) 根据 A 的结构简式可知物质 A 所含官能团的名称是氨基、羧基；

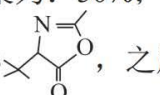
(2) 根据 B 的结构简式可知其分子式为： $\text{C}_7\text{H}_{12}\text{NO}_3\text{Cl}$ ；对比 E 和 F 的结构简式可知，物质 X 是 CH_3COCH_3 ；

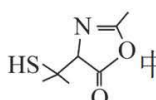
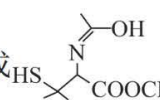


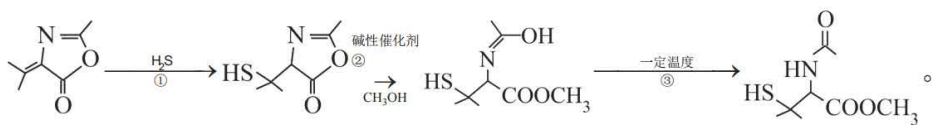
(4) A、C、I 三种物质中的 A 、I  标有“*”的碳原子是手性碳，

故 A、C、I 三种物质中具有手性的是 A、I；

(5) G 中  标有“*”的碳原子为手性碳，则有两种手性异构体，从概率角度分析得到其中一种物质的概率为 50%，故答案为：50%；

(6) 首先物质 C 和硫化氢发生加成反应生成 ，之后利用信息①断开产物

 中的酯基生成 ，再利用信息②即可得到产物，具体流程如下：



17. $\frac{K_2^2}{K_1} < \frac{P(N_2)P^2(CO_2)}{P^2(CO)P^2(NO)} \quad 21.2 \text{ (MPa)}^{-1} \quad \text{乙} \quad \text{D、H}$

$\text{NO}_2 + \text{NO}_3^- - e^- = \text{N}_2\text{O}_5$ 变大 1: 4 碱 Na_2HPO_4 的水解平衡常数 $K_{h2} =$

$$\frac{c(\text{H}_2\text{PO}_4^-)c(\text{OH}^-)}{c(\text{HPO}_4^{2-})} = \frac{K_w}{K_{a2}} = \frac{1 \times 10^{-14}}{6.2 \times 10^{-8}} = 1.6 \times 10^{-7} > K_{a3} = 4.5 \times 10^{-13}, \text{HPO}_4^{2-} \text{ 的水解程度大于电离程}$$

度，故而显碱性

(1) 依据盖斯定律和平衡常数公式换算可得；

(2) ①升高温度，平衡向吸热反应方向移动；

②依据反应的平衡常数表达式书写即可；由三段式得的物质的物质的量分数，带入公式计算可得；

③NO 是反应物， CO_2 是生成物，随反应进行，NO 浓度减小， CO_2 浓度增大，降低反应体系的温度， $v_{\text{正}} \sim c(\text{NO})$ 和 $v_{\text{逆}} \sim c(\text{CO}_2)$ 均减小，该反应为放热反应，平衡向正反应方向移动；

(3) ①由题给示意图可知，甲电池工作时，通入二氧化氮的一极为燃料电池的负极；由题给电解方程式可知反应中消耗氢离子，溶液的 pH 变大；

②根据得失电子守恒计算可得；

(4) Na_2HPO_4 的电离常数和水解常数大小判断 Na_2HPO_4 在水溶液的酸碱性。

(1) 将已知热化学方程式依次编号为①②③，由盖斯定律可知，②×2-①=③，

则 $K_3 = \frac{K_2^2}{K_1}$ ，故答案为 $\frac{K_2^2}{K_1}$ ；

(2) ①升高温度，平衡向吸热反应方向移动，由图可知，随温度增大，NO 的平衡转化率减小，说明平衡向逆反应方向移动，正反应为放热反应， $\Delta H < 0$ ，故答案为 <；

②由反应的化学方程式可知，该反应的平衡常数表达式 $k_p = \frac{P(N_2)P^2(CO_2)}{P^2(CO)P^2(NO)}$ ；设起始 CO 和 NO 的物质的量为 1mol，由题给条件可建立如下三段式：

	$2\text{CO}(\text{g}) + 2\text{NO}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2(\text{g}) + 2\text{CO}_2(\text{g})$			
起 (mol)	1	1	0	0
变 (mol)	0.7	0.7	0.35	0.7
平 (mol)	0.3	0.3	0.35	0.7

