

(一)

7. C 【解析】 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  溶液显酸性,故不能贮存在钢筒内,A 项错误;酿酒过程中有酒精生成,B 项错误;放电条件下有少量  $\text{O}_2$  转化为臭氧及尘埃随雨水降落下来,C 项正确;花生油与菜籽油均难溶于水且密度均比水的小,D 项错误。
8. A 【解析】由烃的化学性质及组成知其分子式为  $\text{C}_4\text{H}_8$ ,其结构简式有  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ 、 $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$ 、 $(\text{CH}_3)_2\text{C}=\text{CH}_2$ ,这三种物质与  $\text{HBr}$  加成时分别得到 2 种、1 种、2 种一溴代物,故最多可得到 5 种同分异构体,A 项正确。
9. B 【解析】盐酸会从②中挥发出来进入③干扰碳酸与硅酸酸性强弱的比较,A 项错误;当酚酞试液显红色时,可以说明②中有氨气逸出,B 项正确;因钡盐只使用了  $\text{BaCl}_2$  一种,因此本实验只能确定  $\text{CO}_2$  能否与  $\text{BaCl}_2$  反应(如它可以与偏铝酸钡、次氯酸钡溶液反应),C 项错误;这里是浓盐酸的挥发性,体现不出浓硫酸的吸水性,D 项错误。
10. C 【解析】当 a 是负极时,b 电极上发生的是  $\text{I}_2$  得到电子生成  $\text{I}^-$  的反应,A 项错误;若 a 是铁或铜,则左侧烧杯中的铁或铜会直接与  $\text{FeCl}_3$  溶液反应而造成电路“短路”,B 项错误;C 中的操作会导致  $c(\text{FeCl}_3)$  增大,平衡向右进行,此时 a 上是  $\text{Fe}^{3+}$  得到电子转化为  $\text{Fe}^{2+}$ ,C 项正确;当阳离子移向左侧烧杯时,表明 a 电极是正极,b 电极是负极,发生的是失去电子的氧化反应,D 项错误。
11. D 【解析】因短周期元素核电荷数最大者为 18,故 Y 是氧元素、Z 是钠元素,由最高价氧化物对应水化物是强酸知四种元素中有 N、S、Cl 三种中的两种,结合原子序数关系知 X 是氮元素,W 是硫元素或氯元素, $\text{N}^{3-}$ 、 $\text{O}^{2-}$ 、 $\text{Na}^+$  电子结构相同而  $\text{Cl}^-$  比另外三种离子多一个电子层,A 项正确;钠元素的金属性强、氮元素的非金属性强,故钠、氮之间形成的是离子键,B 项正确;由次氯酸的结构知 C 项正确; $\text{NH}_3$  能与  $\text{H}_2\text{S}$  或  $\text{HCl}$  发生化合物反应,D 项错误。
12. B 【解析】 $\text{pH}>7$  说明溶液呈碱性, $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{H}^+$  不能大量存在, $\text{Ba}^{2+}$  与  $\text{CO}_3^{2-}$  不能共存,故 X 最多为 5,A 项错误;因  $\text{H}^+$  不能氧化 Cu,故一定有  $\text{Fe}^{3+}$ ,因  $\text{CO}_3^{2-}$  与  $\text{H}^+$ 、 $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Ba}^{2+}$  不能共存,B 项正确;加入铝粉得到  $\text{AlO}_2^-$  说明溶液呈碱性,此时溶液中的阳离子除  $\text{Na}^+$  外还可以是  $\text{Ba}^{2+}$ ,C 项错误;加  $\text{NaNO}_3$  后有气体生成,说明溶液中一定有  $\text{I}^-$ 、 $\text{H}^+$ ,而  $\text{H}^+$  与  $\text{CO}_3^{2-}$  不能共存,D 项错误。
13. C 【解析】由图像知当  $c(\text{CO}_3^{2-})<2.5\times 10^{-4}\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  时, $c(\text{SO}_4^{2-})=c(\text{Ba}^{2+})=1.0\times 10^{-5}\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ,故  $K_{\text{sp}}(\text{BaSO}_4)=10^{-10}$ ;当  $c(\text{CO}_3^{2-})\geq 2.5\times 10^{-4}\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  时,开始有  $\text{BaCO}_3$  生成,故  $K_{\text{sp}}(\text{BaCO}_3)=2.5\times 10^{-4}\times 1.0\times 10^{-5}=2.5\times 10^{-9}$ ,A 项正确; $K_{\text{sp}}$  只与温度有关, $\text{BaCl}_2$  溶液中  $c(\text{Ba}^{2+})$  较大,抑制了  $\text{BaSO}_4$  的溶解,B 项正确; $\text{BaSO}_4(\text{s})+\text{CO}_3^{2-}(\text{aq})\xrightleftharpoons{K_1}\text{BaCO}_3(\text{s})+\text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$ , $K_1=\frac{c(\text{SO}_4^{2-})}{c(\text{CO}_3^{2-})}=\frac{K_{\text{sp}}(\text{BaSO}_4)}{K_{\text{sp}}(\text{BaCO}_3)}=0.04$ , $K_2\times K_1=1$ ,故  $K_2>K_1$ ,C 项错误;当  $\text{BaSO}_4$  全部转化为  $\text{BaCO}_3$  时,溶液中  $c(\text{SO}_4^{2-})=0.2\text{ mol/L}$ , $K_1=\frac{c(\text{SO}_4^{2-})}{c(\text{CO}_3^{2-})}=\frac{0.2}{c(\text{CO}_3^{2-})}=0.04$ , $c(\text{CO}_3^{2-})=5\text{ mol/L}$ 。即  $0.1\text{ mol BaSO}_4$  转化完时溶液中还有  $2.5\text{ mol CO}_3^{2-}$ ,转化过程中还消耗了  $0.1\text{ mol CO}_3^{2-}$ ,故至少需要  $2.6\text{ mol Na}_2\text{CO}_3$ ,D 项正确。

26. (14 分,除注明外,每空 1 分)

【答案】(1)NaOH 溶液(合理即给分) 浓硫酸 防止空气中水蒸气进入 D 中

(2)氢气不纯,加热时会发生爆炸,同时装置中空气更易与金属 R 反应(2 分) badc(2 分)

(3)① $\text{CaH}_2+2\text{H}_2\text{O}=\text{Ca}(\text{OH})_2+2\text{H}_2\uparrow$ (2 分) ②Li

(4)①取等质量的两种固体,与足量水反应,生成气体明显较多的原物质是 NaH,另一种是单质钠(2 分)

②取适量的固体在加热的条件下与干燥氧气反应,将反应后生成的气态产物通过装有白色的无水硫酸铜的干燥管,观察到白色变蓝色,再用燃烧后的固体产物做焰色实验,可观察到黄色火焰(合理即给分)(2 分)

【解析】(1)由于 HCl、H<sub>2</sub>O 均可与钠反应,为除尽 HCl,B 中应使用 NaOH 溶液,再用浓硫酸除去水蒸气;为防止空气中水蒸气进入 D 中,E 中应使用无水氯化钙或碱石灰。

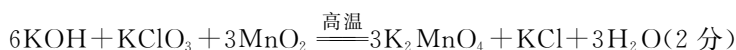
(2)由于装置内空气也可与金属 R 反应,且氢气是可燃性气体,故需要先用氢气将它们排出,待验纯后再加热使其充分反应后,停止加热并继续通入 H<sub>2</sub> 直至完全冷却。

(3)CaH<sub>2</sub> 与水之间发生的是生成氢气的氧化还原反应,同时还生成有 Ca(OH)<sub>2</sub>,单质钙与水反应也能生成 Ca(OH)<sub>2</sub>。由于单位质量的 LiH 提供的 H<sub>2</sub> 较 NaH、CaH<sub>2</sub> 多,故从提供能源多少的角度上看,R 为锂最好。

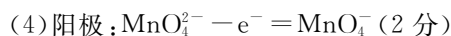
(4)等物质的量的 NaH、Na 与足量水反应时,前者生成的氢气量是后者的二倍而二者质量均相差很小,故可取等质量的两种固体与足量水反应,前者生成的 H<sub>2</sub> 量明显多于后者。NaH 能直接燃烧生成 Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 和水,用无水硫酸铜可检验出水,从而确定有氢元素、再利用焰色反应可确定有钠元素。

27. (14 分)【答案】(1)矿石富集、粉碎(2 分) MnO<sub>2</sub>(1 分)

(2)酸性条件下 Cl<sup>-</sup> 能还原 MnO<sub>4</sub><sup>-</sup>(1 分)



蒸发浓缩、冷却结晶(1 分) 硝酸(1 分)



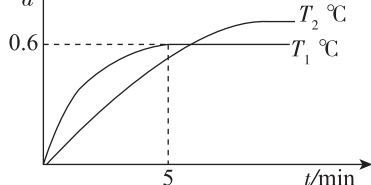
【解析】(1)矿石的预处理内容主要有富集、粉碎。MnO<sub>2</sub> 可用于循环使用。(2)由于酸性条件下 Cl<sup>-</sup> 可被 MnO<sub>4</sub><sup>-</sup> 氧化,故在酸化之前要分离出 KCl;由流程图知,熔炼时生成物有 KCl、K<sub>2</sub>MnO<sub>4</sub>,然后根据质量守恒原理确定有水生成。(3)酸化时,CO<sub>2</sub> + MnO<sub>4</sub><sup>2-</sup> → MnO<sub>2</sub> + MnO<sub>4</sub><sup>-</sup>,依得失电子守恒得:CO<sub>2</sub> + 3MnO<sub>4</sub><sup>2-</sup> → MnO<sub>2</sub> + 2MnO<sub>4</sub><sup>-</sup>,由于酸化前溶液显碱性,故有 OH<sup>-</sup> 参与反应且有 CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> 生成,由此可得到 3CO<sub>2</sub> + 2OH<sup>-</sup> + 3MnO<sub>4</sub><sup>2-</sup> = MnO<sub>2</sub> + 2MnO<sub>4</sub><sup>-</sup> + 3CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> + H<sub>2</sub>O。生成的 K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 与 KMnO<sub>4</sub> 均可溶于水但相同温度下 KMnO<sub>4</sub> 溶解度远小于 K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>,故操作 c 为蒸发浓缩、冷却结晶。又因为酸化后除得到 KMnO<sub>4</sub>、MnO<sub>2</sub> 外还会得到其它的盐,过滤除去 MnO<sub>2</sub>,KMnO<sub>4</sub> 与另外的盐需要根据溶解度的差异进行分离,由溶解度数据表知硫酸盐溶解度与 KMnO<sub>4</sub> 溶解度较接近,故不能用硫酸酸化,碳酸盐、硝酸盐溶解度与 KMnO<sub>4</sub> 的溶解度相差较大,故可用 CO<sub>2</sub> 或硝酸做酸化剂。(4)MnO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 转化为 MnO<sub>4</sub><sup>-</sup> 是失电子的反应,在阳极上进行,阴极上是 H<sup>+</sup> 放电,故电解过程中还有 H<sup>+</sup> 及 KOH 生成。

28. (15 分)【答案】(1)-563(1 分) 30(2 分)

(2)①0.48 mol/(L·min)(1 分) 2.7(2 分)

②无法确定二者间的相对大小(其它合理答案也对,2 分) ③c(2 分)

(3) a (2 分)



(4) $c(\text{HCO}_3^-) > c(\text{CO}_3^{2-}) > c(\text{H}_2\text{CO}_3)$ (1 分)  $10^{-14}$ (2 分)

【解析】(1)反应热  $\Delta H_1 = \text{反应物总键能} - \text{生成物总键能} = (2 \times 960 + 497) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} - 4 \times 745 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = -563 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ,由盖斯定律知: $\Delta H_2 = \Delta H_1 - \Delta H_3 = 30 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(2)①平衡时消耗的  $c(\text{CO}) = 2.4 \text{ mol/L}$ ,故  $v(\text{CO}) = 0.48 \text{ mol}/(\text{L} \cdot \text{min})$ 。平衡时, $c(\text{CO}_2) = 2.4 \text{ mol/L}$ 、 $c(\text{N}_2) = 1.2 \text{ mol/L}$ 、 $c(\text{CO}) = 1.6 \text{ mol/L}$ 、 $c(\text{NO}) = 1 \text{ mol/L}$ ,由此可求出  $K = 2.7$ 。②当几种物质以等物质的量(设为  $n$ )混合时,其浓度熵  $Q_c = 2/n$ ,因物质的量( $n$ )值不确定,故无法确定浓度熵与  $K$  的相对大小,所以反应进行的方向也无法确定下来。③对于一个确定的反应, $\Delta H$  是个定值, $a$  项错误;四种物质均是气体,容器内气体总质量保持不变,密度是个常数, $b$  项错误;因反应前后气体分子数目发生了改变,故当总压保持不变时,反应达到平衡, $c$  项正确;由反应方程式知,消耗 NO 的速率总是生成 N<sub>2</sub> 速率的 2 倍, $d$  项错误。

(3)温度降低后,达到平衡时所需要的时间较长,CO 的转化率增大,由此可绘制出相应的图像。

(4)充分反应后得到 0.1 mol  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  与 0.1 mol  $\text{NaHCO}_3$ , 由于  $\text{CO}_3^{2-}$  水解能力远强于  $\text{HCO}_3^-$  的水解能力, 故有  $c(\text{HCO}_3^-) > c(\text{CO}_3^{2-}) > c(\text{H}_2\text{CO}_3)$ 。 $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$ , 平衡时,  $c(\text{OH}^-) = 10^{w-14} \text{ mol/L}$ ,  $c(\text{CO}_3^{2-}) \approx c(\text{HCO}_3^-)$ , 故  $K = 10^{w-14}$ 。

36. (15 分, 除注明外, 每空 1 分)

【答案】(1)除尘、洗涤、干燥(或净化、干燥)  $\text{SO}_2$  热交换器

(2)电能 碾磨  $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$

(3) $2\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F} + 7\text{H}_2\text{SO}_4 = 3\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 + 7\text{CaSO}_4 + 2\text{HF}$  (2 分) 氨气或氨水

(4)b(2 分)

(5) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2 \uparrow$  (2 分) 0.25 (2 分)

【解析】(1)从沸腾炉中出来的气体中含有大量的尘埃, 需要经过除尘、洗涤、干燥除去这些杂质, 接触室内用于调节温度的仪器是热交换器。

(2)水泥生产需要电能, 故①中输送的是电能; 生成的硅酸盐需要研磨为细粉后才能作为水泥使用, 由硅酸三钙等的化学式可写出铝酸三钙的化学式为  $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ 。

(3)氮磷复合肥料中含有氮元素、磷元素, 故还需要氨水或氨气; 矿石与硫酸反应时, 氟元素会转化为 HF。

(4)由流程图知, 海水淡化过程中利用了电能, 故是电渗析法。

(5)进入炼铁高炉的矿渣是  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , 被 CO 还原为 Fe。

由  $\text{FeS}_2 \sim \text{Fe}$  得  
120 56

$1 \text{ t} \times 60\% \times 90\% \times 99\% m(\text{Fe}) \quad m(\text{Fe}) = 0.25 \text{ t}$

