

2019高考试题 解析全集

唐山市高中化学微课堂
倾情奉献



目 录

1.2019 高考全国 I 卷化学试题解析·····	1
2.2019 高考全国 II 卷化学试题解析·····	14
3.2019 高考全国III卷化学试题解析·····	27
4.2019 高考北京卷试题解析·····	41
5.2019 高考天津卷试题解析·····	53
6.2019 高考江苏卷试题解析·····	64
7.2019 高考浙江省选考科目考试化学试题解析·····	81
8.2019 上海市等级性考试化学试题解析·····	101

2019年普通高等学校招生全国统一考试（全国卷 I）

化学试题

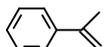
一、选择题：本题共 7 个小题，每小题 6 分。在每小题给出的四个选项中，只有一项是符合题目要求的。

7. 陶瓷是火与土的结晶，是中华文明的象征之一，其形成、性质与化学有着密切的关系，下列说法错误的是

- A. “雨过天晴云破处”所描述的瓷器青色，来自氧化铁
- B. 闻名世界的秦兵马俑是陶制品，由粘土经高温烧结而成
- C. 陶瓷是应用较早的人造材料，主要化学成分是硅酸盐
- D. 陶瓷化学性质稳定，具有耐酸碱侵蚀，抗氧化等优点

【答案】A

【解析】A 项氧化铁即三氧化二铁，红棕色。瓷器青色一般不来自氧化铁。故 A 错。

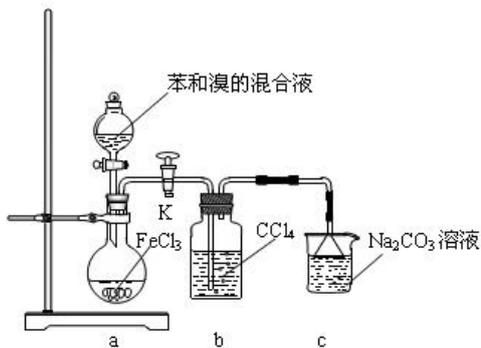
8. 关于化合物 2-苯基丙烯（），下列说法正确的是

- A. 不能使稀高锰酸钾溶液褪色
- B. 可以发生加成聚合反应
- C. 分子中所有原子共平面
- D. 易溶于水及甲苯

【答案】B

【解析】分子中存在双键，可以使高锰酸钾溶液褪色，A 错；可以发生加成聚合反应，B 正确；分子中存在甲基，所有原子不可能共平面，C 错；分子中碳原子数较多，且不存在亲水基团所以不易溶于水，D 错。

9. 实验室制溴苯的装置如下图所示，关于实验操作或叙述错误的是

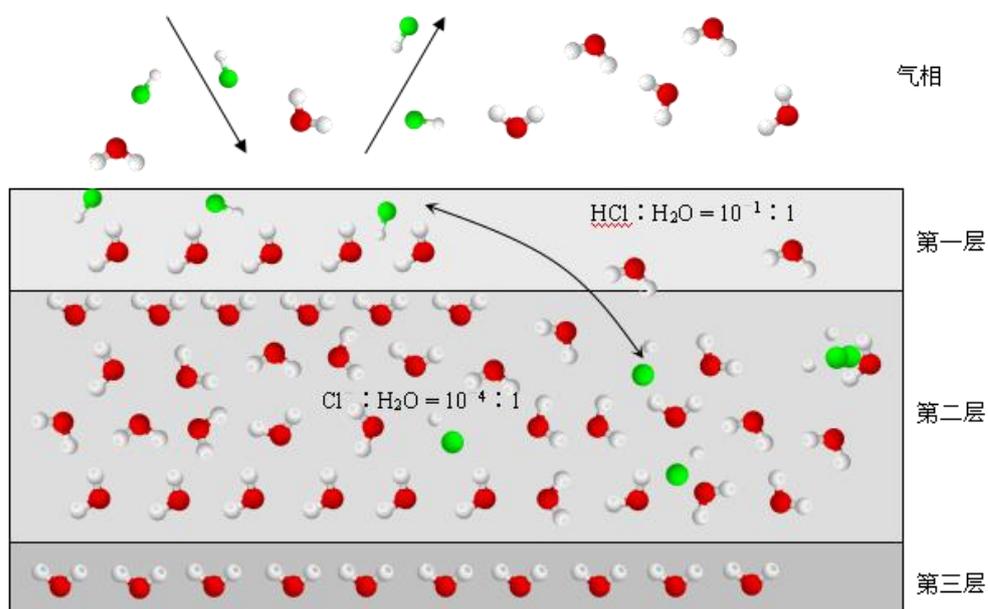


- A. 向圆底烧瓶中滴加苯和溴的混合液前需打开 K
- B. 实验中装置 b 中的液体逐渐变为浅红色
- C. 装置 c 中 Na_2CO_3 的作用是吸收 HBr
- D. 反应后的混合液经稀碱溶液洗涤、结晶，得到溴苯。

【答案】D。

【解析】溴苯常温下为液体，反应后的混合液经稀碱溶液洗涤、分液，得到无色的溴苯。

10. 固体界面上强酸的吸附和离解是多向化学在环境、催化、材料科学等领域研究的重要课题。下图为少量 HCl 气体分子在 253K 冰表面吸附和溶解过程的示意图，下列叙述错误的是

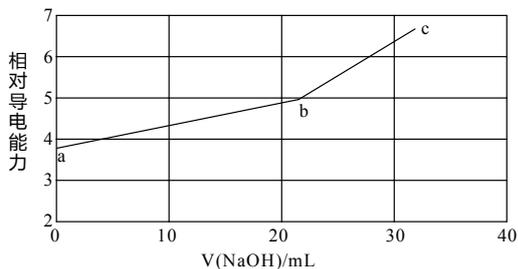


- A. 冰表面第一层中， HCl 以分子形式存在
- B. 冰表面第二层中， H^+ 浓度为 $5 \times 10^{-3} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ (设冰的密度为 $0.9 \text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$)
- C. 冰表面第三层中冰的氢键网络结构保持不变
- D. 冰表面各层之间，均存在可逆反应 $\text{HCl} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{Cl}^-$

【答案】D。

【解析】由图像可知第一层中 HCl 均以分子形式存在，A 正确。第三层中冰的氢键网络结构保持不变，C 正确。B 选项中设氯离子为 10^{-4}mol ，则水为 1mol ，所以水的质量为 18g ，再根据密度求得水的体积为 20mL ，即 0.02L ，溶液的体积就近似 0.02L ，所以溶液中氢离子的浓度近似等于氯离子的浓度为 $10^{-4} \text{mol} \div 0.02 \text{L} = 5 \times 10^{-3} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。 HCl 是强电解质，在水中电离不可逆，第一层以分子形式存在，第二层中完全电离，所以 D 错误。

11. NaOH 溶液滴定邻苯二甲酸氢钾（邻苯二甲酸 H_2A 的 $K_{a1}=1.1 \times 10^{-3}$, $K_{a2}=3.9 \times 10^{-6}$ ）溶液，混合溶液的相对导电能力变化曲线如图所示，其中 B 点为反应终点。下列叙述错误的是

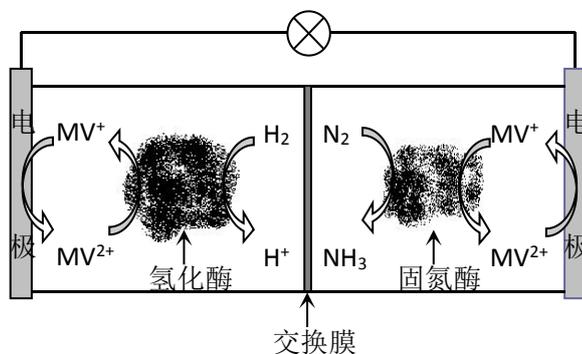


- A. 混合溶液的导电能力与离子浓度和种类有关
- B. Na^+ 与 A^{2-} 的导电能力之和大于 HA^- 的
- C. b 点的混合溶液 $pH=7$
- D. C 点的混合溶液中 $c(Na^+) > c(K^+) > c(OH^-)$

【答案】C

【解析】溶液的导电能力与离子的电荷浓度有关，故 A 正确；随 NaOH 溶液滴入，溶液导电能力增强，故 B 正确；b 点的混合溶液邻苯二甲酸根水解显碱性，故 C 错误；b 点 $c(Na^+) = c(K^+)$ ，C 点 $c(Na^+) > c(K^+)$ ，a-b 段消耗的氢氧化钠的体积大于 b-c 段，C 点 $c(K^+) > c(OH^-)$ ，故 D 正确。

12. 利用生物燃料电池原理研究室温下氨的合成，电池工作时 MV^{2+}/MV^+ 在电极与酶之间传递电子，下列说法错误的是



- A. 相比现有工业合成氨，该方法条件温和，同时还可提供电能
- B. 阴极区，在氢化酶作用下发生反应 $H_2 + 2MV^{2+} = 2H^+ + 2MV^+$
- C. 正极区，固氮酶为催化剂， N_2 发生还原反应生成 NH_3
- D. 电池工作时，质子通过交换膜由负极区向正极区移动

【答案】B

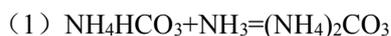
【解析】本题考查了电化学基础知识

原电池原理合成氨的条件温和，同时还可提供电能，故 A 正确；阴极区即原电池的正极区，由图可知，在固氮酶作用下反应，故 B 错误；由图可知 C 正确；电池工作时，阳离子通过交换膜由负极区向正极区移动，故 D 正确。

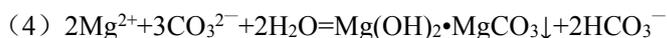
是_____酸；在“过滤2”前，将溶液 pH 调解至 3.5，目的是_____。

(4) 在“沉镁”中生成 $Mg(OH)_2 \cdot MgCO_3$ 沉淀的离子方程式为_____，母液经加热后可返回_____工序循环使用。由碱式碳酸镁制备轻质氧化镁的方法是_____。

【答案】



(3) 一元弱 转化为 H_3BO_3 ，促进析出

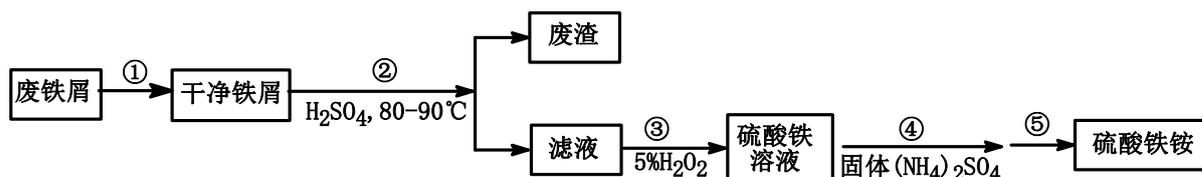


(或 $2Mg^{2+} + 2CO_3^{2-} + H_2O = Mg(OH)_2 \cdot MgCO_3 \downarrow + CO_2 \uparrow$) 溶浸 高温焙烧

【解析】 本题考查了化工生产过程及相关元素性质

由题目已知硼镁矿（含 $Mg_2B_2O_3 \cdot H_2O$ 、 SiO_2 及少量 Fe_2O_3 、 Al_2O_3 ）加入硫酸铵溶液溶浸时产生的气体只有 NH_3 ，气体被 NH_4HCO_3 溶液吸收，发生的反应为 $NH_4HCO_3 + NH_3 = (NH_4)_2CO_3$ 。而硼镁矿溶浸后的滤渣 1 为 SiO_2 、 Fe_2O_3 、 Al_2O_3 ；检验 Fe^{3+} 离子的试剂通常为 $KSCN$ 溶液。由题目给出的 H_3BO_3 的解离反应，只存在一步解离平衡，由此判断为 H_3BO_3 一元弱酸；又且由于 K_a 小，即酸性弱目的是使 $B(OH)_4^-$ 转化为 H_3BO_3 ，促进析出；（也可由生产过程中目标为 H_3BO_3 ，由硼镁矿生产时硼元素应在过滤 1 后存在于溶液中，pH 调解至 3.5 而生产 H_3BO_3 ，其目的是转化为 H_3BO_3 ，促进析出）；在“沉镁”中 Mg^{2+} 遇到吸收 NH_3 气体后的 $(NH_4)_2CO_3$ 溶液，产物为 $Mg(OH)_2 \cdot MgCO_3$ ，故离子方程式为 $2Mg^{2+} + 3CO_3^{2-} + 2H_2O = Mg(OH)_2 \cdot MgCO_3 \downarrow + 2HCO_3^-$ （或 $2Mg^{2+} + 2CO_3^{2-} + H_2O = Mg(OH)_2 \cdot MgCO_3 \downarrow + CO_2 \uparrow$ ）；工业生产为提高原料利用率，将母液循环使用，母液是在产生 H_3BO_3 和 $Mg(OH)_2 \cdot MgCO_3$ 两沉淀后所得，即为两物质的饱和液，故需从溶浸工序开始循环；碱式碳酸镁制备轻质氧化镁的方法高温焙烧，使碱式碳酸镁分解生成氧化镁。

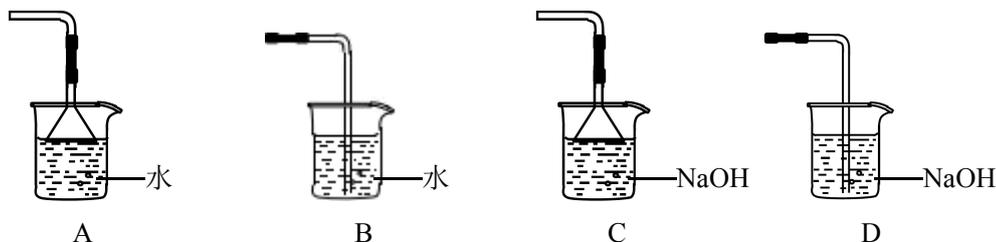
27. 硫酸铁铵 $(NH_4Fe(SO_4)_2 \cdot xH_2O)$ 是一种重要铁盐，为充分利用资源，变废为宝，在实验室中探究采用废铁屑来制备硫酸铁铵，具体流程如下：



回答下列问题：

(1) 步骤①的目的是去除废铁屑表面的油污，方法是_____。

(2) 步骤②需要加热的目的是_____，温度保持 80-95℃，采用的合适加热方式是_____。铁屑中含有少量的硫化物，反应产生的气体需要净化处理，合适的装置为_____（填标号）。



(3) 步骤③中选用足量的双氧水，理由是_____，分批加入双氧水，同时为了_____，溶液要保持 pH 值小于 0.5。

(4) 步骤⑤的具体实验操作有_____，经干燥得到硫酸铁铵晶体样品。

(5) 采用热重分析法测定硫酸铁铵晶体样品所含结晶水数，将样品加热到 150℃ 的时候，失掉 1.5 个结晶水，失重 5.6%，硫酸铁铵晶体的化学式为_____。

【答案】(1) 碱煮水洗

(2) 加快反应；热水浴；C

(3) 将 Fe²⁺全部氧化为 Fe³⁺，不引入杂质；防止（抑制）Fe³⁺的水解。

(4) 加热浓缩，冷却结晶，过滤（洗涤）

(5) NH₄Fe(SO₄)₂·12H₂O

【解析】 本题考查了实验操作及相关元素性质

废铁屑表面油污需选用在碱性溶液加热，去污，而后水洗。铁屑遇硫酸想得到 FeSO₄ 溶液，加热的目的为加快反应；控温在 80-95℃，采用的合适方式是热水浴加热；铁屑中含有少量的硫化物，反应产生的气体含 H₂S，需用碱液吸收处理，由于酸碱反应迅速，需考虑防倒吸问题，故选 C。本实验目的是制备硫酸铁铵，滤液中的 Fe²⁺需氧化为 Fe³⁺，步骤③中选用足量的双氧水即为将 Fe²⁺全部氧化为 Fe³⁺，双氧水还原产物为水，不引入杂质；由于 Fe³⁺易水解，需控制 pH 值，保持在较强酸性中，抑制 Fe³⁺的水解。步骤⑤的实验是将硫酸铁铵从溶液中结晶，实验操作为加热浓缩，冷却结晶，过滤（洗涤），干燥得到硫酸铁铵晶体样品。热重分析法测定硫酸铁铵晶体样品，1.5 个结晶水，占晶体样品失重 5.6%，由此判断晶体样品的相对分子质量为 $\frac{1.5 \times 18}{0.056} = 482$ ，硫酸铁铵晶体的化学式为 NH₄Fe(SO₄)₂·12H₂O。

28. (15分)

水煤气变换 $\text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$, 是重要的化工过程, 主要用于合成氨、制氢以及合成气加工等工业领域。回答下列问题:

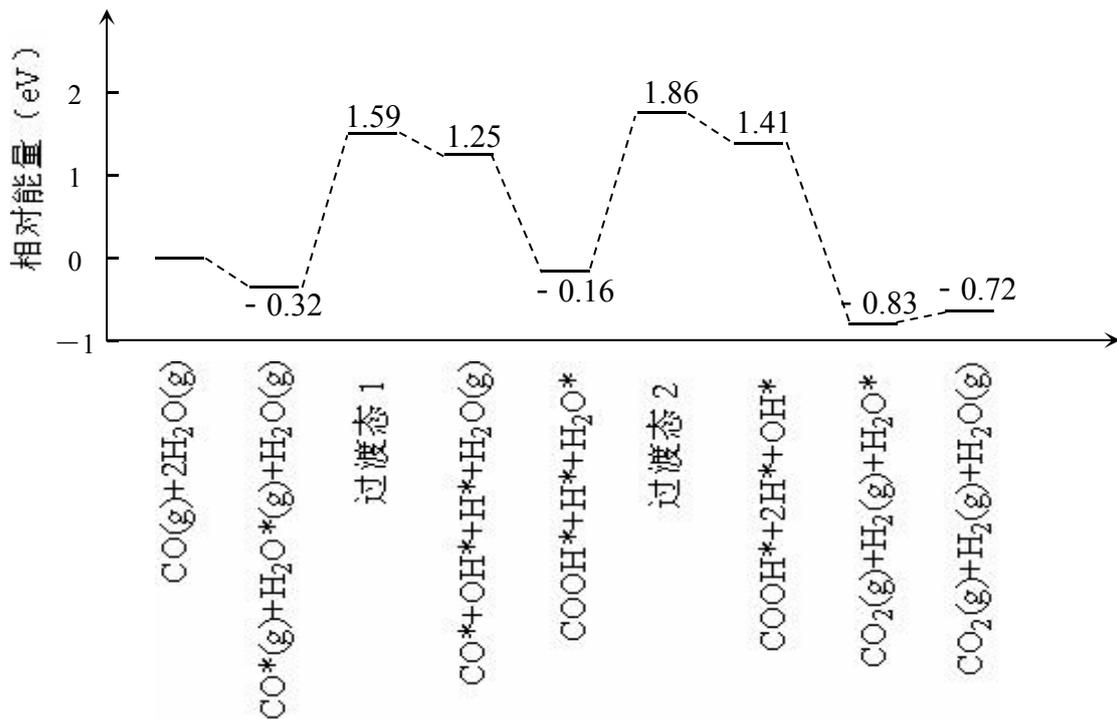
(1) Shibata 曾做过下列实验: 使纯 H_2 缓慢地通过处于 721°C 下的过量氧化钴 $\text{CoO}(\text{s})$, 氧化钴部分被还原为金属钴 $\text{Co}(\text{s})$, 平衡后气体中氢气的物质的量分数为 0.0250, ②在同一温度下用 CO 还原 $\text{CoO}(\text{s})$, 平衡后气体中 CO 的物质的量分数为 0.0192。

根据上述实验结果判断, 还原 $\text{CoO}(\text{s})$ 为 $\text{Co}(\text{s})$ 的倾向是 CO _____ H_2 (填“大于”或“小于”)

(2) 721°C 时, 在密闭容器中将等物质的量的 $\text{CO}(\text{g})$ 和 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 混合, 采用适当的催化剂进行反应, 则平衡体系中 H_2 的物质的量分数为 _____ (填标号)。

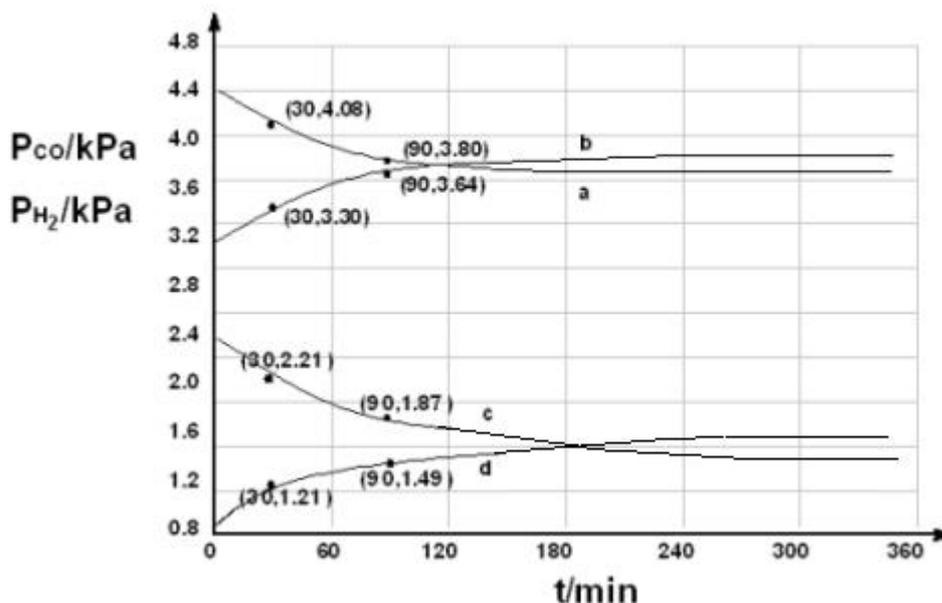
- A. <0.25 B. 0.25 C. 0.25–0.50 D. 0.50 E. >0.50

(3) 我国学者结合实验与计算机模拟结果研究了在金催化剂表面上水煤气变换的反应历程, 如图所示, 其中吸附在金催化剂表面的物种用*标注



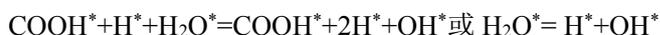
可知水煤气变换的 ΔH _____ 0 (填“大于”, “等于”或“小于”), 该历程中最大的能垒 (活化能) $E_{\text{正}} =$ _____ eV, 写出该步骤的化学方程式 _____。

(4) Shoichi 研究了 467°C 、 489°C 时水煤气变换中 CO 和 H_2 分压随时间变化关系 (如下图所示), 催化剂为氧化铁, 实验初始时体系中的 $P_{\text{H}_2\text{O}}$ 和 P_{CO} 相等, P_{CO_2} 和 P_{H_2} 相等。



计算曲线 a 的反应在 30-90min 内的平均速率 $v(a) = \underline{\hspace{2cm}}$ kpa.min⁻¹。467℃时 P_{H_2} 和 P_{CO} 随时间变化关系的曲线分别是 、 。489℃时 P_{H_2} 和 P_{CO} 随时间变化关系的曲线分别是 、 。

【答案】 (1) 大于 (2) C (3) 小于; 2.02



(4) 0.0047; bc, ad

【解析】 本题考查了化学平衡及相关计算

(1) 反应物在平衡后物质的量分数小, 说明反应程度越大, 由题目给出的 CO 和 H₂ 平衡后可知还原 CoO (s) 为 Co (s) 的倾向是 CO 大于 H₂。

(2) 由题 $CoO(s) + H_2 \rightleftharpoons Co(s) + H_2O$, $K = \frac{c(H_2O)}{c(H_2)} = \frac{n(H_2O)}{n(H_2)} \cdot \frac{n_{总}}{n_{总}} \cdot \frac{V}{V} = \frac{1-0.0250}{0.0250}$;

$CoO(s) + CO \rightleftharpoons Co(s) + CO_2$, $K = \frac{c(CO_2)}{c(CO)} = \frac{1-0.0192}{0.0192}$, 可判断等物质的量的 CO (g) 和 H₂O

(g) (设物质的量各为 1 mol) 混合采用适当的催化剂进行反应, 则平衡体系

$H_2O + CO \rightleftharpoons H_2 + CO_2$ 中 $K = \frac{c(H_2)c(CO_2)}{c(H_2O)c(CO)} = \frac{n(H_2) \cdot n(CO_2)}{n(H_2O) \cdot n(CO)} = \frac{0.0250 \cdot (1-0.0192)}{(1-0.0250) \cdot 0.0192}$ 。

	H_2O	+	CO	\rightleftharpoons	H_2	+	CO_2
起始时	1mol		1 mol		0		0
平衡时	1-x mol		1-x mol		x mol		xmol

计算 x ，而 H_2 的物质的量分数为 $\frac{x}{2}$ 。估算可得 H_2 的物质的量分数 ($x=0.267$) 在 0.25–0.50 之间，故选 C。

(3) 由题中图示可知水煤气变换时反应前相对能量 0eV，反应后相对能量 -0.72eV，反应为放热反应，故 ΔH 小于零。该历程中最大的能垒（活化能）应是 $COOH^*+H^*+H_2O^*=COOH^*+2H^*+OH^*$ 反应时由相对能量 -0.16eV 升至 1.86eV 的过渡态 2 再降至 1.41eV。 $E_{正}=1.86-(-0.16)=2.02(eV)$ 。

(4) 由题中图示可知 $\nu(a)=\frac{4.08-3.80}{60}=0.0047(kpa \cdot min^{-1})$ ，实验初始时体系中的 P_{H_2O} 和 P_{CO} 相等， P_{CO_2} 和 P_{H_2} 相等。 P_{H_2} 和 P_{CO} 随时间的变化量相同，由题中图示数据可知 bc 两条线在 30–90min 内变化量为 0.34 kpa，ad 两条线在 30–90min 内变化量为 0.28 kpa，故 bc, ad 分别对应两个温度下的 P_{H_2} 和 P_{CO} 。又因为 $CO(g)+H_2O(g)=CO_2(g)+H_2(g)$ ， $K=\frac{P(H_2)P(CO_2)}{P(H_2O)P(CO)}$ ，体系中的 P_{H_2O} 和 P_{CO} 相等， P_{CO_2} 和 P_{H_2} 相等， $K=(\frac{P(H_2)}{P(CO)})^2$ 。反应为放热反应，升高温度时平衡应逆向移动，K 值减小 ($K_{467^\circ C}>K_{489^\circ C}>K_{721^\circ C}$)，由 (2) 计算已知 $K_{721^\circ C}>1$ ，考虑 a、b、c、d 四曲线平衡时的数值关系，判断 b、c 表示低温时 P_{H_2} 和 P_{CO} ，a、d 表示高温时 P_{H_2} 和 P_{CO} 的压强变化曲线。故 467°C 时 b、c 表示 P_{H_2} 和 P_{CO} 随时间变化关系的曲线，a、d 表示 489°C 时 P_{H_2} 和 P_{CO} 随时间变化关系的曲线。

