

长沙市一中 2023 届高三三月考试卷 (六)

化学

本试题卷分选择题和非选择题两部分,共 8 页。时量 75 分钟,满分 100 分。

可能用到的相对原子质量: $H \sim 1$ $C \sim 12$ $N \sim 14$ $O \sim 16$ $Na \sim 23$ $Mg \sim 24$
 $Al \sim 27$ $S \sim 32$ $Cl \sim 35.5$ $Ni \sim 59$ $Pb \sim 207$

第 I 卷 (选择题共 42 分)

一、选择题 (本题共 14 个小题,每小题 3 分,共 42 分。每小题只有一项符合题目要求)

1. 化学和生活、社会发展息息相关。下列说法正确的是

- A. 核酸检测时用到的“拭子”由尼龙纤维制成,属于有吸附性的天然有机高分子材料
- B. 将铬、锰加入普通钢中制成不锈钢,使钢铁制品永不生锈
- C. 钓鱼竿、羽毛球拍可以用碳纤维复合材料制作而成
- D. 液晶显示器中液晶是具有各向异性的液态晶体

【答案】C

【解析】

【详解】A. 尼龙纤维是聚酯胺类合成纤维,属于合成有机高分子材料,故 A 错误;

B. 将铬、锰加入普通钢中制成不锈钢,能大大增强钢铁的抗腐蚀能力,但并不能使钢铁制品永不生锈,故 B 错误;

C. 由于碳纤维复合材料韧性好、强度高,可用碳纤维复合材料制作钓鱼竿、羽毛球拍等,故 C 正确;

D. 液晶是一种介于晶体状态和液态之间的中间态物质,因此不能说液晶就是液态晶体,故 D 错误;

答案选 C。

2. 世界杯足球比赛,裁判在球员发定位球之前,取出喷雾罐喷出白色泡沫,形成一个任何角度都能看清的白线。泡沫一段时间后破裂,临时白线消失。喷雾罐中的主要成分是 80% 水、17% 液态正丁烷、1% 表面活性剂和 2% 的植物油。下列说法正确的是

- A. 正丁烷有一个同分异构体,其系统命名为异丁烷
- B. 正丁烷中的所有的原子可能共平面
- C. 正丁烷常温下是液态,沸点低,喷出后易汽化,所产生的巨大压力把包含表面活性剂的植物油乳化打散,形成均匀的泡沫喷出
- D. 正丁烷的核磁共振氢谱的峰面积之比为 3:2

【答案】D

【解析】

【详解】A. 丁烷的同分异构体有两种,分别是正丁烷和异丁烷,则正丁烷有一个同分异构体,其系统命名为 2-甲基丙烷,故 A 错误;

B. 正丁烷中的碳原子是 sp^3 杂化,正丁烷中的所有的原子不可能共平面,故 B 错误;

C. 正丁烷常温常压下是一种无色、易液化的气体,故 C 错误;

D. 正丁烷: $CH_3CH_2CH_2CH_3$,该分子对称,含有两种类型氢原子且个数比是 3:2,正丁烷的核磁共振氢谱的峰面积之比为 3:2,故 D 正确;
故选 D。

3. 下列离子方程式不正确的是

- A. 碳酸钠溶液中滴加过量澄清石灰水: $\text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} = \text{CaCO}_3 \downarrow$
- B. 用过量的热烧碱溶液检验 NH_4HCO_3 中的 NH_4^+ : $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \xrightarrow{\Delta} \text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
- C. 金属铝溶于 NaOH 溶液: $2\text{Al} + 2\text{OH}^- + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{AlO}_2^- + 3\text{H}_2 \uparrow$
- D. 使用含氟牙膏预防龋齿的原理: $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}(\text{s}) + \text{F}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}(\text{s}) + \text{OH}^-(\text{aq})$

【答案】B

【解析】

【详解】A. 澄清石灰水是氢氧化钙溶液, 碳酸钠和澄清石灰水反应, 其离子方程式为 $\text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} = \text{CaCO}_3 \downarrow$; 故 A 说法正确;

B. 所加烧碱为过量, OH^- 应先与 HCO_3^- 反应生成 CO_3^{2-} 和水, 过量 OH^- 再与 NH_4^+ 在加热条件下生成氨气和水, 即离子方程式为 $\text{NH}_4^+ + 2\text{OH}^- + \text{HCO}_3^- \xrightarrow{\Delta} \text{NH}_3 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_3^{2-}$, 故 B 说法错误;

C. 金属铝能与氢氧化钠溶液反应生成氢气和偏铝酸钠, 其离子方程式为 $2\text{Al} + 2\text{OH}^- + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{AlO}_2^- + 3\text{H}_2 \uparrow$, 故 C 说法正确;

D. 使用含氟牙膏预防龋齿的原理: $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}(\text{s}) + \text{F}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}(\text{s}) + \text{OH}^-(\text{aq})$, 使用含氟牙膏, F^- 浓度增大, 平衡右移, 故 D 说法正确;

答案为 B。

4. 核酸采样管中的红色液体为病毒核酸保存液, 主要成为有盐酸胍、酸碱指示剂——酚红等物质。盐酸胍 $[\text{NH}=\text{C}(\text{CH}_3)_2 \cdot \text{HCl}]$ 可以破坏病毒表面蛋白外壳, 从而使病毒失去活性和感染能力。酚红在中性环境下它是红色的, 碱性环境是紫色, 酸性环境是黄色。下列说法错误的是

- A. 若病毒核酸保存液存在较多细菌, 会进行呼吸作用生成 CO_2 , 使保存液变成黄色而显示失效
- B. 盐酸胍和“84”消毒液使蛋白质变性的原理相同
- C. 禁止将拭子先浸入病毒核酸保存液, 然后再采样
- D. 病毒核酸保存液采集样品后应尽快送入专业实验室进行检测

【答案】B

【解析】

【详解】A. 若病毒核酸保存液存在较多细菌, 会进行呼吸作用生成 CO_2 , CO_2 与水反应生成碳酸而使保存液显酸性, 酚红在酸性环境是黄色的, 保存液显示失效, 故 A 正确;

B. 盐酸胍 $[\text{NH}=\text{C}(\text{CH}_3)_2 \cdot \text{HCl}]$ 可以破坏病毒表面蛋白外壳, 从而使病毒失去活性和感染能力, “84”消毒液消毒原理是 HClO 的强氧化性, 二者使蛋白质变性的原理不相同, 故 B 错误;

C. 禁止将拭子先浸入病毒核酸保存液, 然后再采样, 这样可以避免抗生素引起过敏, 故 C 正确;

D. 标本采集 4 小时后, 应在室温下保存不超过 4 小时, 2—4 小时内送至实验室进行检测, 故 D 正确; 故选 B。

5. N_A 为阿伏加德罗常数的值, 下列说法正确的是

- A. 标准状况下, 11.2L 甲烷和乙烯混合物中含有的氢原子数为 $2N_A$

B.  中含有的极性键数目为 $2N_A$

C. $11.8gNa[Al(OH)_4]$ 固体中阴离子的数目为 $0.4N_A$

D. $22.4LNH_3$ 发生反应 $4NH_3 + 3F_2 = NF_3 + 3NH_4F$, 转移的电子数为 $1.5N_A$

【答案】A

【解析】

【详解】A. 标准状况下, $11.2L$ 甲烷和乙烯混合气体的物质的量是 $0.5mol$, 甲烷和乙烯分子均含有 4 个氢原子, 则混合物中含有的氢原子数为 $2N_A$, A 正确;