37. (15 分)【答案】(1)5 (1 分)  $[\text{Ar}]2s^2$  (1 分)  $\text{F} > \text{N} > \text{O}$  (1 分)

(2)1:2 (1 分)  $\text{NF}_3$ 、 $\text{OF}_2$  (2 分) 三角锥形、V 形 (2 分)

(3) $\text{H}_2\text{S} < \text{H}_2\text{Se} < \text{H}_2\text{O}$  (1 分) 水分子间能形成氢键而另外两种分子不能, 故水的沸点最高,  $\text{H}_2\text{S}$  相对分子质量比  $\text{H}_2\text{Se}$  的小, 分子间作用力小, 故沸点最低 (2 分)

(4)离子晶体 (1 分)  $\text{Cu}_2\text{O}$  (1 分)

(5) $\sqrt[3]{\frac{312}{\rho N_A}}$  (2 分)

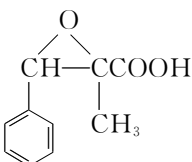
【解析】易推出 A、B、C、D、E 五种元素分别是 N、O、F、Ca、Cu。基态铜原子的电子最后进入的能级是 3d, d 能级的电子云有 5 种伸展方向。(2) $\text{N}_2$  中有 1 个  $\sigma$  键、2 个  $\pi$  键;  $\text{NF}_3$ 、 $\text{OF}_2$  中, 中心原子均有 4 个孤电子对, 故均为  $\text{sp}^3$  杂化, 分子构型分别为三角锥形与 V 形。(3)氢化物沸点由低到高的顺序为  $\text{H}_2\text{S} < \text{H}_2\text{Se} < \text{H}_2\text{O}$ , 三者均是分子晶体, 水分子间能形成氢键, 所以沸点最高,  $\text{H}_2\text{S}$  相对分子质量比  $\text{H}_2\text{Se}$  的小, 分子间作用力小, 故沸点最低。

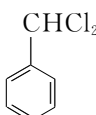
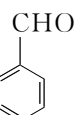
(4)由熔点数据知两种氧化物均属于离子晶体,  $\text{CuO}$  中的  $\text{Cu}^{2+}$  的电荷是  $\text{Cu}_2\text{O}$  中的  $\text{Cu}^+$  的 2 倍, 故离子键强度比较大, 晶格能较大。

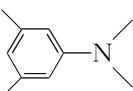
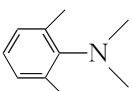
(5)根据晶胞结构可以知道一个  $\text{CaF}_2$  晶胞中有 4 个  $\text{CaF}_2$ , 氟化钙的摩尔质量为 78 g/mol, 一个晶胞的质量

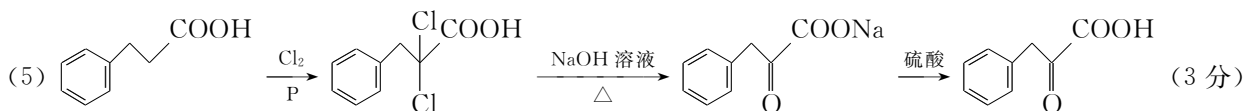
为  $4 \times 78 / N_A$ ,  $a^3 \times \rho = 4 \times 78 / N_A$ ,  $a = \sqrt[3]{\frac{312}{\rho N_A}}$ 。

38. (15 分)【答案】(1)甲苯 (1 分) 醚键、酯基 (1 分) 取代反应(或酯化反应, 1 分)

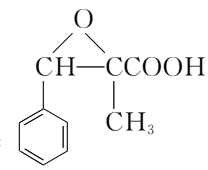
(2) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$  (1 分)  (1 分)  $\text{HCl}$  (1 分)

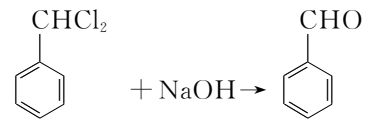
(3)  +  $2\text{NaOH} \xrightarrow[\Delta]{\text{H}_2\text{O}}$   +  $2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$  (2 分)

(4)18 (2 分)   (2 分)



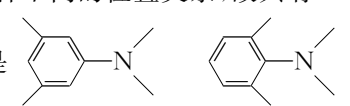
【解析】(1)由 A 是烃及其与氯气反应后生成的物质的结构简式知 A 是甲苯。

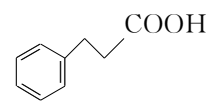
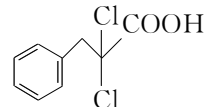
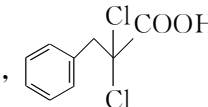
(2)B 是丙酸;由 D 的结构及反应条件可推知,③最可能是酯基水解,E 最可能的结构是:  ;  
比较反应②中已知的反应物、生成物的组成知,另一种生成物是 HCl。

(3)根据图中信息可先写出  ,然后结合质量守恒可确定还应有 NaCl 及水生成。

(4)由甲基苯丙胺的组成及同分异构体的结构特点知,苯环上的取代基有如下几组情况:

①—NH<sub>2</sub> 与两个—CH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>;②—NHCH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub> 与两个—CH<sub>3</sub>;③—N(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 与两个—CH<sub>3</sub>。每组的三个取代基在苯环上均有 6 种不同的位置关系,故共有 18 种同分异构体。核磁共振氢谱有 4 组峰的物质的结构

中存在对称关系,他们是  。

(5)可用  先与氯气反应生成  ,  在 NaOH 溶液中水解后再进行酸化即可得到目标产物。

## (二)

7. D 【解析】NaHCO<sub>3</sub> 不稳定,受热易分解产生 CO<sub>2</sub> 气体使糕点膨松,所以用作膨松剂,A 项错误;合金的特点是熔点低,硬度大,B 项错误;乙醇消毒液消毒是因为可以使蛋白质变性,而非氧化消毒,C 项错误;氯化钙可以充当原电池的电解质溶液,使桥梁形成无数个原电池,从而加速腐蚀,D 项正确。

8. B 【解析】6.4 g 铜粉与足量 S 反应生成 Cu<sub>2</sub>S 失去的电子数为 0.1N<sub>A</sub>,A 项错误;丁烷的结构式为



所以应含电子数为 18N<sub>A</sub>,C 项错误;溶质 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 含有的氧原子数为 0.4N<sub>A</sub>,但由于溶剂水中也含有氧原子,所以 D 项错误。

9. D 【解析】从结构简式可以看出该有机物的碳原子数为 12,氢原子数为 14,氧原子数为 4,A 项正确;该有机物中有醛基结构,可以发生加成和氧化反应,酯基可以水解,水解反应是取代反应,B 项正确;从结构简式可以看出 1 mol 该有机物可与 4 mol H<sub>2</sub> 加成,C 项正确;该有机物含有苯环和酯基,难溶于水,D 项错误。

10. A 【解析】若 Z 为 He,Y 为 Ne,X 为 F,最外层电子数大小顺序为 Ne>F>He,A 项错误;若只有 X 为金属,则 X 为 Al,Y 为 Si,Z 为 C,它们的最外层电子数之和为 11,B 项正确;若 Z、Y 可组成 YZ<sub>2</sub>、YZ<sub>3</sub> 两种分子,则 X 为 P,Y 为 S,Z 为 O,H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 为弱酸,C 项正确;若 Z 为金属,只能是 Be,则 Na 与 O 可组成 Na<sub>2</sub>O、Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 两种化合物,D 项正确。

11. B 【解析】A 为洗气装置,导管应长进短出,A 项错误;浓氨水滴到生石灰上可产生 NH<sub>3</sub>,B 项正确;析氢腐蚀是在酸性条件下发生的,在食盐水中发生吸氧腐蚀,C 项错误;错用了酸式滴定管盛放 NaOH 溶液,D 项错误。

12. C 【解析】电池放电时,Na<sup>+</sup> 应移向正极,A 项错误;电池放电时,正极应发生还原反应,B 项错误;电池充电时,正极的电极反应式为:NaMO<sub>2</sub> - xe<sup>-</sup> = Na<sub>1-x</sub>MO<sub>2</sub> + xNa<sup>+</sup>,C 项正确;放电时,Na<sup>+</sup> 从负极脱嵌,经溶液

又嵌入正极,所以电解液中  $c(\text{Na}^+)$  不变,D 项错误。

13. B 【解析】NaOH 溶液与  $\text{Mg}^{2+}$  和  $\text{Cu}^{2+}$  均可生成沉淀,但直接生成蓝色沉淀,说明  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  比  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  溶解度更小,所以  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  的  $K_{\text{sp}}$  比  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  的  $K_{\text{sp}}$  更小,A 项正确; $\text{Cu}(\text{OH})_2$  为难溶电解质,在水中存在溶解平衡使溶液中含有少量的  $\text{Cu}^{2+}$ ,B 项错误;溶液中  $\text{Mg}^{2+}$  和  $\text{Cu}^{2+}$  的物质的量相等,即反应需要的  $\text{OH}^-$  的物质的量相等, $V_1 = V_2 - V_1$ ,C 项正确;因为  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  的溶解度比  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  的溶解度小得多,所以发生沉淀转化,生成溶解度更小的  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  红褐色沉淀,D 项正确。

26. (13 分)【答案】(1)三颈烧瓶(1 分)

(2)生成过量的  $\text{HClO}$ ,提高环己醇的利用率(1 分) 铬属于重金属,还原产物污染环境(2 分)

(3)不断用淀粉碘化钾试纸对反应液进行检验,直至碘化钾淀粉试纸恰好不显蓝色(其它合理答案亦得分)(2 分)

(4)95(1 分) (5)D(2 分) (6)66.1%(2 分)

(7)不能,因为环己醇和环己酮的沸点差值太小(2 分)

【解析】(1)仪器 A 是三颈烧瓶。(2)由反应原理可知环己醇是被次氯酸氧化,则冰醋酸和  $\text{NaClO}$  溶液均过量的目的是生成过量的  $\text{HClO}$ ,提高环己醇的利用率。(3) $\text{NaClO}$  溶液可以氧化  $\text{KI}$  生成  $\text{I}_2$  使淀粉变蓝,所以不断用淀粉碘化钾试纸对反应液进行检验,直至碘化钾淀粉试纸恰好不显蓝色时即可证明  $\text{NaClO}$  恰好全部被还原。(4)由题目信息可知环己酮和水形成恒沸点的混合物,所以在  $95^\circ\text{C}$  时环己酮和水已经被蒸出,所以只能收集  $95^\circ\text{C}$  的馏分。(5)环己酮的密度比水小,在水层上方。分液时先将水层从下口放出,再将环己酮从上口倒出。(6)理论上,5.2 mL 环己醇完全转化为环己酮的质量为  $5.2\text{ mL} \times 0.96\text{ g/mL} \div 100\text{ g/mol} \times 98\text{ g/mol} = 4.89\text{ g}$ ,实际产量为  $3.4\text{ mL} \times 0.95\text{ g/mL} = 3.23\text{ g}$ ,产率为  $3.23 \div 4.89 = 66.1\%$ 。(7)不能,因为环己醇和环己酮的沸点差值太小,很难通过蒸馏来进行提纯。

27. (15 分)【答案】

(1) $\text{TiO}_2 + 4\text{H}^+ = \text{Ti}^{4+} + 2\text{H}_2\text{O}$ (2 分)

提高盐酸的浓度(或适当提高反应温度)(1 分)

(2)将  $\text{Fe}^{3+}$  还原成  $\text{Fe}^{2+}$ (2 分) 冰水温度更低,能提高  $\text{FeCl}_2$  的析出量(2 分)

(3) $\text{TiOCl}_2 + (x+1)\text{H}_2\text{O} = \text{TiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O} \downarrow + 2\text{HCl}$ (2 分)

(4)盐酸(2 分)

(5) $\text{TiO}_2 + 2\text{Cl}_2 + 2\text{C} \xrightarrow{\text{一定条件}} \text{TiCl}_4 + 2\text{CO}$ (2 分)

(6)76%(2 分)

【解析】(1)钛精矿中  $\text{TiO}_2$  含量最大,所以最重要的反应就是  $\text{TiO}_2$  与盐酸的反应;

(2)提高盐酸的浓度、适当提高反应温度、增大钛精矿的表面积均可达到提高浸出速率的目的。

(3)热水解过程实际是  $\text{TiO}^{2+}$  水解成带结晶水的二氧化钛的过程,反应的化学方程式为

$\text{TiOCl}_2 + (x+1)\text{H}_2\text{O} = \text{TiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O} \downarrow + 2\text{HCl}$ 。

(4)热水解时生成了盐酸,而溶解钛精矿也需要盐酸,所以盐酸可以循环利用。

(5)碳粉过量,所以产物应为  $\text{CO}$ ,对应的方程式为  $\text{TiO}_2 + 2\text{Cl}_2 + 2\text{C} \xrightarrow{\text{一定条件}} \text{TiCl}_4 + 2\text{CO}$ 。

(6)20 mL 钛液消耗  $\text{FeCl}_3$  的物质的量为 0.019 mol,由  $\text{Ti}^{3+} - \text{Fe}^{3+}$  关系可知原样品中  $\text{TiO}_2$  的物质的量为  $5 \times 0.019 = 0.095\text{ mol}$ ,质量为  $0.095\text{ mol} \times 80\text{ g/mol} = 7.6\text{ g}$ ,样品的质量分数为  $\frac{7.6}{10} \times 100\% = 76\%$ 。

28. (15 分)【答案】

I. (1)该反应的  $\Delta S < 0$ ,只有当  $\Delta H < 0$  时  $\Delta H - T\Delta S$  才有可能小于 0,反应才能在一定条件下自发进行,所以  $a < 0$ (2 分)

(2)66.7%(2 分) 1.5(2 分)

(3)降温、加压、增加  $\text{CO}$  的浓度(2 分)

II. (1) $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HC}_2\text{O}_4^-$   $\text{HC}_2\text{O}_4^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ (2 分)

(2)酸性(1 分)  $c(\text{Na}^+) > c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) > c(\text{H}^+) > c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) > c(\text{OH}^-)$ (2 分)

(3) $9.45 \times 10^{-4}$ (2 分)

【解析】I. (1)从方程式可以看出  $\Delta S < 0$ ,当  $\Delta H > 0$  时  $\Delta H - T\Delta S$  恒大于 0,该反应在任何情况下均不能发

生,所以  $\Delta H$  必小于 0,所以  $a < 0$ 。

(2)由在等温等容条件下压强与气体的物质的量成正比可知反应后气体总物质的量变成  $10/3 \text{ mol}$ 。可利用三行式求得平衡时  $n(\text{CO}) = 2/3 \text{ mol}$ ,  $n(\text{H}_2) = 1 \text{ mol}$ ,  $n(\text{HOH}_2\text{C}-\text{CH}_2\text{OH}) = 2/3 \text{ mol}$ ,可知  $\text{H}_2$  的转化率 =  $(3-1)\text{mol}/3 \text{ mol} = 0.667$ ;又因为体积为  $1 \text{ L}$ ,所以各气体的物质的量等与其物质的量浓度,带入平衡表达式计算可得  $K = 1.5$ 。

(3)降温、加压、增加  $\text{CO}$  的浓度都可以增大  $n(\text{HOH}_2\text{C}-\text{CH}_2\text{OH})/n(\text{H}_2)$  的比值。