(二) 选考题：

35. [化学—选修 3：物质结构与性质] (15 分)

在普通铝中加入少量 Cu 和 Mg，后形成一种称为拉维斯相的 $MgCu_2$ 微小晶粒，其分散在 Al 中可使得铝材的硬度增加，延展性减小，形成所谓“坚铝”，是制造飞机的主要材料。回答下列问题：

(1) 下列状态的镁中，电离最外层一个电子所需能量最大的是_____ (填标号)。

A、[Ne] $\begin{array}{c} \uparrow \\ \text{3s} \end{array}$ B、[Ne] $\begin{array}{c} \uparrow\downarrow \\ \text{3s} \end{array}$ C、[Ne] $\begin{array}{c} \uparrow \uparrow \\ \text{3s} \quad \text{3p} \end{array}$ D、[Ne] $\begin{array}{c} \uparrow \\ \text{3p} \end{array}$

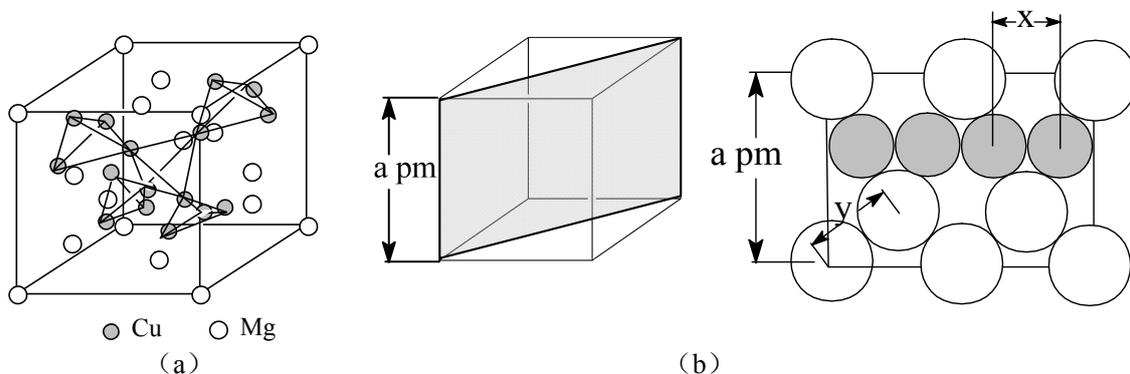
(2) 乙二胺 ($H_2NCH_2CH_2NH_2$) 是一种有机化合物，分子中氮、碳的杂化类型分别是_____、_____。乙二胺能与 Mg^{2+} 、 Cu^{2+} 等金属离子形成稳定环状离子，其原因是_____，其中与乙二胺形成的化合物稳定性相对较高的是_____ (填“ Mg^{2+} ”或“ Cu^{2+})”。

(3) 一些氧化物的熔点如下表所示：

氧化物	Li ₂ O	MgO	P ₄ O ₆	SO ₂
熔点/°C	1570	2800	23.8	-75.5

解释表中氧化物之间熔点差异的原因_____。

(4) 图(a)是 MgCu₂ 的拉维斯结构，Mg 以金刚石方式堆积，八面体空隙和半数的四面体空隙中，填入以四面体方式排列的 Cu。图(b)是沿立方格子对角面取得的截图。可见，Cu 原子之间最短距离 x=_____pm，Mg 原子之间最短距离 y=_____pm。设阿伏加德罗常数的值为 N_A，则 MgCu₂ 的密度是_____g·cm⁻³ (列出计算表达式)。



【答案】

(1) A

(2) sp³、sp³。乙二胺的两个 N 提供孤对电子给金属离子形成配位键，从而形成环状稳定结构；Cu²⁺

(3) Li₂O、MgO 为离子晶体，P₄O₆、SO₂ 为分子晶体，晶格能：MgO>Li₂O，分子间作用力（相对分子质量）：P₄O₆>SO₂。

(4) $\frac{\sqrt{2}}{4}a$ ； $\frac{\sqrt{3}}{4}a$ ； $\frac{8 \times 24 + 16 \times 64}{N_A \cdot a^3 \times 10^{-30}}$

【解析】

(1) 基态镁原子核外电子[Ne]3s²，故 A 项表示基态 Mg⁺离子，B 项表示基态 Mg 原子，C 项表示激发态 Mg 原子，D 项表示激发态 Mg⁺离子核外电子的排布，第二电离能大于第一电离能，且激发态自身能量高，电离时所需能量小于基态时所需能量，故电离最外层一个电子所需能量最大的是 A。

(2) 由乙二胺分子结构可知氮、碳原子的价电子对数都是 4，均为 sp³ 杂化。且氮原子含有孤电子对，而 Mg²⁺、Cu²⁺ 等金属离子具有空轨道，乙二胺中的两个氮原子提供孤对电

子给金属离子形成配位键，从而形成环状稳定结构。Cu²⁺比 Mg²⁺、半径大，且由 d 轨道参与成键，可形成更稳定的五元环状结构。

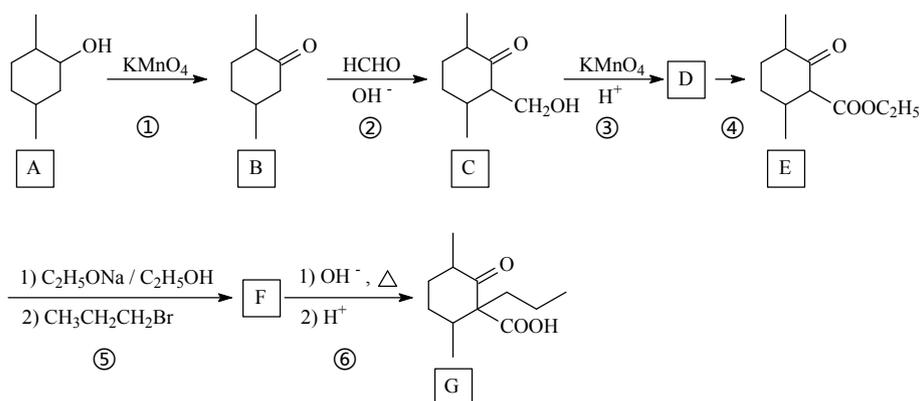
(3) Li₂O、MgO 为离子晶体。P₄O₆、SO₂ 为分子晶体。离子晶体熔化破坏离子键，分子晶体熔化破坏分子间作用力，故离子晶体熔点高于分子晶体。Mg²⁺ 比 Li⁺ 电荷高、半径小，MgO 晶格能更大，故熔点高；P₄O₆ 相对分子质量大于 SO₂，分子间作用力大，故熔点高于 SO₂。

(4) 由题图 b 判断 4 个铜原子直径即为立方格子对角面截面的边长。立方格子面对角线为 $\sqrt{2}a$ ，所以 $x = \frac{\sqrt{2}}{4}a$ pm；镁原子以金刚石方式堆积，镁原子与内部的镁原子相切（即顶点镁原子与相邻三个面的面心镁原子均与内部的镁原子相切），镁原子间距离为立方格子体对角线的 $\frac{1}{4}$ ，故 $y = \frac{\sqrt{3}}{4}a$ pm；该立方格子中由均摊法可知含有 8 个镁原子

$(8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} + 4)$ 和 16 个铜原子（由化学式可知 Mg : Cu = 1 : 2 或由图 a 判断立方格子中铜原子个数）。故密度 = $\frac{8 \times 24 + 16 \times 64}{N_A \cdot a^3 \times 10^{-30}} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$

36. [化学一选修 5: 有机化学基础] (15 分)

化合物 G 是一种药物合成中间体，其合成路线如下：



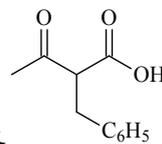
回答下列问题：

- (1) A 中的官能团名称是_____。
- (2) 碳原子上连有 4 个不同的原子或基团时，该碳称为手性碳。写出 B 的结构简式，用星号 (*) 标出 B 中的手性碳_____。
- (3) 写出具有六元环结构，并能发生银镜反应的 B 的同分异构体的结构简式_____。(不考虑立体异构，只需写出 3 个)

(4) 反应④所需的试剂和条件是_____。

(5) ⑤的反应类型是_____。

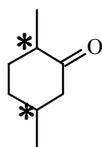
(6) 写出 F 到 G 的反应方程式_____。



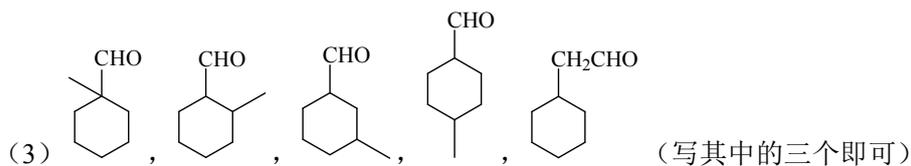
(7) 设计由甲苯和乙酰乙酸乙酯 ($\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{COOC}_2\text{H}_5$) 制备_____ (无机试剂任选)。

【答案】

(1) 羟基

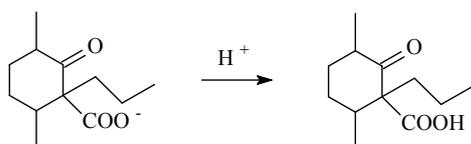
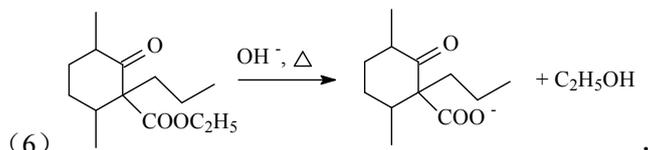


(2)



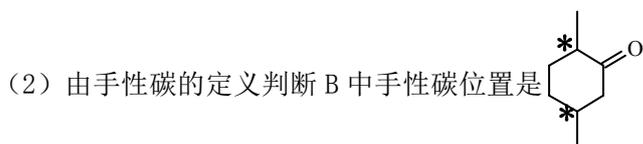
(4) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ /浓硫酸、加热

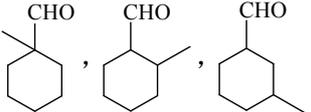
(5) 取代反应

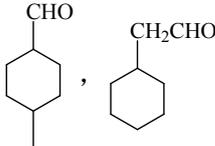


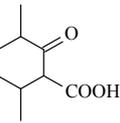
【解析】

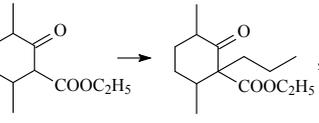
(1) 由题给出 A 的结构可知 A 中的官能团是羟基。

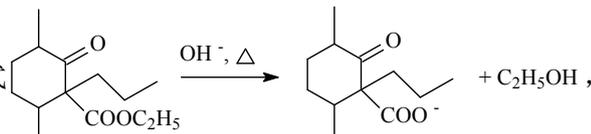


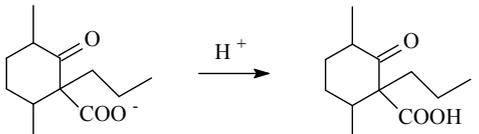
(3) 按要求 B 的同分异构体中含有六元环和醛基的结构，可写出  ,

 其中的三个。

(4) D 的结构为  , 反应④是  与 C_2H_5OH 发生酯化反应得到产物 E。故所需的试剂和条件是 C_2H_5OH /浓硫酸、加热

(5) 由前后产物推断反应⑤的目的是  , 有反应物、生成物结构可判断反应类型是取代反应。

(6) F 到 G 的反应方程式  + C_2H_5OH ,

 .

(7) 由题目反应类比判断合成线路为

2019年高考全国卷II化学试题解析

7.“春蚕到死丝方尽，蜡炬成灰泪始干”是唐代诗人李商隐的著名诗句，下列关于该诗句中所涉及物质的说法错误的是（ ）

- A. 蚕丝的主要成分是蛋白质
- B. 蚕丝属于天然高分子材料
- C. “蜡炬成灰”过程中发生了氧化反应
- D. 古代的蜡是高级脂肪酸酯，属于高分子聚合物

答案：D

解析：蚕丝的主要成分为蛋白质，而蛋白质是高分子，蚕丝属于天然纤维，因此 A、B 正确。蜡烛的主要成分是烃，在燃烧过程中发生了氧化反应，因此 C 正确。蜡是烃（碳氢化合物），不属于高级脂肪酸酯，也不是高分子聚合物，因此 D 错误。此题精选古代诗句的有关情景，与前几年高考题相映成辉，体现了传承精神，考查了油脂，蛋白质，石油分馏产物的概念和性质，属于较容易题目。

8.已知 N_A 是阿伏伽德罗常数的值，下列说法错误的是（ ）

- A. $3\text{g}^3\text{He}$ 含有的中子数为 $1N_A$
- B. $1\text{L } 0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 磷酸钠溶液含有的 PO_4^{3-} 数目为 $0.1N_A$
- C. $1\text{mol K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 被还原为 Cr^{3+} 转移的电子数为 $6N_A$
- D. 48g 正丁烷和 10g 异丁烷的混合物中共价键数目为 $13N_A$

答案：B

解析： $3\text{g}^3\text{He}$ 为 1mol 质量数为 3，质子数为 2，中子数为 1，因此 $1\text{mol}^3\text{He}$ 的中子数为 $1N_A$ ，因此 A 正确。磷酸钠溶液中 PO_4^{3-} 要水解，因此 PO_4^{3-} 数目应小于 $0.1N_A$ ，根据物料守恒知

$N(\text{PO}_4^{3-})+N(\text{HPO}_4^{2-})+N(\text{H}_2\text{PO}_4^-)=0.1N_A$ ，因此 B 错误。 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 中 Cr 元素为 +6 价，因此 $1\text{mol K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 被还原为 Cr^{3+} 转移的电子数为 $3\times 2N_A=6N_A$ ，因此 C 正确。 48g 正丁烷为 $48/58\text{mol}$ ， 10g 异丁烷为 $10/58\text{mol}$ ，无论正丁烷还是异丁烷共价键数均为 13，因此该混合物共价键数目为 $13N_A$ ，因此 D 正确。阿伏伽德罗常数作为化学中常用的基本物理常数，是高考永恒不变的话题，本题综合考查原子结构，盐类水解，氧化还原，化学键的知识，涵盖了高中化学部分核心知识，属于容易题目。阿伏伽德罗常数即可以考查必备知识，又可以测评关键能力，这也是阿伏伽德罗常数 10 年来经久不衰的原因。

9.今年是门捷列夫发现元素周期律 150 周年。下表是元素周期表的一部分，W、X、Y、

Z 为短周期主族元素，W 与 X 的最高化合价之和为 8。下列说法错误的是 ()

- A. 原子半径：W < X
- B. 在常温常压下，Y 单质为固态
- C. 气态氢化物热稳定性：Z < W
- D. X 的最高价氧化物的水化物是强碱

			W	
	X	Y	Z	

答案：D

解析：本题突破口为：W 与 X 的最高化合价之和为 8，再根据元素周期表中的位置，可以推出 W 是 N、X 是 Al、Y 是 Si、Z 是 P。原子半径 X>Z>W，因此 A 正确。常温常压下 Si 是固态，因此 B 正确。气态氢化物热稳定性与非金属性有关，非金属性 N>P，所以气态氢化物热稳定性：NH₃>PH₃，因此 C 正确。Al 的最高价氧化物的水化物是 Al(OH)₃ 属于两性氢氧化物，不是强碱，因此 D 错误。2019 年恰逢门捷列夫发现元素周期律 150 周年，在此大背景下，元素周期律的考查，更具时代意义。本题通过简单的元素周期律，综合考查了元素化合物的结构和性质，属于容易题目。元素周期表和元素周期律是我们认识众多元素化合物的工具，因此在高中化学中地位很高，也是 10 年来经久不衰的核心考点。

10. 下列实验现象与实验操作不相匹配的是 ()

	实验操作	实验现象
A.	向盛有高锰酸钾酸性溶液的试管中通入足量的乙烯后静置	溶液的紫色逐渐褪去，静置后溶液分层
B.	将镁条点燃后迅速伸入集满 CO ₂ 的集气瓶	集气瓶中产生浓烟并有黑色颗粒产生
C.	向盛有饱和硫代硫酸钠溶液的试管中滴加稀盐酸	有刺激性气味气体产生，溶液变浑浊
D.	向盛有 FeCl ₃ 溶液的试管中加过量铁粉，充分振荡后加 1 滴 KSCN 溶液	黄色逐渐消失，加 KSCN 后溶液颜色不变

答案：A

解析：向盛有高锰酸钾酸性溶液的试管中通入足量的乙烯发生：

$12\text{KMnO}_4 + 5\text{C}_2\text{H}_4 + 18\text{H}_2\text{SO}_4 = 12\text{MnSO}_4 + 6\text{K}_2\text{SO}_4 + 10\text{CO}_2\uparrow + 28\text{H}_2\text{O}$ ，溶液的紫色逐渐褪去，生成 MnSO₄ 和 K₂SO₄ 均溶于水，因此不会分层，A 错误。将镁条点燃后迅速伸入集满 CO₂ 的集

气瓶中发生： $2\text{Mg} + \text{CO}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{MgO} + \text{C}$ ，集气瓶中产生浓烟并有黑色碳颗粒产生，B 正确。这是高中化学著名的白加黑反应，并且极具特殊性，二氧化碳本为非助燃性气体，但是却可以助力金属镁燃烧。向盛有饱和硫代硫酸钠溶液的试管中滴加稀盐酸发生：

$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + 2\text{HCl} = 2\text{NaCl} + \text{SO}_2\uparrow + \text{S}\downarrow + \text{H}_2\text{O}$ 有刺激性气味 SO_2 产生，产生 S 沉淀，C 正确。向盛有 FeCl_3 溶液的试管中加过量铁粉， $2\text{FeCl}_3 + \text{Fe} = 3\text{FeCl}_2$ 黄色消失， Fe^{2+} 遇 KSCN 不显色。本题以实验为背景，考查重点反应和物质检验方法，属于容易题目。化学是以实验为基础的科学，掌握重点反应，是学生的必备知识技能。

11. 下列化学方程式中，不能正确表达反应颜色变化的是 ()

- A. 向 CuSO_4 溶液中加入足量 Zn 粉，溶液蓝色消失 $\text{Zn} + \text{CuSO}_4 = \text{Cu} + \text{ZnSO}_4$
- B. 澄清石灰水久置后出现白色固体 $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3\downarrow + \text{H}_2\text{O}$
- C. Na_2O_2 在空气中放置后由淡黄色变为白色 $2\text{Na}_2\text{O}_2 = 2\text{Na}_2\text{O} + \text{O}_2\uparrow$
- D. 向 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 悬浊液中滴加足量 FeCl_3 溶液出现红褐色沉淀
 $3\text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{FeCl}_3 = 2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{MgCl}_2$

答案：C

解析：淡黄色固体 $\xrightarrow{\text{H}_2\text{O}}$ 白色固体 \longrightarrow 表面呈液体 $\xrightarrow{\text{CO}_2}$ 结块 $\xrightarrow{\text{风化}}$ 白色粉末 因此 C 错误。

$\text{Na}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{NaOH} \xrightarrow{\text{CO}_2} \text{NaOH潮解} \xrightarrow{\text{风化}} \text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{风化}} \text{Na}_2\text{CO}_3$

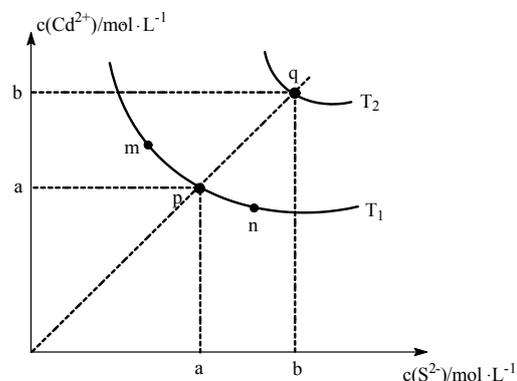
错误。

透过现象看本质，能用化学语言解释化学现象，体现了学科核心素养，展示了化学反应和物质绚丽的色彩，让学生在解决问题的过程中体验化学反应的变化美。属于容易题目。

12. 绚丽多彩的无机颜料的应用曾创造了古代绘画和彩陶的辉煌。硫化镉 (CdS) 是一种难溶于水的黄色颜料，其在水中的沉淀溶解平衡曲线如图所示。

下列说法错误的是 ()

- A. 图中 a 和 b 分别为 T_1 、 T_2 温度下 CdS 在水中的溶解度
- B. 图中各点对应的 K_{sp} 的关系为： $K_{sp}(\text{m}) = K_{sp}(\text{n}) < K_{sp}(\text{p}) < K_{sp}(\text{q})$
- C. 向 m 点的溶液中加入少量 Na_2S 固体，溶液组成由 m 沿 mpn 线向 p 方向移动
- D. 温度降低时，q 点的饱和溶液的组成由 q 沿 qp 线向 p 方向移动



答案：B

解析：本题属于曲线题中的沉淀溶解平衡曲线，线上点均为该温度下饱和溶液的平衡点。

而溶度积常数 $K_{sp}=c(\text{Cd}^{2+})\times c(\text{S}^{2-})$ 仅与温度有关，因此： $K_{sp}(\text{m})=K_{sp}(\text{n})=K_{sp}(\text{p})<K_{sp}(\text{q})$ ，B 错误。图中 a 和 b 分别为 T_1 、 T_2 温度下 CdS 在水中的溶解度，特别注意的是这里的溶解度不同于初中化学中在一定温度下，某固体物质在 100g 溶剂里达到饱和状态时，所溶解溶质的质量，这里是用溶出离子的物质的量浓度来表示溶解的程度。因此 A 正确。向 m 点的溶液中加入少量 Na_2S 固体使 CdS 的沉淀溶解平衡 $\text{CdS}(\text{s})\rightleftharpoons \text{Cd}^{2+}(\text{aq})+\text{S}^{2-}(\text{aq})$ 中 $c(\text{S}^{2-})$ 增大，平衡逆动，析出 CdS 沉淀， $c(\text{Cd}^{2+})$ 减小，溶液组成由 m 沿 mpn 线向 p 方向移动，因此 C 正确。一般情况下，沉淀溶解的方向是吸热的，当温度降低时，高温下的饱和溶液中

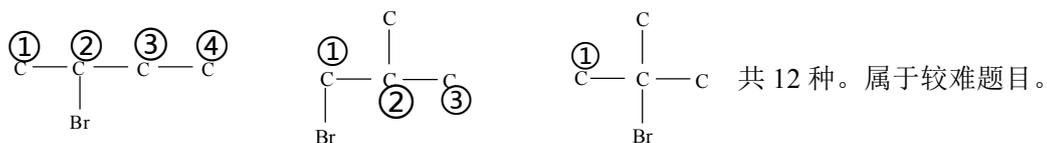
$\text{CdS}(\text{s})\rightleftharpoons \text{Cd}^{2+}(\text{aq})+\text{S}^{2-}(\text{aq})$ 平衡逆动，析出 CdS 沉淀， $c(\text{Cd}^{2+})$ 和 $c(\text{S}^{2-})$ 均减小，q 点的饱和溶液的组成由 q 沿 qp 线向 p 方向移动。因此 D 正确。但是值得注意的是本题并没有给出 T_1 、 T_2 温度的高低，只能通过一般情况判断，越热溶的越多，但是实际上也有其它情况，例如氢氧化钙的溶解度随温度的升高而降低。本题在选项设置上没有难为学生，属于容易题目。本题以中华民族中优秀的工匠精神为背景，厚植爱国主义情怀，激发为中华民族伟大复兴而奋斗的责任感和使命感。

13. 分子式为 $\text{C}_4\text{H}_8\text{BrCl}$ 的有机物共有（不含立体异构）（ ）

- A. 8 种 B. 10 种 C. 12 种 D. 14 种

答案：C

解析：相当于寻找 C_4H_{10} 的二元取代产物，采用“定一移一”的方法。



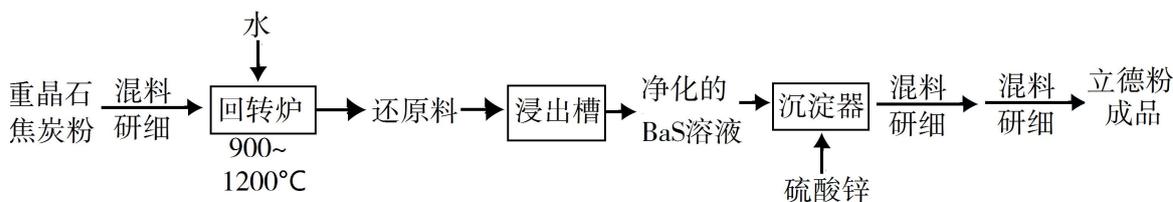
26. (13分)

立德粉 $\text{ZnS}\cdot\text{BaSO}_4$ （也称锌钡白），是一种常用白色颜料。回答下列问题：

(1) 利用焰色反应的原理既可制作五彩缤纷的节日烟花，亦可定性鉴别某些金属盐。灼烧立德粉样品时，钡的焰色为_____（填标号）。

- A. 黄色 B. 红色 C. 紫色 D. 绿色

(2) 以重晶石 (BaSO_4) 为原料，可按如下工艺生产立德粉：



①在回转窑中重晶石被过量焦炭还原为可溶性硫化钡，该过程的化学方程式为_____。回转窑尾气中含有有毒气体，生产上可通过水蒸气变换反应将其转化为CO₂和一种清洁能源气体，该反应的化学方程式为_____。

②在潮湿空气中长期放置的“还原料”，会逸出臭鸡蛋气味的气体，且水溶性变差。其原因是“还原料”表面生成了难溶于水的_____（填化学式）。

③沉淀器中反应的离子方程式为_____。

(3) 成品中 S²⁻ 的含量可以用“碘量法”测得。称取 m g 样品，置于碘量瓶中，移取 25.00 mL 0.1000 mol·L⁻¹ 的 I₂-KI 溶液于其中，并加入乙酸溶液，密闭，置暗处反应 5 min，有单质硫析出。以淀粉溶液为指示剂，过量的 I₂ 用 0.1000 mol·L⁻¹ Na₂S₂O₃ 溶液滴定，反应式为 I₂+2S₂O₃²⁻ = 2I⁻+S₄O₆²⁻。测定时消耗 Na₂S₂O₃ 溶液体积 V mL。终点颜色变化为_____，样品中 S²⁻ 的含量为_____（写出表达式）。

【答案】 (1) D



(3) 浅蓝色至无色
$$\frac{(25.00 - \frac{1}{2}V) \times 0.1000 \times 32}{m \times 1000} \times 100\%$$

【解析】 (1) 常见的焰色反应：

Na 黄 Li 紫红 K 浅紫 Ca 砖红色 Sr 洋红 Cu 绿 Ba 黄绿 Co 淡蓝

(2) ①重晶石与过量焦炭反应生成硫化钡，则 C 的产物为 CO。CO 为有毒气体，通过与水蒸气反应生成 CO₂，碳元素被氧化，则另一种清洁能源气体应为还原产物氢气。