B. 1 个  中含有 6 个极性键, 分别是 4 个碳氢键和 2 个碳氧键, 则 $34g$  的物质的量为 $0.5mol$, 则其中含有的极性键数目为 $3N_A$, B 错误;

C. $11.8gNa[Al(OH)_4]$ 的物质的量是 $11.8g \div 118g/mol = 0.1mol$, 该物质含有的阴离子是 $Al(OH)_4^-$, 则固体中阴离子的数目为 $0.1N_A$, C 错误;

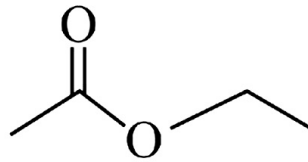
D. 温度和压强未知, 则 $22.4LNH_3$ 的物质的量无法计算, 因此不能计算反应中转移的电子数, D 错误; 答案选 A。

6. 表征符号是化学学习的重要内容, 下列表征符号正确的是

A. H_2O_2 的电子式:



B. 甲酸乙酯的键线式:



C. 葡萄糖的实验式: $C_6H_{12}O_6$

D. 苯中存在 Π_6^6 的大 π 键

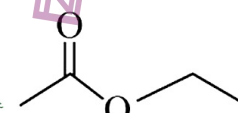
【答案】D

【解析】

【详解】A. 过氧化氢是共价化合物, 电子式为



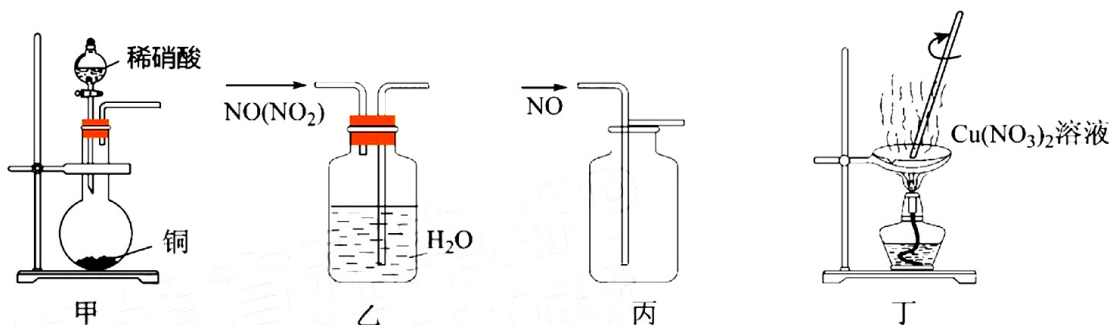
, 故 A 错误;

B. 甲酸乙酯的结构简式为 $HCOOCH_2CH_3$, 键线式 , 故 B 错误;

C. 葡萄糖的分子式为 $C_6H_{12}O_6$, 实验式为 CH_2O , 故 C 错误;

D. 苯分子中每个碳原子形成 3 个 σ 键, 每个碳原子剩余的一个电子提供形成大 π 键, 故分子中存在 Π_6^6 的大 π 键, 故 D 正确; 故选 D。

7. 某兴趣小组设计实验制备少量 NO 和 $Cu(NO_3)_2$, 下列说法正确的是



A. 装置甲中出来的气体只有 2 种含氮化合物

B. 用装置乙除 NO 中的 NO_2

C. 用装置丙收集 NO 气体

D. 用装置丁蒸干 $Cu(NO_3)_2$ 溶液制 $Cu(NO_3)_2$

【答案】B

【解析】

【详解】A. 铜与硝酸反应生成硝酸铜、水和 NO , NO 和装置内的氧气反应生成 NO_2 , 硝酸易挥发, 装置甲中出来的气体有 NO 、 NO_2 、 HNO_3 等含氮化合物, 故 A 错误;

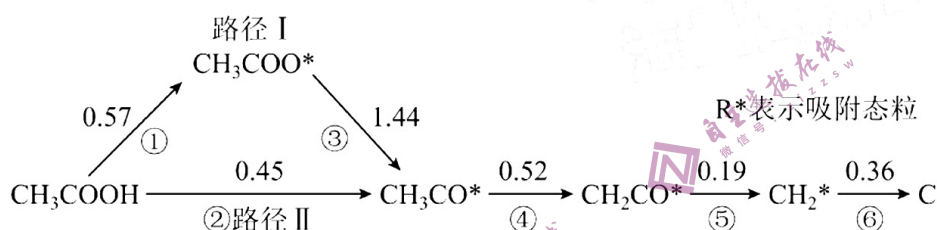
B. NO_2 和水反应生成硝酸和 NO , 用装置乙除 NO 中的 NO_2 , 故 B 正确;

C. NO 能与 O_2 反应生成 NO_2 , 不能用排空气法收集 NO 气体, 故 C 错误;

D. 发生水解反应: $Cu(NO_3)_2 + 2H_2O \rightleftharpoons Cu(OH)_2 + 2HNO_3$, 硝酸易挥发, 加热水解平衡正向移动, 蒸干 $Cu(NO_3)_2$ 溶液得到 $Cu(OH)_2$ 固体, 故 D 错误;

选 B。

8. 乙酸是常见的化工原料, 在过渡金属的催化作用下有两种反应路径, 种路径和能垒数据 (单位: eV) 如图, 已知每一步生成的粒子均为吸态。下列说法正确的是



A. 该反应条件下, CH_3COOH 中 $O-H$ 最容易断裂

B. 两条路径的决速步为④

C. 反应⑤的反应方程式: $CH_2CO^* = CH_2^* + CO^*$

D. 反应过程中粒子被吸附在金属表面, 发生物理变化

【答案】C

【解析】

【详解】A. 第⑤步能垒最小, CH_3COOH 中 $C-C$ 最容易断裂, 故 A 错误;

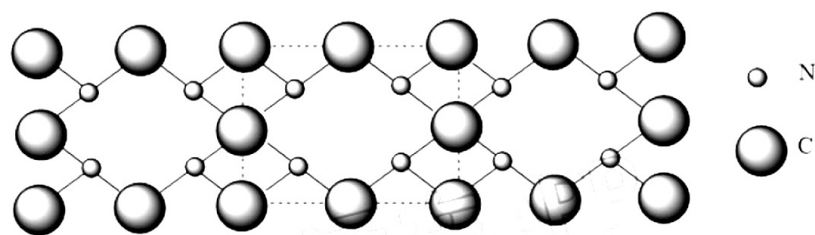
B. 能垒大的步骤为决速步骤, 途径 I 的决速步骤是③, 途径 II 的决速步骤是④, 故 B 错误;