II. (1)多元弱酸分步电离,每步电离出一个  $\text{H}^+$  可得答案。

(2)由  $K(\text{HC}_2\text{O}_4^-)_{\text{水解}} = K_w/K(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)_{\text{电离}} = (1 \times 10^{-14})/(5.4 \times 10^{-2}) = 1.85 \times 10^{-13}$  可知,  $\text{HC}_2\text{O}_4^-$  的电离平衡常数大于水解平衡常数,所以电离大于水解,溶液显酸性。

(3)该可逆反应的平衡常数 =  $[c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) \times c(\text{NH}_4^+)]/[c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) \times c(\text{HC}_2\text{O}_4^-)] = K(\text{HC}_2\text{O}_4^-) \times K(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})/K_w = (5.4 \times 10^{-5} \times 1.75 \times 10^{-5})/1 \times 10^{-14} = 9.45 \times 10^{-4}$ 。

### 36. (15 分)【答案】

(1)提高酸的浓度(或适当提高反应温度或搅拌下进行反应)(2 分)

(2)将  $\text{Fe}^{2+}$  氧化成  $\text{Fe}^{3+}$ ,有利于其水解除去铁元素(2 分)

$2\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$ (2 分)

(3)取少量母液 I,滴加  $\text{KSCN}$  溶液,无血红色,则母液 I 中已不存在  $\text{Fe}^{3+}$ (2 分)

(4)减小铝元素损失,提高  $\text{Al}(\text{OH})_3$  产率(2 分)

(5) $\text{AlO}_2^- + \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{HCO}_3^-$ (2 分)

(6)51%(3 分)

【解析】(1)提升“酸浸”时的反应速率可以采用升温、搅拌、增大矿石表面积、提高酸的浓度等方法。

(2) $\text{Fe}^{3+}$  比  $\text{Fe}^{2+}$  更易水解生成沉淀且需 pH 较小,将  $\text{Fe}^{2+}$  氧化成  $\text{Fe}^{3+}$  有益于水解除去铁元素;

$\text{Fe}^{2+}$  在酸性条件下被  $\text{H}_2\text{O}_2$  氧化的离子方程式为  $2\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

(3)检验  $\text{Fe}^{3+}$  的方法是取少量母液 I,滴加  $\text{KSCN}$  溶液,无血红色,则母液 I 中已不存在  $\text{Fe}^{3+}$ 。

(4)洗涤沉淀是为了将滤渣 II 吸附的  $\text{AlO}_2^-$  离子并入“碱溶”后得到的溶液,减小铝元素损失,提高  $\text{Al}(\text{OH})_3$  产率。

(5)通入过量  $\text{CO}_2$  是为了将  $\text{AlO}_2^-$  转化为  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ,反应的离子方程式为  $\text{AlO}_2^- + \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{HCO}_3^-$ 。

(6) $\text{Al}(\text{OH})_3$  的质量为  $3.9 \text{ g}$ ,可知铝元素的物质的量为  $0.05 \text{ mol}$ , $\text{Al}_2\text{O}_3$  的物质的量为  $0.025 \text{ mol}$ ,质量为  $2.55 \text{ g}$ , $\text{Al}_2\text{O}_3$  的质量分数为  $(2.55/5) \times 100\% = 51\%$ 。

### 37. (15 分)【答案】

(1)自范性(1 分) (2) $\text{CH}_4$ 、 $\text{SiH}_4$ (2 分)

(3) $\text{sp}^2$ 、 $\text{sp}^3$ (2 分)  $26N_A$ (2 分)

(4)+2(2 分)  $\text{O} > \text{N} > \text{C} > \text{H} > \text{Ni}$ (1 分) (5) $3\text{d}^{10}4\text{s}^1$ (1 分) 8(2 分)  $\frac{522}{(a \times 10^{-10})^3 N_A}$ (2 分)

【解析】(1)晶体的自范性即晶体能自发地呈现多面体外形的性质。(2)根据等电子体的定义可知答案应为  $\text{CH}_4$ 、 $\text{SiH}_4$ 。(3)柠檬烯中碳原子有碳碳单键,碳碳双键,所以碳原子的杂化方式为  $\text{sp}^2$ 、 $\text{sp}^3$ 。由分子结构可知其中 C—H 键为 16 个,C—C 键为 8 个,C=C 键为 2 个可知共含  $\sigma$  键数目为 26 个。(4)由图 2 可知 N 原子已成够 3 个键,对 Ni 的价态无贡献,结构中形成两个 Ni—O 键,所以 Ni 的价态为 +2 价;根据电负性递变规律可知其大小顺序为  $\text{O} > \text{N} > \text{C} > \text{H} > \text{Ni}$ 。(5)铜的外围电子排布式为  $3\text{d}^{10}4\text{s}^1$ ;选取上面中心的 Au 原子进行讨论,在此晶胞中离它最近的 Cu 有 4 个,但此原子分属两个晶胞,所以离它最近的 Cu 应为 8 个;晶胞质量为  $2(64+197)/N_A \text{ g}$ ,体积为  $(a \times 10^{-10})^3 \text{ cm}^3$ ,所以其密度为  $\frac{522}{(a \times 10^{-10})^3 N_A} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 。

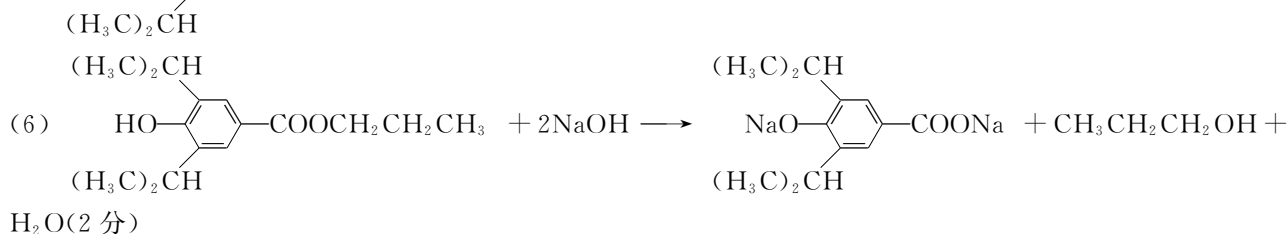
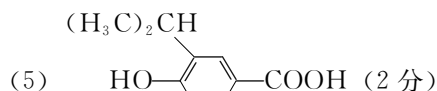
### 38. (15 分)【答案】

(1)  $\text{CH}_3-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\text{CH}_3 \xrightarrow[\Delta]{\text{浓硫酸}} \text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O}$ (2 分) 消去反应(2 分)

(2)1,2-二溴丙烷(2 分)

(3)b、d(2分)

(4)24(3分)



【解析】(1)由物质转化关系可知,A醇,B属于烯,因此A生成B的反应类型为消去反应,结合已知信息和F的结构可推知,A的结构简式为  $\text{CH}_3-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\text{CH}_3$ ,B为丙烯,反应方程式为  $\text{CH}_3-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\text{CH}_3 \xrightarrow[\Delta]{\text{浓硫酸}} \text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O}$ 。

(2)B(丙烯)与溴单质加成后的产物为  $\text{CH}_3-\underset{\text{Br}}{\text{CH}}-\underset{\text{Br}}{\text{CH}_2}$ ,其化学名称为1,2-二溴丙烷。

(3)检验C中酚羟基,可采取浓溴水和 $\text{FeCl}_3$ 溶液。故答案选b、d。

(4)结合a、b可知烃基应为丁基,有4种结构;另一条是含 $-\text{COOH}$ ,且含有3个碳原子的支链,其结构分别为 $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH}$ 和 $-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{COOH}$ ,两条支链在苯环上的位置有邻、间、对3种情况,所以同分异构体数应为 $4 \times 2 \times 3 = 24$ 种。

### (三)

7. C 【解析】青蒿素的分子式应为 $\text{C}_{15}\text{H}_{22}\text{O}_5$ ,A项错误;据青蒿素的结构简式可知应易溶于乙醚等非极性溶剂,而难溶于水,B项错误;青蒿素分子结构中含有一个酯基,在碱性条件下可发生水解反应,C项正确;青蒿素分子中不含羟基,不能发生酯化反应,D项错误。
8. B 【解析】标准状况下辛烷为液体,无法计算22.4 L辛烷的物质的量,A项错误;过氧化钠与水反应生成氧气,则氧气来源于-1价的O元素,所以生成0.2 mol氧气时转移电子 $0.4N_A$ ,B项正确;标准状况下,22.4 L  $\text{N}_2$ 和 $\text{H}_2$ 混合气的物质的量为1 mol,含有的分子数目是 $N_A$ ,由于 $\text{N}_2$ 和 $\text{H}_2$ 都是双原子分子,故原子的物质的量为2 mol,个数为 $2N_A$ ,C项错误;浓盐酸反应变稀且具有挥发性,实际反应的盐酸小于0.6 mol,故转移的电子数小于 $0.3N_A$ ,D项错误。
9. C 【解析】ⅠA族与ⅦA族元素间既可形成如 $\text{HCl}$ 等共价化合物,也可形成如 $\text{NaCl}$ 等离子化合物,A项正确;从ⅢB族到ⅡB族10个纵行的元素全部为过渡元素,过渡元素全部都是金属元素,B项正确;还原性 $\text{I}^- > \text{Cl}^-$ ,但氢碘酸是强酸, $\text{I}^-$ 不水解,C项错误;同周期金属元素化合价主要决定于其最外层电子数,与原子失电子能力强弱无关,D项正确。
10. D 【解析】 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 与浓硫酸 $170^\circ\text{C}$ 共热,可能生成副产物 $\text{SO}_2$ 也能使酸性 $\text{KMnO}_4$ 溶液褪色,不能由此得出结论制得了 $\text{C}_2\text{H}_4$ 气体,A项错误; $\text{CCl}_4$ 萃取了溶液中的 $\text{I}_2$ 而使 $\text{CCl}_4$ 层显紫色,而不是 $\text{KI}_3$ 溶于 $\text{CCl}_4$ 的缘故,B项错误;过量的铁与稀硝酸反应生成了 $\text{Fe}^{2+}$ ,不能与 $\text{KSCN}$ 溶液反应呈红色,C项错误;实验生成的黄色沉淀为 $\text{AgI}$ ,当不同离子沉淀时,对应的沉淀 $K_{sp}$ 越小,越容易生成,D项正确。
11. A 【解析】由反应机理可知 $\text{I}^-$ 是 $\text{H}_2\text{O}_2$ 分解的催化剂, $\text{I}^-$ 浓度越大,产生的 $\text{IO}^-$ 越多,反应速率也就越快,A项正确; $\text{IO}^-$ 是 $\text{I}^-$ 与 $\text{H}_2\text{O}_2$ 反应的中间产物,不是该反应的催化剂,B项错误;由图像可知加入催化剂只能降低反应的活化能,不改变反应的热效应,C项错误;催化剂不能使化学平衡移动,不能提高转化率,D项错误。
12. A 【解析】由题干中的电极反应式知 $\text{C}-\text{MnO}_2$ 是电池的正极,铝作负极失去电子。由于氨水是弱碱,故铝转化为 $\text{Al}(\text{OH})_3$ ,A项正确;在铁上电镀铜,铜连接电源正极,铁连接电源负极,B项错误;电子不能在溶液中转移,C项错误;原电池中的阳离子移向正极,即 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{Na}^+$ 移向石墨电极,D项错误。
13. D 【解析】由题意原甲、乙两烧杯均盛有10 mL的溶液,向乙烧杯中加水稀释至 $\text{pH}=4$ ,若该酸为强酸则

$10V_{\text{甲}}=V_{\text{乙}}$ ,若为弱酸  $10V_{\text{甲}}<V_{\text{乙}}$ ,A 项错误;根据常温下水的离子积,可以计算出水电离出的  $\text{H}^+$  浓度: $10c(\text{H}^+)_{\text{甲}}=c(\text{H}^+)_{\text{乙}}$ ,B 项错误;若分别用等浓度的  $\text{NaOH}$  溶液完全中和,甲中所得盐溶液的浓度大,若为强酸,则溶液的  $\text{pH}$ :甲=乙,若为弱酸,弱酸盐浓度大的碱性强,则溶液的  $\text{pH}$ :甲>乙,C 项错误;若分别与 10 mL  $\text{pH}=11$  的  $\text{NaOH}$  溶液反应,若为强酸则甲=乙,若为弱酸,所得溶液应为酸性,甲中浓度大,酸性强, $\text{pH}$  小,所以甲 $\leq$ 乙,D 项正确。

## 26. (14 分)【答案】

(1)除去铁屑表面的油污,热的纯碱溶液促进了  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  水解,溶液碱性增强,有利于油脂水解(2 分)

(2)C(1 分) B(1 分)

(3)将生成的硫酸亚铁溶液压入 D 中(1 分)

(4) $5\text{Fe}^{2+}+8\text{H}^++\text{MnO}_4^-=5\text{Fe}^{3+}+\text{Mn}^{2+}+4\text{H}_2\text{O}$ (2 分)

加入 1 滴酸性  $\text{KMnO}_4$  时,溶液呈浅紫色,且半分钟内不变色 (2 分)

(5)0.1(2 分) 不合理(1 分)

只滴定一次,偶然误差较大(或应做 2~3 次平行的滴定实验,取平均值进行计算)(2 分)

【解析】(1)废铁屑表面附着油污,升高温度,有利于  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  水解,增强  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液的碱性,将废铁屑浸入热的纯碱溶液,铁屑表面附着的油脂可以水解成可溶于水的高级脂肪酸钠盐和甘油,即可洗涤除去。(2)制备摩尔盐时,首先关闭 C,打开 B,然后将分液漏斗中旋塞打开,滴入硫酸,装置 A 中发生反应: $\text{Fe}+\text{H}_2\text{SO}_4=\text{FeSO}_4+\text{H}_2\uparrow$ ,反应生成的  $\text{H}_2$  将 A、B 中的空气排出,防止  $\text{Fe}^{2+}$  被氧化。(3)反应结束时,关闭 B,打开 C,由于 A 中压强增大,A 中的  $\text{FeSO}_4$  溶液即被压入 D 中与  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  溶液混合,即可得到  $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$  溶液,冷却结晶便得摩尔盐晶体。(4)向摩尔盐溶液中滴加  $\text{KMnO}_4$  溶液,发生反应  $5\text{Fe}^{2+}+8\text{H}^++\text{MnO}_4^-=5\text{Fe}^{3+}+\text{Mn}^{2+}+4\text{H}_2\text{O}$ , $\text{Fe}^{2+}$  可使  $\text{KMnO}_4$  溶液紫色褪去,当  $\text{Fe}^{2+}$  消耗完,再滴入  $\text{KMnO}_4$  溶液时,溶液便不会褪色,所以,当加入 1 滴酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液呈浅紫色,且半分钟内不变色时,即达到滴定终点。(5)据消耗  $\text{KMnO}_4$  溶液的体积,可列出比例式, $\frac{n(\text{Fe}^{2+})}{5}=\frac{0.1\times 0.02}{1}$ , $n(\text{Fe}^{2+})=0.01\text{ mol}$ ,则原样品中应含 0.1 mol  $\text{Fe}^{2+}$ 。但是,如果由此得出原样品中含有 0.1 mol  $\text{Fe}^{2+}$  的结论是不合理的,正确的操作应该是进行 2~3 次滴定,取消耗  $\text{KMnO}_4$  溶液体积的平均值进行计算。