②硫化钡在潮湿空气中久置会逐渐水解生成 H₂S 与 Ba(OH)₂，再继续与空气中的二氧化碳反应生成难溶的 BaCO₃

③沉淀器中得到的产物为立德粉 ZnS·BaSO₄，由可溶性的 BaS 与硫酸锌共沉淀得到。

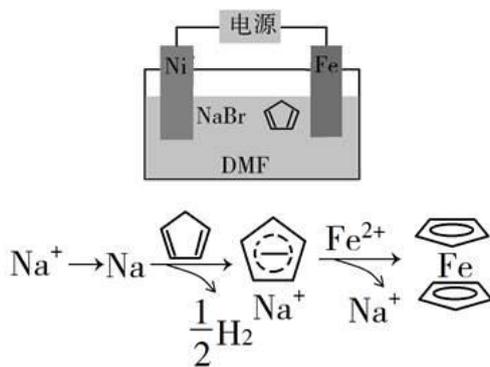
(3) S²⁻ 的含量用返滴定法测定。先发生反应：S²⁻+I₂=S+2I⁻

过量的 I₂ 用 Na₂S₂O₃ 溶液滴定，指示剂为淀粉，终点颜色变化为浅蓝色 → 无色。

原有 I₂ 总物质的量为 25×0.1×10⁻³mol，剩余的 I₂ 物质的量为 1/2×V×0.1×10⁻³mol，两者之差即为与 S²⁻ 反应的 I₂

27. (15分)

解质)和环戊二烯的DMF溶液(DMF为惰性有机溶剂)。



该电解池的阳极为_____，总反应为_____。电解制备需要在无水条件下进行，原因为_____。

【答案】(1) 89.3

(2) 40% 3.56×10^4 BD

(3) CD

(4) Fe 电极 $\text{Fe} + 2 \text{Cyclopentadiene} = \text{Fe}(\text{Cyclopentadiene})_2 + \text{H}_2 \uparrow$ ($\text{Fe} + 2\text{C}_5\text{H}_6 = \text{Fe}(\text{C}_5\text{H}_5)_2 + \text{H}_2 \uparrow$)

水会阻碍中间物 Na 的生成；水会电解生成 OH^- ，进一步与 Fe^{2+} 反应生成 $\text{Fe}(\text{OH})_2$

【解析】(1) $\Delta H_3 = \Delta H_1 + \Delta H_2$

(2) 起始时总压 $p = 10^5 \text{Pa}$ 碘和环戊烯物质的量相等，则各自分压为 $0.5p$

		$\text{I}_2(\text{g})$	\rightleftharpoons		$\text{I}_2(\text{g})$	$+ 2\text{HI}(\text{g})$	$\Delta p = 1$
起始	$0.5p$	$0.5p$		0	0		
转化	$0.2p$	$0.2p$		$0.2p$	$0.4p$		$p \times 20\% = 0.2p$
平衡	$0.3p$	$0.3p$		$0.2p$	$0.4p$		

转化率 $= 0.2p / 0.5p = 40\%$

$$K_p = \frac{0.2p \times (0.4p)^2}{0.3p \times 0.3p} = 0.356p = 3.56 \times 10^4 \text{ Pa}$$

达到平衡后，欲增加环戊烯的平衡转化率，可以增大反应物 I_2 的浓度，另外由于正反应吸热，也可升温。

(3) 环戊二烯容易在加热条件下发生狄尔斯—阿尔德反应生成二聚环戊二烯



T_2 条件下双聚反应程度更大，所以 $T_1 < T_2$

a 点浓度 > c 点浓度，故反应速率大。

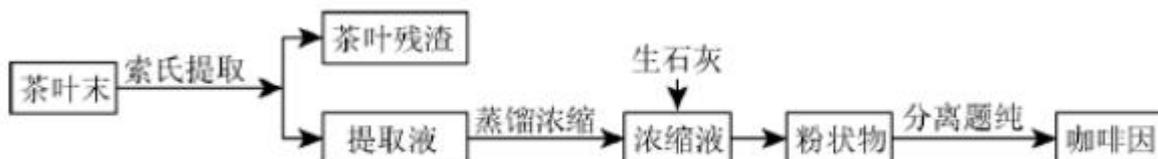
初始环戊二烯浓度为 1.5 mol/L ，a 点浓度为 0.9 mol/L ，b 点浓度为 0.6 mol/L ，所以 b 点产物二聚体浓度为 $\frac{1}{2} \times (1.5 - 0.6) = 0.45 \text{ mol/L}$ 。a 点反应物浓度大于 b 点产物浓度，所以 a 点的正反应速率大于 b 点的逆反应速率。

(4) 电解法制备二茂铁，要得到 Fe^{2+} ，所以要用 Fe 做阳极。 Na^+ 在阴极被还原为 Na，再将环戊二烯还原为氢气和环戊二烯负离子，进而得到二茂铁。

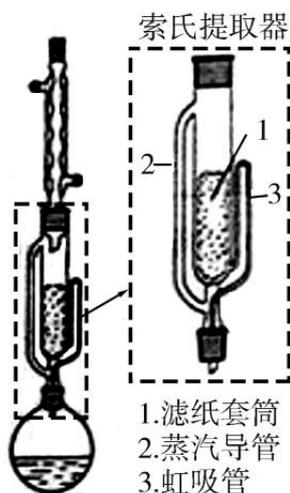
若在水溶液中进行电解，则被还原的不是 Na^+ 而是 H_2O ，得到 OH^- 而与 Fe^{2+} 反应生成 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 。

28. (15 分)

咖啡因是一种生物碱（易溶于水及乙醇，熔点 234.5°C ， 100°C 以上开始升华），有兴奋大脑神经和利尿等作用。茶叶中含咖啡因约 1%~5%、单宁酸 (K_a 约为 10^{-4} ，易溶于水及乙醇) 约 3%~10%，还含有色素、纤维素等。实验室从茶叶中提取咖啡因的流程如下图所示。



索氏提取装置如图所示。实验时烧瓶中溶剂受热蒸发，蒸汽沿蒸汽导管 2 上升至球形冷凝管，冷凝后滴入滤纸套筒 1 中，与茶叶末接触，进行萃取。萃取液液面达到虹吸管 3 顶端时，经虹吸管 3 返回烧瓶，从而实现对茶叶末的连续萃取。回答下列问题：



(1) 实验时需将茶叶研细，放入滤纸套筒 1 中，研细的目的是_____，圆底烧瓶中加入 95%乙醇为溶剂，加热前还要加几粒_____。

(2) 提取过程不可选用明火直接加热，原因是_____，与常规的萃取相比，采用索氏提取器的优点是_____。

(3) 提取液需经“蒸馏浓缩”除去大部分溶剂，与水相比，乙醇作为萃取剂的优点是_____。“蒸发浓缩”需选用的仪器除了圆底烧瓶、蒸馏头、温度计、接收管之外，还有_____（填标号）。

A. 直形冷凝管 B. 球形冷凝管 C. 接收瓶 D. 烧杯

(4) 浓缩液加生石灰的作用是中和_____和吸收_____。

(5) 可采用如图所示的简易装置分离提纯咖啡因。将粉状物放入蒸发皿中并小火加热，咖啡因在扎有小孔的滤纸上凝结，该分离提纯方法的名称是_____。



【答案】

(1) 增加固液接触面积，提取充分 沸石

(2) 乙醇易挥发，易燃 使用溶剂少，可连续萃取（萃取效率高）

(3) 乙醇沸点低，易浓缩 AC

(4) 单宁酸 水

(5) 升华

【解析】 (1) 将茶叶研细是为了增大表面积，提高萃取效率。

(2) 乙醇易挥发，蒸汽遇明火易燃。

索氏提取器是由提取瓶、提取管、冷凝器三部分组成的，提取管两侧分别有虹吸管和连接管。提取时，将待测样品包在脱脂滤纸包内，放入提取管内。提取瓶内加入溶剂，加热提取瓶，溶剂气化，由连接管上升进入冷凝器，凝成液体滴入提取管内，浸提样品中的物质。待提取管内溶剂液面达到一定高度，溶剂经虹吸管流入提取瓶。流入提取瓶内的溶剂继续被加热气化、上升、冷凝，滴入提取管内，如此循环往复，直到抽提完全为止。索氏提取的优点是可进行多次循环提取，与一般浸泡法比较具有：溶剂用量小、效率高，提取完全等优点。

(3) 乙醇是优良的有机溶剂，沸点低易挥发。蒸馏仪器包括：圆底烧瓶、蒸馏头、温度计、接收管、直形冷凝管、接收瓶。

(4) 单宁酸易溶于水及乙醇，会与咖啡因混合不易除去，加入生石灰将其转化为钙盐，提高沸点，有利于下一步升华提纯。生石灰还能吸水，将浓缩液转换为粉状物，防止升华时水分蒸发影响收集。

(5) 咖啡因的熔点比较高，且在熔点温度以下有较高的蒸气压，因此能自固态不经过液态而直接转变为蒸汽，可以用升华法与粉状物分离。

35. [化学——选修3：物质结构与性质] (15分)

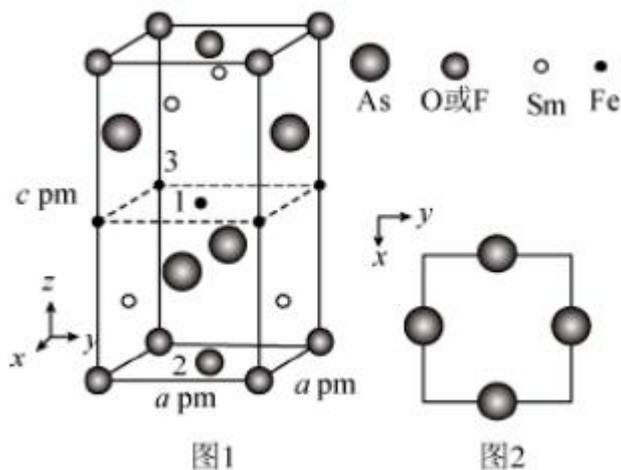
近年来我国科学家发现了一系列意义重大的铁系超导材料，其中一类为Fe-Sm-As-F-O组成的化合物。回答下列问题：

(1) 元素 As 与 N 同族。预测 As 的氢化物分子的立体结构为_____，其沸点比 NH₃ 的_____ (填“高”或“低”)，其判断理由是_____。

(2) Fe 成为阳离子时首先失去_____轨道电子，Sm 的价层电子排布式为 4f⁶6s²，Sm³⁺ 的价层电子排布式为_____。

(3) 比较离子半径：F⁻_____O²⁻ (填“大于”等于”或“小于”)。

(4) 一种四方结构的超导化合物的晶胞结构如图 1 所示，晶胞中 Sm 和 As 原子的投影位置如图 2 所示。



图中 F⁻和 O²⁻ 共同占据晶胞的上下底面位置，若两者的比例依次用 x 和 1-x 代表，则该化合物的化学式表示为_____，通过测定密度 ρ 和晶胞参数，可以计算该物质的 x 值，完成它们关系表达式： $\rho = \frac{2[281 + 16(1-x) + 19x]}{a^3 c N_A \times 10^{-30}} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 。

以晶胞参数为单位长度建立的坐标系可以表示晶胞中各原子的位置，称作原子分数坐标，例如图 1 中原子 1 的坐标为 $(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, \frac{1}{2})$ ，则原子 2 和 3 的坐标分别为_____、_____。

【答案】 (1) 三角锥 低 NH₃ 分子间存在氢键

(2) 4s 4f⁵

(3) 小于

(4) $\text{SmFeAsO}_{1-x}\text{F}_x$ $\frac{2[281 + 16(1-x) + 19x]}{a^3 c N_A \times 10^{-30}}$ $(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, 0)$ $(0, 0, \frac{1}{2})$

【解析】 (1) AsH₃ 与氨分子结构相同，中心原子均为 sp³ 杂化，且有一孤对电子，为三角锥形。NH₃ 分子间存在氢键，而 As 的电负性小，无法形成氢键，所以沸点低。

(2) 金属原子首先失去最外层电子，所以 Fe 先失去 4s 电子，Sm 的价层电子排布式为 4f⁶6s²，先失去外层的 6s 电子，再失去一个 4f 电子，所以为 4f⁵。

(3) F 与 O 同周期，F 中质子多，负电荷少，所以半径小。

(4) 晶胞中 Sm 位于面上有 $4 \times \frac{1}{2} = 2$ 个，Fe 在 4 个楞心和体心有 $4 \times \frac{1}{4} + 1 = 2$ 个，As 在面上为 $4 \times \frac{1}{2} = 2$ 个。O 和 F 在上下面心和顶点，共有 $2 \times \frac{1}{2} + 8 \times \frac{1}{8} = 2$ 个。Sm:Fe:As:(O+F)

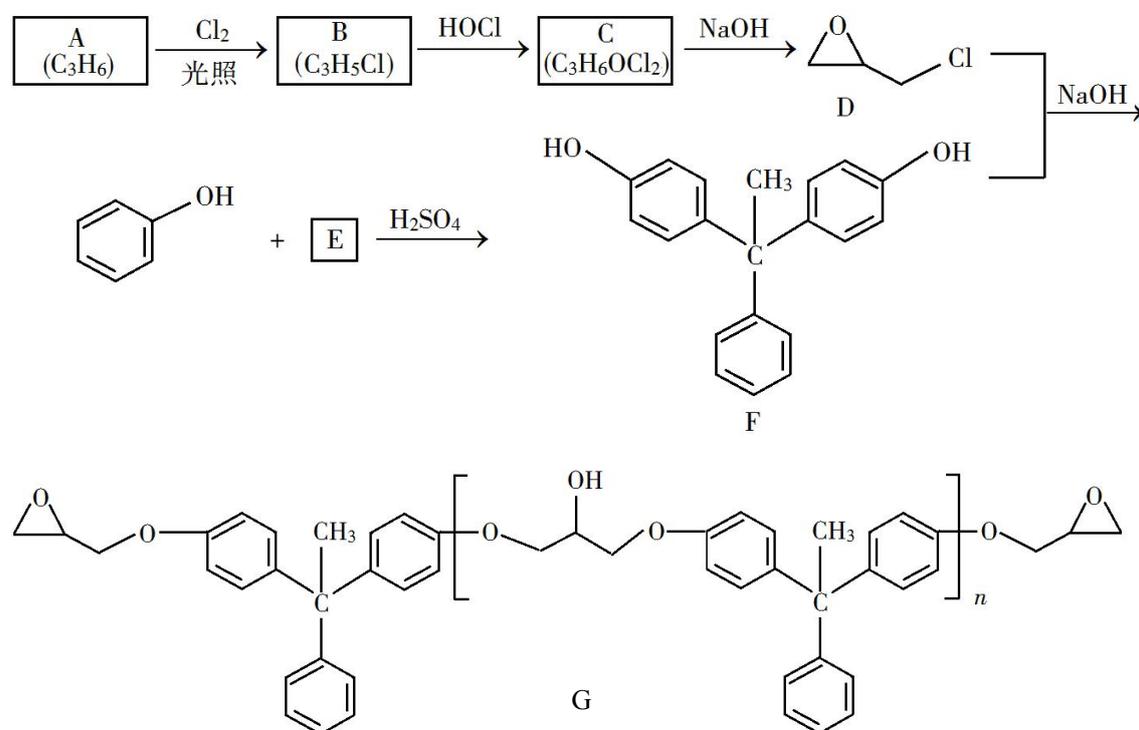
=1:1:1:1, 所以化学式为 $\text{SmFeAsO}_{1-x}\text{F}_x$

$$\rho = \frac{ZM}{N_A V} = \frac{[150+56+75+19x+16(1-x)] \times 2}{N_A \times a^2 \times c \times 10^{-30}}$$

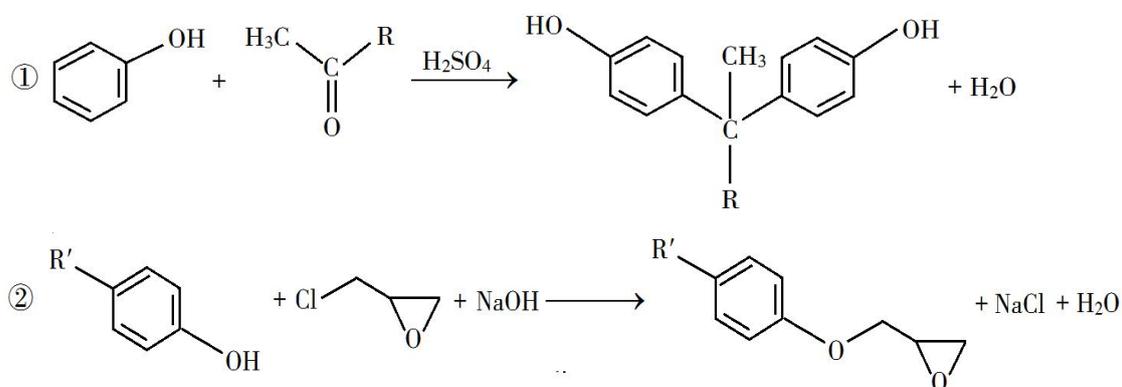
(5) 原子 2 在底面心, 所以分数坐标为 $(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, 0)$, 原子 3 在左后棱心, 所以分数坐标为 $(0, 0, \frac{1}{2})$ 。

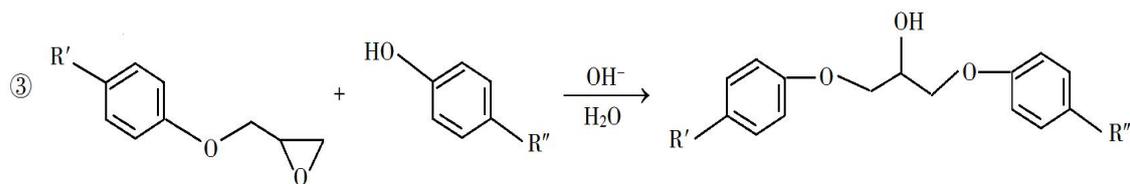
36. [化学——选修 5: 有机化学基础] (15 分)

环氧树脂因其具有良好的机械性能、绝缘性能以及与各种材料的粘结性能, 已广泛应用于涂料和胶黏剂等领域。下面是制备一种新型环氧树脂 G 的合成路线:



已知以下信息:





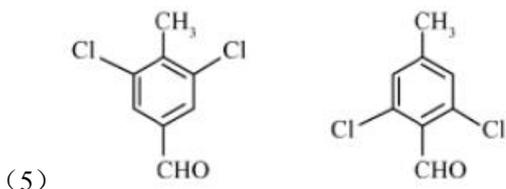
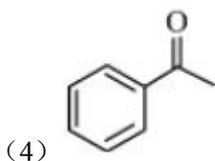
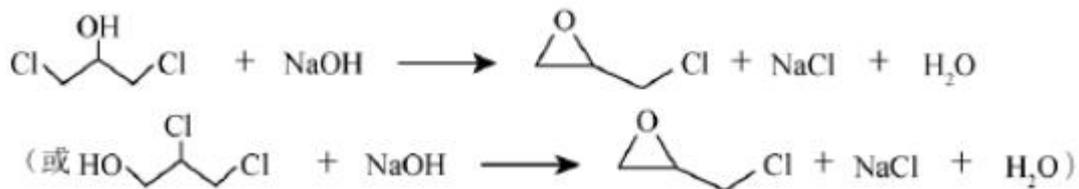
回答下列问题：

- (1) A 是一种烯烃，化学名称为_____，C 中官能团的名称为_____、_____。
- (2) 由 B 生成 C 的反应类型为_____。
- (3) 由 C 生成 D 的反应方程式为_____。
- (4) E 的结构简式为_____。
- (5) E 的二氯代物有多种同分异构体，请写出其中能同时满足以下条件的芳香化合物的结构简式_____、_____。
- ①能发生银镜反应；②核磁共振氢谱有三组峰，且峰面积比为 3：2：1。
- (6) 假设化合物 D、F 和 NaOH 恰好完全反应生成 1 mol 单一聚合度的 G，若生成的 NaCl 和 H₂O 的总质量为 765g，则 G 的 n 值理论上应等于_____。

【答案】(1) 丙烯 氯原子、羟基

(2) 加成反应

(3)



(6) 8

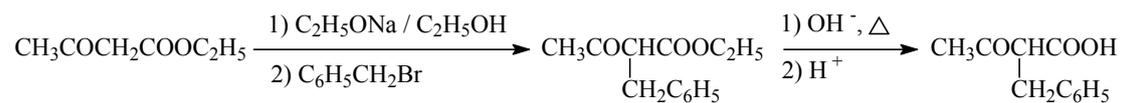
【解析】

A 为三碳烯烃，只能为丙烯。丙烯与氯气光照发生取代反应得到 B $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2\text{Cl}$ 再

与次氯酸加成得到 $\text{C} \begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_2\text{Cl} \\ | \quad | \\ \text{Cl} \quad \text{OH} \end{array}$ 。

由信息①可知，E 为苯乙酮。

D 与 F 聚合时，每个 F 脱 2 个羟基氢，其中一个 H 与 D 加成开环形成羟基，另一个 H 与 D 脱落的 Cl 原子形成 HCl，再发生 $\text{HCl} + \text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ ，生成的 NaCl 和 H_2O 的总质量为 765g，共有 10mol NaCl 和 H_2O 生成。其中在形成聚合链两个端基时各有一个 HCl 生成，故聚合链上形成的 HCl 为 8mol， $n=8$ 。



2019年普通高等学校招生全国统一考试（卷III）

理科综合能力测试

注意事项：

1. 答卷前，考生务必将自己的姓名、准考证号填写在答题卡上。
2. 回答选择题时，选出每小题答案后，用铅笔把答题卡上对应题目的答案标号涂黑，如需改动，用橡皮擦干净后，再选涂其它答案标号。回答非选择题时，将答案写在答题卡上，写在本试卷上无效。
3. 考试结束后，将本试卷和答题卡一并交回。

可能用到的相对原子质量：H 1 Li 7 C 12 N 14 O 16 Na 23 S 32 Cl 35.5 Ar 40 Fe 56 I 127

7. 化学与生活密切相关。下列叙述错误的是（ ）

- A. 高纯硅可用于制作光感电池
- B. 铝合金大量用于高铁建设
- C. 活性炭具有除异味和杀菌作用
- D. 碘酒可用于皮肤外用消毒

【答案】C

【解析】

- A、硅是半导体，高纯硅可用于制作光感电池，A 正确；
- B、铝合金硬度大，密度小，可用于高铁建设，B 正确；
- C、活性炭具有吸附性，可用于除异味，但不能杀菌消毒，C 错误；
- D、碘酒能使蛋白质变性，可用于皮肤外用消毒，D 正确。

8. 下列化合物的分子中，所有原子可能共平面的是（ ）

- A. 甲苯
- B. 乙烷
- C. 丙炔
- D. 1,3-丁二烯

【答案】D

【解析】

- A、甲苯中含有饱和碳原子，所有原子不可能共平面，A 不选；
- B、乙烷是烷烃，所有原子不可能共平面，B 不选；
- C、丙炔中含有饱和碳原子，所有原子不可能共平面，C 不选；

D、碳碳双键是平面形结构，因此 1, 3-丁二烯分子中所有原子共平面，D 选。

9.X、Y、Z 均为短周期主族元素，它们原子的最外层电子数之和为 10，X 与 Z 同族，Y 最外层电子数等于 X 次外层电子数，且 Y 原子半径大于 Z。下列叙述正确的是（ ）

- A. 熔点：X 的氧化物比 Y 的氧化物高
- B. 热稳定性：X 的氢化物大于 Z 的氢化物
- C. X 与 Z 可形成离子化合物 ZX
- D. Y 的单质与 Z 的单质均能溶于浓硫酸

【答案】B

【解析】

Y 的最外层电子数等于 X 次外层电子数，由于均是主族元素，所以 Y 的最外层电子数不可能是 8 个，则 X 只能是第二周期元素，因此 Y 的最外层电子数是 2 个，又因为 Y 的原子半径大于 Z，则 Y 只能是第三周期的 Mg，因此 X 与 Z 的最外层电子数是 $(10-2)/2=4$ ，则 X 是 C，Z 是 Si。

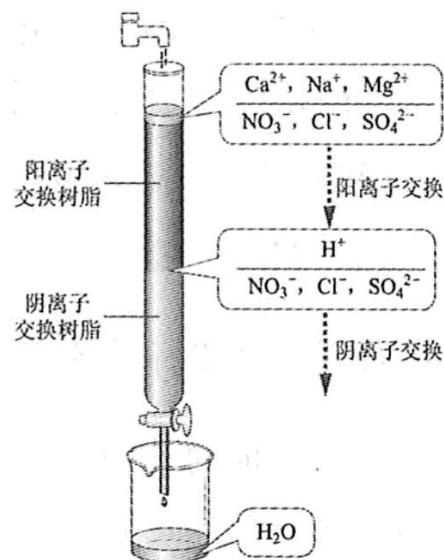
A、碳的氧化物形成的是分子晶体，Y 的氧化物是离子化合物氧化镁，则氧化镁的熔点高于碳的氧化物熔点，A 错误；

B、碳元素的非金属性强于硅元素，非金属性越强，氢化物越稳定，则碳的氢化物稳定性强于硅的氢化物稳定性，B 正确；

C、C 与 Si 形成的是共价化合物 SiC，C 错误；

D、单质镁能溶于浓硝酸，单质硅不溶于浓硝酸，D 错误。

10.离子交换法净化水过程如图所示。下列说法中错误的是（ ）



- A. 经过阳离子交换树脂后，水中阳离子的总数不变
- B. 水中的 NO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 Cl^- 通过阴离子树脂后被除去
- C. 通过净化处理后，水的导电性降低
- D. 阴离子树脂填充段存在反应 $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$

【答案】A

【解析】

离子交换树脂净化水的原理是：当含有 Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 等阳离子及 SO_4^{2-} 、 Cl^- 、 NO_3^- 等阴离子的原水通过阳离子交换树脂时，水中的阳离子为树脂所吸附，而树脂上可交换的阳离子 H^+ 则被交换到水中，并和水中的阴离子组成相应的无机酸；当含有无机酸的水再通过阴离子交换树脂时，水中的阴离子也为树脂所吸附，树脂上可交换的阴离子 OH^- 也被交换到水中，同时与水中的 H^+ 离子结合成水，则

- A、根据电荷守恒可知经过阳离子交换树脂后，水中阳离子总数增加，A 错误；
- B、根据以上分析可知水中的 SO_4^{2-} 、 Cl^- 、 NO_3^- 等阴离子通过阴离子交换树脂被除去，B 正确；
- C、通过净化处理后，溶液中离子的浓度降低，导电性降低，C 正确；
- D、根据以上分析可知阴离子交换树脂填充段存在反应 $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$ ，D 正确。

11. 设 N_A 为阿伏加德罗常数值。关于常温下 $\text{pH}=2$ 的 H_3PO_4 溶液，下列说法正确的是 ()