C. 由图可得, 反应⑤的反应方程式: $CH_2CO^* = CH_2^* + CO^*$, 故 C 正确;

D. 由图可知, 反应过程中是存在物质变化的, 所以发生的是化学变化, 故 D 错误;

故答案选 C。

9. 我国科学家用激光将置于铁室中石墨靶上的碳原子炸松, 再用射频电火花喷射氮气, 获得超硬新材料 β -氮化碳薄膜, 结构如图, 下列有关 β -氮化碳的说法错误的是



A. 碳原子采取 sp^3 杂化, 氮原子采取 sp^2 杂化

B. 氮化碳属于共价晶体

C. 氮化碳的化学式为 C_3N_4

D. 氮化碳硬度超过金刚石晶体

【答案】A

【解析】

【详解】A. 由 β -氮化碳的结构示意图可知,晶体中形成4个共价键的饱和碳原子和形成3个共价键的饱和氮原子都为 sp^3 杂化,故A错误;

B. 由 β -氮化碳薄膜为超硬新材料可知,氮化碳属于硬度很高的共价晶体,故B正确;

C. 由 β -氮化碳的结构示意图可知,虚线部分为晶体的最小结构单元,位于正方形顶点和边上的碳原子个数为 $4 \times \frac{1}{4} + 4 \times \frac{1}{2} = 3$,位于正方形内的氮原子个数为4,则氮化碳的化学式为 C_3N_4 ,故C正确;

D. 由 β -氮化碳薄膜为超硬新材料可知,氮化碳属于硬度很高的共价晶体,氮原子的原子半径小于碳原子,则碳氮键的共价键强于碳碳键,所以氮化碳硬度超过金刚石晶体,故D正确;

故选A。

10. 在碱性条件下,硫砷铁矿主要采取氧压浸出的方法脱砷,有关反应的离子方程式: $FeAsS + OH^- + O_2 \rightarrow Fe_2O_3 + AsO_4^{3-} + SO_4^{2-} + H_2O$ (未配平),下列说法不正确的是

A. 该反应中 O_2 是氧化剂, $FeAsS$ 被氧化

B. 参加反应的 $n(FeAsS):n(OH^-) = 1:5$

C. SO_4^{2-} 的空间结构为正四面体形

D. 基态As原子核外未成对电子数为5

【答案】D

【解析】

【分析】由得失电子数目守恒和原子个数守恒可知,反应的离子方程式为 $2FeAsS + 10OH^- + 7O_2 = Fe_2O_3 + 2AsO_4^{3-} + 2SO_4^{2-} + 5H_2O$,反应中氧元素的化合价降低被还原,氧气是反应的氧化剂, $FeAsS$ 是还原剂。

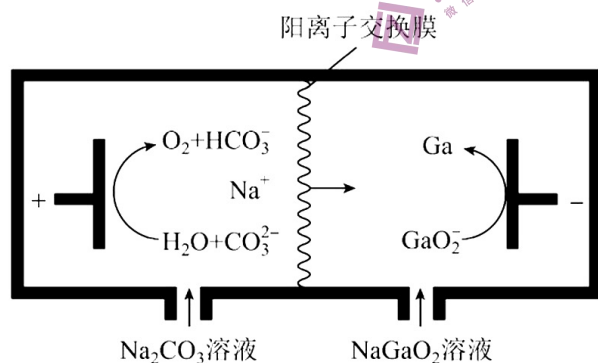
【详解】A. 由分析可知,反应中氧气是反应的氧化剂, $FeAsS$ 是还原剂被氧化,故A正确;

B. 由分析可知,参加反应的 $n(FeAsS):n(OH^-) = 1:5$,故B正确;

C. 硫酸根离子中硫原子的价层电子对数为4、孤对电子对数为0,离子的空间结构为正四面体形,故C正确;

D. 砷元素的原子序数为33,基态原子的价电子排布式为 $4s^1 4p^3$,原子核外未成对电子数为3,故D错误;故选D。

11. 工业上利用电解 $NaGaO_2$ 溶液制备Ga的装置如图,已知 $NaGaO_2$ 性质与 $NaAlO_2$ 类似,下列说法错误的是



A. 阴极的电极反应为 $GaO_2^- + 3e^- + 4H^+ = Ga + 2H_2O$

B. 电解获得 $1mol Ga$,则阳极产生的气体在标准状况下的体积至少为 $16.8L$

C. 中间的离子交换膜为阳离子交换膜

D. 电解结束后,两极溶液混合后可以循环使用

【答案】A

【解析】

【分析】由图可知,与直流电源正极相连的左侧电极为阳极,碳酸根离子作用下水在阳极失去电子发生氧化反应生成氧气和碳酸氢根离子,电极反应式为 $2H_2O - 4e^- + 2CO_3^{2-} = O_2 \uparrow + 2HCO_3^-$,与直流电源负极相连的右侧电极为阴极,水分子作用下偏镓酸根离子在阴极得到电子发生还原反应生成镓和氢氧根离子,电极反应式为 $GaO_2^- + 3e^- + 2H_2O = Ga + 4OH^-$ 。

【详解】A. 由分析可知,与直流电源负极相连的右侧电极为阴极,水分子作用下偏镓酸根离子在阴极得到电子发生还原反应生成镓和氢氧根离子,电极反应式为 $GaO_2^- + 3e^- + 2H_2O = Ga + 4OH^-$,故 A 错误;

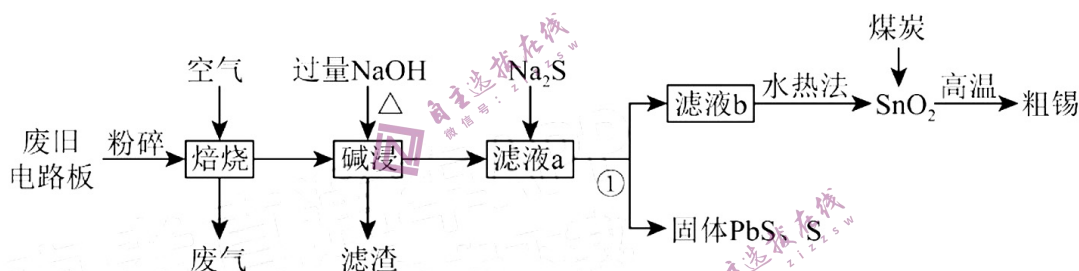
B. 由得失电子数目守恒可知,电解获得 1mol 镓,标准状况下阳极生成氧气的体积为 $1mol \times \frac{3}{4} \times 22.4mol/L = 16.8L$,故 B 正确;

C. 由分析可知,电解时左侧阳极室中阴离子电荷数减小,右侧阴极室中阴离子电荷数增大,则钠离子从阳极室经阳离子交换膜进入阴极室,故 C 正确;

D. 由分析可知,电解结束后,左侧阳极室得到碳酸氢钠溶液,右侧阴极室得到氢氧化钠溶液,两极溶液混合得到的碳酸钠溶液可以循环使用,故 D 正确;

故选 A。

12. 废旧电器中电路板主要含有 Fe 、 Cu 、 SnO_2 、 PbO_2 、塑料等物质,研究小组从废旧电路板中回收金属锡($_{50}Sn$)的流程如图。下列说法正确的是