## 27. (14 分)【答案】

(1)+172.5  $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ (1 分) 1572.2  $\text{kJ}$ (1 分)

(2)①25%(2 分)

② $K_p=\frac{P^2(\text{CO})}{P(\text{CO}_2)}=\frac{(0.96P_{\text{总}})^2}{0.04P_{\text{总}}}=23.04P_{\text{总}}$  (2 分)

③平衡不移动,因为据图可知, $T^\circ\text{C}$  时,平衡体系中  $\text{CO}$  和  $\text{CO}_2$  的体积相等,所以再充入等体积的  $\text{CO}$  和  $\text{CO}_2$ ,对平衡移动没有影响(2 分)

(3) $2\text{CO}+2\text{CO}_3^{2-}-4\text{e}^-=4\text{CO}_2$ (3 分) 0.4 mol(3 分)

【解析】(1) $\text{C}(\text{s})+\text{O}_2(\text{g})=\text{CO}_2(\text{g})\quad\Delta H=-393.5\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$  ①

$\text{CO}(\text{g})+1/2\text{O}_2(\text{g})=\text{CO}_2(\text{g})\quad\Delta H=-283\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$  ②

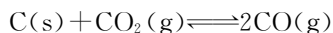
①-② $\times 2$ 得: $\text{C}(\text{s})+\text{CO}_2(\text{g})=2\text{CO}(\text{g})\quad\Delta H=+172.5\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

①-②得: $\text{C}(\text{s})+1/2\text{O}_2(\text{g})=\text{CO}(\text{g})\quad\Delta H=-110.5\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

100 g 碳粉燃烧生成混合气体中有  $\frac{2}{3}$  体积  $\text{CO}$  和  $\frac{1}{3}$  体积  $\text{CO}_2$ ,与这些碳完全燃烧相比损失的热量为

$$\frac{100}{12}\times 393.5-\left(\frac{100}{12}\times\frac{2}{3}\times 110.5+\frac{100}{12}\times\frac{1}{3}\times 393.5\right)=1572.2\text{ kJ}$$

(2)①据图可知,650  $^\circ\text{C}$  达平衡时, $\text{CO}$  体积占总体积的 40%,则



初始物质的量	1	0
变化物质的量	$x$	$2x$
平衡物质的量	$1-x$	$2x$

$$\frac{2x}{1+x}=0.4\quad x=0.25\quad \text{即此时 } \text{CO}_2 \text{ 的转化率为 } 25\%$$



②据图像可知,925℃时,CO的体积分数为96%,CO<sub>2</sub>的体积分数为4%,则

$$K_p = \frac{P^2(\text{CO})}{P(\text{CO}_2)} = \frac{(0.96P_{\text{总}})^2}{0.04P_{\text{总}}} = 23.04P_{\text{总}}。$$

(3)CO燃料电池的总反应为 $2\text{CO} + \text{O}_2 = \text{CO}_2$ ,CO在负极失电子,O<sub>2</sub>在正极得电子,该燃料电池是用Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>和Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>的熔融盐混合物作电解质,电池内部导电的阴离子应为CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>,所以负极的反应为 $2\text{CO} + 2\text{CO}_3^{2-} - 4\text{e}^- = 4\text{CO}_2$ ,正极的反应为: $\text{O}_2 + 2\text{CO}_2 + 4\text{e}^- = 2\text{CO}_3^{2-}$ 。用惰性电极电解CuSO<sub>4</sub>溶液,加入9.8 g(0.1 mol) Cu(OH)<sub>2</sub>后,溶液与电解前相同,据原子守恒可知电解使溶液中减少的成分相当于0.1 mol CuO·H<sub>2</sub>O,则转移电子物质的量为0.2 mol+0.2 mol=0.4 mol。

28. (15分)【答案】

(1) $\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{OH}^- = 2\text{AlO}_2^- + \text{H}_2\text{O}$ (2分)

(2) $2\text{LiCoO}_2 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 = \text{Li}_2\text{SO}_4 + 2\text{CoSO}_4 + \text{O}_2 \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ (3分) 氧化(1分) 会生成有毒气体氯气,造成污染(合理即给分)(2分)

(3) $\text{H}_2\text{O}_2$ 受热易分解, $2\text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$ (合理即给分)(2分)

(4) $\text{CoC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{CoC}_2\text{O}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ (2分)

(5)Co<sub>3</sub>O<sub>4</sub>(3分)

【解析】(2) $\text{H}_2\text{O}_2$ 在反应中既可以做氧化剂,也可以做还原剂。据题中所给钴酸锂的化学式LiCoO<sub>2</sub>可知,Co为+3价。据LiCoO<sub>2</sub>与H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>和H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>混合溶液反应后生成CoSO<sub>4</sub>可知,该反应中H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>做还原剂,生成氧气,而LiCoO<sub>2</sub>做氧化剂,生成CoSO<sub>4</sub>,反应的方程式应为 $2\text{LiCoO}_2 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 = \text{Li}_2\text{SO}_4 + 2\text{CoSO}_4 + \text{O}_2 \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ 。(3)酸浸时,若用盐酸代替H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>和H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>混合溶液,则盐酸做还原剂,其氧化产物为Cl<sub>2</sub>,有毒,会污染环境。酸浸加热可以加快溶解,但H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>具有受热易分解的性质,所以酸浸温度又不宜过高。(4)CoC<sub>2</sub>O<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O晶体受热应首先失去结晶水,进一步升温才会分解,加热测得晶体失重率为19.67%,若恰好失去结晶水,可计算失重率为 $\frac{36}{183} \times 100\% = 19.67\%$ ,所以在120~220℃加热CoC<sub>2</sub>O<sub>4</sub>·

2H<sub>2</sub>O晶体,所发生反应为晶体受热分解失去全部结晶水,方程式为 $\text{CoC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{CoC}_2\text{O}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

(5)在空气中煅烧CoC<sub>2</sub>O<sub>4</sub>生成6.72 L(标准状况)CO<sub>2</sub>,即0.3 mol CO<sub>2</sub>,据C原子守恒可知,分解的CoC<sub>2</sub>O<sub>4</sub>为0.15 mol,所得钴氧化物中含Co元素的质量为0.15 mol×59 g/mol=8.85 g,煅烧后12.05 g固体中含O元素的物质的量为 $\frac{12.05-8.85}{16} \text{ mol} = 0.2 \text{ mol}$ ,则钴氧化物中n(Co):n(O)=0.15:0.2=3:4,

化学式为Co<sub>3</sub>O<sub>4</sub>。

36. (15分)【答案】

(1)NH<sub>3</sub>在水中溶解度较大,而CO<sub>2</sub>在水中溶解度很小。所以先通入溶解度大的NH<sub>3</sub>,使溶液变为弱碱性,再通入酸性的CO<sub>2</sub>气体,有利于吸收CO<sub>2</sub>(2分)

(2) $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{NH}_3 = \text{NH}_4\text{HCO}_3$ , $\text{NH}_4\text{HCO}_3 + \text{NaCl} = \text{NaHCO}_3 \downarrow + \text{NH}_4\text{Cl}$ (2分)(或 $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{NH}_3 + \text{NaCl} = \text{NaHCO}_3 \downarrow + \text{NH}_4\text{Cl}$ )

(3)NH<sub>4</sub>Cl、CO<sub>2</sub>(2分)

(4)ad(2分)

(5)使亚铁离子快速氧化为三价铁离子,并使氯化铁充分水解,形成氢氧化铁沉淀(2分)

氢氧化铁(1分) 硫酸钡(1分)

(6)Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>·NaHCO<sub>3</sub>·2H<sub>2</sub>O(3分)

【解析】(1)CO<sub>2</sub>在水中溶解度小,NH<sub>3</sub>在水中的溶解度大,1体积水大约可以溶解700体积的NH<sub>3</sub>,先通入NH<sub>3</sub>,再通入过量CO<sub>2</sub>,生成大量NH<sub>4</sub>HCO<sub>3</sub>,随着c(HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>)增大,当c(Na<sup>+</sup>)·c(HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>)>K<sub>sp</sub>时,溶液中便会析出NaHCO<sub>3</sub>晶体。(3)据生成流程图可知NH<sub>4</sub>Cl、CO<sub>2</sub>均可循环使用。(4)滤出小苏打后,向母液中通入氨,加入食盐,增大了c(NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)和c(Cl<sup>-</sup>),提高氯化铵的产量和纯度,所得的滤液为氯化钠溶液,还可以循环利用。(5)产品溶解,加入H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>,加热至沸使亚铁离子快速氧化为三价铁离子,并使氯化铁充分水解,形成氢氧化铁沉淀;再加入BaCl<sub>2</sub>溶液生成硫酸钡沉淀。(6)n(CO<sub>2</sub>)=2 mol,CO<sub>2</sub>+H<sub>2</sub>O+Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>=2NaHCO<sub>3</sub>,原452 g晶体中有Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 2 mol,通入2 mol CO<sub>2</sub>生成4 mol NaHCO<sub>3</sub>,则原452 kg晶体中含有

$$n(\text{NaHCO}_3) = \frac{504 \text{ g}}{84 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} - 4 \text{ mol} = 2 \text{ mol},$$

$$452 \text{ g 晶体中含有 } n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{452 \text{ g} - 2 \text{ mol} \times 106 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} - 2 \text{ mol} \times 84 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 4 \text{ mol}$$

则原 452 g 晶体中:  $n(\text{Na}_2\text{CO}_3) : n(\text{NaHCO}_3) : n(\text{H}_2\text{O}) = 2 : 2 : 4 = 1 : 1 : 2$ , 该晶体的化学式为  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 。

37. (15 分)【答案】

(1)  $1s^2 2s^2 2p^2$  (1 分)

(2) 3 (1 分)  $sp^2$  (1 分) 3 (1 分) 2 (1 分)

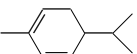
(3)  $sp^3$  (2 分)  $<$  (2 分)

(4) 12 (3 分) 20 (3 分)

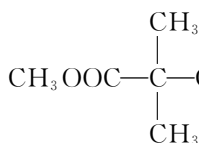
【解析】(1) 基态  $^{14}\text{C}$  原子核外有 6 个电子, 其核外电子排布式为  $1s^2 2s^2 2p^2$ 。(2) 据图 A 可知石墨烯为平面结构, C 原子与相邻 C 原子之间形成的键角为  $120^\circ$ , C 原子应为  $sp^2$  杂化, 每个碳原子被三个六元环共用, 每个六元环拥有的 C 原子数应为  $\frac{1}{3} \times 6 = 2$ 。(3) 图 B 中方框内的碳原子位于四面体中心, 该 C 原子以  $sp^3$  杂化, 与相邻碳原子间形成的键角约为  $109^\circ 28'$ , 小于图 A 中 C 原子间形成的键角。(4) 设  $\text{C}_{60}$  分子中有五边形  $x$  个, 六边形  $y$  个, 据“顶点数 + 面数 - 棱边数 = 2”可得:  $60 + (x + y) - (\frac{5x}{2} + \frac{6y}{2}) = 2$ , 据每个碳原子归 3 个面共用可得:  $\frac{5x}{3} + \frac{6y}{3} = 60$ , 将上述两式联立求解即可得  $x = 12, y = 20$ 。


38. (15 分)【答案】

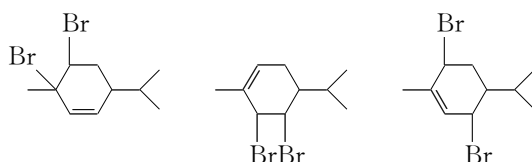
(1) 羰基、羧基 (1 分)


(2)   $[-\text{CH}_2-\text{CH}-]_n$  (每空 1 分, 共 2 分)  
COONa

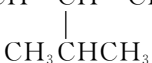

(3) 酯化反应 (或取代反应) (1 分) 消去反应 (1 分)

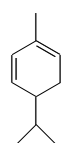
(4) 4 (2 分)  (2 分)

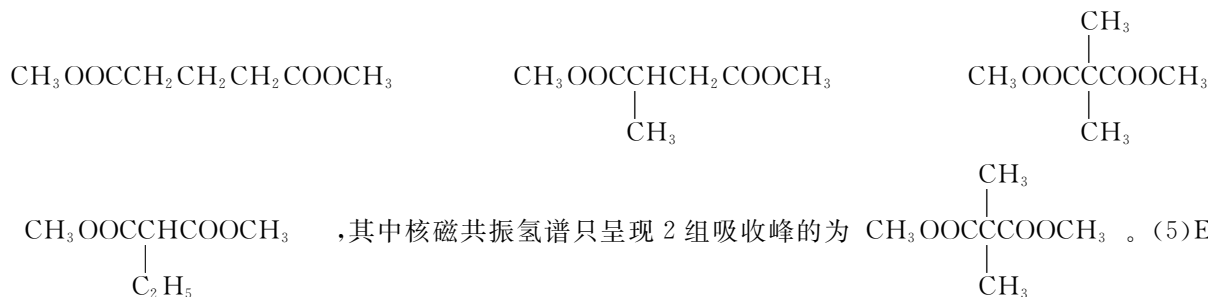
(5)   $\text{CH}_3\text{CHCOOH} + 2\text{NaOH} \xrightarrow[\Delta]{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}} \text{CH}_2=\text{CHCOONa} + \text{NaBr} + 2\text{H}_2\text{O}$  (2 分)

(6) 3 (1 分)  (每个结构简式 1 分, 共 3 分)

【解析】(1) 由 B 的分子组成、已知信息、I 为六元环状化合物可知 B 应为 。(2) 由 H 的结构

简式可知 A 分子为六元环状结构, 由已知信息、B 和 C 的结构可知 A 分子中含有  和  基团, 将这两个基团连接成六元环, 并使取代基处于对位便

可得 A 的结构简式为 。(3) D → I 为酯化反应, E → F 为消去反应。(4) 据 C 的结构简式可知 C 中含 7 个碳原子, 则含两个  $-\text{COOCH}_3$  基团的 C 的同分异构体有 4 种, 其结构简式为



生消去反应,碱性条件下一COOH 生成—COONa。(6)A 与等物质的量的 Br<sub>2</sub> 可以发生 1,2-加成,也可以发生 1,4-加成,所以加成产物有 3 种。