由三段式数据可知，平衡时总物质的量为 1.65mol，CO、NO、 N_2 和 CO_2 的平衡分压依次为 $\frac{0.3}{1.65} \times 1.65\text{MPa}$ 、 $\frac{0.3}{1.65} \times 1.65\text{MPa}$ 、 $\frac{0.35}{1.65} \times 1.65\text{MPa}$ 和 $\frac{0.7}{1.65} \times 1.65\text{MPa}$ ，则反应的平

衡常数表达式 $k_p = \frac{\left(\frac{0.35}{1.65} \times 1.65\text{MPa}\right) \times \left(\frac{0.7}{1.65} \times 1.65\text{MPa}\right)^2}{\left(\frac{0.3}{1.65} \times 1.65\text{MPa}\right)^2 \times \left(\frac{0.3}{1.65} \times 1.65\text{MPa}\right)} \approx 21.2 \text{ (MPa)}^{-1}$ ，故答案为

$$\frac{P(N_2)P^2(CO_2)}{P^2(CO)P^2(NO)}; 21.2 \text{ (MPa)}^{-1};$$

③NO 是反应物，CO₂ 是生成物，随反应进行，NO 浓度减小，CO₂ 浓度增大，则由图可知，与曲线 $v_{\text{正}} \sim c(\text{NO})$ 相对应的是图中曲线乙；降低反应体系的温度， $v_{\text{正}} \sim c(\text{NO})$ 和 $v_{\text{逆}} \sim c(\text{CO}_2)$ 均减小，该反应为放热反应，平衡向正反应方向移动， $c(\text{NO})$ 减小、 $c(\text{CO}_2)$ 增大，则 $v_{\text{正}}$ 和 $v_{\text{逆}}$ 相应的平衡点分别为 D 和 H，故答案为乙；D、H；

(3) ①由题给示意图可知，甲电池工作时，通入二氧化氮的一极为燃料电池的负极，二氧化氮在负极失电子发生氧化反应生成五氧化二氮，电极反应式为 $\text{NO}_2 + \text{NO}_3^- - e^- = \text{N}_2\text{O}_5$ ；由电解过程中溶液发生反应为 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 6\text{Fe}^{2+} + 14\text{H}^+ = 2\text{Cr}^{3+} + 6\text{Fe}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$ 可知，反应中消耗氢离子，溶液的 pH 变大，故答案为 $\text{NO}_2 + \text{NO}_3^- - e^- = \text{N}_2\text{O}_5$ ；变大；

②燃料电池工作时， 1mol O_2 反应中转移 4mol 电子，根据得失电子守恒可知， 4mol NO_2 转变成 N_2O_5 ，转移 4mol 电子，相同状况下气体的体积比等于物质的量之比，故 O_2 和 NO_2 的体积比为 1: 4，故答案为 1: 4；

(4) Na_2HPO_4 在水溶液中发生水解反应，水解平衡为 $\text{HPO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{PO}_4^- + \text{OH}^-$ ，水解平衡常数 $K_{\text{h}2} = \frac{c(\text{H}_2\text{PO}_4^-)c(\text{OH}^-)}{c(\text{HPO}_4^{2-})} = \frac{K_{\text{w}}}{K_{\text{a}2}} = \frac{1 \times 10^{-14}}{6.2 \times 10^{-8}} = 1.6 \times 10^{-7} > K_{\text{a}3} = 4.5 \times 10^{-13}$ ， HPO_4^{2-} 的水解程度大于电离程度，故溶液显碱性，故答案为碱；
 Na_2HPO_4 的水解平衡常数 $K_{\text{h}2} = \frac{c(\text{H}_2\text{PO}_4^-)c(\text{OH}^-)}{c(\text{HPO}_4^{2-})} = \frac{K_{\text{w}}}{K_{\text{a}2}} = \frac{1 \times 10^{-14}}{6.2 \times 10^{-8}} = 1.6 \times 10^{-7} > K_{\text{a}3} = 4.5 \times 10^{-13}$ ， HPO_4^{2-} 的水解程度大于电离程度，故而显碱性。
由水解常数公式换算出与水的离子积和电离常数的关系是解答难点，由水解常数和电离常数的大小确定溶液酸碱性是解答关键。

关于我们

自主选拔在线是致力于提供新高考生涯规划、强基计划、综合评价、三位一体、学科竞赛等政策资讯的升学服务平台。总部坐落于北京，旗下拥有网站（[网址：www.zizzs.com](http://www.zizzs.com)）和微信公众平台等媒体矩阵，用户群体涵盖全国 90% 以上的重点中学师生及家长，在全国新高考、自主选拔领域首屈一指。

如需第一时间获取相关资讯及备考指南，请关注**自主选拔在线**官方微信信号：**zizzsw**。