已知: SnO_2 、 PbO_2 可与强碱共热反应生成易溶于水的 Na_2SnO_3 和 Na_2PbO_3 。

A. Sn 元素的核外电子排布式为 $[Kr]5s^25p^2$

B. 焙烧的主要目的是将 Fe 和 Cu 变成氧化物

C. 若过滤后得到干燥的 PbS 和 S 的固体混合物 27.1g, 则反应①有 N_A 个电子转移

D. 焦炭和 SnO_2 反应的方程式为 $2C + SnO_2 \xrightarrow{\text{高温}} Sn + 2CO \uparrow$

【答案】D

【解析】

【分析】由题给流程可知,废旧电路板粉碎后在空气中焙烧可将塑料转化为气体除去,铁、铜转化为氧化铁、氧化铜,向焙烧渣中加入过量的氢氧化钠溶液碱浸,将 SnO_2 、 PbO_2 转化为 Na_2SnO_3 和 Na_2PbO_3 ,过滤得到含有氧化铁、氧化铜的滤渣和含有 Na_2SnO_3 和 Na_2PbO_3 的滤液 a; 向滤液中加入硫化钠溶液将 Na_2PbO_3 还原为 PbS ,过滤得到含有 PbS 、 S 的固体混合物和含有 Na_2SnO_3 的滤液 b; 滤液 b 用水热法将 Na_2SnO_3 转化为二氧化锡,二氧化锡与焦炭在高温下反应制得锡。

【详解】A. 锡元素的原子序数为 50, 基态原子的核外电子排布式为 $[Kr]4p^65s^25p^2$, 故 A 错误;

B. 由分析可知,焙烧的主要目的是将塑料转化为气体除去,故 B 错误;

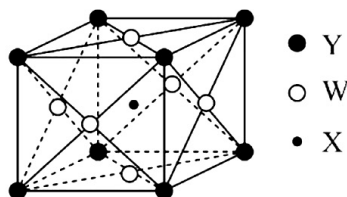
C. 设混合物中 PbS 和 S 的物质的量分别为 $xmol$ 和 $ymol$, 由质量可得: $239x + 32y = 27.1$, 由得失电子数目守恒可得: $x = y$, 解联立方程可得 $x = y = 0.1$, 则反应①转移电子数目为 $0.1mol \times 2 \times N_A mol^{-1} =$

$0.2N_A$,故C错误;

D. 由分析可知,二氧化锡与焦炭在高温下反应生成锡和一氧化碳,反应的化学方程式为 $2C + SnO_2 \xrightarrow{\text{高温}} Sn + 2CO\uparrow$,故D正确;

故选D。

13. X、Y、Z、W是元素周期表中原子序数依次增大的前四周期元素,某科研团队研究发现,X、Y、W形成的晶体有超导性,该新型超导晶体的一个晶胞如图所示,晶胞参数为 apm 。已知X是形成化合物种类最多的元素,Y和W的最外层电子数相同,但不同族,W的次外层电子数是最外层的8倍,Z是主族元素,其最高价氧化物的水化物可以用于净水,下列说法正确的是



- A. Y的第一电离能小于Z的第一电离能
B. Z的最高价氧化物的水化物可以与X最高价氧化物的水化物反应
C. 晶胞中与Y最近的W原子有6个
D. 晶体密度为 $\frac{2.13 \times 10^{32}}{N_A a^3} g/cm^3$

【答案】D

【解析】

【分析】X、Y、Z、W是元素周期表中原子序数依次增大的前四周期元素,X是形成化合物种类最多的元素,则X为C元素;Z是主族元素,其最高价氧化物的水化物可以用于净水,则Z为Al元素;Y和W的最外层电子数相同,但不同族,W的次外层电子数是最外层的8倍,则Y为Mg元素、W为Ni元素。

【详解】A. 同周期元素,从左到右第一电离能呈增大趋势,镁原子的3s轨道为稳定的全充满结构,元素的第一电离能大于同周期相邻元素,则镁元素的第一电离能大于铝元素,故A错误;

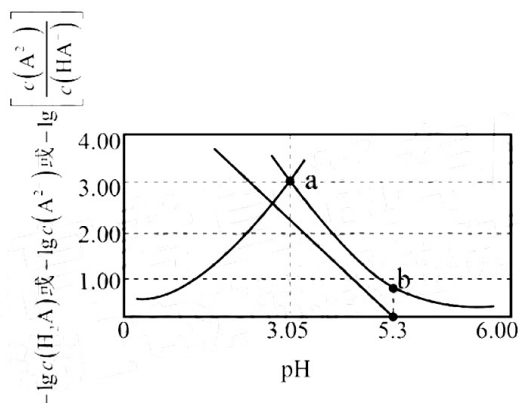
B. 氢氧化铝是溶于强酸、强碱的两性氢氧化物,但氢氧化铝不能溶于弱酸碳酸,故B错误;

C. 由晶胞结构可知,晶胞中位于顶点的镁原子与位于面心的镍原子的距离最近,则晶胞中与镁原子最近的镍原子个数为12,故C错误;

D. 由晶胞结构可知,晶胞中位于顶点的镁原子个数为 $8 \times \frac{1}{8} = 1$,位于面心的镍原子个数为 $6 \times \frac{1}{2} = 3$,位于体内的碳原子个数为1,则晶胞的化学式为 $MgNi_3C$,设晶体的密度为 dg/cm^3 ,由晶胞的质量公式可得: $\frac{213}{N_A} = (10^{-10}a)^3 d$,解得 $d = \frac{2.13 \times 10^{32}}{N_A a^3}$,故D正确;

故选D。

14. 常温下,向某浓度 H_2A 溶液中缓慢加入 $NaOH(s)$,保持溶液体积和温度不变,测得 pH 与 $-\lg c(H_2A)$ 、 $-\lg c(A^{2-})$ 、 $-\lg \left[\frac{c(A^{2-})}{c(HA^-)} \right]$ 变化如图所示。下列说法正确的是



- A. a 到 b 的滴定过程水的电离程度逐渐减小
 B. 常温下, H_2A 电离平衡常数 K_{a1} 为 $10^{-0.8}$
 C. a 点溶液中 $c(A^{2-}) > c(HA^-) > c(H^+) > c(OH^-)$
 D. $NaHA$ 溶液中 $c(Na^+) > c(HA^-) > c(H_2A) > c(A^{2-})$

【答案】B

【解析】

【分析】向某浓度 HA 溶液中加入 $NaOH$ 溶液时,由于二者发生反应,所以 H_2A 逐渐减少, $-lg c(H_2A)$ 会渐增大,所以图中呈上升趋势的为 $-lg c(H_2A)$ 与 pH 变化关系,标①; $H_2A \rightleftharpoons H^+ + HA^-$, $HA^- \rightleftharpoons H^+ + A^{2-}$, A^{2-} 会渐增大, $-lg(A^{2-})$ 会逐渐减小,但是不会等于 0,所以呈下降趋势且与横坐标无交点的为 $-lg c(A^{2-})$ 与 pH 变化关系,标②,另一条则是 $-lg\left[\frac{c(A^{2-})}{c(HA^-)}\right]$ 与 pH 的变化图,标③,以此解题。