## (四)

7. B 【解析】从“鼻冲水”贮以玻璃瓶,气甚辛烈,从选项中可确定是“氨水”;从“刀创水”冶金创,以此水涂伤口,说明是常见药物,从选项中可确定是碘酒。
8. A 【解析】H<sub>2</sub> 与 D<sub>2</sub> 的物质的量均为 0.5 mol,含质子数均为 0.5 mol×2=1 mol,A 项正确;Fe<sup>3+</sup> 会发生水解,故 Fe<sup>3+</sup> 数目小于 0.1N<sub>A</sub>,B 项错误;若是浓硝酸,常温下发生钝化,电子数无法求算;若是稀硝酸,铁过量,反应中转移的电子数目小于 0.2N<sub>A</sub>,C 项错误;该反应为可逆反应,生成的乙酸乙酯分子数小于 0.1N<sub>A</sub>,D 项错误。
9. C 【解析】Q 的分子式为 C<sub>8</sub>H<sub>12</sub>O<sub>4</sub>,A 项错误;Q 中含有碳碳双键,可与溴水发生加成反应,B 项错误;Q 中含有一CH<sub>2</sub>OH,可发生催化氧化反应,C 项正确;因 Q 分子中含有两个—OH,故可形成两种分子内酯,D 项错误。
10. B 【解析】检验 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 时为了排除 Ag<sup>+</sup> 的干扰,必须先加盐酸,再加 BaCl<sub>2</sub> 溶液,A 项错误;Cl<sub>2</sub> 具有强氧化性,可将 Fe<sup>2+</sup> 氧化生成 Fe<sup>3+</sup>,颜色由浅绿色(Fe<sup>2+</sup>)转变成黄色(Fe<sup>3+</sup>),B 项正确;SO<sub>2</sub> 使酸性 KMnO<sub>4</sub> 溶液褪色,利用的是 SO<sub>2</sub> 的还原性,C 项错误;NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 在 H<sup>+</sup> 存在下表现强氧化性能将 Fe<sup>2+</sup> 离子氧化,NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 被还原为 NO,NO 又被空气中的 O<sub>2</sub> 氧化为 NO<sub>2</sub>,D 项错误。
11. A 【解析】由图可知,b 极上 O<sub>2</sub> 生成了 OH<sup>-</sup>,得电子,故 b 极为正极,阳离子向 b 极移动,A 项正确;a 极为负极,消耗 OH<sup>-</sup>,pH 减小,B 项错误;负极应发生氧化反应,失去电子,C 项错误;阳极若减少的都是 Cu,则为 0.1 mol,转移 0.2 mol 电子,需要 O<sub>2</sub> 0.05 mol 即 1.12 L,但阳极除了 Cu 减少外,还有 Zn、Fe 等杂质减少,故 6.4 g 不全是铜,D 项错误。
12. B 【解析】由“简单离子 B<sup>2+</sup> 与 C<sup>-</sup> 具有相同的电子层结构”,可知 B 在 C 元素的下一周期,再根据它们的简单离子所带电荷,推知 B、C 两元素分别为 Mg 和 F 或 Be 与 H;结合题中其他信息可确定 A、B、C、D 四种元素分别为 S、Mg、F、C。它们的原子序数符合 A>B>C>D,A 项正确;原子半径:Mg>S>C>F,B 项错误;简单离子半径:S<sup>2-</sup>>F<sup>-</sup>>Mg<sup>2+</sup>,C 项正确;原子最外层电子数:F>S>C>Mg,D 项正确。
13. C 【解析】由曲线 I 起点 pH 知它代表的是弱酸的滴定曲线,即 HA 为弱酸,电离方程式为:HA ⇌ H<sup>+</sup> + A<sup>-</sup>,A 项错误;b 处已加入 10 mL NaOH,混合溶液呈酸性,c(H<sup>+</sup>) =  $\frac{20.00 \times 0.10 - 10.00 \times 0.10}{20.00 + 10.00} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = \frac{0.10}{3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,故 pH = -lgc(H<sup>+</sup>) = 1 + lg3 ≈ 1.48,B 项错误;根据电荷守恒可知 C 项正确;c 处混合溶液的体积明显大于 d 处,故 c 处的 c(Cl<sup>-</sup>) 比 d 处小,D 项错误。
26. (14 分)【答案】(1) 2MnO<sub>4</sub><sup>-</sup> + 10Cl<sup>-</sup> + 16H<sup>+</sup> = 2Mn<sup>2+</sup> + 5Cl<sub>2</sub> ↑ + 8H<sub>2</sub>O (2 分)  
 (2) 饱和食盐水、浓硫酸 (2 分) 防止 G 中的水蒸气进入 E 中导致 FeCl<sub>3</sub> 水解 (1 分) 使 FeCl<sub>3</sub> 凝固,以利收集产品 (1 分)  
 (3) 立即加热铁粉会使铁与装置内的氧气反应 (或其它合理说法,1 分) E 中出现黄绿色气体时 (其它合理说法也对,1 分)  
 (4) 3Fe + 4H<sub>2</sub>O(g)  $\xrightarrow{\text{高温}}$  Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> + 4H<sub>2</sub> (2 分)  
 (5) ① 同意乙的观点,因为气流吹出的铁粉在溶液中可将 Fe<sup>3+</sup> 还原为 Fe<sup>2+</sup>;或者同意甲的观点,因为 K<sub>3</sub>[Fe(SCN)<sub>6</sub>] 遇 Fe<sup>2+</sup> 才可形成蓝色沉淀 (其它合理说法也对,2 分)

②取少量产物溶于乙醇中,取上层清液于试管中,再向试管内加入 2 滴  $K_3[Fe(SCN)_6]$  溶液,若有蓝色沉淀生成,说明有  $FeCl_2$  生成,否则没有  $FeCl_2$  生成或者取少量产物,先用磁铁充分接触它,再将剩余的固体溶于水,再向所得溶液中加入 2 滴  $K_3[Fe(SCN)_6]$  溶液,若有蓝色沉淀生成,说明有  $FeCl_2$  生成,否则没有(其它合理答案也对,2 分)

【解析】(2)从 A 中出来的氯气中含有  $HCl$ 、 $H_2O(g)$ ,要分别用饱和食盐水、浓硫酸除去;由于 G 中的水蒸气有可能逆向进入 E 中,故要用干燥剂吸收水蒸气;进入 E 中的物质是气态的  $FeCl_3$ ,故使用冰盐水的目的是降温使气态的  $FeCl_3$  凝固。(3)装置内有空气,加热时能与铁粉反应,故应先利用制备的氯气排尽装置内的空气,当 E 装置内出现黄绿色气体时,表明装置内的空气已排尽,此时可以加热铁粉了。(4)若没有 C 装置,会有水蒸气进入 D 中与铁粉反应。(5)甲、乙两位同学的观点各有其道理,无论赞成哪一位同学的想法,只要言之有理均可以。当产物中确实有铁粉时,检验有无  $FeCl_2$  前需要除去铁粉,除铁的方法之一是利用  $FeCl_3$ 、 $FeCl_2$  能溶于乙醇(不会发生电离)而铁不能溶于乙醇;或者先用磁铁将可能存在的铁粉吸附除去,然后再检验剩余固体中是否有  $FeCl_2$ 。

27. (14 分)【答案】(1) $CuO \cdot Cr_2O_3$  (1 分)

(2) $2CuCr_2O_4 + 4Na_2CO_3 + 3O_2 \xrightarrow{\text{焙烧}} 4Na_2CrO_4 + 2CuO + 4CO_2 \uparrow$  (2 分) 750 (1 分) 100 (1 分)

(3)提高步骤④浸取率,缩短浸取时间 (1 分)  $CuO$  (1 分)

(4) $2CrO_4^{2-} + 2H^+ \rightleftharpoons Cr_2O_7^{2-} + H_2O$  (2 分)

(5)加热至 100 °C 左右,趁热过滤 (1 分)

(6)
$$\begin{array}{c} H \\ \vdots \\ H : N : \ddot{O} : H \end{array}$$
 (2 分)

(7) $Na_2Cr_2O_7 + 14HCl(\text{浓}) = 2NaCl + 2CrCl_3 + 3Cl_2 \uparrow + 7H_2O$  (2 分)

【解析】(1)因铜显 +2 价,则铬显 +3 价,分别写出氧化物然后用圆点连接起来。

(2)步骤②是在空气中焙烧,铜转变为  $CuO$ ,铬转变为铬酸钠,碳酸钠转变为二氧化钠,然后配平;从图中观察温度越高转化率越大,在焙烧约 100 min 时,温度影响不明显,从节省能源角度,故选用 750 °C,时间不少于 100 min。(3)粉碎可增大与浸取液的接触,既可提高浸取率又节省浸取时间。(4) $2Na_2CrO_4 + H_2SO_4 \rightleftharpoons Na_2Cr_2O_7 + Na_2SO_4 + H_2O$ 。(5)依据溶解度曲线,在高温区,温度越高,芒硝溶解度越小,而重铬酸钠溶解度是始终增大的,故应在热溶液中趁热过滤。(6)羟胺可看作氨分子中一个氢原子被羟基取代,它是共价化合物。(7)依据(6)中的信息,铬从 +6  $\rightarrow$  +3,反应生成  $CrCl_3 + Cl_2 + H_2O$ ,然后配平。

28. (15 分)【答案】(1) $2NH_3(g) + \frac{7}{2}O_2(g) = 3H_2O(g) + 2NO_2(g)$   $\Delta H = -323.2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$  (2 分)

(2)① 0.16 mol/(L · min) (2 分) ② CD (2 分) ③ < (2 分) = (2 分) ④ 增加反应物浓度,同时减小生成物浓度(或恒压下,通入一定量  $N_2$  和  $H_2$  的混合气体) (1 分) 加催化剂 (1 分) 降低温度 (1 分)

(3) > (2 分)

【解析】(1)根据盖斯定律,将① $\times 3 +$ ② $\times 2 -$ ③可得目标反应

$2NH_3(g) + \frac{7}{2}O_2(g) = 3H_2O(g) + 2NO_2(g)$   $\Delta H = -323.2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(2)①氮气的转化率为 20%,即反应了 0.4 mol  $N_2$ ,生成 0.8 mol  $NH_3$ ,

$v(NH_3) = \frac{0.8 \text{ mol}}{5 \text{ min} \times 1 \text{ L}} = 0.16 \text{ mol}/(\text{L} \cdot \text{min})$ 。

②该反应为前后气体体积改变的反应,故气体的物质的量不变可判断反应平衡; $N_2$  物质的量浓度不变可判断反应平衡;由于体积不变,反应体系中总的物质的质量不变,密度不变,不能作为平衡的判断依据; $N_2$ 、 $H_2$ 、 $NH_3$  的分子数之比为 1 : 3 : 2 只是反应体系中的一个特殊情况,不能说明反应是否平衡。

③该反应为气体体积减小的反应,增大压强,平衡正向移动, $H_2$  的转化率增大,故  $p_1 < p_2$ ;平衡常数是温度的函数,温度不变,平衡常数不变,故 A = B。

④由图像知, $t_2$  时刻正反应速率增大,同时逆反应速率减慢,只可能是增加反应物浓度,同时减小生成物浓度; $t_7$  时刻速率在减慢,平衡向正反应方向移动,说明外界条件是降低温度。

(3)根据溶液的电中性: $c(H^+) + c(NH_4^+) = c(HCO_3^-) + 2c(CO_3^{2-}) + c(OH^-)$ ,溶液  $pH = 7$ ,则  $c(H^+) = c(OH^-)$ ,故  $c(NH_4^+) = c(HCO_3^-) + 2c(CO_3^{2-})$ ,则  $c(NH_4^+) > c(HCO_3^-)$ 。

36. (15 分)【答案】(1)  $2\text{Al} + 6\text{H}^+ = 2\text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2 \uparrow$  (2 分) 氯化氢易挥发 (1 分)

(2) 将  $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Al}^{3+}$  转化成  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$  (1 分)

$3\text{NiCO}_3 + 2\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{Ni}^{2+} + 3\text{CO}_2 \uparrow$  (或  $3\text{NiCO}_3 + 2\text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{Ni}^{2+} + 3\text{CO}_2 \uparrow$ ) (2 分)

(3)  $\text{NaOH}$  (1 分)  $2\text{Ni}(\text{OH})_2 + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O} = 2\text{Ni}(\text{OH})_3 + \text{NaCl}$  (2 分)

(4)  $59a$  (2 分)  $93a < b < 110a$  (2 分)

(5)  $\text{NiC}_2\text{O}_4 \xrightarrow{\text{高温}} \text{Ni} + 2\text{CO}_2 \uparrow$  (2 分)

【解析】(1) 原废品有  $\text{Ni}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Al}$ 、 $\text{C}$ ，只有铝与盐酸发生氧化还原反应。温度过高，使盐酸中氯化氢挥发加剧，增大了盐酸消耗量，且氯化氢污染空气。(2) 加入氧化镍或碳酸镍都可以促进铁离子、铝离子完全水解。(3) 加草酸钠溶液，发生反应为  $\text{NiCl}_2 + \text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4 = 2\text{NaCl} + \text{NiC}_2\text{O}_4 \downarrow$ ，加入氢氧化钠将  $\text{NiC}_2\text{O}_4$  转化成  $\text{Ni}(\text{OH})_2$ 。滤液主要成分是  $\text{NaCl}$ ，电解氯化钠溶液得到  $\text{NaOH}$  和  $\text{Cl}_2$ 。 $\text{Cl}_2$  和  $\text{NaOH}$  反应生成  $\text{NaClO}$  和  $\text{NaCl}$  的混合液， $\text{NaClO}$  氧化  $\text{Ni}(\text{OH})_2$  生成  $\text{Ni}(\text{OH})_3$ 。(4)  $1 \text{ mol Ni}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Ni}(\text{OH})_3$  都含  $1 \text{ mol}$  镍，所以，该样品经分解、还原最多得到  $a \text{ mol}$  镍。用极端假设法确定样品质量的范围。(5)  $\text{NiC}_2\text{O}_4$  中碳为  $+3$  价，如果得到镍粉，镍元素化合价降低  $2$  价，则碳元素化合价升至  $+4$  价，得到  $\text{CO}_2$ 。

37. (15 分)【答案】(1) ①  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$  或  $[\text{Ar}]3d^6 4s^2$  (2 分)


②  $\text{CO}_2$ 、 $\text{N}_2\text{O}$ 、 $\text{CS}_2$ 、 $\text{COS}$  (或其他合理答案) (2 分)

(2) ①  $\left[ \begin{array}{ccc} \text{HO} & & \text{OH} \\ & \searrow \nearrow & \\ & \text{Cr} & \\ & \nearrow \searrow & \\ \text{HO} & & \text{OH} \end{array} \right]^-$  (2 分) ②  $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_4(\text{H}_2\text{O})_2]\text{Cl}_3$  (2 分) ③  $\text{C}$  (2 分)

(3)  $\text{sp}^3$  (2 分)

(4)  $\text{N}$ 、 $\text{F}$ 、 $\text{H}$  三种元素的电负性： $\text{F} > \text{N} > \text{H}$ ，在  $\text{NF}_3$  中，共用电子对偏向  $\text{F}$  原子，偏离  $\text{N}$  原子，使得  $\text{N}$  原子上的孤对电子难与  $\text{Cu}^{2+}$  形成配位键 (3 分)