- A. 每升溶液中的 H^+ 数目为 $0.02N_A$
- B. $c(\text{H}^+) = c(\text{H}_2\text{PO}_4^-) + 2c(\text{HPO}_4^{2-}) + 3c(\text{PO}_4^{3-}) + c(\text{OH}^-)$
- C. 加水稀释使电离度增大，溶液 pH 减小
- D. 加入 NaH_2PO_4 固体，溶液酸性增强

【答案】B

【解析】

- A、常温下 $\text{pH}=2$ ，则溶液中氢离子浓度是 0.01mol/L ，因此每升溶液中 H^+ 数目为 $0.01N_A$ ，A 错误；
- B、根据电荷守恒可知选项 B 正确；
- C、加水稀释促进电离，电离度增大，但氢离子浓度减小， pH 增大，C 错误；
- D、加入 NaH_2PO_4 固体， H_2PO_4^- 浓度增大，抑制磷酸的电离，溶液的酸性减弱，D 错误。

12. 下列实验不能达到目的的是 ()

选项	目的	实验
A	制取较高浓度的次氯酸溶液	将Cl ₂ 通入碳酸钠溶液中
B	加快氧气的生成速率	在过氧化氢溶液中加入少量MnO ₂
C	除去乙酸乙酯中的少量乙酸	加入饱和碳酸钠溶液洗涤、分液
D	制备少量二氧化硫气体	向饱和亚硫酸钠溶液中滴加浓硫酸

【答案】A

【解析】

A. $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{HClO}$ 因为酸性 $\text{H}_2\text{CO}_3 > \text{HClO} > \text{HCO}_3^-$, 碳酸钠溶液碱性较强, 也可以与次氯酸反应生成碳酸氢钠和次氯酸钠 $\text{HClO} + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{NaClO} + \text{NaHCO}_3$, 因此得不到较高浓度的次氯酸溶液

B. MnO₂是反应中的催化剂可以加快氧气的生成速率

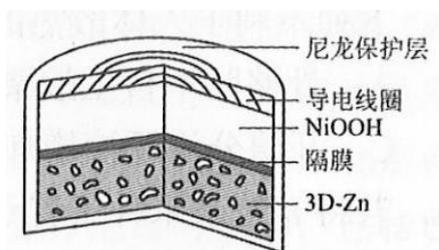
C. 乙酸能够与碳酸钠溶液反应生成易溶于水的乙酸钠溶液, 而乙酸乙酯不与饱和碳酸钠溶液反应且分层析出所以可以经分液分离

D. 亚硫酸是弱酸, 硫酸是强酸, 利用强酸制弱酸的原理, 强酸硫酸和亚硫酸钠反应生成弱酸亚硫酸, 亚硫酸分解生成二氧化硫和水, $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$, 所以能用亚硫酸钠与浓硫酸反应制备SO₂

13. 为提升电池循环效率和稳定性, 科学家近期利用三维多孔海绵状Zn (3D-Zn) 可以高效沉积ZnO的特点, 设计了采用强碱性电解质的3D-Zn—NiOOH二次电池, 结构如下图所示。

电池反应为 $\text{Zn}(\text{s}) + 2\text{NiOOH}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \xrightleftharpoons[\text{充电}]{\text{放电}} \text{ZnO}(\text{s}) + 2\text{Ni}(\text{OH})_2(\text{s})$ 。下列说法错误的是

()



A. 三维多孔海绵状Zn具有较高的表面积, 所沉积的ZnO分散度高

B. 充电时阳极反应为 $\text{Ni}(\text{OH})_2(\text{s}) + \text{OH}^-(\text{aq}) - \text{e}^- = \text{NiOOH}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$

C. 放电时负极反应为 $\text{Zn}(\text{s}) + 2\text{OH}^-(\text{aq}) - 2\text{e}^- = \text{ZnO}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$

D. 放电过程中OH⁻通过隔膜从负极区移向正极区

【答案】D

【解析】

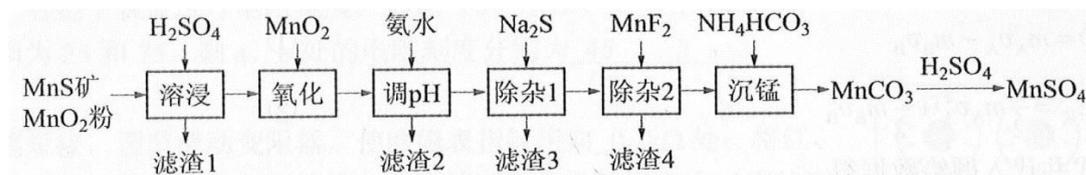
A 三维多孔海绵状Zn具有较高的表面积，吸附能力强所沉积的ZnO分散度高正确。

B 由题中已知电池反应为 $Zn(s)+2NiOOH(s)+H_2O(l) \xrightleftharpoons[充电]{放电} ZnO(s)+2Ni(OH)_2(s)$ ，可知充电时是电解池原理阳极失电子发生氧化反应， $Ni(OH)_2(s)+OH^-(aq)-e^- \rightleftharpoons NiOOH(s)+H_2O(l)$ 正确。

C 由题中已知电池反应为 $Zn(s)+2NiOOH(s)+H_2O(l) \xrightleftharpoons[充电]{放电} ZnO(s)+2Ni(OH)_2(s)$ ，可知放电时是原电池原理负极失电子发生氧化反应， $Zn(s)+2OH^-(aq)-2e^- \rightleftharpoons ZnO(s)+H_2O(l)$ 正确。

D 原电池中阳离子向正极移动，阴离子向负极移动，则放电过程中 OH^- 通过隔膜从正极区移向负极区，D错误。

26. (14分) 高纯硫酸锰作为合成镍钴锰三元正极材料的原料，工业上可由天然二氧化锰粉与硫化锰矿(还含Fe、Al、Mg、Zn、Ni、Si等元素)制备，工艺如下图所示。回答下列问题：



相关金属离子 $[c_0(Mn^+)=0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}]$ 形成氢氧化物沉淀 pH 范围如下：

金属离子	Mn^{2+}	Fe^{2+}	Fe^{3+}	Al^{3+}	Mg^{2+}	Zn^{2+}	Ni^{2+}
开始沉淀的 pH	8.1	6.3	1.5	3.4	8.9	6.2	6.9
沉淀完全的 pH	10.1	8.3	2.8	4.7	10.9	8.2	8.9

(1) “滤渣 1”含有 S 和 _____；写出“溶浸”中二氧化锰与硫化锰反应的化学方程式_____。

(2) “氧化”中添加适量的 MnO_2 的作用是将_____。

(3) “调 pH”除铁和铝，溶液的 pH 范围应调节为_____~6 之间。

(4) “除杂 1”的目的是除去 Zn^{2+} 和 Ni^{2+} ，“滤渣 3”的主要成分是_____。

(5) “除杂 2”的目的是生成 MgF_2 沉淀除去 Mg^{2+} 。若溶液酸度过高， Mg^{2+} 沉淀不完全，原因是_____。

(6) 写出“沉锰”的离子方程式_____。

(7) 层状镍钴锰三元材料可作为锂离子电池正极材料，其化学式为 $\text{LiNi}_x\text{Co}_y\text{Mn}_z\text{O}_2$ ，其中 Ni、Co、Mn 的化合价分别为 +2、+3、+4。当 $x=y=\frac{1}{3}$ 时， $z=$ _____。

【答案】

(1) SiO_2 (不溶性硅酸盐) $\text{MnO}_2+\text{MnS}+2\text{H}_2\text{SO}_4=2\text{MnSO}_4+\text{S}+2\text{H}_2\text{O}$

(2) 将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+}

(3) 4.7

(4) NiS 和 ZnS

(5) F^- 与 H^+ 结合形成弱电解质 HF ， $\text{MgF}_2 \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+}+2\text{F}^-$ 平衡向右移动

(6) $\text{Mn}^{2+}+2\text{HCO}_3^- = \text{MnCO}_3\downarrow + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$

(7) $\frac{1}{3}$

【解析】

(1) Si 元素以 SiO_2 或不溶性硅盐存在， SiO_2 与硫酸不反应，所以滤渣 I 中除了 S 还有 SiO_2 ；在硫酸的溶浸过程中，二氧化锰和硫化锰发生了氧化还原反应，二氧化锰作氧化剂，硫化锰作还原剂，方程式为： $\text{MnO}_2+\text{MnS}+2\text{H}_2\text{SO}_4=2\text{MnSO}_4+\text{S}+2\text{H}_2\text{O}$ ；

(2) 二氧化锰作为氧化剂，使得 MnS 反应完全，且将溶液中 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} ；

(3) 由表中数据知 pH 在 4.7 时， Fe^{3+} 和 Al^{3+} 沉淀完全，所以应该控制 pH 在 4.7~6 之间；

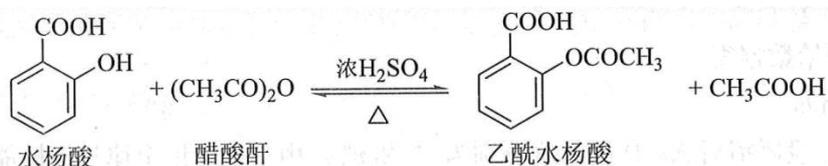
(4) 根据题干信息，加入 Na_2S 除杂为了出去锌离子和镍离子，所以滤渣 3 是生成的沉淀 ZnS 和 NiS ；

(5) 由 $\text{HF} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{F}^-$ 知，酸度过大， F^- 浓度减低，使得 $\text{MgF}_2 \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+} + 2\text{F}^-$ 平衡向沉淀溶解方向移动， Mg^{2+} 沉淀不完全；

(6) 根据题干信息沉锰的过程是生成了 MnCO_3 沉淀，所以反应离子方程式为：
 $\text{Mn}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- = \text{MnCO}_3\downarrow + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ；

(7) 根据化合物中各元素化合价代数和为 0 的规律得： $1+2x+3y+4z=4$ ，已知， $x=y=1/3$ ，带入计算得： $z=1/3$

27. (14分) 乙酰水杨酸(阿司匹林)是目前常用药物之一。实验室通过水杨酸进行乙酰化制备阿司匹林的一种方法如下:



	水杨酸	醋酸酐	乙酰水杨酸
熔点/°C	157~159	-72~-74	135~138
相对密度/(g·cm ⁻³)	1.44	1.10	1.35
相对分子质量	138	102	180

实验过程: 在 100 mL 锥形瓶中加入水杨酸 6.9 g 及醋酸酐 10 mL, 充分摇动使固体完全溶解。缓慢滴加 0.5 mL 浓硫酸后加热, 维持瓶内温度在 70 °C 左右, 充分反应。稍冷后进行如下操作。

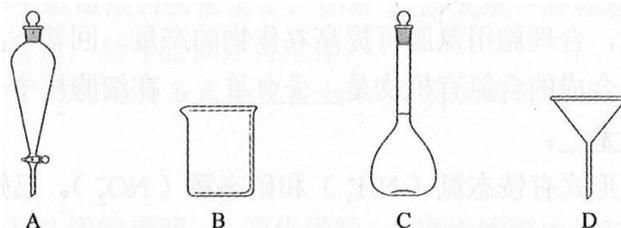
- ①在不断搅拌下将反应后的混合物倒入 100 mL 冷水中, 析出固体, 过滤。
- ②所得结晶粗品加入 50 mL 饱和碳酸氢钠溶液, 溶解、过滤。
- ③滤液用浓盐酸酸化后冷却、过滤得固体。
- ④固体经纯化得白色的乙酰水杨酸晶体 5.4 g。

回答下列问题:

(1) 该合成反应中应采用_____加热 (填标号)

- A. 热水浴 B. 酒精灯 C. 煤气灯 D. 电炉

(2) 下列玻璃仪器中, ①中需使用的有_____ (填标号), 不需使用的_____ (填名称)。



(3) ①中需使用冷水, 目的是_____。

(4) ②中饱和碳酸氢钠的作用是_____, 以便过滤除去难溶杂质。

(5) ④采用的纯化方法为_____。

(6) 本实验的产率是_____%。

【答案】

(1) A

(2). BD 分液漏斗、容量瓶

(3) 充分析出乙酰水杨酸固体（结晶）

(4) 生成可溶的乙酰水杨酸钠

(5) 重结晶

(6) 60

【解析】

(1) 考查水浴加热的特点。因为反应温度 70℃，低于水的沸点，且需维持温度不变，故采用热水浴的方法加热；

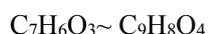
(2) 考查实验基本操作——过滤。过滤用到的玻璃仪器有漏斗、玻璃棒、烧杯。则答案为：B、D；分液漏斗主要用于分离互不相容的液体混合物，容量瓶用于配制一定浓度的溶液，这两个仪器用不到。

(3) 反应时温度较高，所以用冷水的目的是降低乙酰水杨酸的溶解度使其充分析出；

(4) 乙酰水杨酸难溶于水，为了除去其中的难溶性杂质，可将生成的乙酰水杨酸与碳酸氢钠反应生成可溶性的乙酰水杨酸钠，以便过滤除去杂质；

(5) 每次结晶过程中会有少量杂质一起析出，可以通过多次结晶的方法进行纯化，也就是重结晶；

(6) 水杨酸分子式为 C₇H₆O₃，乙酰水杨酸分子式为 C₉H₈O₄，根据关系式法计算得：



$$138 \quad 180$$

$$6.9g \quad m$$

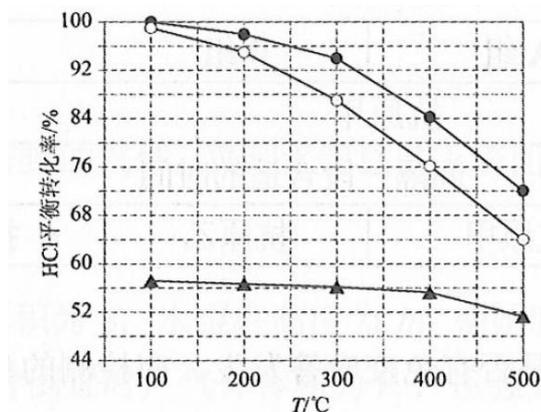
$$m(C_9H_8O_4) = (6.9g \times 180) / 138 = 9g, \text{ 则产率为 } \frac{5.4}{9} \times 100\% = 60\%。$$

28. (15分)

近年来，随着聚酯工业的快速发展，氯气的需求量和氯化氢的产出量也随之迅速增长。因此，将氯化氢转化为氯气的技术成为科学研究的热点。回答下列问题：

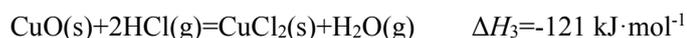
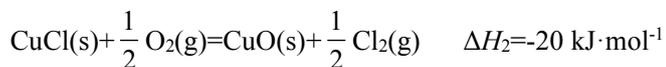
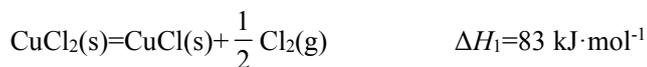
(1) Deacon 发明的直接氧化法为：4HCl(g)+O₂(g)=2Cl₂(g)+2H₂O(g)。下图为刚性容器中，

进料浓度比 $c(\text{HCl}) : c(\text{O}_2)$ 分别等于 1 : 1、4 : 1、7 : 1 时 HCl 平衡转化率随温度变化的关系：



可知反应平衡常数 $K(300^\circ\text{C})$ _____ $K(400^\circ\text{C})$ (填“大于”或“小于”)。设 HCl 初始浓度为 c_0 ，根据进料浓度比 $c(\text{HCl}) : c(\text{O}_2) = 1 : 1$ 的数据计算 $K(400^\circ\text{C}) =$ _____ (列出计算式)。按化学计量比进料可以保持反应物高转化率，同时降低产物分离的能耗。进料浓度比 $c(\text{HCl}) : c(\text{O}_2)$ 过低、过高的不利影响分别是 _____。

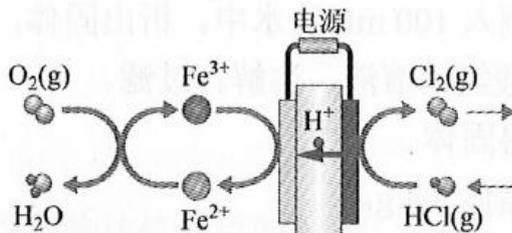
(2) Deacon 直接氧化法可按下列催化过程进行：



则 $4\text{HCl}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 的 $\Delta H =$ _____ $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(3) 在一定温度的条件下，进一步提高 HCl 的转化率的方法是 _____。(写出 2 种)

(4) 在传统的电解氯化氢回收氯气技术的基础上，科学家最近采用碳基电极材料设计了一种新的工艺方案，主要包括电化学过程和化学过程，如下图所示：



负极区发生的反应有 _____ (写反应方程式)。电路中转移 1 mol 电子，需消耗氧气 _____ L (标准状况)

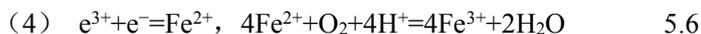
【答案】

(1) 大于
$$\frac{(0.42)^2 \times (0.42)^2}{(1-0.84)^4 \times (1-0.21)c_0}$$

O₂ 和 Cl₂ 分离能耗较高、HCl 转化率较低

(2) - 116

(3) 增加反应体系压强、及时除去产物



【解析】

(1) 由图可知，升温后 HCl 平衡转化率降低，平衡逆向移动，K 值变小，

因此 $K(300^\circ\text{C})$ 大于 $K(400^\circ\text{C})$

$c(\text{HCl}) : c(\text{O}_2)$ 比值越大，HCl 转化率越低，结合图像，最上面即为 $c(\text{HCl}) : c(\text{O}_2) = 1 : 1$ 的图

像，400℃时，HCl 平衡转化率为 84%，可列出反应过程中的三段式：

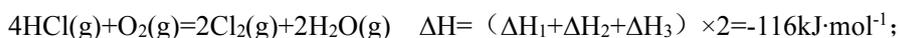
	$4\text{HCl}(\text{g})$	$+ \text{O}_2(\text{g})$	$= 2\text{Cl}_2(\text{g})$	$+ 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$
起始（浓度）	c_0	c_0	0	0
变化（浓度）	$0.84c_0$	$0.21c_0$	$0.42c_0$	$0.42c_0$
平衡（浓度）	$(1-0.84)c_0$	$(1-0.21)c_0$	$0.42c_0$	$0.42c_0$

则 $K(400^\circ\text{C}) = \frac{(0.42)^2 \times (0.42)^2}{(1-0.84)^4 \times (1-0.21)c_0}$

进料浓度比 $c(\text{HCl}) : c(\text{O}_2)$ 过低，氧气大量剩余，导致分离产物氯气和氧气的能耗较高；

进料浓度比 $c(\text{HCl}) : c(\text{O}_2)$ 过高，HCl 不能充分反应，导致 HCl 转化率较低。

(2) 根据盖斯定律知，（反应 I+反应 II+反应 III）×2 得



(3) 若想提高 HCl 的转化率，应该促使平衡正向移动，该反应为气体体积减小的反应，根据勒夏特列原理，可以增大压强，使平衡正向移动；也可以及时除去产物，产物浓度减小，使平衡正向移动；

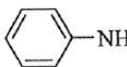
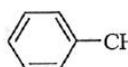
(4) 电解过程中，负极上发生的是得电子反应，元素化合价降低，属于还原反应，则图中左侧为负极反应，根据图示信息知电极反应为： $Fe^{3+} + e^- = Fe^{2+}$ 和 $4Fe^{2+} + O_2 + 4H^+ = 4Fe^{3+} + 2H_2O$ 电路中每转移 1 mol 电子，就有 1 mol H⁺ 转移至负极区，结合负极反应式，可求得消耗的氧气为 0.25 mol，在标况下体积即为 5.6 L。

35. 化学——选修3：物质结构与性质] (15分)

磷酸亚铁锂 (LiFePO_4) 可用作锂离子电池正极材料, 具有热稳定性好、循环性能优良、安全性高等特点, 文献报道可采用 FeCl_3 、 $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ 、 LiCl 和苯胺等作为原料制备。回答下列问题:

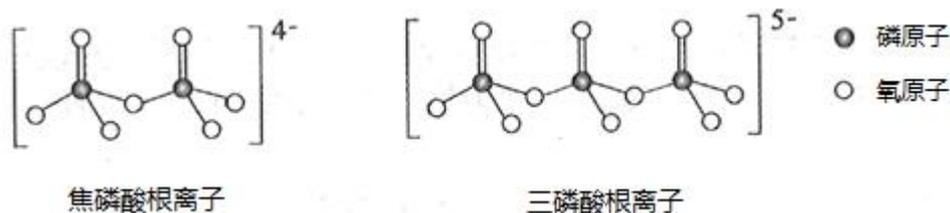
(1) 在周期表中, 与 Li 的化学性质最相似的邻族元素是_____, 该元素基态原子核外 M 层电子的自旋状态_____ (填“相同”或“相反”)。

(2) FeCl_3 中的化学键具有明显的共价性, 蒸汽状态下以双聚分子存在的 FeCl_3 的结构式为_____, 其中 Fe 的配位数为_____。

(3) 苯胺 () 的晶体类型是_____。苯胺与甲苯 () 的相对分子质量相近, 但苯胺的熔点 (-5.9°C)、沸点 (184.4°C) 分别高于甲苯的熔点 (-95.0°C)、沸点 (110.6°C), 原因是_____。

(4) $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ 中, 电负性最高的元素是_____; P 的_____杂化轨道与 O 的 2p 轨道形成_____键。

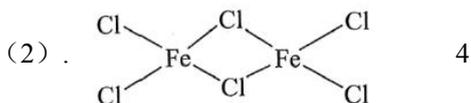
(5) $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ 和 LiFePO_4 属于简单磷酸盐, 而直链的多磷酸盐则是一种复杂磷酸盐, 如: 焦磷酸钠、三磷酸钠等。焦磷酸根离子、三磷酸根离子如下图所示:



这类磷酸根离子的化学式可用通式表示为_____ (用 n 代表 P 原子数)。

【答案】

(1) Mg 相反



(3) 分子晶体 苯胺分子之间存在氢键

(4) O sp^3 σ

(5) $(\text{P}_n\text{O}_{3n+1})^{(n+2)-}$

【解析】这道选修题涉及到了元素周期表和对角线原则、核外电子排布式的写法、配位物的形成, 以及熔沸点的判断方式和分子晶体的判断方法。电负性的判断和杂化轨道的计算

(1) 根据元素周期表和对角线原则可知与锂化学性质相似的是镁，镁的最外层电子数是 2，占据 s 轨道，s 轨道最多容纳 2 个电子，所以自旋方向相反。

(2) 氯化铁的双聚体，就是两个氯化铁相连接在一起，已知氯化铁的化学键有明显的共价性所以仿照共价键的形式将两个氯化铁连接在一起。配位数就等于原子的化合价的二倍。

(3) 大多数有机物都是分子晶体，除了一部分有机酸盐和有机碱盐是离子晶体。苯胺比甲苯的熔沸点都高，同一种晶体类型熔沸点不同首先要考虑的就是是否有氢键，苯胺中存在电负性较强的 N 所以可以形成氢键，因此比甲苯的熔沸点高。

(4) 电负性与非金属性的大小规律相似，从左到右依次增大，O 就是最大的。计算出 P 的杂化类型是 sp^3 ，与氧原子形成的是磷氧双键，其中 p 轨道是 σ ，与氢氧形成的是单键。

(5) 可以根据磷酸根、焦磷酸根、三磷酸根的化学式推导： PO_4^{3-} $P_2O_7^{4-}$ $P_3O_{10}^{5-}$
磷原子的变化规律为：1, 2, 3, 4, n

氧原子的变化规律为：4, 7, 10, $3n+1$

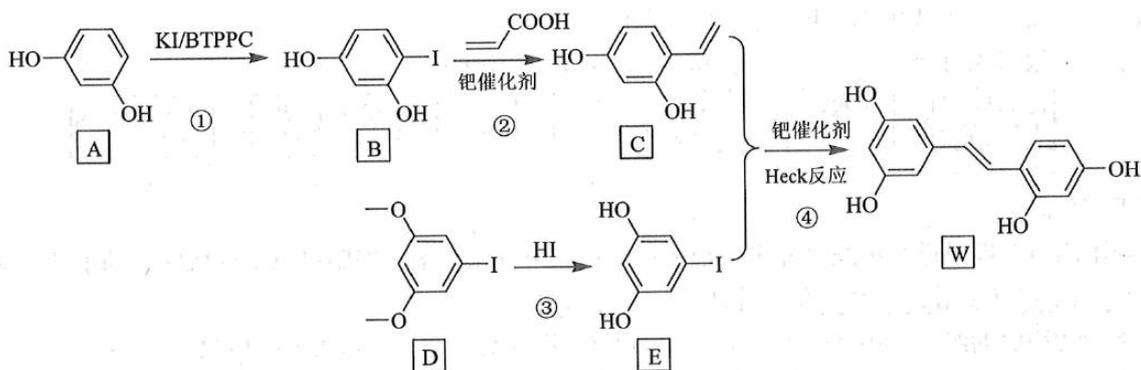
酸根的变化规律为：3, 4, 5, $n+2$ ；因此得出 $(P_nO_{3n+1})^{(n+2)-}$

点睛：第二小问，双聚分子的氯化铁结构式，从共价键的角度分析，存在着配位键，那配位原子就是氯原子，共用两个氯原子就可实现将两个氯化铁连接在一起的结构

第五小问，应用数学的找规律递推到通式，首先写出磷酸的化学式，然后寻找规律。

36. 化学——选修 5：有机化学基础] (15 分)

氧化白藜芦醇 W 具有抗病毒等作用。下面是利用 Heck 反应合成 W 的一种方法：



回答下列问题：

(1) A 的化学名称为_____。

(2) $\text{CH}_2=\text{CHCOOH}$ 中的官能团名称是_____。

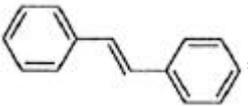
(3) 反应③的类型为_____，W 的分子式为_____。

(4) 不同条件对反应④产率的影响见下表：

实验	碱	溶剂	催化剂	产率/%
1	KOH	DMF	Pd(OAc) ₂	22.3
2	K ₂ CO ₃	DMF	Pd(OAc) ₂	10.5
3	Et ₃ N	DMF	Pd(OAc) ₂	12.4
4	六氢吡啶	DMF	Pd(OAc) ₂	31.2
5	六氢吡啶	DMA	Pd(OAc) ₂	38.6
6	六氢吡啶	NMP	Pd(OAc) ₂	24.5

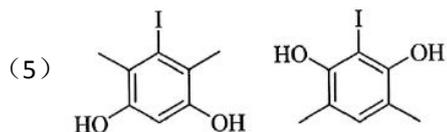
上述实验探究了_____和_____对反应产率的影响。此外，还可以进一步探究_____等对反应产率的影响。