【详解】A. a 到 b 的滴定过程 $-lg c(A^{2-})$ 逐渐减小,则 $c(A^{2-})$ 浓度逐渐增大, A^{2-} 对水电离其促进作用, $c(A^{2-})$ 浓度越大,水的电离程度越大, a 到 b 过程中水的电离程度增大,故 A 错误;

B. 电离常数的表达式为: $K_{a1} = \frac{c(H^+) \cdot c(HA^-)}{c(H_2A)}$, $K_{a2} = \frac{c(H^+) \cdot c(A^{2-})}{c(HA^-)}$, $K_{a1} \cdot K_{a2} = \frac{c^2(H^+) \cdot c(A^{2-})}{c(H_2A)}$ ④, 当 $pH = 3.05$ 时, $lg c(A^{2-})$ 与 $-lg c(H_2A)$ 相等,即 $c(A^{2-}) = c(H_2A)$ 代入④,可得 $K_{a1} \cdot K_{a2} = (10^{-3.05})^2 = 10^{-6.1}$, 又由图中③可知,当 $pH = 5.3$ 时, $-lg\left[\frac{c(A^{2-})}{c(HA^-)}\right] = 0$, 即 $c(A^{2-}) = c(HA^-)$, 即 $K_{a2} = 10^{-5.3}$, 所以 $K_{a1} = \frac{10^{-6.1}}{10^{-5.3}} = 10^{-0.8}$, 故 B 正确;

C. a 点溶液中 $c(A^{2-}) = c(H_2A)$, a 点时 $K_{a1} = \frac{c(H^+) \cdot c(HA^-)}{c(H_2A)} = \frac{c(H^+) \cdot c(HA^-)}{c(A^{2-})}$, $\frac{K_{a1}}{c(H^+)} = \frac{c(HA^-)}{c(A^{2-})} = \frac{10^{-0.8}}{10^{-3.05}} = 10^{2.25}$, 则 $c(HA^-) > c(A^{2-})$, 故 C 错误;

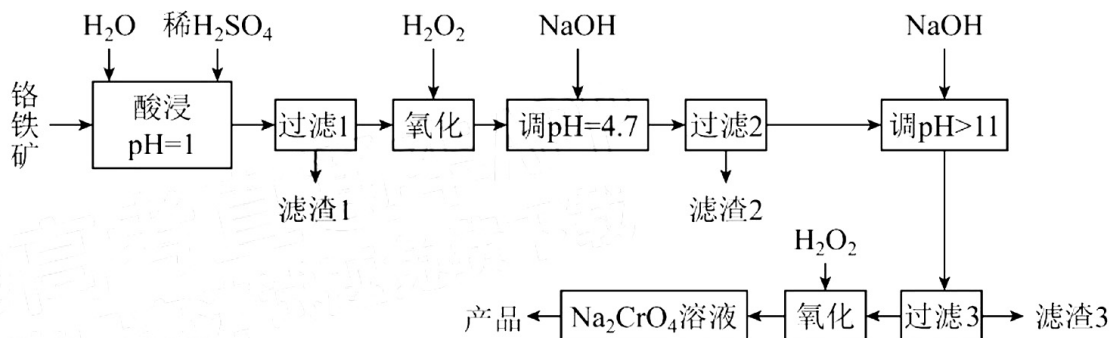
D. $NaHA$ 溶液,由 HA^- 既存在电离又存在水解,所以 $c(Na^+) > c(HA^-)$, $HA^- \rightleftharpoons H^+ + A^{2-}$, $HA^- + H_2O \rightleftharpoons H_2A + OH^-$; 所以 $c(A^{2-})$ 与 $c(HA^-)$ 的大小取决于电离和水解的程度, $K_{a2} = 10^{-5.3}$, 即 HA^- 的水解常数 $K_h = \frac{K_w}{K_{a1}} = \frac{10^{-14}}{10^{-0.8}} = 10^{-13.2}$, 所以 HA^- 的水解程度小于 HA^- 的电离程度, 所以 $c(H_2A) < c(A^{2-})$, $NaHA$ 溶液中 $c(Na^+) > c(HA^-) > c(A^{2-}) > c(H_2A)$, 故 D 错误;

故选: B。

第 II 卷(非选择题共 58 分)

二、非选择题(共 4 个大题, 58 分)

15. 工业上铬铁矿主要成分为亚铬酸亚铁 $[Fe(CrO_2)_2]$, 还含少量 $MgCO_3$ 、 Al_2O_3 、 SiO_2 等杂质。以铬铁矿为原料制取铬酸钠(Na_2CrO_4) 晶体, 其工艺流程如图:



已知: a. +3 价 Cr 在酸性溶液中性质稳定, 当 $pH > 9$ 时, 以 CrO_4^{2-} 形式存在且易被氧化。

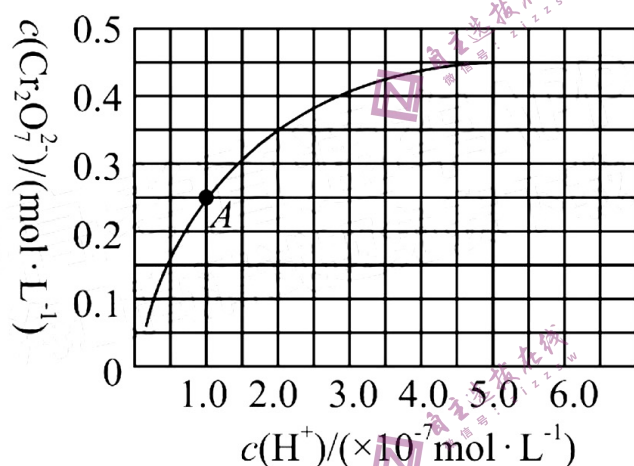
b. 常温下, 氢氧化铁的 $K_{sp} = 4.0 \times 10^{-38}$ 、氢氧化镁的 $K_{sp} = 1.8 \times 10^{-11}$ 、氢氧化铝的 $K_{sp} = 3.2 \times 10^{-34}$ 。

(1) 为了提高酸浸速率和反应充分, 可以采取的措施有 _____ (填两条)。

(2) 滤渣 2 的主要成分为 _____ (写化学式)。

(3) 流程中两次使用了 H_2O_2 , 分别写出两次反应的离子方程式: _____。

(4) 产品铬酸钠溶于水后, CrO_4^{2-} 和 $Cr_2O_7^{2-}$ 在溶液中可相互转化。室温下, 初始浓度为 $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 Na_2CrO_4 溶液中 $c(Cr_2O_7^{2-})$ 随 $c(H^+)$ 的变化如图所示, 用离子方程式表示 Na_2CrO_4 溶液中的转化反应: _____, 根据 A 点数据计算出该转化反应的平衡常数为 _____, 温度升高, 溶液中 CrO_4^{2-} 的平衡转化率减小, 则该反应的 ΔH _____ (填 “>” “<” 或 “=”) 0。