【解析】(1) ① 铁的原子序数为  $26$ ，则电子排布式为  $[\text{Ar}]3d^6 4s^2$ ；②  $\text{SCN}^-$  (价电子总数为  $16$ ) 的等电子体分子有  $\text{CO}_2$ 、 $\text{N}_2\text{O}$ 、 $\text{CS}_2$ 、 $\text{COS}$  等。(2) ①  $\text{OH}^-$  和  $\text{Cr}$  之间的电子对是由  $\text{OH}^-$  单方面提供的， $\text{Cr}$  提供空轨道，所以之间形成的是配位键，结合在一起，形成原子团阴离子；② 配位数为  $6$ ，则  $\text{NH}_3$  和  $\text{H}_2\text{O}$  的个数分别为  $4$ 、 $2$ ，据此写出化学式；③ 根据均摊法， $\text{A}$  原子有  $1$  个， $\text{B}$  有  $3$  个， $\text{C}$  有  $1$  个， $\text{Cr}$  是中心原子，推断  $\text{C}$  是  $\text{Cr}$ 。(3) 中心原子  $\text{N}$  原子含有  $3$  个  $\sigma$  键和一个孤电子对，所以采用  $\text{sp}^3$  杂化，是三角锥形结构。(4) 电负性： $\text{F} > \text{N} > \text{H}$ ， $\text{NF}_3$  中共用电子对偏向  $\text{F}$  原子，偏离  $\text{N}$  原子， $\text{N}$  原子上孤电子对难与  $\text{Cu}^{2+}$  形成配位键。

38. (15 分)【答案】(1)  $\text{C}_7\text{H}_{14}\text{O}$  (1 分)  (2 分)


(2) 溴原子 (1 分) 羟基 (1 分)

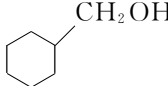
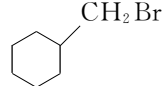
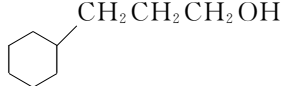
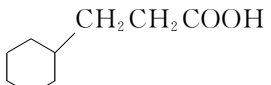
(3)  $2 \text{ } \text{Cyclohexyl-CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH} + \text{O}_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{Cu}} 2 \text{ } \text{Cyclohexyl-CH}_2\text{CH}_2\text{CHO} + 2\text{H}_2\text{O}$  (2 分)

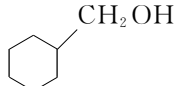
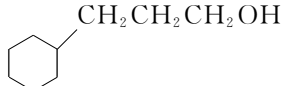
(4)  $\text{Cyclohexyl-CH}_2\text{CH}_2\text{COOH} + \text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{OH} \xrightleftharpoons[\Delta]{\text{浓 H}_2\text{SO}_4} \text{Cyclohexyl-CH}_2\text{CH}_2\text{COOCH}_2\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O}$  (2 分) 取代(酯化)反应 (1 分)

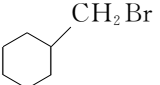
(5)  $\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3$  (2 分)

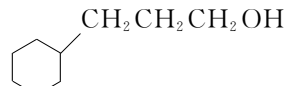

(6)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO} \xrightarrow[\text{催化剂}]{\text{H}_2(\text{足量})} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH} \xrightarrow{\text{HBr}} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Br} \xrightarrow[\text{干醚}]{\text{Mg}} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{MgBr}$




①   $\xrightarrow{\text{H}^+} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$  (3 分)

【解析】根据题干条件可知 A 为 , B 为 , C 为 , D 为 , E 为  $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{OH}$ 。

(1) A 为 , 分子式为  $\text{C}_7\text{H}_{14}\text{O}$ ; C 的结构简式为 。

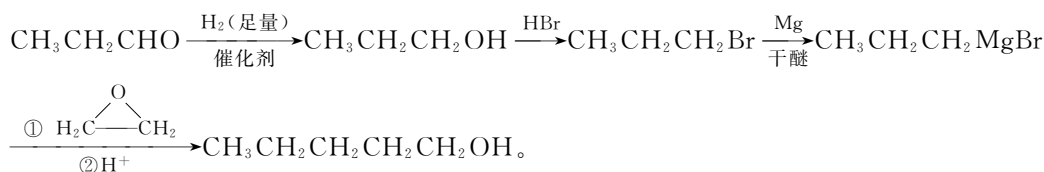
(2) B 的结构简式为 , 含有的官能团为溴原子; E 为  $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{OH}$ , 含氧官能团为羟基。

(3) 根据 C 的结构简式和产物, 以及反应条件, 可写出方程式:  $2 \text{  + \text{O}_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{Cu}}$   
 $2 \text{  + 2\text{H}_2\text{O}。$

(4) 根据 D 的结构简式:  和菠萝酯的结构简式, 可推知 E 为  $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{OH}$ , 从而  
 写出方程式:  +  $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{OH} \xrightleftharpoons[\Delta]{\text{浓 H}_2\text{SO}_4}$    
 +  $\text{H}_2\text{O}$ , 属于取代反应, 也是酯化反应。

(5) E 为  $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{OH}$ , 则有一种化学环境氢的同分异构体为丙酮:  $\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\underset{\parallel}{\text{C}}}-\text{CH}_3$ 。

(6) 先让  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$  和  $\text{H}_2$  发生加成生成  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ , 然后丙醇和  $\text{HBr}$  生成  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Br}$ , 溴丙烷和  $\text{Mg}$ /干醚反应生成  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{MgBr}$ , 最后和环氧乙烷反应得到 1-戊醇。合成路线如下:



## (五)

7. D 【解析】含磷洗涤剂中的磷会造成水体富营养化而引起赤潮、水华等现象, A 项错误;  $\text{SO}_2$  有毒, 不能广泛用于食品的漂白, B 项错误; 无污染的安全、优质、营养类食品即为绿色食品, 但任何食品均含有化学物质, C 项错误。

8. A 【解析】当支链为甲基时的碳骨架有 2 种情况:  $\text{C}-\underset{\text{C}}{\text{C}}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}$ 、 $\text{C}-\text{C}-\underset{\text{C}}{\text{C}}-\text{C}-\text{C}-\text{C}$ , 羟基在主链上分别有 6 种、7 种连接方式; 当支链是乙基时, 碳骨架只有 1 个  $\text{C}-\text{C}-\underset{\text{C}-\text{C}}{\text{C}}-\text{C}-\text{C}$ , 此时羟基有 3 种连接方式, 故共有 16 种不同的结构。

9. A 【解析】依氮原子守恒知 A 项正确; 标准状况下  $\text{SO}_3$  不是气体, 2.24 L  $\text{SO}_3$  物质的量远大于 0.1 mol, B 项错误; 氯化钠中没有“ $\text{NaCl}$ ”分子, C 项错误; 未指明溶液的体积, D 项错误。

10. B 【解析】比较 X 与环戊二烯的组成与结构知, 2 分子环戊二烯通过加成反应生成 X, A 项正确; 由有机分子键线式表示方法知 Y 与金刚烷分子式均为  $\text{C}_{10}\text{H}_{16}$ , B 项错误; Y 中没有碳碳不饱和键而 X 中有, C 项正确; 环戊二烯与 X 分子中均有碳碳双键, D 项正确。

11. C 【解析】在  $\text{NaOH}$  溶液中酯很快水解, A 项错误; 单质钾的焰色也是紫色, B 项错误; 由于  $\text{Al}(\text{OH})_3$ 、

$\text{Fe}(\text{OH})_3$  组成形式相同,  $\text{Al}(\text{OH})_3$  易转化为  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ , C 项正确; 由于常温下铁被浓硝酸钝化, 铜做负极, D 项错误。

12. B 【解析】易推出 X、Y、Z、W 分别是氮、氧、铝、硫。水在常温下是液体、氨气易液化知 A 项正确;  $\text{N}^{3-}$ 、 $\text{O}^{2-}$ 、 $\text{Al}^{3+}$  电子层结构相同, 随着核电荷数的增大, 离子半径减小, B 项错误;  $\text{Al}_2\text{S}_3$  遇水能完全水解而变质, C 项正确; 由  $(\text{NH}_4)_2\text{S}$  或  $\text{NH}_4\text{HS}$  中化学键类型知 D 项正确。

13. D 【解析】由物料守恒知 A 项错误; 氨水中加入  $\text{NH}_4\text{Cl}$  至原溶液刚好变为无色, 只能说明此时溶液的  $\text{pH} < 8.2$ , B 项错误; 若两份醋酸电离程度相同, 则前者总浓度是后者的 10 倍, 但稀醋酸的电离程度较大, 故前者总浓度大于后者总浓度的 10 倍, C 项错误; 由  $K_{\text{sp}} = a = c(\text{M}^{2+}) \cdot c(\text{OH}^-)^2$ ,  $c(\text{M}^{2+}) = b \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 解得  $c(\text{OH}^-)^2 = (\frac{a}{b})$ , 故  $\text{pH} = 14 + \frac{1}{2} \lg(\frac{a}{b})$ , D 项正确。

26. (14 分, 除注明外, 每空 2 分) 【答案】

(1) 三颈烧瓶(1 分) 冷凝回流乙醇 a(1 分)

(2)  $2\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \xrightarrow[140\text{ }^\circ\text{C}]{\text{浓 H}_2\text{SO}_4} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$  ②①②③④(或②①②④)

(3) 65.3%

(4)  $\text{SO}_2$  (1 分) ①溶液变成棕褐色或黑色(1 分)

②在 F 中盛放酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液, 并在从 F 后添加一个盛有澄清石灰水的洗气瓶(合理即给分)

【解析】(1) 乙醇的沸点低于反应所需要的温度, 反应中会有大量的乙醇气化, 故 B 的作用是冷凝回流, 以提高乙醇的利用率。(2) 乙醇在转化为乙醚的过程中会有水生成, 由此可写出相应的方程式; 乙醚中的酸性物质可能是溶解有少量的  $\text{SO}_2$ 、 $\text{CO}_2$ , 可先用水洗涤后分液, 然后用饱和  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液除去残留的  $\text{SO}_2$ 、 $\text{CO}_2$ , 再用水除去残留的  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , 干燥后再蒸馏就可得到精制的乙醚。(3) 由  $2\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \xrightarrow[140\text{ }^\circ\text{C}]{\text{浓 H}_2\text{SO}_4} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$  可求出 20 mL 乙醇完全反应生成乙醚的质量, 即理论产量, 然后用本实验产量除以该理论产量, 可求出产率为 65.3%。(4) 由品红溶液褪色知有  $\text{SO}_2$  生成, 由于浓硫酸具有脱水性, 故有部分乙醇被碳化导致溶液变为黑色或棕褐色; 生成的  $\text{SO}_2$ 、 $\text{CO}_2$  混在一起,  $\text{SO}_2$  又不能完全被品红溶液吸收, 故可将 F 中盛放酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液, 并在其右侧添加一个盛有澄清石灰水的洗气瓶, 根据洗气瓶中有沉淀生成判断有  $\text{CO}_2$  生成。

27. (15 分, 除注明外, 每空 2 分) 【答案】

(1) ①酸(1 分)  $<$  ②  $\text{CO} + \text{PdCl}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Pd} \downarrow + 2\text{HCl} + \text{CO}_2 \uparrow$

(2)  $\text{SiO}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow$  (1 分) 24.4

(3) ①  $\text{FeC}_2\text{O}_4$ , 18.00 g 草酸亚铁晶体中含水的质量为  $18.00 \text{ g} \times \frac{36}{180} = 3.6 \text{ g}$ , 剩余固体的质量为 14.4 g(其它合理方法也对, 2 分)

②  $\text{FeC}_2\text{O}_4 \xrightarrow{400\text{ }^\circ\text{C}} \text{FeO} + \text{CO} \uparrow + \text{CO}_2 \uparrow$  (1 分)

③  $5\text{FeC}_2\text{O}_4 + 24\text{H}^+ + 3\text{MnO}_4^- = 5\text{Fe}^{3+} + 10\text{CO}_2 \uparrow + 3\text{Mn}^{2+} + 12\text{H}_2\text{O}$

(4)  $\text{H}_2\text{Fe}(\text{CO})_4 + 2\text{OH}^- = [\text{Fe}(\text{CO})_4]^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$

【解析】(1) 由  $\text{C}_2\text{O}_3$  溶于水可得到草酸及它是非金属氧化物知,  $\text{C}_2\text{O}_3$  是酸性氧化物; 由草酸的电离常数知,  $\text{HC}_2\text{O}_4^-$  的电离能力强于其水解能力, 故它对水的电离起到抑制作用。

(2)  $\text{CO}_2$  与  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  溶液反应可得到  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  与硅酸, 蒸干溶液后灼烧时硅酸分解, 生成的  $\text{SiO}_2$  又与  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液反应得到硅酸钠, 故最后的固体只有 0.2 mol 硅酸钠, 质量为 24.4 g。

(3) 18.00 g 草酸亚铁晶体含水为  $18.00 \text{ g} \times \frac{36}{180} = 3.6 \text{ g}$ , 结合图中数据知在  $300\text{ }^\circ\text{C}$  时晶体中所含结晶水全部失去。温度  $400\text{ }^\circ\text{C}$  时, 固体成分为  $\text{FeC}_2\text{O}_4$ , 温度高于  $400\text{ }^\circ\text{C}$  时, 其分解产生的气体为  $\text{CO}$ 、 $\text{CO}_2$ 。若剩余的固体为  $\text{FeO}$ , 则  $m(\text{FeO}) = 14.4 \text{ g} \times \frac{72}{144} = 7.2 \text{ g}$ , 此数值与图像中的数值一致, 说明  $400\text{ }^\circ\text{C}$  时最后剩余的固体是  $\text{FeO}$ , 由此可写出对应的分解方程式。酸性条件下  $\text{KMnO}_4$  被还原为  $\text{Mn}^{2+}$ , 0.012 mol  $\text{KMnO}_4$  在反应中共得到 0.06 mol 电子, 0.02 mol  $\text{FeC}_2\text{O}_4$  在反应中失去 0.06 mol 电子, 即 1 mol  $\text{FeC}_2\text{O}_4$  失去 3 mol 电子, 由此可知铁元素被氧化为  $\text{Fe}^{3+}$ , 碳元素被氧化成  $\text{CO}_2$ , 由此可写出对应的离子方程式。

(4)由五羰基铁组成可类推出二元弱酸氢化四羰基铁化学式为  $\text{H}_2\text{Fe}(\text{CO})_4$ ,由此可写出对应的离子方程式。

28. (14分)【答案】(1)+180.5(2分)

(2)①>(2分) <(1分) ②a(2分) ③b:a(1分) 60(2分)

④不断地向容器中通入原料,使反应物浓度一直较大,以提高单位时间内产量或者出来的气体并不是平衡状态时的成分(其它合理说法也对,2分)

(3) $\text{N}_2 + 6\text{e}^- + 6\text{H}^+ = 2\text{NH}_3$ (2分)

【解析】(1)将已知的三个热化学方程式按选用顺序用①②③由盖斯定律及已知方程式的构成特点,用②+ $\frac{1}{2}\times\text{①}-\frac{3}{2}\times\text{③}$ 可得到  $Q=+180.5$ 。

(2)因正反应是放热反应,压强一定时,温度越高,越有利于平衡向左进行,平衡时  $\text{NH}_3$  的百分含量越高,故  $T_2>T_1$ 。温度越高,平衡常数越小,故平衡常数  $K(d)<K(e)$ 。温度一定时,压强越大,越不利于平衡向右进行,由  $m=nM$  知,压强越大, $n$  值越小, $M$  值越大,a 项正确;压强越大,生成物的产率越小,b 项错误;方程式一定时, $\Delta H$  就是一个确定的数值,c 项错误。由于  $M$  越大, $\text{NH}_3$  的转化率越高,故  $M$  表示氧气与氨气物质的量之比,当反应物物质的量之比等于其计量数之比时,反应物转化率相同。工业生产中,为了使单位时间内获得较多的产品,实际生产中不可能待反应达到平衡后再投入新的原料,而是不断地向容器中通入反应物,不断地从合成塔分离出产品。