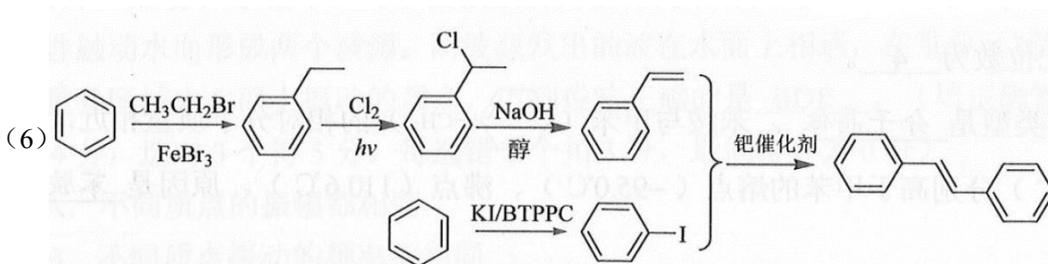
(5) X 为 D 的同分异构体，写出满足如下条件的 X 的结构简式_____。
 ①含有苯环；②有三种不同化学环境的氢，个数比为 6 : 2 : 1；③1 mol 的 X 与足量金属 Na 反应可生成 2 g H₂。

(6) 利用 Heck 反应，由苯和溴乙烷为原料制备 ，写出合成路线_____。(无机试剂任选)

【答案】

- (1) 间苯二酚 (1, 3-苯二酚)
 (2) 羧基、碳碳双键
 (3) 取代反应 C₁₄H₁₂O₄
 (4) 不同碱 不同溶剂 不同催化剂 (或温度等)





【解析】

分析：首先看到合成路线：由 A 物质经 1 反应在酚羟基的邻位上了一个碘原子，发生了取代反应生成了 B 物质，B 物质与丙烯酸在催化剂的作用下生成了 C 物质，那 c 物质就是将丙烯酸中的羧基去掉取代了碘原子的位置；由 D 反应生成 E 就是把 HI 中的 H 连在了 O 上，发生的是取代反应；最后 heck 反应生成 w 物质。

解析：(1) A 物质所含官能团是两个酚羟基，且苯环上有两个是间位的取代基，那物质的命名就是间苯二酚， 物质中含碳碳双键和羧基 D 物质到 E 物质没有双键的消失，且在 o 原子处增加了氢原子，没有双键参与反应所以属于取代反应，W 物质中可以轻松数出共有 14 个 C 原子，4 个氧原子，氢原子的个数可以通过不饱和度来推断出，14 个碳的烷应该有 30 个氢，现在该分子有 9 个不饱和度，其中一个苯环 4 个，一个双键 1 个，一个不饱和度少 2 个氢，所以 $30-9*2=12$ ，因此有 12 个氢原子。

可以从表格中寻找溶剂相同的实验、碱相同的实验发现得出：实验 1,2,3,探究了不同碱对反应的影响；实验 4,5, 6,探究了不同溶剂对反应的影响，最后只剩下不同催化剂对实验的影响。

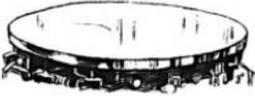
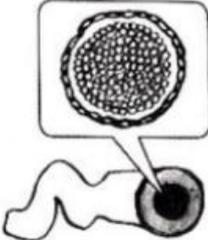
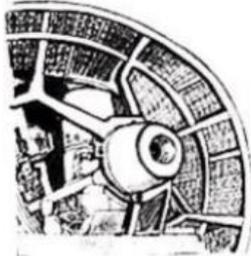
D 的分子式为： $C_8H_9O_2I$ ，要求含苯环，那支链最多含两个 C，且 1molX 与足量 Na 反应可生成 2g 氢气，那就证明有两个酚羟基或醇羟基，又有三种不同环境的氢 6:2:1，那一定是有两个甲基和两个酚羟基，因为醇羟基没有 6 个相同环境的氢。

由题意中的 heck 反应可知需要一个反应物中含双键，一个反应物中含 I；从苯出发可以经过溴乙烷和溴化铁的反应制得乙苯，乙苯在乙基上通过烷烃的取代反应生成氯乙苯，氯乙苯在氢氧化钠醇溶液下发生卤代烃的消去反应从而生成双键，得到苯乙烯；可以仿照反应 1 通过相同条件在苯环上上一个碘原子取代苯环的氢。

点睛：最后一个写合成路线，要必须从已有的物质出发，不得自己添加反应所需有机物，仿照题中出现的反应，将合成路线分为两部分，一次合成，遇到不会的合成，首先要在题意和已知中寻找。清楚想要有碳碳双键出现应该利用卤代烃的消去反应。

2019 高考化学北京卷

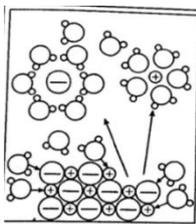
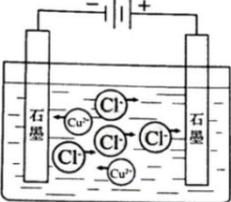
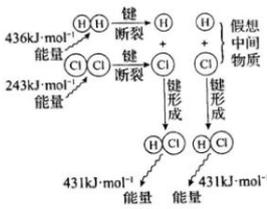
6. 下列我国科研成果所涉及的材料中，主要成分为同主族元素形成的无机非金属材料的是

			
A.4.03 米大口径碳化硅 反射镜	B.2022 年冬奥会聚氨酯 速滑服	C.能屏蔽电磁波的碳包 覆银纳米线	D.“玉兔二号”钛合金筛 选网轮

答案：A

解析：注意审题，两个关键词，同主族元素，无机非金属材料。A 中碳化硅(SiC)符合题目要求，B 中聚氨酯为有机高分子材料，C 中碳包覆银纳米线不是同主族元素形成的，D 中钛合金为金属材料，不是有机物。

7. 下列示意图与化学用语标注内容不相符的是(水合离子用相应的离子符号表示)

A	B	C	D
			
NaCl 溶于水	电解 CuCl ₂ 溶液	CH ₃ COOH 在水中电离	H ₂ 与 Cl ₂ 反应能量变化
NaCl = Na ⁺ + Cl ⁻	CuCl ₂ = Cu ²⁺ + 2Cl ⁻	CH ₃ COOH ⇌ CH ₃ COO ⁻ + H ⁺	H ₂ (g) + Cl ₂ (g) = 2HCl(g) ΔH = -183kJ·mol ⁻¹

答案：B

解析：电解 CuCl₂ 溶液，是化学变化，方程式为 $\text{CuCl}_2 \xrightarrow{\text{通电}} \text{Cu} + \text{Cl}_2 \uparrow$ ，故 B 符合题意。

A、C、D 示意图与化学用语标注内容相符，都不符合题意。

8. 2019 年是元素周期表发表 150 周年，期间科学家为完善周期表做出了不懈努力。中国科学院院士张青莲教授曾主持测定了铟(⁴⁹In)等 9 种元素相对原子质量的新值，被采用为国际新标准。铟与铷(³⁷Rb)同周期。下列说法不正确的是

- A. In 是第五周期第 IIIA 族元素 B. $^{115}_{49}\text{In}$ 的中子数与电子数的差值为 17
 C. 原子半径: $\text{In} > \text{Al}$ D. 碱性: $\text{In}(\text{OH})_3 > \text{RbOH}$

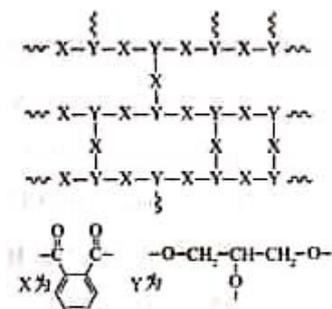
答案: D

解析: 本题是对元素周期表和元素周期律的考查。铟($_{49}\text{In}$)与铷($_{37}\text{Rb}$)均为第五周期元素, 故选项 A 正确; $^{115}_{49}\text{In}$ 的电子数与质子数相等, 为 49, 中子数为质量数(115) - 质子数(49) = 66, 中子数与电子数之差为 $66 - 49 = 17$, 选项 B 正确; In 和 Al 是同主族元素, 且原子序数 $\text{In} > \text{Al}$, 因此原子半径 $\text{In} > \text{Al}$, 选项 C 正确; 铟($_{49}\text{In}$)与铷($_{37}\text{Rb}$)分别为第五周期第 IIIA 和第 IA 族元素, 碱性 $\text{RbOH} > \text{In}(\text{OH})_3$, 故选项 D 错误。

9. 交联聚合物 P 的结构片段如右图所示。下列说法不正确的是 (图中  表示链延长)

- A. 聚合物 P 中有酯基, 能水解
 B. 聚合物 P 的合成反应为缩聚反应
 C. 聚合物 P 的原料之一丙三醇可由油脂水解获得
 D. 邻苯二甲酸和乙二醇在聚合过程中也可形成类似

聚合物 P 的交联结构



答案: D

解析: A. 将片段 X 和 Y 连接起来, 不难发现聚合物 P 中含有酯基, 所以 A 项正确; B. 形成酯基的过程中有小分子水生成, 所以合成聚合物 P 属于缩聚反应, B 项正确; C. 根据油脂的基本概念“油脂是高级脂肪酸和甘油形成的酯”可知 C 项正确; D. 乙二醇和丙三醇的结构不同, 所以 D 项错误。

10. 下列除杂试剂选用正确且除杂过程不涉及氧化还原反应的是

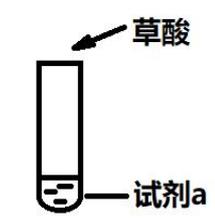
	物质 (括号内为杂质)	除杂试剂
A	FeCl_2 溶液(FeCl_3)	Fe 粉
B	NaCl 溶液(MgCl_2)	NaOH 溶液、稀 HCl
C	Cl_2 (HCl)	H_2O 、浓 H_2SO_4

D	NO(NO ₂)	H ₂ O、无水 CaCl ₂
---	----------------------	---------------------------------------

答案：B

解析：A. FeCl₃ 与 Fe 粉反应为氧化还原反应，A 项错误；B. NaOH 溶液 Mg²⁺沉淀，然后加入稀盐酸将剩余的 OH⁻中和，B 项正确；C. Cl₂ 与水反应，且在 H₂O 中溶解性比在饱和食盐水中大，造成损失，C 项错误；D. NO₂ 与 H₂O 为氧化还原反应，D 项错误。

11. 探究草酸(H₂C₂O₄)性质，进行以下实验。(已知：室温下，0.1mol·L⁻¹H₂C₂O₄的 pH=1.3)

实验	装置	试剂 a	现象
①		Ca(OH) ₂ 溶液(含酚酞)	溶液褪色，产生白色沉淀
②		少量 NaHCO ₃ 溶液	产生气泡
③		酸性 KMnO ₄ 溶液	紫色溶液褪色
④		C ₂ H ₅ OH 和浓硫酸	加热后产生有香味物质

由上述实验所得草酸性质所对应的方程式不正确的是

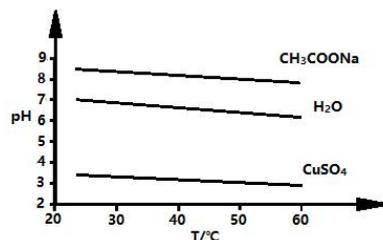
- A. H₂C₂O₄ 有酸性，Ca(OH)₂+ H₂C₂O₄=CaC₂O₄↓+2H₂O
- B. 酸性：H₂C₂O₄>H₂CO₃，NaHCO₃+H₂C₂O₄=NaHC₂O₄+CO₂↑+H₂O
- C. H₂C₂O₄ 有还原性，2MnO₄⁻+5C₂O₄²⁻+16H⁺=2Mn²⁺+10CO₂↑+8H₂O
- D. H₂C₂O₄ 可发生酯化反应 HOCCOOH+2C₂H₅OH $\xrightarrow[\Delta]{\text{浓硫酸}}$ C₂H₅OCCCOOC₂H₅+2H₂O

答案：C

解析：A 选项正确，草酸钙是沉淀；B 选项正确，草酸的酸性比碳酸强；C 选项错误，草酸是弱酸，写离子方程式的时候不拆；D 选项正确，草酸是二元有机酸，故酯化时消耗 2 倍的一元醇。

12. 实验测得 0.5mol·L⁻¹CH₃COONa 溶液、0.5mol·L⁻¹CuSO₄ 溶液以及 H₂O 的 pH 随温度变化的曲线如图所示。下列说法正确的是

- A. 随温度升高，纯水中 c(H⁺)>c(OH⁻)
- B. 随温度升高，CH₃COONa 溶液的 c(OH⁻)减小
- C. 随温度升高，CuSO₄ 溶液的 pH 变化是 K_w 改变与水解平衡移动共同作用的结果



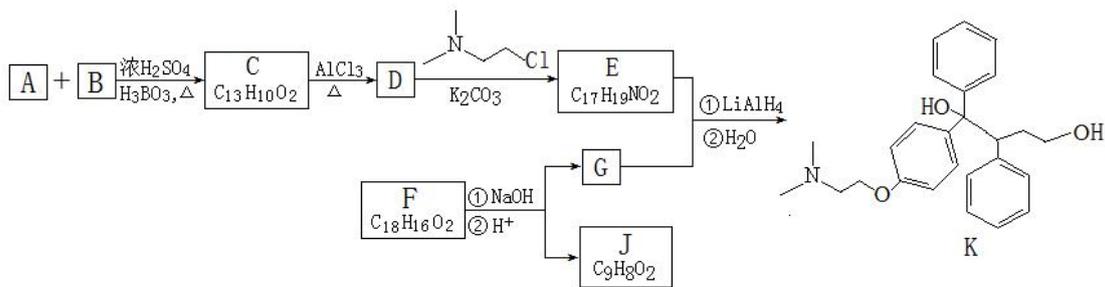
- D. 随温度升高，CH₃COONa 溶液和 CuSO₄ 溶液的 pH 均降低，是因为 CH₃COO⁻、Cu²⁺

水解平衡移动方向不同

答案：C

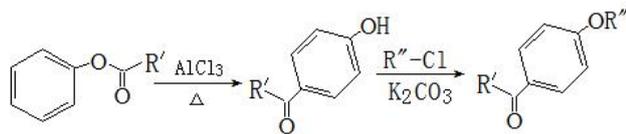
解析：A 选项错误，无论是否升温，纯水均为中性， $c(\text{H}^+)=c(\text{OH}^-)$ ；B 选项错误，盐类的水解特点是升温促进水解， CH_3COONa 本身水解显碱性，升温促进水解，碱性增强， $c(\text{OH}^-)$ 增大；C 选项正确，硫酸铜本身水解显酸性，升温促进水解，酸性增强，水解生成的 $c(\text{H}^+)$ 增加，同时升温也促进了水的电离，水电离生成的 $c(\text{H}^+)$ 增加，二者叠加，酸性变化趋势一致， $\text{pH}=-\lg c(\text{H}^+)$ ， $c(\text{H}^+)$ 越大，pH 越低；D 选项错误，水解吸热，故升温 CH_3COO^- 、 Cu^{2+} 水解平衡都正向移动，硫酸铜溶液 pH 降低 C 选项已经说清楚了。升温促进 CH_3COO^- 水解， $c(\text{OH}^-)$ 增大，但 pH 不一定也增大，因为升温也同时促进了水的电离， K_w 增大，当 K_w 增大幅度大于 $c(\text{OH}^-)$ 时， $K_w/c(\text{OH}^-)$ 也增大， $\text{pH}=-\lg K_w/c(\text{OH}^-)$ ，故 pH 减小。

25. (16 分) 抗癌药托瑞米芬的前体 K 的合成路线如下。



已知：

i



ii. 有机物结构可用键线式表示，如 $(\text{CH}_3)_2\text{NCH}_2\text{CH}_3$ 的键线式

(1) 有机物 A 能与 Na_2CO_3 溶液反应产生 CO_2 ，其钠可用于食品防腐。有机物 B 能与 Na_2CO_3 溶液反应，但不产生 CO_2 ；B 加氢可得环己醇。A 和 B 反应生成 C 的化学方程式是 _____，反应类型是 _____。

(2) D 中的含氧官能团是：_____。

(3) E 的结构简式为_____。

(4) F 是一种天然香料，经碱水解、酸化，得 G 和 J。J 经还原可转化为 G。J 的结构

简式为_____。

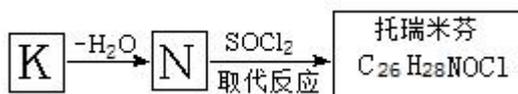
(5) M 和 J 是同分异构体，符合下列条件的 M 的结构简式是_____。

①包含 2 个六元环

②M 可水解，与 NaOH 溶液共热时，1molM 最多消耗 2molNaOH

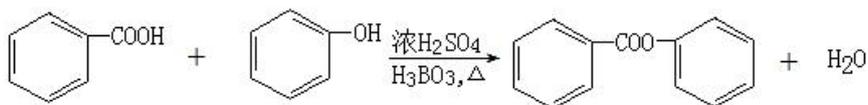
(6) 推测 E 和 G 反应得到 K 的过程中，反应物 LiAlH_4 和 H_2O 的作用_____。

(7) 由 K 合成托瑞米芬的过程:



托瑞米芬具有反式结构，其结构简式是_____。

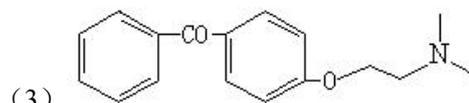
【答案】



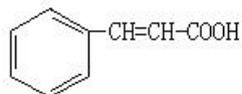
(1)

取代反应（酯化反应）

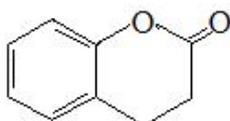
(2) 羰基 羟基



(4)

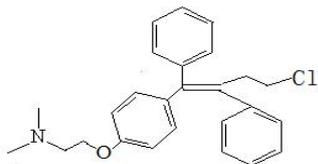


(5)



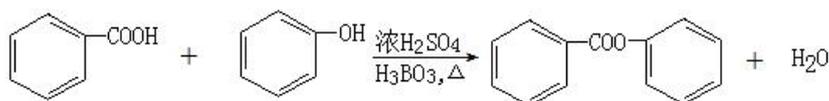
(6) 还原剂

(7)



【解析】本题合成药物为载体，联系社会生产生活实际，考查了有机化学方程式的书写，有机化学反应类型判断、官能团的识别、同分异构体的书写、顺反异构的判断等知识点，比较好入手，整体难度不大。

在第(1)问中，给了提示“有机物A能与 Na_2CO_3 溶液反应产生 CO_2 ，其钠可用于食品防腐。”，可知A为苯甲酸，“有机物B能与 Na_2CO_3 溶液反应，但不产生 CO_2 ；B加氢可得环己醇。”，可知B为苯酚。因此A和B的反应方程式为：

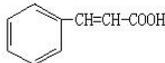
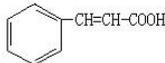


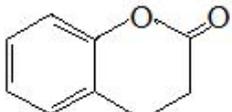
化学反应类型为 取代反应（酯化反应）

同时也知道了C的结构。

(2) 由已知i可以看得出：苯酚生成的酯在 AlCl_3 的作用下会生成酚羟基，同时对位上生成羰基，由此得官能团名称为羟基和羰基

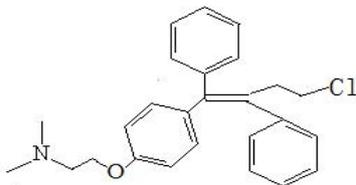
(3) 由已知i可以看出，酚羟基在 Na_2CO_3 的作用下，会与氯代烃发生取代反应，同时生成醚键，从而得出E的结构简式为

(4) F是一种天然香料，能够水解得到两种物质，可以知道F为酯类由于，J经还原可转化为G，则G  和J碳原子数一样多，并且碳骨架一样，根据原子守恒可知J的结构简式  式为

(5) M可水解，与 NaOH 溶液共热时， 1molM 最多消耗 2molNaOH ，可知M含有酚羟基形成的酯，并且  有两个六元环，根据原子守恒和不饱和度可知J的结构简式

(6) LiAlH_4 是强还原剂

(7) 托瑞米芬具有反式结构，则 K 到 N 的过程发生消去反应，同时双键碳原子连接两个不同的基团，即 α 碳上没有氢的羟基发生了消去反应。根据原子守恒可知：托瑞米芬的结构简式为



26. (12 分) 化学小组用如下方法测定经处理后的废水中苯酚的含量(废水中不含干扰测定的物质)

- I. 用已准确称量的 KBrO_3 固体配制一定体积的 $a \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ KBrO_3 标准溶液；
- II. 取 $v_1\text{mL}$ 上述溶液，加入过量 KBr ，加 H_2SO_4 酸化，溶液颜色呈棕黄色；
- III. 向 II 所得溶液中加入 $v_2\text{mL}$ 废水；
- IV. 向 III 中加入过量 KI ；
- V. 用 $b \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液滴定 IV 中溶液至浅黄色时。滴加 2 滴淀粉溶液，继续

滴定至终点，共消耗 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液 $v_3\text{mL}$ 。

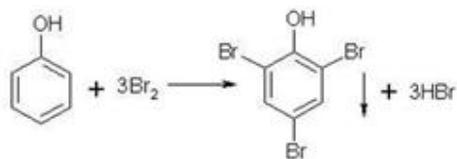
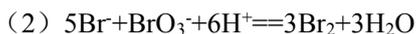
已知： $\text{I}_2 + 2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = 2\text{NaI} + \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$

$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 和 $\text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$ 溶液颜色均为无色

- (1) I 中配制溶液用到的玻璃仪器有烧杯、玻璃棒、胶头滴管和_____
- (2) II 中发生反应的离子方程式是_____
- (3) III 中发生反应的化学方程式是_____
- (4) IV 中加 KI 前，溶液颜色须为黄色，原因是_____
- (5) KI 与 KBrO_3 物质的量关系为 $n(\text{KI}) \geq 6n(\text{KBrO}_3)$ 时， KI 一定过量，理由是_____
- (6) V 中滴定至终点的现象是_____
- (7) 废水中苯酚的含量为_____ $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ (苯酚摩尔质量： $94\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$)
- (8) 由于 Br_2 具有_____性质， II~IV 中反应须在密闭容器中进行，否则会造成测定结果偏高。

【答案】

- (1) 容量瓶



(3)

(4) 溴水过量，保证所有苯酚都和溴水反应，使测量结果准确

(5) 保证所有剩余的 Br_2 都能被 I^- 还原

(6) 蓝色褪去，且持续 30 秒不恢复

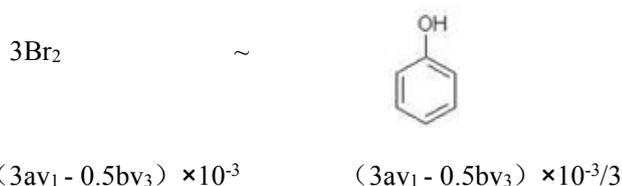
(7) $47(6aV_1 - bV_3) / 3V_2$

(8) 易挥发

【解析】该题的测定原理是用 KBrO_3 标准溶液在酸性条件下和过量的 KBr 反应生成溴单质（溴单质过量，保证所有苯酚都和溴水反应，使测量结果准确），生成的 Br_2 和苯酚反应生成三溴苯酚，再用过量的 KI 溶液消耗掉过量的 Br_2 （ KI 溶液过量的是为了保证所有剩余的 Br_2 都能被 I^- 还原），同时生成 I_2 ，然后再用 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液滴定生成的 I_2 ，它们之间的对应关系是：



过量的 $\text{Br}_2 \sim 2\text{KI} \sim \text{I}_2 \sim 2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$



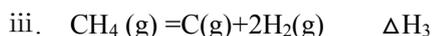
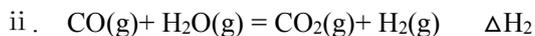
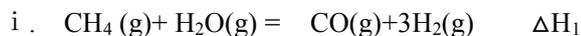
$$\text{苯酚的含量: } \frac{94 \times (3aV_1 - 0.5bV_3) \times 10^{-3} / 3}{V_2 \times 10^{-3}} = 47(6aV_1 - bV_3) / 3V_2$$

27. (14 分) 氢能源是最具应用前景的能源之一，高纯氢的制备是目前的研究热点。

(1) 甲烷水蒸气催化重整是制高纯氢的方法之一，

①反应器中初始反应的生成物为 H_2 和 CO_2 ，其物质的量之比为 4:1，甲烷和水蒸气反应的方程式是_____。

②已知反应器中还存在如下反应：



.....

iii为积炭反应，利用 ΔH_1 和 ΔH_2 计算 ΔH_3 时，还需要利用_____反应的 ΔH 。

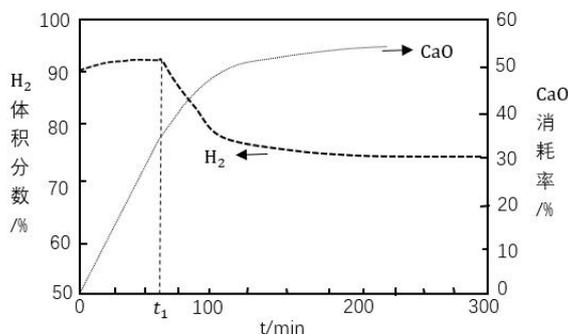
③反应物投料比采用 $n(H_2O):n(CH_4)=4:1$ ，大于初始反应的化学计量数之比，目的是_____（选填字母序号）。

- a.促进 CH_4 转化 b.促进 CO 转化为 CO_2 c.减少积炭生成

④用 H_2 可以去除 CO_2 ， H_2 体积分数和 CaO 消耗率随时间变化关系如下图所示。

从 t_1 时开始， H_2 体积分数显著降低，单位时间 CaO 消耗率_____（填“升高”“降低”或“不变”）。此时 CaO 消耗率约为 35%，但已失效，结合化学方程式解释原因：

_____。



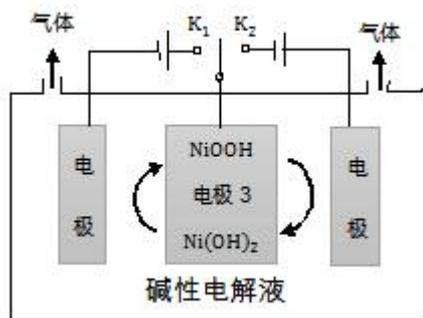
(2) 可利用太阳能光伏电池电解水制高纯氢，工作示意图如下。通过控制开关连接 K_1 或 K_2 ，可交替得到 H_2 和 O_2 。

①制 H_2 时，连接_____。

产生 H_2 的电极反应式是_____。

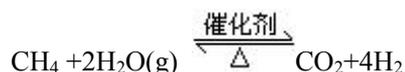
②改变开关连接方式，可得 O_2 。

③结合①和②中电极 3 的电极反应式，说明电极 3 的作用：_____。



【解析】本题以热点问题“氢能源——高纯氢的制备”为切入点，考查化学方程式书写，盖斯定律，化学平衡问题，电化学等相关知识；信息以文字、图像等多种方式呈现给学生，阅读量和思维容量都比较大，综合性较强，很好的考查学生利用化学反应原理的相关知识解决实际问题能力。

(1) ①已知反应物为 CH_4 和 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 生成物为 CO_2 和 H_2 ，所以方程式为