【答案】(1) 将铬铁矿粉碎、充分搅拌、适当提高温度等

(2) $Fe(OH)_3$ 、 $Al(OH)_3$

(3) $2Fe^{2+} + H_2O_2 + 2H^+ = 2Fe^{3+} + 2H_2O$, $2OH^- + 3H_2O_2 + 2CrO_5 = 2CrO_4^{2-} + 4H_2O$

(4) ①. $2CrO_4^{2-} + 2H^+ = Cr_2O_7^{2-} + H_2O$ ②. 1.0×10^{14} ③. <

【解析】

【分析】工业上铬铁矿主要成分为亚铬酸亚铁 $[Fe(CrO_3)_2]$, 还含少量 $MgCO_3$ 、 Al_2O_3 、 SiO_2 等杂质, 先用稀硫酸酸浸并调节 $pH = 1$, $[Fe(CrO_3)_2]$ 、 $MgCO_3$ 、 Al_2O_3 能够和硫酸反应转化为 Mg^{2+} 、 Al^{3+} 、 Fe^{2+} 和 Cr^{3+} , SiO_2 不和硫酸反应经过滤存在于滤渣 1 中, 滤液 1 中加入 H_2O_2 将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} , 再加入 $NaOH$ 调节 pH 为 4.7 使 Fe^{3+} 和 Al^{3+} 转化为氢氧化铁和氢氧化铝沉淀除去, 滤渣 2 为 $Fe(OH)_3$ 、 $Al(OH)_3$, 过滤后再加入 $NaOH$ 调节 $pH > 11$ 使 Mg^{2+} 转化为氢氧化镁除去, 得到的滤液中加入 H_2O_2 将 CrO_5 氧化为 CrO_4^{2-} , 得到 Na_2CrO_4 溶液, 以此解答。

【小问 1 详解】

增大浸出率的方法: 将铬铁矿粉碎、充分搅拌、适当提高温度等。

【小问2详解】

由分析可知,滤渣2的主要成分为 $Fe(OH)_3$ 、 $Al(OH)_3$ 。

【小问3详解】

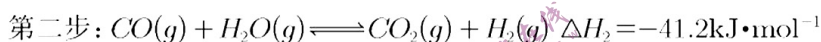
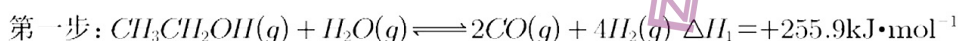
由分析可知,流程中第一次使用 H_2O_2 的作用是将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} ,离子方程式为: $2Fe^{2+} + H_2O_2 + 2H^+ = 2Fe^{3+} + 2H_2O$,第二次使用 H_2O_2 的作用是将 CrO_2 氧化为 CrO_4^{2-} ,离子方程式为: $2OH^- + 3H_2O_2 + 2CrO_2 = 2CrO_4^{2-} + 4H_2O$ 。

【小问4详解】

从图像看出,铬酸根离子在酸性条件下逐渐转化成重铬酸根离子,离子方程式为: $2CrO_4^{2-} + 2H^+ = Cr_2O_7^{2-} + H_2O$;从图像看出,酸性越强, $c(Cr_2O_7^{2-})$ 越大,说明 CrO_4^{2-} 的平衡转化率越大,A点对应的离子浓度: $c(Cr_2O_7^{2-}) = 0.25 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, $c(H^+) = 1.0 \times 10^{-7} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, $c(CrO_4^{2-}) = 1.0 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} - 0.25 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \times 2 = 0.5 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$,平衡常数 $K = \frac{c(Cr_2O_7^{2-})}{c^2(H^+)c^2(CrO_4^{2-})} = \frac{0.25}{(1.0 \times 10^{-7})^2 \cdot 0.5^2} = 1.0 \times 10^{14}$;升高温度, CrO_4^{2-} 的平衡转化率减小,说明平衡向左移动,根据平衡移动原理,正反应是放热反应, $\Delta H < 0$ 。

16. 绿色能源是科研工作者研究的主要方向,如氢能源、电能等都属于绿色能源。

I. 利用乙醇催化制氢气



(1) 总反应的 $\Delta H =$ _____。

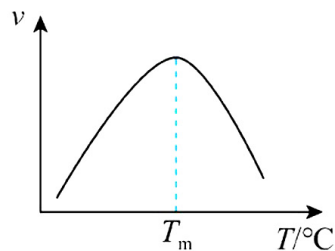
II. CO制氢气

(2) 工业上利用第二步制 H_2 。在恒容绝热的密闭容器中通入一定量的CO和 H_2O 反应制备 H_2 ,下列说法表示该反应达到最大限度的有 _____ (填标号)。

- a. 装置内的气体无CO b. 装置内的压强不变
c. H_2 的体积分数不变 d. 装置内气体摩尔质量不变

(3) 某温度下,若投料比 $[n(CO):n(H_2O) = 0.5]$,CO的转化率为50%,则该反应的 $K_p =$ _____ (以分压表示,分压 = 总压 $\times$ 物质的量分数)。

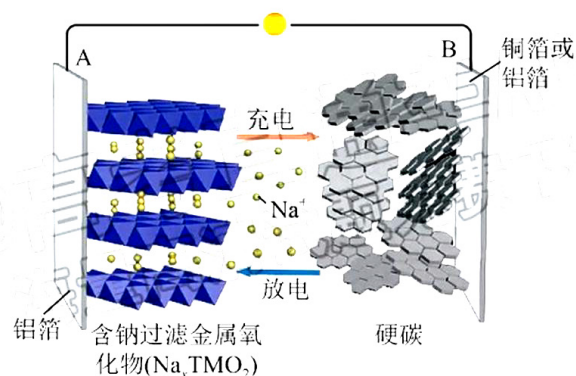
(4) 研究表明,第二步反应的速率方程为 $v = k y_{CO} \cdot y_{H_2O} - \frac{y_{CO_2} \cdot y_{H_2}}{K_p}$,式中, y_{CO} 、 y_{H_2O} 、 y_{H_2} 分别表示相应的物质的量分数, K_p 为平衡常数, k 为反应的速率常数,温度升高时 k 值增大,根据速率方程分析, $T > T_m$ 时 v 逐渐减小的原因是 _____。



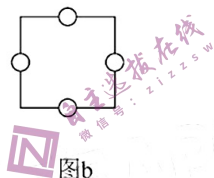
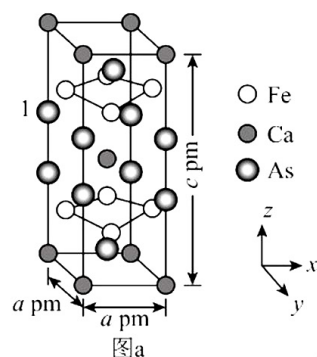
III. 新型绿色电池

(5) 某钠离子电池结构如图所示,电极A为含钠过渡金属氧化物(Na_xTMO_2),电极B为硬碳,充电时 Na^+ 得电子成为Na嵌入硬碳中, $NaTMO_2$ 失去电子生成 $Na_{1-x}TMO_2$,充电时B极的电极反应: _____,放电

时 A 极的电极方程式：_____。



(6) 一种铁基超导材料晶胞结构如图 a 所示,铁原子沿 z 轴方向的投影如图 b 所示,该材料的化学式为_____,已知体心与顶点的 Ca 原子有着相同的化学环境,晶胞中 As 原子 1 的分数坐标为 (0, 0, 0.628),体心 Ca 原子与 As 原子 1 之间的距离为 _____ pm。