(3)阴极  $\text{N}_2$  得到电子变为  $\text{NH}_3$ ,电极反应式是  $\text{N}_2 + 6\text{e}^- + 6\text{H}^+ = 2\text{NH}_3$ 。

36. (15分)【答案】

(1)把废镍催化剂粉碎,或适当加热、增大酸的浓度或搅拌(任答一条即可,1分)

$5.0\leq\text{pH}<6.8$ (1分)  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ (2分)

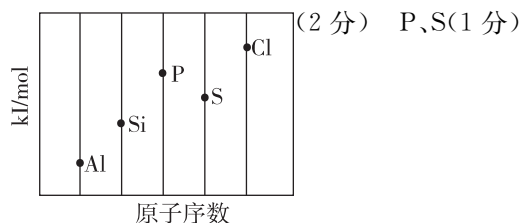
(2)双氧水(2分)  $2\text{Fe}^{2+} + 2\text{H}^+ + \text{H}_2\text{O}_2 = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$ (2分) 能与酸反应(其它合理说法也对1分)

(3)硫酸镍不溶于乙醇而硫酸铵可溶于乙醇(2分)

(4) $2\text{Ni}^{2+} + \text{ClO}^- + 4\text{OH}^- = 2\text{NiOOH}\downarrow + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$ (2分)  $\text{H}_2 + 2\text{OH}^- - 2\text{e}^- = 2\text{H}_2\text{O}$ (2分)

【解析】(1)把废镍催化剂粉碎,或适当加热、增大酸的浓度或搅拌,均可提高酸浸速率。因铁、铝是以  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$  形式沉淀下来的,并且不能使  $\text{Ni}^{2+}$  形成沉淀,故 pH 调控范围为  $5.0\leq\text{pH}<6.8$ 。(2)试剂 a 是氧化剂,因  $\text{H}_2\text{O}_2$  的还原产物是水,故 a 为  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,反应的离子方程式为  $2\text{Fe}^{2+} + 2\text{H}^+ + \text{H}_2\text{O}_2 = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$ 。加入试剂 b 的目的是使溶液 pH 增大,故它应能消耗溶液中的  $\text{H}^+$ 。(3)加入乙醇后硫酸镍能沉淀出来而硫酸铵不能,说明硫酸镍不溶于乙醇而硫酸铵可溶于乙醇。(4)反应中镍化合价升高,故  $\text{ClO}^-$  被还原为  $\text{Cl}^-$ ,由此可写出离子方程式,该电池工作时, $\text{H}_2$  失去电子转化为  $\text{H}_2\text{O}$ 。

37. (15分)【答案】(1)[Ar]3d<sup>10</sup>4s<sup>2</sup>4p<sup>2</sup>(1分)



(2) $\text{SiCl}_4$ (1分) a(2分) (3)3(1分) Ne(1分)

(4) $\text{H}-\text{N}$  的键长大于  $\text{H}-\text{O}$ ,键能: $\text{N}-\text{H}<\text{O}-\text{H}$ ,故  $\text{NH}_3$  比水更易分解(2分)

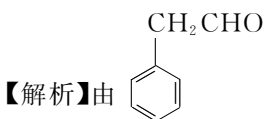
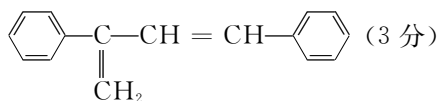
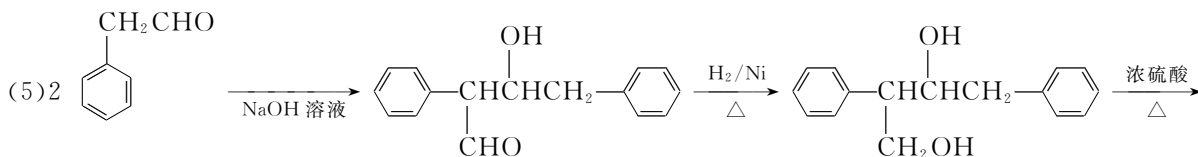
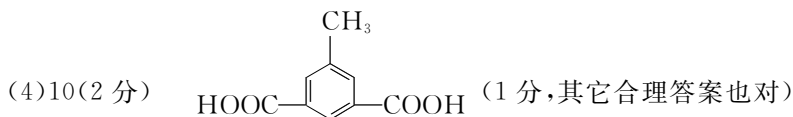
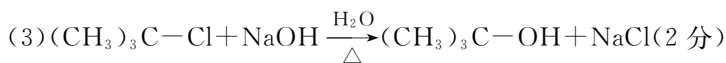
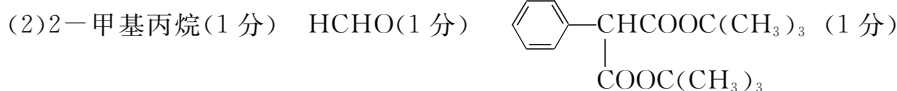
$\text{NH}_3$  与水分子间能形成氢键而  $\text{PH}_3$  与水分子间不能形成氢键(2分)


(5) $10^{32}/(a^3 N_A)$ (2分,或其它合理写法)

【解析】(2) $\text{SiCl}_4$  中,硅原子为  $\text{sp}^3$  杂化,为正四面体; $\text{SO}_2$  中的硫原子为  $\text{sp}^2$  杂化, $\text{Cl}_2\text{O}$  中氧原子为  $\text{sp}^3$  杂化,它们的结构均不是正四面体; $\text{SO}_3$  中的硫原子也是  $\text{sp}^3$  杂化,但因  $\text{SO}_2$ 、 $\text{SO}_3$  分子组成不同,故两种分子的分子构型不同、键角不同。(3)第二周期的单质有金属晶体(如 Li)、分子晶体、原子晶体(如金刚石)三类;分子晶体中,氦气的相对分子质量最小,分子间作用力最小,沸点最低。(4)分子易分解者说明分子的稳定性较差,而分子的稳定性强弱是由分子内共价键的强弱决定, $\text{H}-\text{N}$  的键长大于  $\text{H}-\text{O}$ ,键能  $\text{N}-\text{H}<\text{O}-\text{H}$ ,故  $\text{NH}_3$  比水更易分解;因  $\text{NH}_3$  能与水分子形成氢键,增大了  $\text{NH}_3$  在水中的溶解度, $\text{PH}_3$  分子与水分子之间不能形成氢键,故在水中溶解度很小。(5)因氮化硼的结构与金刚石相似,故每个晶胞中含有 4 个 B 原子和 4 个 N 原子,则晶胞的质量为  $\frac{4}{N_A}\times 25\text{ g}$ ,晶胞的体积为  $a^3\times 10^{-30}\text{ cm}^3$ ,密度为  $10^{32}/(N_A\times a^3)\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ 。



38. (15 分)【答案】(1)羟基、醛基(2 分) 氧气、催化剂、加热(1 分) 取代反应(1 分)



【解析】由  与 A 反应生成  $\text{C}_9\text{H}_{10}\text{O}_2$  及反应信息②知 A 是甲醛,  $\text{C}_9\text{H}_{10}\text{O}_2$  中官能团是羟基、醛基; ②属于取代反应。因 B 是羧酸, F 是酯, 故 F 是醇, 反应③的条件为 NaOH 溶液、加热。又因 B 是二元酸, E 是足量的, 故 F 是二元酯。由 B、F 分子中碳原子数目可推出 E 分子中有 4 个碳原子, 故 E 是 2-甲基-2-丙醇, C 是 2-甲基丙烷。(4)B 分子中有 4 个氧原子, 相应的官能团是两个  $-\text{COOH}$ , 当苯环上只有一个取代基时, 取代基只有一种:  $-\text{CH}(\text{COOH})_2$ 、当有两个取代基时, 两个取代基为  $-\text{COOH}$ 、 $-\text{CH}_2\text{COOH}$ , 这有 3 种同分异构体; 当有三个取代基时, 三个取代基分别为  $-\text{COOH}$ 、 $-\text{COOH}$ 、 $-\text{CH}_3$ , 这有 6 种同分异构体, 故共有 10 种符合题设条件的同分异构体, 核磁共振氢谱只有 4 组峰, 说明存在对称结构, 由此可确定相应的结构简式。(5)分析原料与目标产物组成知, 可先使原料在 NaOH 中反应, 然后进行催化加氢, 将  $-\text{CHO}$  转化为  $-\text{OH}$ , 然后发生消去反应即可。

## (六)

7. A 【解析】由“水熬之, 则成胆矾”知“苦泉”所含溶质为硫酸铜, 从硫酸铜溶液中析出五水硫酸铜发生了化合反应, B 项涉及; “熬胆矾铁釜, 久之亦化为铜”是铁与硫酸铜发生置换反应, 铁置换铜也属于氧化还原反应, C、D 项涉及, A 项没有涉及。

8. C 【解析】电解精炼铜时, 粗铜含有 Fe、Zn 等杂质, 若阳极质量减少 64 g, 减少的质量不全是 Cu 的质量, 外电路转移的电子数不一定是  $2N_A$ , A 项错误;  $\text{C}_2\text{H}_4$  和  $\text{C}_3\text{H}_6$  的最简式为  $\text{CH}_2$ , 28 g 混合物含 2 mol “ $\text{CH}_2$ ”, C—H 键的数目  $2 \times 2N_A = 4N_A$ , B 项错误;  $\text{Na}_2\text{O}$  和  $\text{Na}_2\text{O}_2$  混合物中阴离子与阳离子的个数比都是 1:2, 所以 1 mol  $\text{Na}_2\text{O}$  和  $\text{Na}_2\text{O}_2$  混合物中含有的阴、阳离子总数是  $3N_A$ , C 项正确; HCl 溶液和 NaOH 溶液体积未知, 中和后的溶液不一定是中性, D 项错误。

9. C 【解析】将 2 mol  $\text{Cl}_2$  通入到含 1 mol  $\text{FeI}_2$  的溶液中, 由电子守恒可知, 氯气过量, 则离子反应为  $2\text{Fe}^{2+} + 4\text{I}^- + 3\text{Cl}_2 = 2\text{Fe}^{3+} + 6\text{Cl}^- + 2\text{I}_2$ , A 项错误;  $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NH}_4\text{Al}(\text{SO}_4)_2$  溶液与  $0.02 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Ba}(\text{OH})_2$  溶液等体积混合:  $\text{NH}_4^+$  和  $\text{Al}^{3+}$  均消耗  $\text{OH}^-$ ,  $\text{Al}^{3+}$  最终存在形态为  $\text{Al}(\text{OH})_3$ , 所给离子方程式正确, 评价错误, B 项错误; 稀硫酸与氢氧化钡溶液恰好中和, 反应离子方程式应为  $\text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- + 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$ , 所给方程式不满足物质配比关系, C 项正确; Cu 电极作阳极, 则 Cu 发生氧化反应, 失去电子生成铜离子, 而不是氯离子放电, D 项错误。

10. D 【解析】由②、③可求出  $y=2$ , 相对分子质量为 100。结合①知该有机物的分子式为  $\text{C}_5\text{H}_8\text{O}_2$ , 由⑤知该有机物中含有羧基和碳碳双键两种官能团。没有支链的结构有 3 种, 有一个甲基做支链的结构有 4 种, 有一个乙基做支链的结构有 1 种, 故共有 8 种同分异构体。D 项正确。

11. A 【解析】氯气易溶于  $\text{CCl}_4$  而 HCl 难溶解在  $\text{CCl}_4$  中, A 项正确;  $\text{SO}_2$  也可与碳酸钠溶液反应, B 项错误; 氧

化性  $\text{Fe}^{3+} > \text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{FeCl}_3$  被反应生成  $\text{FeCl}_2$ , C 项错误; 乙烷不与酸性高锰酸钾反应, 但是乙烯被酸性高锰酸钾氧化有二氧化碳生成, 结果再次引入二氧化碳杂质, D 项错误。

12. D 【解析】由图像可知 X 点对应的  $Q_c > K_{sp}$ ,  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$  溶液处于过饱和状态, 有沉淀析出, A 项正确; 依据溶度积常数计算  $K_{sp}(\text{Ag}_2\text{CrO}_4) = c^2(\text{Ag}^+) \times c(\text{CrO}_4^{2-}) = 1 \times 10^{-11}$ ,  $K_{sp}(\text{AgCl}) = c(\text{Ag}^+) \times c(\text{Cl}^-) = 2 \times 10^{-10}$ , 平衡常数  $K = c(\text{CrO}_4^{2-}) \div c^2(\text{Cl}^-) = [c(\text{CrO}_4^{2-}) \times c^2(\text{Ag}^+)] \div [c^2(\text{Cl}^-) \times c^2(\text{Ag}^+)] = 1 \times 10^{-11} \div (2 \times 10^{-10})^2 = 2.5 \times 10^8$ , B 项正确; 由于 Y、Z 温度相同, 故  $K_{sp}$  相同, C 项正确; 若加入的  $\text{AgNO}_3$  量过少, 则此转化不能实现, D 项错误。

13. B 【解析】根据题目信息, W、X、Y、Z 的位置关系如表 

		.....	W
X	Y	.....	Z

, 若 W 为氧元素 X 为钠, 则可形成过氧化钠, 既含离子键也含共价键, A 项错误; W、X、Y、Z 的原子半径依次为  $X > Y > Z > W$ , B 项正确; 若 W 为氟元素, HF 的水溶液显酸性, C 项错误; 若 W 为氮元素 Y 为镁, 则可形成  $\text{Mg}_3\text{N}_2$ , D 项错误。

26. (14 分) 【答案】(1) ①关闭活塞  $K_1$ 、 $K_2$ , 向长颈漏斗加水, 最后长颈漏斗中液面高于大试管中液面且保持不变则气密性良好(2 分) ②石灰石(大理石)(1 分)  $\text{Na}_2\text{O}_2$ (1 分) ③可以随时控制反应的发生与停止(2 分)  
(2) ①浓硫酸(1 分) 吸收没有反应完的  $\text{SO}_2$ , 避免空气中的水蒸气和二氧化碳进入 C 装置与  $\text{Na}_2\text{O}_2$  反应(2 分) ②  $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{SO}_2 = 2\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{O}_2$ (2 分)

(3) ①硝酸(1 分) 白色沉淀无任何变化(1 分) ②白色沉淀部分溶解(1 分)

【解析】(1) 气密性检查首先是关闭  $K_1$ 、 $K_2$ , 向长颈漏斗加水, 最后长颈漏斗中液面高于大试管中液面且保持不变。I 中蜡烛熄灭, 说明试管中生成了二氧化碳气体; II 中蜡烛燃烧更旺, 说明有氧气进入 II 中, 故 Q 是过氧化钠。当关闭  $K_2$ 、 $K_1$  后, 试管中产生的气体会将溶液压入到长颈漏斗中, 使酸溶液与石灰石脱离接触, 反应停止, 打开  $K_2$  或  $K_1$  后, 长颈漏斗中的酸又可以与石灰石接触发生反应。