②根据盖斯定律，iii- (i + ii) 运算出的方程式为所缺反应： $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$

或用 iii- (i - ii) 运算得 $\text{C}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}$

③增大水蒸气的用量，可以提高 i 反应中 CH_4 和 ii 反应中 CO 的转化率，同时 $c(\text{CH}_4)$ 减小，使得 iii 中发生积炭反应的 CH_4 减少，正确答案：abc

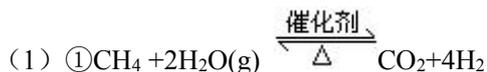
④由图可知， CaO 消耗率曲线的斜率逐渐减小，单位时间 CaO 消耗率降低，过多的 CO_2 会消耗 H_2 ，使 H_2 体积分数明显下降， $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 。

(2) ①根据电源的正负和电极 3 上的物质变化， H_2 是 H_2O 中 H^+ 在阴极放电的产物，所以电极 1 产生 H_2 ，应连接 K_1 ，电极反应 $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-$ 。

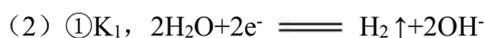
②制 H_2 时，电极 3： $\text{Ni}(\text{OH})_2 - \text{e}^- + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{NiOOH} + \text{H}_2\text{O}$ ，消耗电极 1 产生的 OH^- ；

制 O_2 时，电极 3： $\text{NiOOH} + \text{e}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Ni}(\text{OH})_2 + \text{OH}^-$ ，补充电极 2 消耗的 OH^- 。

【答案】



③ abc

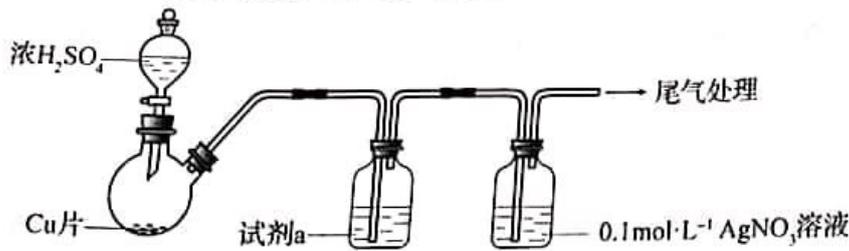


②制 H_2 时，电极 3: $Ni(OH)_2 - e^- + OH^- \rightleftharpoons NiOOH + H_2O$ ，消耗电极 1 产生的 OH^- ；

制 O_2 时，电极 3: $NiOOH + e^- + H_2O \rightleftharpoons Ni(OH)_2 + OH^-$ ，补充电极 2 消耗的 OH^- 。

28. (16分)化学小组实验探究 SO_2 与 $AgNO_3$ 溶液的反应。

(1)实验一：用如下装置(夹持、加热仪器略)制备 SO_2 ，将足量 SO_2 通入 $AgNO_3$ 溶液中，迅速反应，得到无色溶液 A 和白色沉淀 B。



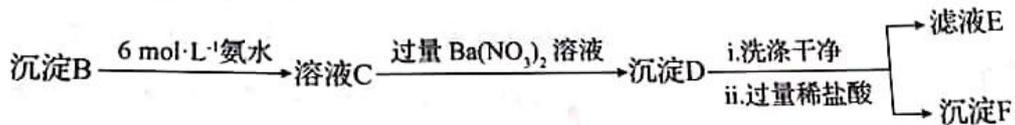
① 浓 H_2SO_4 与 Cu 反应的化学方程式是_____。

②试剂 a 是_____。

(2)对体系中有关物质性质分析得出：沉淀 B 可能为 Ag_2SO_3 ， Ag_2SO_4 或二者混合物。

(资料： Ag_2SO_4 微溶于水， Ag_2SO_3 难溶于水)

实验二:验证 B 的成分



① 写出 Ag_2SO_3 溶于氨水的离子方程式_____。

②加入盐酸后沉淀 D 大部分溶解，剩余少量沉淀 F。推断 D 中主要是 $BaSO_3$ ，进而推断 B 中含有 Ag_2SO_3 。向滤液 E 中加入一种试剂，可进一步证实 B 中含有 Ag_2SO_3 。所用试剂及现象是_____。

(3)根据沉淀 F 的存在推断 SO_4^{2-} 的产生有两个途径:

途径 1: 实验一中， SO_2 在 $AgNO_3$ 溶液中被氧化，生成 Ag_2SO_4 ，随沉淀 B 进入 D。途径

2: 实验二中， SO_3^{2-} 被氧化为 SO_4^{2-} 进入 D。

实验三: 探究 SO_4^{2-} 的产生途径

①向溶液 A 中滴入过量盐酸，产生白色沉淀，证明溶液中含有 _____；取上层清液，继续滴加 BaCl₂ 溶液，未出现白色沉淀，可判断 B 中不含 Ag₂SO₄。做出判断的理由 _____。

②实验三的结论： _____。

(4)实验一中 SO₂ 与 AgNO₃ 溶液反应的离子方程式是 _____。

(5)根据物质性质分析，SO₂ 与 AgNO₃ 溶液应该可以发生氧化还原反应。将实验一所得混合物放置一段时间，有 Ag 和 SO₄²⁻生成。

(6)根据上述实验所得结论： _____。

【答案】 (1) ①Cu+2H₂SO₄(浓) $\xrightarrow{\Delta}$ Cu SO₄+SO₂↑+2H₂O, ②饱和 NaHSO₃ 溶液。

(2) ①Ag₂SO₃+4NH₃·H₂O==2Ag(NH₃)₂⁺+ SO₃²⁻+4H₂O, ②加入品红溶液，溶液褪色

(3) ①Ag₂SO₄；由于 Ag₂SO₄ 微溶于水，Ag₂SO₄ (s) →2 Ag⁺+ SO₄²⁻，取上层清液滴加 BaCl₂ 溶液，若含有 Ag₂SO₄，则会出现白色沉淀。②故 SO₄²⁻的产生途径是 SO₃²⁻被氧化为 SO₄²⁻进入 D。

(4) 2 Ag⁺+SO₂+H₂O== Ag₂SO₃↓+2H⁺

(5) SO₂ 与 AgNO₃ 溶液既能发生沉淀反应，又能发生氧化还原反应，其中沉淀反应的速率比氧化还原反应快。

【解析】

(1) Cu+2H₂SO₄(浓) $\xrightarrow{\Delta}$ Cu SO₄+SO₂ ↑ +2H₂O,由于生成的二氧化硫气体中混有酸雾，会对后面的实验造成干扰，故需要用饱和 NaHSO₃ 溶液进行洗气。

(2) Ag₂SO₃+4NH₃·H₂O==2Ag(NH₃)₂⁺+ SO₃²⁻+4H₂O, D 中主要是 BaSO₃，加入盐酸后沉淀 BaSO₃ 大部分溶解，溶液中溶有一定量的 SO₂，加入品红溶液，溶液褪色。

(3) 由于 Ag₂SO₄ 微溶于水，Ag₂SO₄ (s) →2 Ag⁺+ SO₄²⁻,取上层清液滴加 BaCl₂ 溶液，若含有 Ag₂SO₄，则会出现白色沉淀。故 SO₄²⁻的产生途径是 SO₃²⁻被氧化为 SO₄²⁻进入 D。

(4) 2 Ag⁺+SO₂+H₂O== Ag₂SO₃ ↓ +2H⁺

(5) SO₂ 与 AgNO₃ 溶液既能发生沉淀反应，又能发生氧化还原反应，其中沉淀反应的速率比氧化还原反应快。

2019 年高考天津卷化学试题解析

以下数据供解题时参考：

相对原子质量：H 1 C 12 N 14 O 16

1. 化学在人类社会发展发挥着重要作用，下列事实不涉及化学反应的是

- A. 利用废弃的秸秆生产生物质燃料乙醇
- B. 利用石油生产塑料，化纤等高分子材料
- C. 利用基本的化学原料生产化学合成药物
- D. 利用反渗透膜从海水中分离出淡水

【试题解析】

该题为生活中的化学常识考查。

A. 废弃的秸秆为纤维素，经水解、分解生产生物质燃料乙醇，属于化学反应；

B. 石油的主要成分是烷烃、环烷烃、芳香烃，经过裂解得短链烯烃，用于生产塑料、化纤等高分子材料，为化学反应；

C. 利用基本化学原料生产化学合成药物，很明显是化学反应；

D. 利用反渗透膜，自然是物理方法。

【答案】： D

2. 下列离子方程式能用来解释实验现象的是

	实验现象	离子方程式
A	向氢氧化镁悬浊液中滴加氯化铵溶液，沉淀溶解	$\text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{NH}_4^+ = \text{Mg}^{2+} + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$
B	向沸水中滴加饱和氯化铁溶液至产生红褐色液体	$\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} = \text{Fe}(\text{OH})_3\downarrow + 3\text{H}^+$
C	二氧化硫使酸性高锰酸钾溶液褪色	$3\text{SO}_2 + 2\text{MnO}_4^- + 4\text{H}^+ = 2\text{Mn}^{2+} + 3\text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$
D	氧化亚铁溶于稀硝酸	$\text{FeO} + 2\text{H}^+ = \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$

【试题解析】

该题为化学基础知识的考查。A. $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 沉淀溶解原理是与 NH_4^+ 反应生成 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ，正确；B. 据题意生成液体故不能写沉淀符号，错误；C. 得失电子没有守恒，不要认为电荷和原子守恒就可以了，错误；D. 硝酸无论浓稀均具有强氧化性，故应生成三价铁离子，错误。

【答案】： A

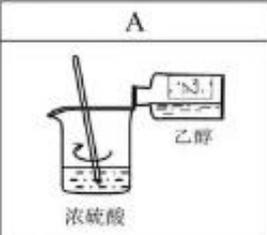
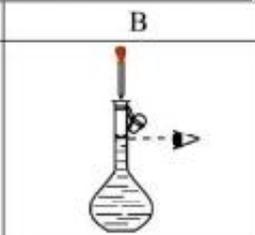
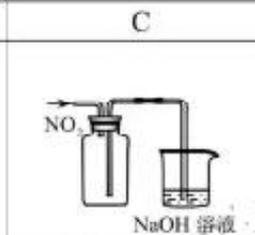
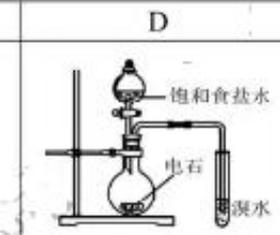
3.下列有关金属及其化合物的应用不合理的是

- A.将废铁屑加入氯化亚铁溶液中，可用于除去工业废气中的氯气
- B.铝中添加适量锂，制得低密度、高强度的铝合金可用于航空工业
- C.盐碱地（含较多 Na_2CO_3 等）不利于作物生长，可施加熟石灰进行改良
- D.无水 CoCl_2 呈蓝色，吸水会变为粉红色，可用于判断变色硅胶是否吸水

试题解析：该题检测金属及其化合物性质。C选项错误很明显，土壤已显碱性故不能加碱性物质，应该加些显酸性的物质，如可以施用铵肥。

【答案】：C

4.下列实验或操作能达到实验目的的是

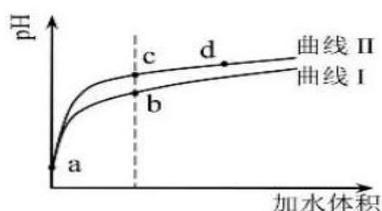
A	B	C	D
			
混合浓硫酸和乙醇	配制一定浓度的溶液	收集 NO_2 气体	证明乙炔可使溴水褪色

【试题解析】：该题考查学生基本实验操作。A.有机化学制备乙酸乙酯时明确了试剂加入顺序，要先加乙醇再加浓硫酸，否则乙醇沸点低，加入浓硫酸中放热易挥发，错误；C.二氧化氮比空气重，排空气法收集应该长进短出，错误；D.电石中含有的杂质硫化钙、磷化钙与水产生的硫化氢、磷化氢也会使溴水褪色,故D错误。

【答案】B

5.某温度下， HNO_2 和 CH_3COOH 的电离平衡常数分别为 5.0×10^{-4} 和 1.7×10^{-5} 。将PH和体积均相同的两种酸溶液分别稀释，其 pH 随加水体积的变化如图所示。下列叙述正确的是

- A.曲线 1 代表 HNO_2 溶液
- B.溶液中水的电离程度： $b > c$



- C.从 c 点到 d 点，溶液中 $\frac{c(\text{HA})c(\text{OH}^-)}{c(\text{A}^-)}$ 保持不变

(其中 HA 和 A^- 分别代表相应的酸和酸根离子)

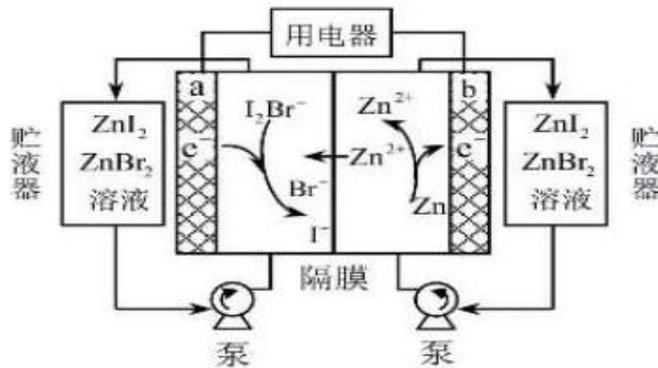
- D.相同体积 a 点的两溶液分别与 NaOH 恰好中和后，溶液中 $n(\text{Na}^+)$ 相同

试题解析：该题考查了弱酸电离平衡常数的应用，要求学生具备一定的识图能力。 K_a 越小

酸性越弱，稀释时越具有缓冲作用，所以 A 错误；溶液的 PH 数值越小，酸性越强，对水的电离抑制作用越大，故 B 错误；C.分子、分母同时乘以 $c(\text{H}^+)$ ，则变式为 K_a/K_w ，是个定值，故 C 正确；D.起点相同，弱酸浓度大，则等体积酸溶液中和反应后 $n(\text{Na}^+)$ 也大，故 D 错误。

【答案】C

6.我国科学家研制了一种新型的高比能量锌--碘溴液流电池，其工作原理示意图如下。图中贮液器可储存电解质溶液，提高电池的容量。下列叙述不正确的是



- A.放电时，a 电极反应为 $\text{I}_2\text{Br}^- + 2\text{e}^- = 2\text{I}^- + \text{Br}^-$
- B.放电时，溶液中离子的数目增大
- C.充电时，b 电极每增重 0.65 g，溶液中有 0.02mol I^- 被氧化
- D.充电时，a 电极接外电源负极

【试题解析】

该题出题角度富有新意，以新面孔出现，考查了学生感知新题境提取信息并应用化学知识的能力，只要基础知识牢固也能迎刃而解。本题关键是锌--碘溴液流电池，图示为原电池放电，根据锌离子移动方向可以确定 a 正极，b 负极，b 极锌失电子生成阳离子，a 极附近阴离子得电子一个离子变三个离子，故溶液中离子数目增多，故 A、B 均正确；充电相当于电解池，原正极与外电源正极相连做阳极，原负极与外电源负极相连做阴极，反应为原电池的逆反应，故 C 对 D 错。

【答案】D

7. (14 分) 氮 (N)、磷 (P)、砷 (As)、锑 (Sb)、铋 (Bi)、镆 (Mc) 为元素周期表中原子序数依次增大的同族元素。回答下列问题：

- (1) 砷在周期表中的位置_____， ${}^{288}_{115}\text{Mc}$ 的中子数为_____。

已知： $P(S, \text{红磷}) = P(S, \text{黑磷}) \quad \Delta H = -39.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

$P(S, \text{白磷}) = P(S, \text{红磷}) \quad \Delta H = -17.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

由此推知，其中最稳定的磷单质是_____。

(2) 氮和磷氢化物性质的比较：

热稳定性： NH_3 _____ PH_3 (填“>”或“<”)。

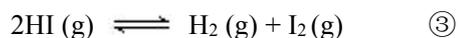
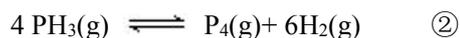
沸点： N_2H_4 _____ P_2H_4 (填“>”或“<”)，判断依据是_____。

(3) NH_3 和 PH_3 与卤化氢反应相似，产物的结构和性质也相似。下列对 PH_3 和 HI 反应产物的推断正确的是_____ (填序号)。

a. 不能和 NaOH 反应 b. 含离子键、共价键 c. 能与水反应

(4) SbCl_3 能发生较强烈的水解，生成难溶的 SbOCl ，写出该反应的化学方程式_____，因此，配制 SbCl_3 溶液应注意_____。

(5) 在 1 L 真空密闭容器中加入 $a \text{ mol}$ PH_4I 固体， $t^\circ\text{C}$ 时发生如下反应：



达平衡时，体系中 $n(\text{HI}) = b \text{ mol}$ ， $n(\text{I}_2) = c \text{ mol}$ ， $n(\text{H}_2) = d \text{ mol}$ ，则 $t^\circ\text{C}$ 时反应①的平衡常数 K 值为_____ (用字母表示)。

【试题解析】

该题以几个重要的主族元素为载体考查了学生原子结构、周期表和周期律的有关知识，通过 N_2H_4 与 P_2H_4 沸点比较检测了氢键的应用，此处要注意语言表达的准确性，如分子间存在氢键，(3)、(4) 两问要求学生具备知识迁移能力，将已学知识进行迁移并应用。

(5) 面对一个体系多个连续反应，表示反应①的平衡常数 K ，需采用逆推法求得 $n(\text{PH}_3)$ ，以 $n(\text{I}_2) = c \text{ mol}$ 推得③生成 $n(\text{H}_2) c \text{ mol}$ 并消耗 $n(\text{HI}) 2 c \text{ mol}$ ，则在反应①生成

$n(\text{PH}_3) = n(\text{HI}) = (2c + b) \text{ mol}$ ，由平衡时 $n(\text{H}_2) = d \text{ mol}$

推得反应②生成 $n(\text{H}_2) = (d - c) \text{ mol}$ ，消耗

$$n(\text{H}_2) = \frac{2}{3}(d - c) \text{ mol}$$

$$\text{故①平衡时 } n(\text{PH}_3) = 2c + b - \frac{2}{3}(d - c) \text{ mol}$$

$$k = (b - \frac{2d - 8c}{3})b \quad \text{或} \quad k = (b + \frac{8c - 2d}{3})b$$

【答案】

(1) 第四周期第 VA 族 173 黑磷

(2) > > N₂H₄ 分子间存在氢键

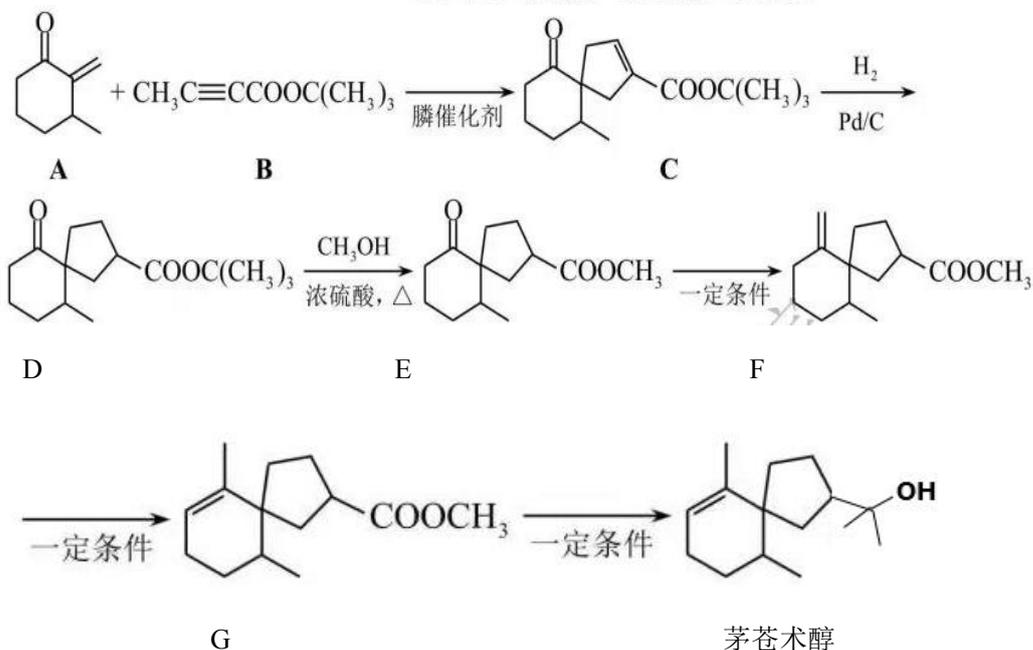
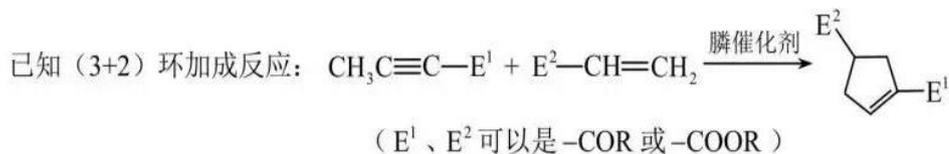
(3) b、c

(4) $\text{SbCl}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{SbOCl} \downarrow + 2\text{HCl}$ (写成“ \rightleftharpoons ”或“ $=$ ”亦可) 加入酸如盐酸,

抑制水解

(5) $(b + \frac{8c - 2d}{3})b$

8. (18分) 我国化学家首次实现了磷催化的(3+2)环加成反应, 并依据该反应, 发展了一条合成中草药活性成分茅苍术醇的有效路线。



回答下列问题:

(1) 茅苍术醇的分子式为_____，所含官能团名称为_____，分子中手性碳原子(连有四个不同的原子或原子团)的数目为_____。

(2) 化合物 B 的核磁共振氢谱中有_____个吸收峰, 并满足以下条件的同分异构体(不考虑手性异构)数目为_____。

①分子中含有碳碳三键和乙酯基(-COOCH₂CH₃)

②分子中有连续四个碳原子在一条直线上

写出其中碳碳三键和乙酯基直接相连的同分异构体的结构简式_____。

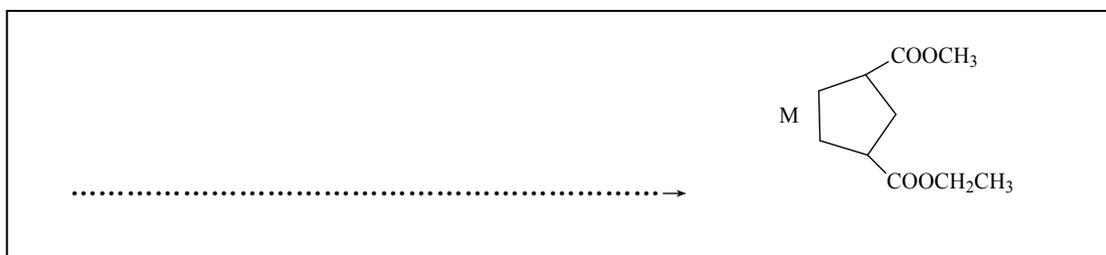
(3) C → D 的反应类型为_____。

(4) D → E 的化学方程式为_____，除 E 外该反应另一产物的系统命名为_____。

(5) 下列试剂分别与 F 和 G 反应，可以生成相同环状产物的是_____(填序号)。

a. Br₂ b. HBr c. NaOH 溶液

(6) 参考以上合成路线及条件，选择两种链状不饱和酯，通过两步反应合成化合物 M，在方框中写出路线图（其他试剂任选）。



【试题解析】

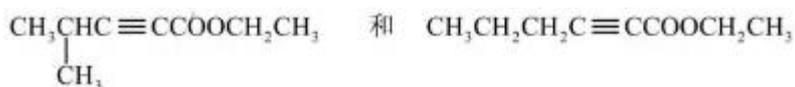
该题以我国化学家首次实现的磷催化的 (3+2) 环加成反应为依据、研究合成中草药活性成分茅苍术醇的有效路线。考查了学生分子式的写法和手性碳的找法（重点看单键碳所连四个不同基团）、有机物的命名、等效氢的判断、给定条件下同分异构体数目的找法、反应方程式的书写及反应类型判断，这些均属于有机化学基础知识。

(5) 考查了不对称烯烃的加成反应遵循马氏规则。

(6) 应用所给信息完成有机物的合成流程图，考查了学生接受信息并应用信息的综合能力。

【答案】

(1) C₁₅H₂₆O 碳碳双键、羟基 3



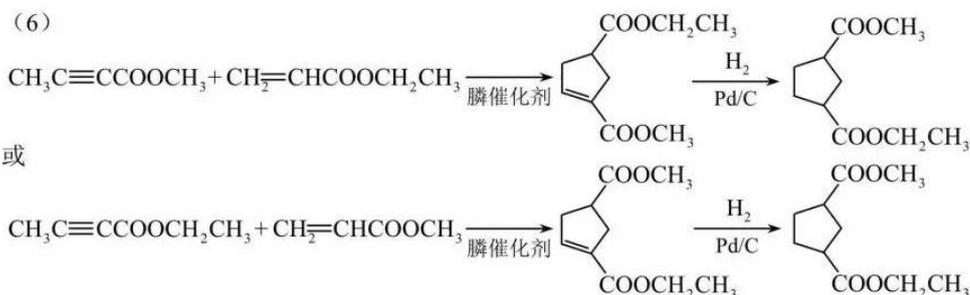
(2) 2 5

(3) 加成反应 或还原反应



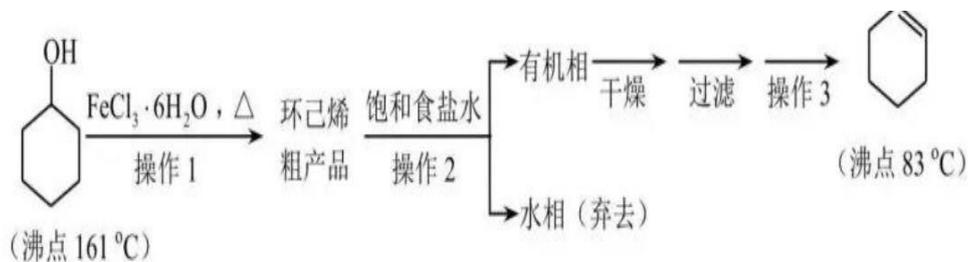
2-甲基-2-丙醇

(5) b



(Pd/C 写成 Ni 等合理催化剂亦可)