【答案】(1) +173.5kJ/mol

(2) c (3) $\frac{1}{3}$

(4) K_p 减小对 v 的降低大于 k 值增大对 v 的提高

(5) ①. $C + xNa^+ + xe^- = Na_xC$ ②. $Na_{1-x}TMO_2 + xNa^+ + xe^- = NaTMO_2$

(6) ①. $CaFe_2As_2$ ②. $\sqrt{\left(\frac{\sqrt{2}a}{2}\right)^2 + (0.128c)^2}$

【解析】

【小问 1 详解】

由盖斯定律可知,第一步 + 第二步 $\times 2$ 得到总反应,则反应 $\Delta H = (+255.9\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}) + (+41.2\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}) \times 2 = +173.5\text{kJ/mol}$,故答案为: +173.5kJ/mol;

【小问 2 详解】

a. 该反应为可逆反应,可逆反应不可能完全反应,所以装置内的气体不可能无一氧化碳,故错误;

b. 该反应为气体体积不变的反应,反应中压强始终不变,则装置内的压强不变不能表示该反应达到最大限度,故错误;

c. 氢气的体积分数不变说明正逆反应速率相等,表示该反应达到最大限度,故正确;

d. 由质量守恒定律可知,反应前后气体的质量相等,该反应为气体体积不变的反应,反应中气体摩尔质量始终不变,则装置内气体摩尔质量不变不能表示该反应达到最大限度,故错误;

故选 c;

【小问 3 详解】

设起始一氧化碳、水蒸气的物质的量分别为 1mol、2mol,总压强为 $p\text{MPa}$,平衡时一氧化碳的转化率为 50%,由方程式可知,平衡时一氧化碳、水蒸气、二氧化碳、氢气的物质的量分别为 $(1 - 0.5)\text{mol} = 0.5\text{mol}$ 、

$(2-0.5)\text{mol}=1.5\text{mol}$ 、 0.5mol 、 0.5mol ，该反应为气体体积不变的反应，则平衡时总压强为 $p\text{MPa}$ ，反应

$$\text{的 } K_p = \frac{\frac{0.5p}{3} \times \frac{0.5p}{3}}{\frac{0.5p}{3} \times \frac{1.5p}{3}} = \frac{1}{3}, \text{ 故答案为: } \frac{1}{3};$$

【小问4详解】

该反应是放热反应，升高温度，平衡常数 K_p 减小，由第二步反应的速率方程可知， $T > T_m$ 时 v 逐渐减小说明 K_p 减小对 v 的降低大于 k 值增大对 v 的提高，故答案为： K_p 减小对 v 的降低大于 k 值增大对 v 的提高；

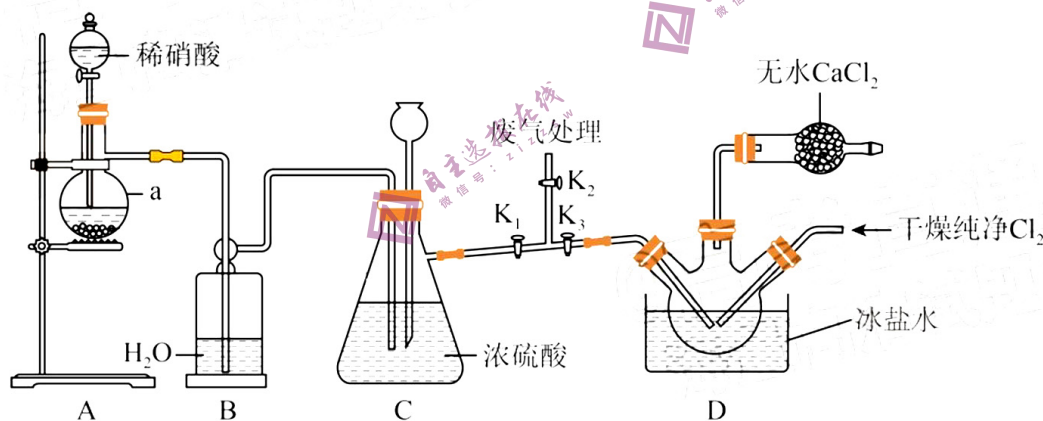
【小问5详解】

由题意可知，充电时 B 极为电解池的阴极， Na^+ 得电子成为 Na 嵌入硬碳中，电极反应式为 $\text{C} + x\text{Na}^+ + xe^- = \text{Na}_x\text{C}$ ；放电时 A 极为原电池的正极， $\text{Na}_{1-x}\text{TMO}_2$ 失去电子生成 NaTMO_2 ，电极反应式为 $\text{Na}_{1-x}\text{TMO}_2 + x\text{Na}^+ + xe^- = \text{NaTMO}_2$ ，故答案为： $\text{C} + x\text{Na}^+ + xe^- = \text{Na}_x\text{C}$ ； $\text{Na}_{1-x}\text{TMO}_2 + x\text{Na}^+ + xe^- = \text{NaTMO}_2$ ；

【小问6详解】

由晶胞结构可知，晶胞中位于顶点和体心的钙原子个数为 $8 \times \frac{1}{8} + 1 = 2$ ，位于面上的铁原子个数为 $8 \times \frac{1}{2} = 4$ ，位于棱上和体内的砷原子个数为 $8 \times \frac{1}{4} + 2 = 4$ ，则晶胞的化学式为 CaFe_2As_2 ；晶胞中，砷原子1和体心钙原子、与体心钙原子在同一平面的砷原子构成直角三角形，由晶胞中砷原子1的分数坐标为 $(0, 0, 0.628)$ 可知，体心钙原子的坐标为 $(0.5, 0.5, 0.5)$ ，体心钙原子与砷原子1在 z 轴的坐标差为 $0.628 - 0.5 = 0.128$ ，则砷原子1和与体心钙原子在同一平面的砷原子的距离为 0.126nm ，体心钙原子和与体心钙原子在同一平面的砷原子的距离为面对角线的一半，距离为 $\frac{\sqrt{2}a}{2}\text{nm}$ ，由勾股定理可知，体心钙原子与砷原子1之间的距离为 $\sqrt{\left(\frac{\sqrt{2}a}{2}\right)^2 + (0.128c)^2}\text{nm}$ ，故答案为： CaFe_2As_2 ； $\sqrt{\left(\frac{\sqrt{2}a}{2}\right)^2 + (0.128c)^2}$ 。

17. 亚硝酰氯 (NOCl) 是有机物合成中的重要试剂，是一种红褐色液体或黄色气体，遇水易水解。某化学小组利用 NO 和 Cl_2 在实验室中制备 NOCl ，装置如图。



已知：沸点 Cl_2 为 -34°C 、 NO 为 -152°C 、 NOCl 为 -6°C 。 NOCl 易水解，能与 O_2 反应。

回答下列问题：

- (1) 仪器 a 的名称：_____。
- (2) NOCl 中中心原子 N 的杂化方式为 _____。
- (3) NO 和氯气混合前，先关闭 K_3 ，打开 K_1 、 K_2 ，操作的目的是 _____。
- (4) 装置 C 中长颈漏斗的作用是 _____。