(2)  $\text{SO}_2$  与  $\text{Na}_2\text{O}_2$  反应时不可能完全消耗完而  $\text{SO}_2$  又有毒, 故 VI 装置的作用一是吸收  $\text{SO}_2$ , 防止其污染空气; 二是防止空气中的水蒸气和  $\text{CO}_2$  进入装置 V 中与  $\text{Na}_2\text{O}_2$  反应。从 III 中出来的气体中含有水蒸气, 它也能与  $\text{Na}_2\text{O}_2$  反应, 故要用浓硫酸吸收它。带火星的木条复燃, 说明有氧气的生成, 故方程式为  $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{SO}_2 = 2\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{O}_2$ 。

(3) 由于硝酸具有氧化性, 可以把亚硫酸钡氧化生成硫酸钡, 所以不能用硝酸。

27. (14 分) 【答案】(1)  $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_3\text{PO}_4$ (2 分)

(2) ① +3(1 分) 碱(1 分)  $c(\text{Na}^+) > c(\text{HPO}_3^{2-}) > c(\text{OH}^-) > c(\text{H}_2\text{PO}_3^-) > c(\text{H}^+)$ (2 分)

②  $\text{H}_3\text{PO}_3 + 2\text{Ag}^+ + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_3\text{PO}_4 + 2\text{Ag} \downarrow + 2\text{H}^+$ (2 分)

(3) ①  $2\text{P}_4 + 3\text{Ca}(\text{OH})_2 + 6\text{H}_2\text{O} = 2\text{PH}_3 + 3\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ (2 分)

除去过量的石灰浆, 使其成为沉淀(1 分) 萃取(1 分)

②  $\text{PH}_3 + 2\text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{H}_3\text{PO}_2 + 4\text{HI}$ (2 分)

【解析】(1) 焦磷酸向磷酸转化, 化合价没变, 根据质量守恒方程式为  $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_3\text{PO}_4$ 。(2) ①根据化合价代数和为零可知亚磷酸 P 的化合价为 +3 价, 亚磷酸( $\text{H}_3\text{PO}_3$ )是一种二元中强酸,  $\text{Na}_2\text{HPO}_3$  是亚磷酸的正盐, 溶液因酸根离子能水解而显碱性, 只是碱性比较弱, 根据水解原理可知溶液中各离子浓度为  $c(\text{Na}^+) > c(\text{HPO}_3^{2-}) > c(\text{OH}^-) > c(\text{H}_2\text{PO}_3^-) > c(\text{H}^+)$ ; ②由题给信息可知氧化产物和还原产物已给出, 利用氧化还原反应原理和质量守恒离子方程式为  $\text{H}_3\text{PO}_3 + 2\text{Ag}^+ + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_3\text{PO}_4 + 2\text{Ag} + 2\text{H}^+$ 。(3) 由题目提供的信息可先写出:  $\text{P}_4 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{PH}_3 + \text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ , 再根据得失电子守恒得:  $2\text{P}_4 + 3\text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow 2\text{PH}_3 + 3\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ , 最后根据质量守恒原理确定反应物中还有“ $6\text{H}_2\text{O}$ ”; 通入二氧化碳目的除去过量的碱过滤, 滤液用酸酸化得到次磷酸, 并用乙醚萃取可以得到较浓的次磷酸。

28. (15 分) 【答案】(1)  $2\text{Fe}(\text{s}) + \frac{3}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) \quad \Delta H = (3b - c) \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ (2 分)

$1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ (2 分) BC(2 分)

(2) ①  $\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{H}_2\text{CO}_3$ (1 分)  $c(\text{Na}^+) > c(\text{Cl}^-) > c(\text{HCO}_3^-) > c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$ (2 分) ② 10(2 分)

(3) ①  $\text{C}_6\text{H}_6 + 6\text{H}^+ + 6\text{e}^- = \text{C}_6\text{H}_{12}$ (2 分) ② 51.7%(2 分)

【解析】(1) 由反应 ③ - ②  $\times 3$ , 得到:  $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) \rightleftharpoons 2\text{Fe}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \quad \Delta H = (c - 3b) \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ , 所以热化学方程式为:  $2\text{Fe}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) \quad \Delta H = (3b - c) \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。从表中数据观察可知 K 值随温度升高而

增大,说明正反应为吸热反应。在 500 °C 时,假设  $\text{CO}_2$  转化了  $x \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,达到平衡状态时,有下式成立: $K = \frac{c(\text{CO})}{c(\text{CO}_2)} = \frac{x}{2-x} = 1.00$ ,解得  $x=1$ ,故  $\text{CO}$  的浓度为  $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。700 °C 时反应①达到平衡,要使该平衡向右移动,可以升高体系温度、增大反应物浓度(通入  $\text{CO}_2$ ),改变压强和固体或纯液体的量对平衡无影响。

(2)①由图像可知,pH=7 时,溶液中含碳元素的主要微粒为  $\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{H}_2\text{CO}_3$ ,电荷守恒可知  $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{Cl}^-) + c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{OH}^-)$ ,则  $c(\text{Na}^+) > c(\text{Cl}^-)$ ,因  $\text{HCO}_3^-$  水解,则  $c(\text{Na}^+) > c(\text{Cl}^-) > c(\text{HCO}_3^-)$ ,溶液中各种离子的物质的量浓度的大小关系为  $c(\text{Na}^+) > c(\text{Cl}^-) > c(\text{HCO}_3^-) > c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$ ;②水解常数  $K_h = c(\text{HCO}_3^-) \cdot c(\text{OH}^-) / c(\text{CO}_3^{2-}) = 2 \times 10^{-4}$ ,当溶液中  $c(\text{HCO}_3^-) : c(\text{CO}_3^{2-}) = 2 : 1$  时, $c(\text{OH}^-) = 10^{-4} \text{ mol/L}$ ,由  $K_w$  可知, $c(\text{H}^+) = 10^{-10} \text{ mol/L}$ ,所以 pH=10。(3)电化学贮氢的过程相当于电解水得到氧气与氢气,生成的氢气一部分与苯发生加成反应,由于苯加成转化为环己烷的反应在 D 极上发生,故 D 极是阴极、E 极是阳极;目标产物是环己烷,电极反应式为  $\text{C}_6\text{H}_6 + 6\text{H}^+ + 6\text{e}^- = \text{C}_6\text{H}_{12}$ ;阳极生成 3.4 mol  $\text{O}_2$  时转移的电子为 13.6 mol;设阴极上消耗苯的物质的量是  $x \text{ mol}$ ,同时生成  $x \text{ mol}$  环己烷,则此反应转移的电子数目为  $6x$ ,剩余苯  $(2.5-x) \text{ mol}$ 。根据电子守恒原理知,另外生成的氢气是  $(13.6 \text{ mol} - 6x \text{ mol}) \div 2 = 6.8 \text{ mol} - 3x \text{ mol}$ ;则混合气体成分中苯、环己烷、氢气共为  $(10 \text{ mol} + 6.8 \text{ mol} - 3x \text{ mol})$ ,故有  $(2.5-x) \div [10 \text{ mol} + 6.8 \text{ mol} - 3x \text{ mol}] = 0.1$ , $x = \frac{8.2}{7} \text{ mol}$ ,因此储氢装置的电流效率  $\eta = (6 \times \frac{8.2}{7} \div 13.6) \times 100\% = 51.7\%$ 。

36. (15 分)【答案】(1) $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$  (1 分)  $\text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- \xrightarrow{\Delta} \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$  或  $\text{Mg}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- \xrightarrow{\Delta} \text{MgCO}_3 \downarrow + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$  (2 分)
- (2)RH (1 分) 先通过阴离子交换树脂时可能产生  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  等沉淀而影响交换效果 (2 分)
- (3)AC (2 分,错选、漏选不得分)
- (4)① $\text{Fe}^{2+}$  在碱性条件下易被氧化成  $\text{Fe}^{3+}$ ,进而水解生成  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  胶体,起到较好的混凝作用, $4\text{Fe}^{2+} + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 8\text{OH}^- = 4\text{Fe}(\text{OH})_3$  (胶体) (3 分) ② $2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{NaClO} + 4\text{NaOH} = 2\text{Na}_2\text{FeO}_4 + 3\text{NaCl} + 5\text{H}_2\text{O}$  (2 分)
- (5) $5.0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  (2 分)

【解析】(1)通常按水中  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$  的多少,把天然水分为硬水和软水,具有暂时硬度的水可以用加热的方法进行软化,方程式为: $\text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- \xrightarrow{\Delta} \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$  或  $\text{Mg}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- \xrightarrow{\Delta} \text{MgCO}_3 \downarrow + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ 。(2)如果水的硬度由钙镁的硫酸盐或氯化物引起的,这种硬度就叫永久硬度,可以采用离子交换法进行软化,如果硬水先通过 ROH 型阴离子交换树脂时,离子交换剂中的阳离子可能产生  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  等影响交换效果,所以应先通过 RH 型阳离子交换树脂。(3)根据提给信息,其中处理的  $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Hg}^{2+}$ 、 $\text{Pb}^{2+}$  等重金属离子使其沉淀,加入的沉淀剂选择时,由于氨水易形成络离子;硫酸铜能溶于水,无沉淀,故选 AC,硫化氢与重金属离子会形成沉淀,纯碱加入可调节 pH 使重金属离子沉淀,排除 BD。(4)①工业上常用硫酸亚铁作混凝剂除去天然水中含有的悬浮物和胶体,为了达到更好的效果,要将待处理水的 pH 调到 9 左右,再加入绿矾。原因: $\text{Fe}^{2+}$  在碱性条件下易被氧化成  $\text{Fe}^{3+}$ ,进而水解生成  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  胶体,起到较好的混凝作用, $4\text{Fe}^{2+} + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 8\text{OH}^- = 4\text{Fe}(\text{OH})_3$  (胶体);②由  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  制取  $\text{Na}_2\text{FeO}_4$ : $2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{NaClO} + 4\text{NaOH} = 2\text{Na}_2\text{FeO}_4 + 3\text{NaCl} + 5\text{H}_2\text{O}$ 。

(5) $K_{sp}(\text{CaCO}_3) = 2.8 \times 10^{-9} = c(\text{Ca}^{2+}) \cdot c(\text{CO}_3^{2-}) = c(\text{Ca}^{2+}) \times 5.6 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ ,

$c(\text{Ca}^{2+}) = 5.0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,则生成沉淀所需  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  溶液的最小浓度为  $5.0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。


37. (15 分)【答案】(1) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^9$  (2 分) 深蓝色 (1 分) (2) $\text{Cu}_2\text{O}$  (1 分)  $\text{O}$  (1 分) (3) $5N_A$  (1 分)


异硫氰酸分子间可形成氢键,而硫氰酸分子间不能 (2 分) C、N (2 分) (4)4 (2 分) (5) $\frac{\sqrt{3}}{4} \sqrt{\frac{288}{d \cdot N_A}}$  (3 分)

【解析】(1)铜在反应中首先失去 4s 上的电子,然后失去 3d 上的电子,故  $\text{Cu}^{2+}$  的电子排布式为  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^9$ ;在硫酸铜溶液中加入过量氨水后得到蓝色的  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 。(2)铜的价态不同,从核外电子排布式分析知  $\text{Cu}_2\text{O}$  中 Cu 的 d 轨道为全充满状态,较稳定。S 与 O 元素是同主族元素,同主族元素的第一电离能随核电荷数的增多而减小,所以 O 元素的第一电离能较大。(3)1 mol  $(\text{SCN})_2$  分子中含有  $\sigma$


键的数目为  $5N_A$ , 根据所给信息硫氰酸结构简式  $\text{H}-\text{S}-\text{C}\equiv\text{N}$ 、异硫氰酸的结构简式  $\text{H}-\text{N}=\text{C}=\text{S}$ , 异硫氰酸中  $\text{H}-\text{N}$  键极性很强, 分子间存在氢键, 而硫氰酸分子间只存在分子间作用力, 所以异硫氰酸的沸点高于硫氰酸; 硫氰酸中,  $\text{C}$ 、 $\text{N}$  两种原子均为  $\text{sp}^3$  杂化。(4) 由图 1 知每个  $\text{S}^{2-}$  离子周围等距离最近有 4 个  $\text{Zn}$  离子, 在  $\text{ZnS}$  晶胞中,  $\text{S}^{2-}$  的配位数为 4。(5) 8 个顶点和 6 个面心各有 1 个  $\text{Cu}$  原子; 该铜的氧化物的晶胞内 4 个  $\text{Cu}$  原子位于体内,  $\text{O}$  原子的个数是  $8 \times 1/8 + 1 = 2$ ,  $\text{Cu}$  原子位于顶点和体心的  $\text{O}$  原子的中点, 设晶胞的边长为  $x$ , 则晶胞的密度可表示为  $d \text{ g/cm}^3 = (4 \times 64 + 2 \times 16) / N_A / x^3 = 288 / N_A x^3$ , 铜原子与氧原子之间的距离为  $\frac{\sqrt{3}}{4}x = \frac{\sqrt{3}}{4} \sqrt[3]{\frac{288}{d \cdot N_A}}$ 。


38. (15 分, 除注明外, 每空 2 分) 【答案】

(1) 苯乙烯 (1 分)   $\text{—CHOHCH}_3$




(2)   $\text{—CH}_2\text{CHO}$

(3) 浓硫酸、加热 (1 分) 消去反应 (1 分)

(4)   $\text{—CH}=\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow[\text{加热加压}]{\text{催化剂}} \text{—CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$

  $\text{—CH}=\text{CHCOOH} + \text{CH}_3\text{OH} \xrightarrow[\Delta]{\text{浓硫酸}} \text{H}_2\text{O} + \text{—CH}=\text{CHCOOCH}_3$

(5) 19   $\text{—COOCH}_3$ 、  $\text{—OOCCH}_3$

【解析】A 转化为 B 属于加成反应, 因烯烃结构不对称, 故可得到   $\text{—CHOHCH}_3$ 、  $\text{—CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$  两种醇, 其中后者可被氧化成醛 C (  $\text{—CH}_2\text{CHO}$ ), 前者是副产物。D→F 是消去反应, F 与甲醇发生酯化反应就可以得到 Q。

(5) 由 G、D 间的关系知 G 分子式为  $\text{C}_8\text{H}_8\text{O}_3$ , 由①知其同分异构体分子中含有苯环且苯环上连接有羟基, 由②知结构中含有酯基。苯环上有两个取代基时, 两个取代基可以是:  $-\text{OH} \sim -\text{COOCH}_3$ ,  $-\text{OH} \sim -\text{OOCCH}_3$ ,  $-\text{OH} \sim -\text{CH}_2\text{OOCH}$ , 任意两个取代基在苯环上均有三种位置关系, 此种条件下有 9 种同分异构体; 当苯环上有一  $-\text{OH}$ 、 $-\text{OOCH}$ 、 $-\text{CH}_3$  三个取代基时, 三个不同的取代基在苯环上有 10 种不同的位置关系, 故共有 19 种同分异构体。核磁共振氢谱只有 4 组峰的物质, 在苯环上一定存在对称性, 由此可确定符合条件的同分异构体结构简式。