9.(18分)环己烯是重要的化工原料。其实验室制备流程如下：



回答下列问题

I.环己烯的制备与提纯

(1) 原料环己醇中若含苯酚杂质，检验试剂为_____现象为_____

(2) 操作 1 的装置如图所示(加热和夹持装置已略去)。

①烧瓶 A 中进行的可逆反应化学方程式为_____

浓硫酸也可作该反应的催化剂，选择 $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 而不用浓硫酸的原因为_____ (填序号)。

a.浓硫酸易使原料炭化并产生 SO_2

b. $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 污染小、可循环使用，符合绿色化学理念。

c. 同等条件下，用 $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 比浓硫酸的平衡转化率高。

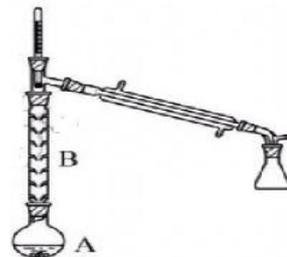
②仪器 B 的作用为_____

(3) 操作 2 用到的玻璃仪器是_____

(4) 将操作 3(蒸馏)的步骤补齐：安装蒸馏装置，加入待蒸馏的物质和沸石_____

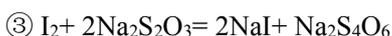
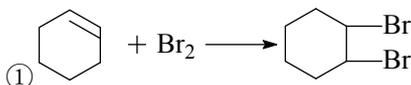
弃去前馏分，收集 83°C 的馏分。

II. 环己烯含量的测定



在一定条件下，向 a g 环己烯样品中加入定量制得的 b mol Br_2 ，与环己烯充分反应后，剩余的 Br_2 与足量 KI 作用生成 I_2 ，用 c mol·L⁻¹ 的 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液滴定，终点时消耗 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液 v mL(以上数据均已扣除干扰因素)。

测定过程中，发生的反应如下：



(5) 滴定 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 所用指示剂为_____。样品中环己烯的质量分数为_____ (用字母表示)。

(6) 下列情况会导致测定结果偏低的是_____ (填序号)

- a. 样品中含有苯酚杂质
- b. 在测定过程中部分环己烯挥发
- c. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液部分被氧化

【试题解析】

该题以有机实验为载体,通过对提纯物质流程图的认知,考查物质检验、分离方法和仪器的选择,通过纯度计算考查了定量实验---滴定实验中指示剂的选择及结果误差分析,充分体现了化学学科思维的应用性。

(2) ①考查了催化剂只能改变速率而不能改变反应物转化率的常识。

II. 环己烯含量的测定

通过已给三个化学反应方程式得到关系式 $\text{Br}_2 \sim \text{I}_2 \sim 2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

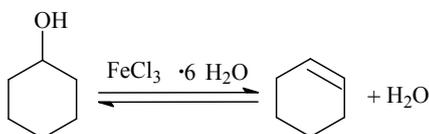
剩余的 $n(\text{Br}_2) = 0.5n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0.5 \times 10^{-3}cV$ mol

与环己烯反应的 $n(\text{Br}_2) = (b - 0.510 \times 10^{-3}cV)$ mol

求得环己烯的质量分数为 $\frac{(b - \frac{cV}{2000}) \times 82}{a}$

【答案】：

(1) FeCl_3 溶液 溶液显紫色



a、b

②减少环己醇蒸出

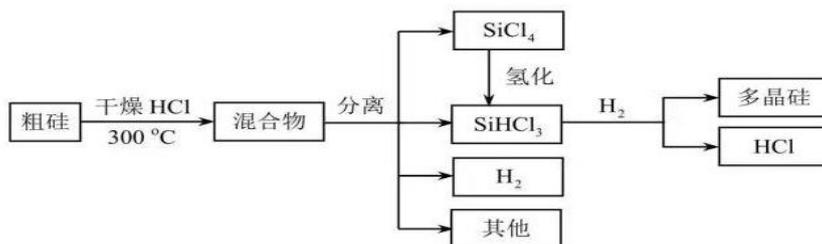
(3) 分液漏斗、烧杯

(4) 通冷凝水，加热

(5) 淀粉溶液 $\frac{(b - \frac{cv}{2000}) \times 82}{a}$

(6) b、c

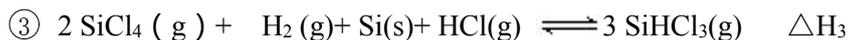
10.多晶硅是制造光伏电池的关键材料。以下是由粗硅制备多晶硅的简易过程。



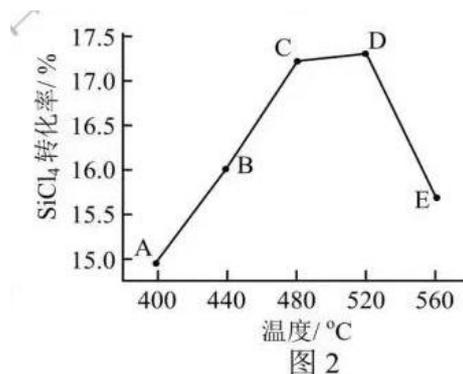
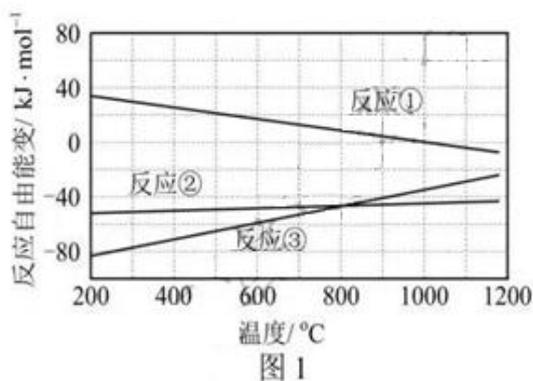
回答下列问题：

I. 硅粉与 HCl 在 300°C 时反应生成 1 mol SiHCl₃ 气体和 H₂，放出 225KJ 热量，该反应的热化学方程式为_____。SiHCl₃ 的电子式为_____。

II. 将 SiCl₄ 氢化为 SiHCl₃ 有三种方法，对应的反应依次为：



(1) 氢化过程中所需的高纯度 H₂ 可用惰性电极点解 KOH 溶液制备，写出产生 H₂ 的电极名称 _____ (填“阳极”或“阴极”)，该电极反应方程式为_____。



(2) 已知体系自由能变 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$, $\Delta G < 0$ 时反应自发进行。三个氯化反应的 ΔG 与温度的关系如图 1 所示, 可知: 反应①能自发进行的最低温度是_____ ; 相同温度下, 反应②比反应①的 ΔG 小, 主要原因是_____。

(3) 不同温度下反应②中 SiCl_4 转化率如图 2 所示。下列叙述正确的是()_(填序号)

a. B 点: $v_{\text{正}} > v_{\text{逆}}$ b. $v_{\text{正}}$: A 点 > E 点 c. 反应适宜温度: $480 \sim 520^\circ\text{C}$

(4) 反应③的 $\Delta H_3 =$ _____ (用 $\Delta H_1, \Delta H_2$ 表示)。温度升高, 反应③的平衡常数 K _____ (填“增大”、“减小”或“不变”)。

(5) 由粗硅制备多晶硅过程中循环使用的物质除 SiCl_4 、 SiHCl_3 和 Si 外, 还有 _____ (填分子式)

【试题解析】

该题由粗硅制备多晶硅的简易工业流程为载体, 考查了学生利用所学知识分析解决实际生产中问题的能力。比如说题 I 就是依据流程图及给定条件书写热化学方程式为 $\text{Si}(\text{g}) + 3\text{HCl}(\text{g}) \xrightleftharpoons{300^\circ\text{C}} \text{SiHCl}(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$, 比较直观, 答题时只需要注意热化学方程式的规范书写即可, 难度不大。而电子式的书写则可参考 CH_4 和 CCl_4 的电子式的书写; 本小题主要考查热化学方程式的书写、电子式的书写、制备氢气的电极方程式书写等主干知识。

II 中 (1) 主要考查学生对电化学基础知识的运用能力: 电极的准确判断、电极方程式的规范书写, 比较基础, 易得出 H_2 在阴极得到, 电极反应式为:



(2) 利用体系自由能变 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ ，同时结合图像来得知可逆反应的最低温度为 1000°C ；因为 $\Delta H_1 > 0$ ， $\Delta H_2 < 0$ 所以 $\Delta H_2 < \Delta H_1$ 故 $\Delta G_2 < \Delta G_1$

(3) 注意图像中平衡点判断与转化率随温度改变的关系。在转化率达到最大点之前，随着温度升高，反应速率变大，转化率也随着变大，达平衡后温度升高平衡逆向移动，转化率逐渐变小所以选 a,c；因温度高速率快，所以 E 点速率大于 A 点，b 错误。

(4) 根据盖斯定律，② - ①得到反应③，所以 $\Delta H_3 = \Delta H_2 - \Delta H_1 < 0$ ，反应③为放热反应，温度升高逆向移动，K 减小。

(5) 根据流程图不难得知循环使用的物质为 H_2 和 HCl 。

【答案】



II.

(1) 阴极 $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = \text{H}_2\uparrow + \text{H}_2\text{(g)}$ 或 $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2\uparrow$

(2) 1000°C $\Delta H_2 < \Delta H_1$ 导致反应②的 ΔG 小

(3) a、c

(4) $\Delta H - \Delta H_1$ 减小

(5) HCl 、 H_2

2019 年江苏高考化学试题、答案及解析

可能用到的相对原子质量：

H 1 C 12 N 14 O 16 Na 23 Mg 24 Al 27 S 32 Cl 35.5 K 39 Ca 40
Cr 52 Fe 56 Cu 64 Ag 108 I 127

选择题

单项选择题：本题包括 10 小题，每小题 2 分，共计 20 分。每小题只有一个选项符合题意。

1. 糖类是人体所需的重要营养物质。淀粉分子中不含的元素是 ()

A. 氢 B. 碳 C. 氮 D. 氧

【答案】C

【解析】淀粉属于糖类中的多糖，分子是为 $(C_6H_{12}O_6)_n$ ，含 C, H, O 三种元素

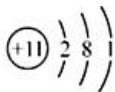
2. 反应 $NH_4Cl + NaNO_2 = NaCl + N_2 + 2H_2O$ 放热且产生气体，可用于冬天石油开采，下列表示反应中相关微粒的化学用语正确的是 ()

A. 中子数为 18 的氯原子：

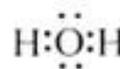


B. N_2 的结构式： $N=N$

C. Na^+ 的结构示意图：



D. H_2O 的电子式：



【答案】D

$\begin{matrix} A \\ Z \end{matrix} X$

【解析】选项 A 原子表示方法为 $\begin{matrix} A \\ Z \end{matrix} X$ ，Z 表示质子数，A 表示质量数，质量数=质子数+中子数。选项 B, N_2 的结构式 $N \equiv N$ ，选项 C Na 原子失去最外层一个电子形成 Na^+ 。选项 D 正确

3. 下列有关物质的性质与用途具有对应关系的是 ()

A. NH_4HCO_3 、受热易分解，可用作化肥

B. 稀硫酸具有酸性，可用于除去铁锈

C. SO_2 具有氧化性，可用于纸浆漂白

D. Al_2O_3 具有两性，可用于电解冶炼铝

【答案】B

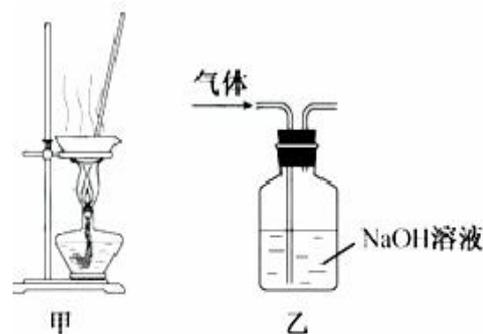
【解析】选项 A 是因为 NH_4HCO_3 中含有氮元素，可用作化肥。选项 B 正确。选项 C 是因为 SO_2 具有漂白性，可用于纸浆漂白。选项 D 是因为 Al_2O_3 属于离子化合物，熔融导电，可用于电解冶炼铝。

4. 室温下, 下列各组离子在指定溶液中能大量共存的是 ()

- A. 0.1 mol/L NaOH 溶液: Na^+ 、 K^+ 、 CO_3^{2-} 、 AlO_2^-
 B. 0.1 mol/L FeCl_2 溶液: K^+ 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} 、 MnO_4^-
 C. 0.1 mol/L K_2CO_3 溶液: Na^+ 、 Ba^{2+} 、 Cl^- 、 OH^-
 D. 0.1 mol/L H_2SO_4 溶液: K^+ 、 NH_4^+ 、 NO_3^- 、 HSO_3^- ;

【答案】A

【解析】选项 A 正确。选项 B, Fe^{2+} 与 MnO_4^- 因发生氧化还原反应不能大量共存。选项 C, CO_3^{2-} 与 Ba^{2+} 因生成 BaCO_3 难溶物不能大量共存。选项 D, HSO_3^- 与 H^+ 因生成弱电解质不能共存, HSO_3^- 与 H^+ , NO_3^- 因氧化还原不能大量共存



5. 下列实验操作能达到实验目的的是 ()

- A. 用经水湿润的 pH 试纸测量溶液的 pH
 B. 将 4.0 g NaOH 固体置于 100mL 容量瓶中, 加水至刻度, 配制

1.000 mol/L NaOH 溶液

- C. 用装置甲蒸干 AlCl_3 溶液制无水 AlCl_3 固体
 D. 用装置乙除去实验室所制乙烯中的少量 SO_2

【答案】D

【解析】选项 A, pH 试纸测量溶液的 pH 时不能用水润湿, 会稀释原溶液, 选项 B 应将称量好的 NaOH 固体置于烧杯中加水溶解, 冷却后转移到 100mL 容量瓶中。选项 C, AlCl_3 属于挥发性酸弱碱盐蒸干得到 $\text{Al}(\text{OH})_3$, 应在 HCl 气流下将溶液蒸干。选项 D 正确

6. 下列有关化学反应的叙述正确的是

- A. Fe 在稀硝酸中发生钝化
 B. MnO_2 和稀盐酸反应制取 Cl_2
 C. SO_2 与过量氨水反应生成 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$
 D. 室温下 Na 与空气中 O_2 制取 Na_2O_2

【答案】C

【解析】主要考查化学反应条件、反应物用量、浓度等对常见化学反应的影响。A 选项常温下 Fe 在浓硝酸或浓硫酸中可以钝化, 在稀硝酸中可以与之反应; B 选项 MnO_2 和稀盐酸不反应, 与浓盐酸在加热的条件下可生成 Cl_2 ; 酸性氧化物与碱的反应, 酸性氧化物过量生成酸式盐, 碱过量生成正盐, 故 C 项正确; 钠与氧气常温下生成 Na_2O , 加热生成 Na_2O_2 。

7. 下列指定反应的离子方程式正确的是

- A. 室温下用稀 NaOH 溶液吸收 Cl_2 : $\text{Cl}_2 + 2\text{OH}^- = \text{ClO}^- + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$

- B. 用铝粉和 NaOH 溶液反应制取少量 H₂: $\text{Al} + 2\text{OH}^- = \text{AlO}_2^- + \text{H}_2\uparrow$
- C. 室温下用稀 HNO₃ 溶解铜: $\text{Cu} + 2\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- = \text{Cu}^{2+} + 2\text{NO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$
- D. 向 Na₂SiO₃ 溶液中滴加稀盐酸: $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + 2\text{H}^+ = \text{H}_2\text{SiO}_3\downarrow + 2\text{Na}^+$

【答案】A

【解析】考查常见化学反应离子方程式的正误。B 选项正确书写为 $2\text{Al} + 2\text{OH}^- + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{AlO}_2^- + 3\text{H}_2\uparrow$ ；C 选项铜与稀硝酸反应生成 NO，与浓硝酸反应生成 NO₂，正确书写为 $3\text{Cu} + 8\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- = 3\text{Cu}^{2+} + 2\text{NO}\uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ ；D 选项 Na₂SiO₃ 为易溶于水的强电解质盐，应该拆开，正确书写为 $\text{SiO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{H}_2\text{SiO}_3\downarrow$ 。故正确答案为 A。

8. 短周期主族元素 X、Y、Z、W 的原子序数依次增大，X 是地壳中含量最多的元素，Y 原子的最外层有 2 个电子，Z 的单质晶体是应用最广泛的半导体材料，W 与 X 位于同一主族，下列说法正确的是

- A. 原子半径: $r(\text{W}) > r(\text{Z}) > r(\text{Y}) > r(\text{X})$
- B. 由 X、Y 组成的化合物是离子化合物
- C. Z 的最高价氧化物对应水化物的酸性比 W 的强
- D. W 的简单气态氢化物的热稳定性比 X 的强

【答案】B

【解析】考查元素推断和元素周期律。推断可知 X、Y、Z、W 分别是 O、Mg、Si、S。A 选项中原子半径大小顺序为 $r(\text{Y}) > r(\text{Z}) > r(\text{W}) > r(\text{X})$ ；B 选项 MgO 为离子化合物，正确；C 选项中 S 的非金属性大于 Si，所以 H₂SO₄ 的酸性大于 H₂SiO₃（H₂SiO₃ 是弱酸，H₂SO₄ 是强酸）；D 选项中 O 的非金属性大于 S，所以 O 的简单气态氢化物的热稳定性比 S 的强。

9. 在给定的条件下，下列选项所示的物质建转化均能实现的是

- A. $\text{NaCl}(\text{aq}) \xrightarrow{\text{电解}} \text{Cl}_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{Fe}(\text{s})} \text{FeCl}_2(\text{s})$
- B. $\text{MgCl}_2(\text{aq}) \xrightarrow{\text{石灰乳}} \text{Mg}(\text{OH})_2(\text{s}) \xrightarrow{\text{煅烧}} \text{MgO}(\text{s})$
- C. $\text{S}(\text{s}) \xrightarrow[\text{点燃}]{\text{氧气}} \text{SO}_3(\text{g}) \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}(\text{l})} \text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$
- D. $\text{N}_2(\text{g}) \xrightarrow[\text{高温高压催化剂}]{\text{H}_2(\text{g})} \text{NH}_3(\text{g}) \xrightarrow[\text{NaCl}(\text{aq})]{\text{CO}_2(\text{g})} \text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s})$

【答案】B

【解析】考查物质之间的相互转化。A 选项中 Fe (s) 和氯气加热只能生成 FeCl₃；C 选项中 S 在氧气中点燃无法直接生成 SO₃，生成的是 SO₂，SO₂ 进一步催化氧化才能生成 SO₃；

D 选项中 NH_3 在题中条件下生成的是 NaHCO_3 固体而不是 Na_2CO_3 固体。

10. 将铁粉和活性炭的混合物用 NaCl 溶液湿润后，置于如题 10 图装置中，进行铁的电化学腐蚀实验。下列有关该实验的说法正确的是



题 10 图

- A. 铁被氧化的电极反应式为 $\text{Fe} - 3\text{e}^- = \text{Fe}^{3+}$
- B. 铁腐蚀过程中化学能全部转化为电能
- C. 活性炭的存在会加速铁的腐蚀
- D. 以水代替 NaCl 溶液，铁不能发生吸氧腐蚀

【答案】C

【解析】考查的是金属腐蚀原理。在题中所给条件下，由于活性炭的存在发生的是铁的电化学腐蚀——吸氧腐蚀，故 C 正确；A 中电极反应式为 $\text{Fe} - 2\text{e}^- = \text{Fe}^{2+}$ ；B 中化学能应转化成电能和热能；D 选项水中有溶解氧，发生吸氧腐蚀，但速率会减慢。

不定项选择题：本题包括 5 小题，每小题 4 分，共计 20 分。每小题只有一个或两个选项符合题意。若正确答案只包括一个选项，多选时，该小题得 0 分；若正确答案包括两个选项，只选一个且正确的得 2 分，选两个且都正确的得满分，但只要选错一个，该小题就得 0 分。

11. 氢气与氧气生成水的反应是氢能源应用的重要途径。下列有关说法正确的是（ ）

- A. 一定温度下，反应 $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 能自发进行，该反应的 $\Delta\text{H} < 0$
- B. 氢氧燃料电池的负极反应为 $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- = 4\text{OH}^-$
- C. 常温常压下，氢氧燃料电池放电过程中消耗 11.2L H_2 ，转移电子的数目为 6.02×10^{23}
- D. 反应 $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 的 ΔH 可通过下式估算：

$\Delta\text{H} = \text{反应中形成新共价键的键能之和} - \text{反应中断裂旧共价键的键能之和}$

【答案】：A

【解析】：本题以燃料电池为依托考查了氧化还原反应和焓变的计算。

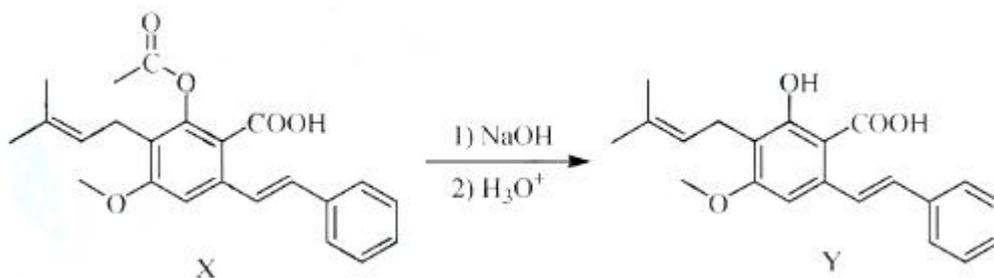
燃料燃烧是放热反应并且是自发进行的，A 项描述正确；

氢氧燃料电池的负极反应物为 H_2 ，B 错误；

非标况，气体体积无法进行计算 C 错误；

$\Delta\text{H} = \text{反应中断裂旧共价键的键能之和} - \text{反应中形成新共价键的键能之和}$ ，D 错误。

12. 化合物 Y 具有抗菌、消炎作用，可由 X 制得。



下列有关化合物 X,Y 的说法正确的是 ()

- A. 1 mol X 最多能与 2 mol NaOH 反应
 B. Y 与乙醇发生酯化反应可得 X
 C. X、Y 均能与酸性 KMnO_4 溶液反应
 D. 室温下 X、Y 分别与足量 Br_2 加成的产物分子中手性碳原子数目相同

【答案】：CD

【解析】：本题意在在对有机物官能团的考查

X 中含有酚酯，所以 1 mol X 最多能与 3 mol NaOH 反应，A 错误；

Y 与乙酸发生酯化反应可得 X，B 错误；

X，Y 中均含碳碳双键，均能与酸性 KMnO_4 溶液反应，C 正确；

X、Y 分别与足量 Br_2 加成的产物分子中手性碳原子数目相同均为 3，D 正确。

13. 室温下进行下列实验，根据实验操作和现象所得到的结论正确的是 ()

选项	实验操作和现象	结论
A	向 X 溶液中滴加几滴新制氯水，震荡，再加入少量 KSCN 溶液，溶液变为红色	X 溶液中一定含有 Fe^{2+}
B	向浓度均为 $0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaI、NaCl 混合溶液中滴加少量 AgNO_3 溶液，有黄色沉淀生成	$K_{\text{sp}}(\text{AgI}) > K_{\text{sp}}(\text{AgCl})$
C	向 3 mL KI 溶液中滴加几滴溴水，震荡，再滴加 1 mL 淀粉溶液，溶液显蓝色	Br_2 的氧化性比 I_2 的强
D	用 pH 试纸测得： CH_3COONa 溶液的 pH 约为 9， NaNO_2 溶液的 PH 约为 8	HNO_2 电离出 H^+ 的能力比 CH_3COOH 的强

【答案】：C

【解析】：A 项药品加入顺序错误，应先加入 KSCN 溶液，无明显变化，再加入氯水，溶液显红色，证明 Fe^{2+} 的存在；

按照 B 的操作和现象，应得结论为 $K_{\text{sp}}(\text{AgI}) < K_{\text{sp}}(\text{AgCl})$, B 错误；

D 项，根据浓度相等两盐溶液的 pH，才能推断出对应酸的电离程度，D 错误。

14. 室温下，反应 $\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{OH}^-$ 的平衡常数 $K = 2.2 \times 10^{-8}$ 。将 NH_4HCO_3 溶液和氨水按一定比例混合，可用于浸取废渣中 ZnO 。若溶液混合引起的体积变化可忽略，室温时下列指定溶液中微粒物质的量浓度关系正确的是 ()

A. $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 氨水: $c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) > c(\text{NH}_4^+) > c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$

B. $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NH_4HCO_3 溶液($\text{pH} > 7$): $c(\text{NH}_4^+) > c(\text{HCO}_3^-) > c(\text{H}_2\text{CO}_3) > c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})$

C. $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 氨水和 $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NH_4HCO_3 溶液等体积混合:

$c(\text{NH}_4^+) + c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = c(\text{H}_2\text{CO}_3) + c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{CO}_3^{2-})$

D. $0.6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 氨水和 $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NH_4HCO_3 溶液等体积混合:

$c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) + c(\text{CO}_3^{2-}) + c(\text{OH}^-) = 0.3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} + c(\text{H}_2\text{CO}_3) + c(\text{H}^+)$

【答案】: BD

【解析】: 本题考查溶液中离子浓度大小比较

A 项: 氨水中 OH^- 来源于水和 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 的电离，所以 $c(\text{OH}^-) > c(\text{NH}_4^+)$

B 项 NH_4HCO_3 溶液显碱性， HCO_3^- 的水解程度大于 NH_4^+ 的，正确

C 项根据物料守恒 $c(\text{NH}_4^+) + c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 2[c(\text{H}_2\text{CO}_3) + c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{CO}_3^{2-})]$

D 项根据物料守恒得 $c(\text{NH}_4^+) + c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 4[c(\text{H}_2\text{CO}_3) + c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{CO}_3^{2-})]$ ①

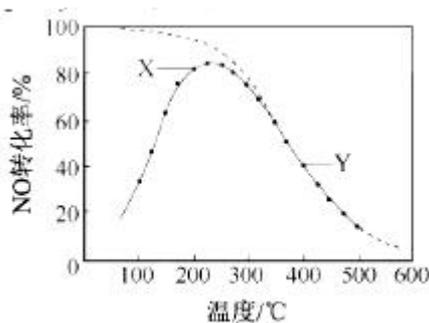
根据电荷守恒得 $c(\text{NH}_4^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{HCO}_3^-) + 2c(\text{CO}_3^{2-}) + c(\text{OH}^-)$ ②，由①-②消掉 NH_4^+

得 $c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) + c(\text{OH}^-) = 4c(\text{H}_2\text{CO}_3) + 3c(\text{HCO}_3^-) + 2c(\text{CO}_3^{2-}) + c(\text{H}^+)$ ③。两溶液等体积

混合，根据物料守恒得 $c(\text{H}_2\text{CO}_3) + c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{CO}_3^{2-}) = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，在③的两侧加上 CO_3^{2-} 即得

$c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) + c(\text{CO}_3^{2-}) + c(\text{OH}^-) = 0.3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} + c(\text{H}_2\text{CO}_3) + c(\text{H}^+)$ 。

15. 在恒压、 NO 和 O_2 的起始浓度一定的条件下，催化反应相同时间，测得不同温度下 NO 转化为 NO_2 的转化率如题图中实线所示(图中虚线表示相同条件下 NO 的平衡转化率随温度的变化)。下列说法正确的是