(5) 装置 *D* 中的温度区间应控制在 _____。

(6) 上述实验装置有一处不足, 请指出不足之处: _____。

(7) 亚硝酰氯 (NOCl) 纯度的测定。取 *D* 中所得液体 20g 溶于适量的 NaOH 溶液中, 配制成 250mL 溶液; 取出 25.00mL 样品溶液于锥形瓶中, 以 K_2CrO_4 溶液为指示剂, 用 $\text{cmol}\cdot\text{L}^{-1}\text{AgNO}_3$ 标准溶液滴定至终点, 消耗标准溶液的体积为 $V\text{mL}$ (已知 Ag_2CrO_4 为砖红色固体)。

① 滴定终点的现象: 当滴入最后半滴 AgNO_3 标准溶液后, _____。

② 亚硝酰氯 (NOCl) 的质量分数为 _____。

【答案】 (1) 蒸馏烧瓶

(2) sp^3 (3) 排出装置中的空气, 防止 NOCl 、 NO 与空气中的 O_2 反应

(4) 平衡体系内外压强, 避免 *C* 中压强过大

(5) $-34^\circ\text{C} < T \leq -6^\circ\text{C}$

(6) 缺少尾气处理装置

(7) ①. 溶液中产生砖红色沉淀, 且半分钟内不消失 ②. $3.275cV\%$

【解析】

【分析】 本题是利用 *A* 装置制备 NO , 再利用水洗, 除去少量残留空气氧化生成的 NO , 干燥后通入三颈烧瓶与 Cl_2 反应制备产品。

【小问 1 详解】

由仪器构造可知, 仪器 *a* 为蒸馏烧瓶, 故答案为: 蒸馏烧瓶;

【小问 2 详解】

NOCl 分子中 *N* 为中心原子, σ 键个数为 2, 孤电子对 $= \frac{5-1-2}{2} = 1$, 价层电子对数为 $2+1=3$, 所以杂化方式为 sp^2 杂化, 故答案为: sp^2 ;

【小问 3 详解】

由题给信息可知, NOCl 能与 O_2 反应, NO 也易被 O_2 氧化, 因此 NO 和氯气混合前, 先关闭 K_3 , 打开 K_1 、 K_2 , 目的是排出装置中的空气, 防止 NOCl 、 NO 与空气中的 O_2 反应, 故答案为: 排出装置中的空气, 防止 NOCl 、 NO 与空气中的 O_2 反应;

【小问 4 详解】

根据图示, 因 *D* 三颈烧瓶反应 NO 需控制流速, 则前面产生的 NO 可能产生积累, 造成装置内压强上升, 故安装一个长颈漏斗用于平衡体系内外压强, 故答案为: 平衡体系内外压强, 避免 *C* 中压强过大;

【小问 5 详解】

D 装置中通入的 NO 和 Cl_2 反应制备 NOCl , 在冰盐水条件下降温使 NOCl 冷凝得到产品, 为分离产物和未反应的原料, 根据所给物质的沸点数据, 需要控制的温度范围是 $-34^\circ\text{C} < T \leq -6^\circ\text{C}$, 故答案为: $-34^\circ\text{C} < T \leq -6^\circ\text{C}$;

【小问 6 详解】

由装置图可知, 无水干燥管中的 CaCl_2 只能吸收水蒸气, 不能吸收反应后剩余的 NO 和 Cl_2 , 所以上述实验装置的一处不足之处是缺少尾气处理装置, 故答案为: 缺少尾气处理装置;

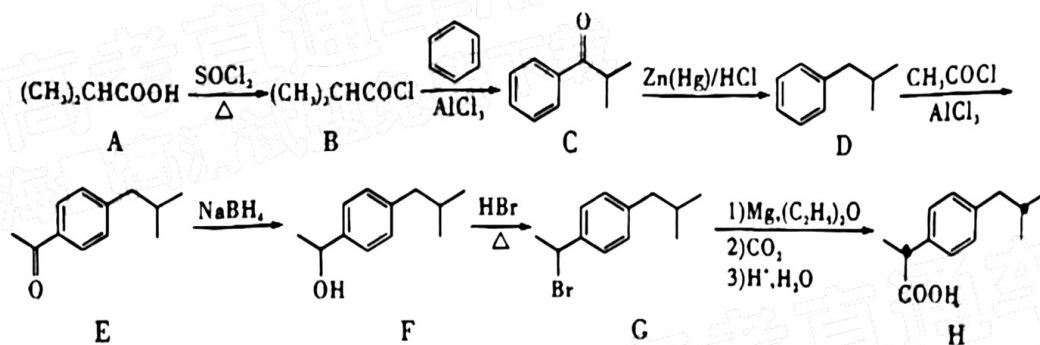
【小问 7 详解】

① 本实验是使用 K_2CrO_4 溶液为指示剂, 当 AgNO_3 与溶液中的 Cl^- 反应结束有过量时, 则将形成 Ag_2CrO_4 砖红色沉淀, 则滴定终点的现象: 当滴入最后半滴 AgNO_3 标准溶液后, 溶液中产生砖红色沉淀, 且半分钟内不消失, 故答案为: 溶液中产生砖红色沉淀, 且半分钟内不消失;

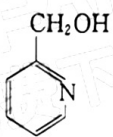
② 利用 AgNO_3 溶液滴定溶液中的 Cl^- , 可得关系式 $\text{NOCl} \sim \text{Cl}^- \sim \text{AgNO}_3$, 则 250mL 的样品反应液中 NOCl 的物质的量是 $\frac{250\text{mL}}{25\text{mL}} \times cV \times 10^{-3}\text{L} = 0.01cV\text{mol}$, 所以样品中 NOCl 的质量分数为

$$\frac{0.01cVmol \times 65.5g/mol}{20g} \times 100\% = 3.275cV\%, \text{故答案为: } 3.275cV\%。$$

18. 解热镇痛类药物布洛芬对于缓解奥密戎引起的疼痛有很好的作用,其合成方法如图:

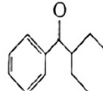


- (1) A 的系统命名为 _____。
 - (2) $C \rightarrow D$ 的反应类型与 _____ $\rightarrow$ _____ 相同。
 - (3) 写出 $B \rightarrow C$ 的方程式: _____。
 - (4) 下列有关布洛芬 (H) 的叙述正确的是 _____ (填序号)。
- ① 布洛芬中的官能团有羧基
 - ② 1mol 该物质与碳酸钠反应生成标准状况下 $22.4CO_2$
 - ③ 布洛芬分子中最多有 19 个原子共平面
 - ④ 1mol 布洛芬分子中含有手性碳原子的物质的量为 2mol

(5) 口服布洛芬对胃、肠道有刺激,用  对布洛芬进行成酯修饰,能有效改善这种状况,发生反应的化学方程式是 _____。

(6) H 的同分异构体同时满足下列条件,该同分异构体可能为 _____ (任写两种,不考虑立体异构)。

- ① 有一个苯环外无其他环状结构;
- ② 1mol 该物质与浓溴水反应时最多消耗 $4molBr_2$;
- ③ 分子中含有 6 种不同化学环境的氢原子。

(7) 请写出以  和  为原料制备  的合成路线流程图 (无机试剂和有机溶剂任选,合成