题 15 图

- A. 反应 $2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$ 的 $\Delta H > 0$
- B. 图中 X 点所示条件下, 延长反应时间能提高 NO 转化率
- C. 图中 Y 点所示条件下, 增加 O_2 的浓度不能提高 NO 转化率
- D. 380°C 下, $C_{\text{起始}}(\text{O}_2) = 5.0 \times 10^{-4} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$, NO 平衡转化率为 50%, 则平衡常数 $K > 2000$

【答案】: BD

【解析】: 本题考查平衡图像和平衡移动

A 项图中虚线为该反应 NO 的平衡转化率, 可知升高温度, NO 的平衡转化率降低, 故 $\Delta H < 0$;

B 项 X 点对应温度下的平衡点在 X 点的正上方, NO 的转化率比 X 点大, 延长反应时间, NO 转化率会增大。

C 项 Y 为平衡点, 增大 O_2 的浓度可以提高 NO 转化率

D 项 NO 平衡转化率为 50%, 平衡时 NO 和 NO_2 浓度相等, 在平衡常数的表达式中数据可以抵消, 所以 $K = 1/c(\text{O}_2)$ 。 $C_{\text{平衡}}(\text{O}_2) < 5.0 \times 10^{-4} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $K > 2000$ 。

非选择题

16. (12 分) N_2O 、NO 和 NO_2 等氮氧化物是空气污染物, 含有氮氧化物的尾气需处理后才能排放。

(1) N_2O 的处理。 N_2O 是硝酸生产中氨催化氧化的副产物, 用特种催化剂能使 N_2O 分解。 NH_3 与 O_2 在加热和催化剂作用下生成 N_2O 的化学方程式_____。

(2) NO 和 NO_2 的处理。已除去 N_2O 的硝酸尾气可用 NaOH 溶液吸收, 主要反应为



①下列措施能提高尾气中 NO 和 NO_2 去除率的有_____ (填字母)

A. 加快通入尾气的速率 B. 采用气, 液逆流的方式吸收尾气

C. 吸收尾气过程中定期补加适量 NaOH 溶液

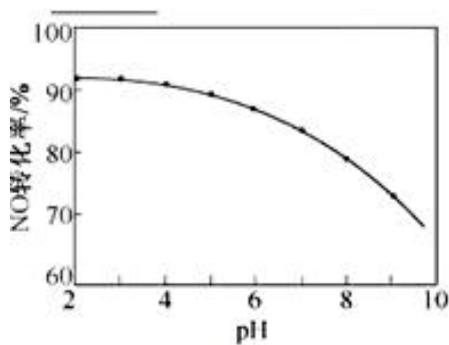
②吸收后的溶液经浓缩, 结晶, 过滤, 得到 NaNO_2 晶体, 该晶体的主要杂质是_____ (填化学式); 吸收后排放的尾气含量较高的氮氧化物是_____ (填化学式)。

(3) NO 的氧化吸收。用 NaClO 溶液吸收硝酸尾气, 可提高尾气中 NO 的去除率。

其他条件相同，NO 转化为 NO₃⁻ 的转化率随 NaClO 溶液初始 pH（用稀盐酸调节）的变化如题 16 图所示

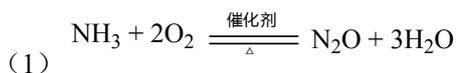
①在酸性 NaClO 溶液中，HClO 氧化 NO 生成 Cl⁻和 NO₃⁻，其离子方程式为_____。

②NaClO 溶液的初始 pH 越小，NO 的转化率越高。其原因是_____。



题 16 图

【答案】

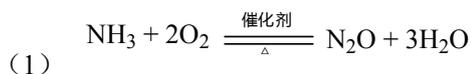


(2) ①BC ② NaNO₃ NO



②溶液 pH 越小,溶液中 HClO 的溶度越大,氧化 NO 的能力越强

【解析】



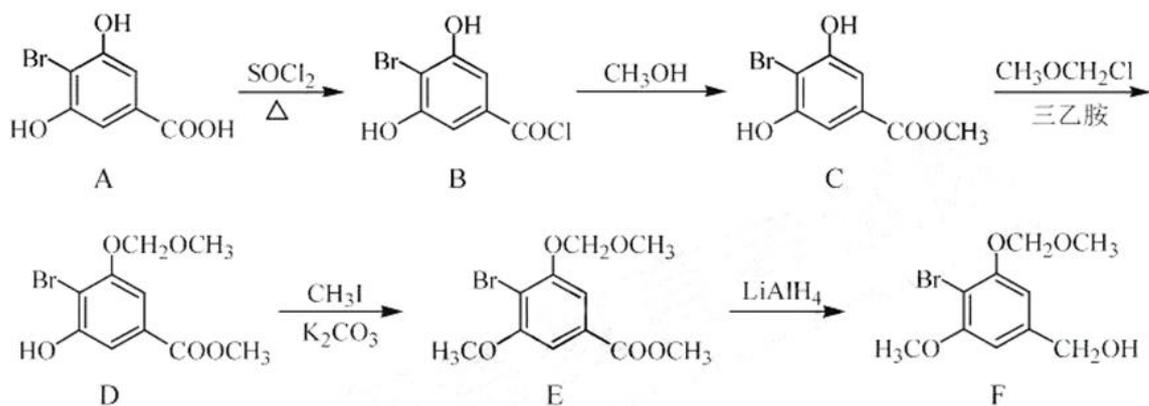
(2) ①选项 A.加快通入尾气的速率，尾气来不及反应就逸出，吸收率降低。选项 B 采用气，液逆流的方式吸收尾气，气液充分接触，吸收率高，祛除效果好。选项 C 补加适量 NaOH 溶液可以提高体系中 NaOH 浓度，吸收速率加快。

②由已知方程式可知，可以被完全吸收，所以如有尾气剩余，则为 NO



②溶液 pH 越小,溶液中 HClO 的溶度越大,氧化 NO 的能力越强

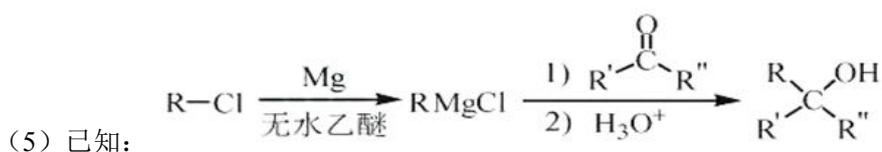
17. (15 分) 化合物 F 是合成一种天然茈菟类化合物的重要中间体，其合成路线如下：



- (1) A 中含氧官能团的名称为_____和_____。
- (2) A→B 的反应类型为_____。
- (3) C→D 的反应中有副产物 X (分子式为 C₁₂H₁₅O₆Br) 生成, 写出 X 的结构简式_____。
- (4) C 的一种同分异构体同时满足下列条件, 写出该同分异构体的结构简式_____。

①能与 FeCl₃ 溶液发生显色反应;

②碱性水解后酸化, 含苯环的产物分子中不同化学环境的氢原子数目比为 1 : 1。



(R 表示烷基, R' 和 R'' 表示烷基或氢)

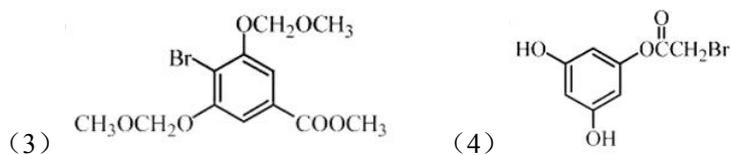


流程图 (无机试剂和有机溶剂任用, 合成路线流程图示例见本题题干)。

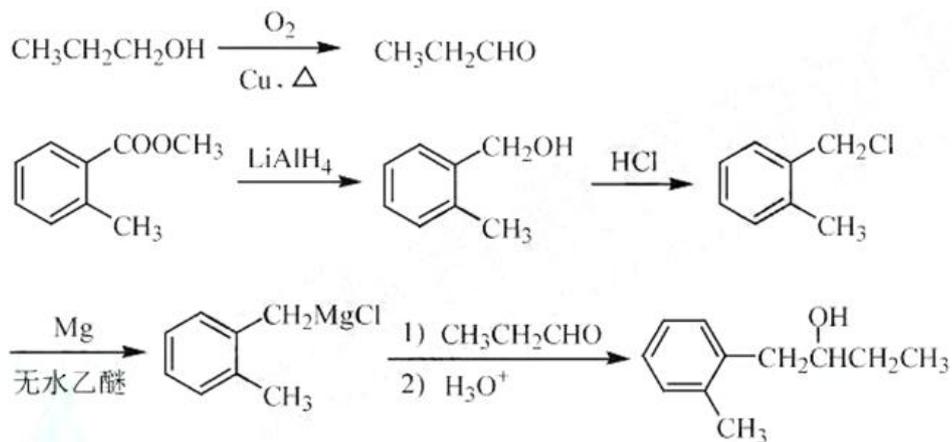
【答案】

- (1) (酚)羟基 羧基

(2) 取代反应



(5)

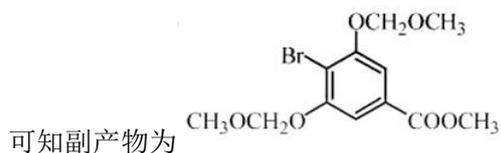


【解析】

(1) 根据 A 的结构简式观察其中官能团有溴原子，含氧官能团有(酚)羟基和羧基。

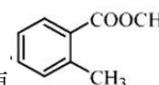
(2) 根据 A、B 结构对比可知 A 中羧基中-OH 部分被-Cl 取代。

(3) 由 C→D 可知 $\text{CH}_3\text{OCH}_2\text{Cl}$ 可以和一个酚羟基取代，也可以和第二酚羟基取代，



(4) C 的同分异构体可以和氯化铁溶液显色，则结构中有酚羟基；可以水解说明有酯基，且含苯环水解产物氢原子数目比为 1 : 1，所以其分子结构中含有酯基且水解产物对称性高，从而结构中应含有酚酯基。

(5) 对比原料和目标产物结构简式的差异，结合 (5) 所给已知信息和流程反应信息，可知合成目标产物需利用格氏试剂和丙醛，所以首先利用 1-丙醇制备丙醛。然后利用 LiAlH_4

还原  中酯基为羟基，进而和 HCl 取代进一步制备格氏试剂。

18. (12 分) 聚合硫酸铁 $[\text{Fe}_2(\text{OH})_{6-2n}(\text{SO}_4)_n]_m$ 广泛用于水的净化。以 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 为原料，经溶解、氧化、水解聚合等步骤，可制备聚合硫酸铁

(1) 将一定量的 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 溶于稀硫酸，在约 70°C 下边搅拌边缓慢加入一定量的 H_2O_2

溶液，继续反应一段时间，得到红棕色黏稠液体。 H_2O_2 氧化 Fe^{2+} 的离子方程式为_____；

水解聚合反应会导致溶液的 pH_____。

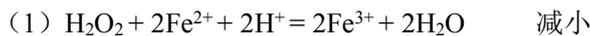
(2) 测定合硫酸铁样品中铁的质量分数：准确称取液态样品 3.000g，置于 250 mL 锥形瓶中，加入适量稀盐酸，加热，滴加稍过量的 SnCl_2 溶液(Sn^{2+} 将 Fe^{3+} 还原为 Fe^{2+})，充分反应后，除去过量的 Sn^{2+} 。

用 $5.000 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 溶液滴定至终点(滴定过程中 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 与 Fe^{2+} 反应生成 Cr^{3+} 和 Fe^{3+})，消耗 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 溶液 22.00 mL。

① 上述实验中若不除去过量的 Sn^{2+} ，样品中铁的质量分数的测定结果将(填“偏大”或“偏小”或“无影响”)。

② 计算该样品中铁的质量分数(写出计算过程)

【答案】:



(2) ① 偏大

② $n(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}) = 5.000 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.022 \text{ L} = 1.100 \times 10^{-3} \text{ mol}$

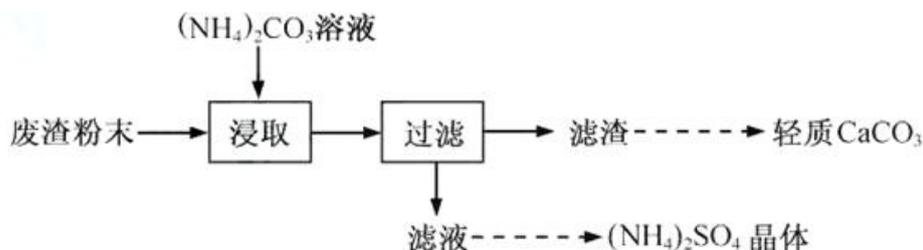
由滴定过程中 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 与 Fe^{2+} 反应生成 Cr^{3+} 和 Fe^{3+} ，根据电子得失守恒可得微粒的关系式：

$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} \sim 6\text{Fe}^{2+}$ 则 $n(\text{Fe}^{2+}) = 6 n(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}) = 6.600 \times 10^{-3} \text{ mol}$

样品中铁元素的质量： $m(\text{Fe}) = 6.600 \times 10^{-3} \text{ mol} \times 56 \text{ g/mol} = 0.3696 \text{ g}$

样品中铁元素的质量分数： $w(\text{Fe}) = 0.3696 \text{ g} / 3.000 \text{ g} \times 100\% = 12.32\%$

19. (15分) 实验室以工业废渣(主要含 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ，还含有少量 SiO_2 、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3)为原料制取轻质 CaCO_3 和 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 晶体，其实验流程如下：

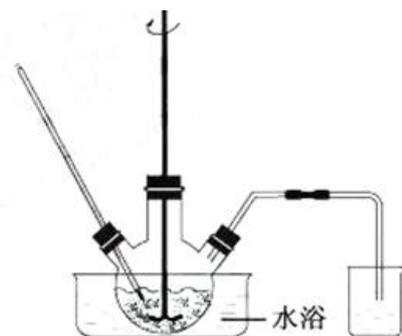


(1) 室温下，反应 $\text{CaSO}_4(\text{s}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{CaCO}_3(\text{s}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$ 达到平衡，则溶液中

$c(\text{SO}_4^{2-}) / c(\text{CO}_3^{2-}) = \text{_____} [\text{K}_{\text{sp}}(\text{CaSO}_4) = 4.8 \times 10^{-5}, \text{K}_{\text{sp}}(\text{CaCO}_3) = 3 \times 10^{-9}]$

(2) 将氨水和 NH_4HCO_3 溶液混合，可制得 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 溶液，其离子方程式为_____；
浸取废渣时，向 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 溶液中加入适量浓氨水的目的是_____。

(3) 废渣浸取在如题 19 图所示的装置中进行。控制反应温度在 $60\sim 70^\circ\text{C}$ ，搅拌，反应 3 小时。温度过高将会导致 CaSO_4 的转化率下降，其原因是_____；保持温度、反应时间、反应物和溶剂的量不变，实验中提高 CaSO_4 转化率的操作有_____。



题 19 图

(4) 滤渣水洗后，经多步处理得到制备轻质 CaCO_3 所需的 CaCl_2 溶液。
设计以水洗后的滤渣为原料，制取 CaCl_2 溶液的实验方案：_____ [已知 $\text{pH}=5$ 时 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 和 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 沉淀完全； $\text{pH}=8.5$ $\text{Al}(\text{OH})_3$ 开始溶解。实验中必须使用的试剂：盐酸和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$]。

【答案】

- (1) 1.6×10^4
 (2) $\text{HCO}_3^- + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{NH}_4^+ + \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ (或 $\text{HCO}_3^- + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$)

增加溶液中的 CO_3^{2-} 的浓度，促进 CaSO_4 的转化

- (3) 温度过高， $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 分解 加快搅拌速率
 (4) 在搅拌下向足量稀盐酸中分批加入滤渣，待观察不到气泡产生后，过滤，向滤液中分批加入 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ，用 pH 试纸测量溶液 pH，当 pH 介于 $5\sim 8.5$ 时，过滤

【解析】

(1) 在同一溶液中， Ca^{2+} 浓度相同，根据溶度积数学表达式，则有

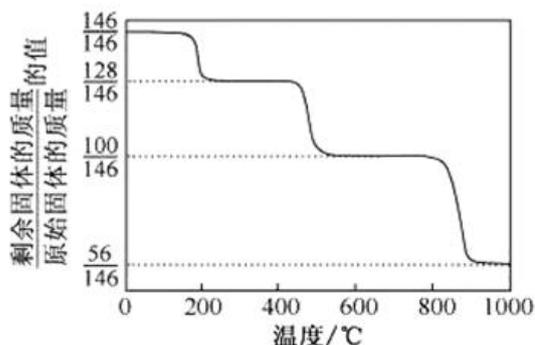
$$\frac{c(\text{SO}_4^{2-})}{c(\text{CO}_3^{2-})} = \frac{c(\text{SO}_4^{2-}) \times c(\text{Ca}^{2+})}{c(\text{CO}_3^{2-}) \times c(\text{Ca}^{2+})} = \frac{K_{sp}(\text{CaSO}_4)}{K_{sp}(\text{CaCO}_3)} = \frac{4.8 \times 10^{-5}}{3 \times 10^{-9}} = 1.6 \times 10^4$$

(2) 由题干“将氨水和 NH_4HCO_3 溶液混合，可制得 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 溶液”可知，加氨水的作用是利用氨水的碱性中和 HCO_3^- 生成 CO_3^{2-} ，即 $\text{HCO}_3^- + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ ，浸取废渣时，加入适量氨水可使该平衡正向移动，增加溶液中的 CO_3^{2-} 的浓度，从而使 $\text{CaSO}_4(\text{s}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{CaCO}_3(\text{s}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$ 正向移动，促进 CaSO_4 的转化。

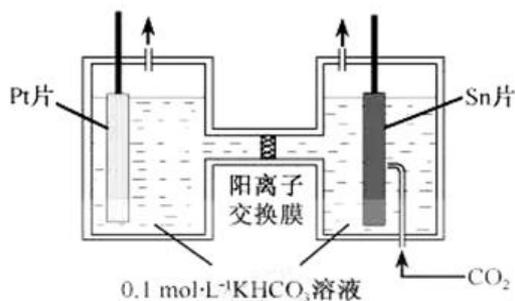
(3) 该装置进行的反应是： $\text{CaSO}_4(\text{s}) + (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{CaCO}_3(\text{s}) + 2\text{NH}_4^+ + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$ ，当温度过高时，会导致 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 分解，平衡逆向移动，导致 CaSO_4 的转化率下降。在溶液里进行的反应，压强无影响，题目限定了温度、浓度，反应时间，可以选择加快搅拌速率，进而提高反应的速率，在相同时间内，提高了反应物的转化量，提高 CaSO_4 转化率。

(4) 水洗后的滤渣中含有 CaCO_3 、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 、 SiO_2 、 CaSO_4 ，用盐酸充分溶解，过滤除去 CaSO_4 、 SiO_2 然后根据已知信息，调 pH 至 5~8.5 时可使 Al^{3+} 、 Fe^{3+} 转化为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 和 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 沉淀，过滤后即可得到所需的 CaCl_2 溶液。

20.(14分) CO_2 的资源化利用能有效减少 CO_2 排放,充分利用碳资源。



题 20 图-1



题 20 图-2

(1) CaO 可在较高温度下捕集 CO_2 ,在更高温度下将捕集的 CO_2 释放利用。
 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 热分解可制备 CaO , $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 加热升温过程中固体的质量变化见题 20 图-1。

① 写出 400~600°C 范围内分解反应的化学方程式:_____。

② 与 CaCO_3 热分解制备的 CaO 相比, $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 热分解制备的 CaO 具有更好的 CO_2 捕集性能,其原因是_____。

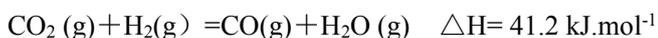
(2) 电解法转化 CO_2 可实现 CO_2 资源化利用。电解 CO_2 制 HCOOH 的原理示意图见题 20 图-2。

① 写出阴极 CO_2 还原为 HCOO^- 的电极反应式:_____。

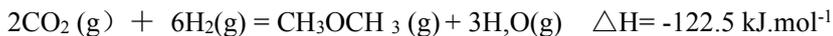
② 电解一段时间后,阳极区的 KHCO_3 溶液浓度降低,其原因是_____。

(3) CO_2 催化加氢合成二甲醚是一种 CO_2 转化方法,其过程中主要发生下列反应:

反应 I:



反应 II:

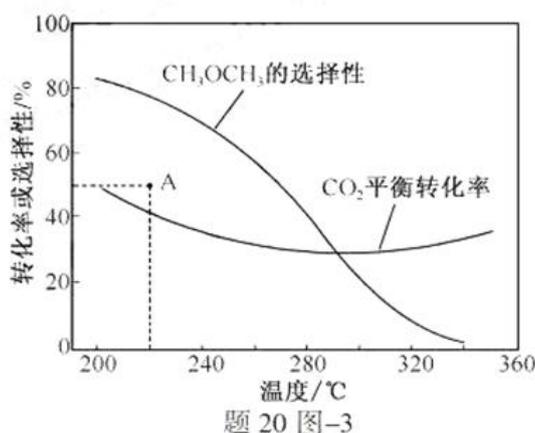


在恒压、 CO_2 和 H_2 的起始量一定的条件下， CO_2 平衡转化率和平衡时 CH_3OCH_3 的选择性随温度的变化见图 20 图-3。其中：

$$\text{CH}_3\text{OCH}_3 \text{ 的选择性} = \frac{2 \times \text{CH}_3\text{OCH}_3 \text{ 的物质的量}}{\text{反应的 CO}_2 \text{ 的物质的量}} \times 100\%$$

①温度高于 300°C ， CO_2 平衡转化率随温度升高而上升的原因是_____。

② 220°C 时，在催化剂作用下 CO_2 与 H_2 反应一段时间后，测得 CH_3OCH_3 的选择性为 48% (图中 A 点)。不改变反应时间和温度，一定能提高 CH_3OCH_3 选择性的措施有_____。



【答案】

(1) ① $\text{CaC}_2\text{O}_4 = \text{CaCO}_3 + \text{CO}\uparrow$ ② $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 热分解放出更多的气体，制得的 CaO 更加疏松多孔

(2) ① $\text{CO}_2 + \text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{HCOO}^-$ 或 $\text{CO}_2 + \text{HCO}_3^- + 2\text{e}^- = \text{HCOO}^- + \text{CO}_3^{2-}$
 ② 阳极产生 O_2 ，pH 减小， HCO_3^- 浓度降低；K 部分迁移至阴极区。

(3) ① 反应 I 的 $\Delta H > 0$ ，反应 II 的 $\Delta H < 0$ 温度升高使 CO_2 转化为 CO 的平衡转化率上升，使 CO_2 转化为 CH_3OCH_3 的平衡转化率下降，且上升幅度超过下降幅度

② 增大压强、使用对反应 II 催化活性更高的催化剂

【解析】

(1) $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 晶体受热会先后经历失水、分解过程，分析题目所给数据，假设原始固体质量 146 g 即 1 mol 草酸钙晶体，完全失水变成草酸钙固体，减重为 1 mol H_2O 的质量，固体质量变成 128 g，128 变成 100，减少 28 为产生 CO 质量，该反应为草酸钙分解生成碳酸钙和 CO 的过程，最后为 CaCO_3 分解变成 CaO 过程，可得出 $400 \sim 600^\circ\text{C}$ 反应的方程式：

$\text{CaC}_2\text{O}_4 = \text{CaCO}_3 + \text{CO}\uparrow$. 由总反应 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{CaO} + \text{CO}_2\uparrow + \text{CO}\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 与 $\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2\uparrow$ 对比可知, 前一个反应产生更多的气体, 制得的 CaO 更疏松多孔, 捕捉 CO_2 的性能更好。

(2) 由装置图和题目信息可知, 通 CO_2 的 Sn 片为阴极, CO_2 转化为 HCOO^- , 碳元素的化合价由+4 降到+2, CO_2 得到 2e^- , 电解质溶液为 KHCO_3 , 用 HCO_3^- 来平衡电荷, 得到电极反应式

$\text{CO}_2 + \text{HCO}_3^- + 2\text{e}^- = \text{HCOO}^- + \text{CO}_3^{2-}$ 。阳极电极反应式为: $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- = \text{O}_2\uparrow + 4\text{H}^+$, pH 减小, 生成的 H^+ 与 HCO_3^- 反应生成 CO_2 , 阴离子减少, 根据电荷守恒, 阳离子 K^+ 部分迁移至阴极区。

(3) 根据勒夏特列原理, 转化率受温度、浓度、压强的影响, 题目中限定恒压条件, 反应 I 吸热, 温度升高平衡正向移动 CO_2 转化为 CO 的平衡转化率上升; 反应 II 放热, 温度升高平衡逆向移动 CO_2 转化为 CH_3OCH_3 的平衡转化率下降, 从图像中得出 CO_2 的平衡转化率上升, 所以得出结论: 反应 I 的上升幅度超过反应 II 的下降幅度。

②中根据 CH_3OCH_3 的选择性 = $\frac{2 \times \text{CH}_3\text{OCH}_3 \text{ 的物质的量}}{\text{反应的 } \text{CO}_2 \text{ 的物质的量}} \times 100\%$, 温度一定、 CO_2 和 H_2 的起始量一定, 增大压强、使用对反应 II 催化活性更高的催化剂, 在时间一定的条件下生成更多的 CH_3OCH_3 , CH_3OCH_3 选择性提高。

21.(12 分)【选做题】本题包括 A、B 两小题, 请选定其中一小题, 并在相应的答题区域内作答, 若多做, 则按 A 小题评分。

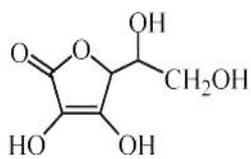
A.[物质结构与性质]

Cu_2O 广泛应用于太阳能电池领域。以 CuSO_4 、 NaOH 和抗坏血酸为原料, 可制备 Cu_2O 。

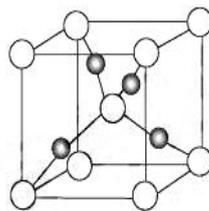
(1) Cu^{2+} 基态核外电子排布式为_____。

(2) SO_4^{2-} 的空间构型为 _____(用文字描述); Cu^{2+} 与 OH^- 反应能生成 $[\text{Cu}(\text{OH})_4]^{2-}$, $[\text{Cu}(\text{OH})_4]^{2-}$ 中的配位原子为 _____(填元素符号)。

(3) 抗坏血酸的分子结构如题 21A 图-1 所示、分子中碳原子的轨道杂化类型为 _____; 推测抗坏血酸在水中的溶解性: _____(填“难溶于水”或“易溶于水”)。



题 21A 图-1



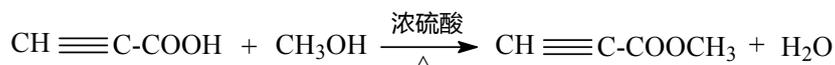
题 21A 图-2

(4) 一个 Cu_2O 晶胞 (见题 21A 图-2) 中, Cu 原子的数目为 _____。

B.[实验化学]

丙炔酸甲酯 ($\text{CH}\equiv\text{C}-\text{COOCH}_3$) 是一种重要的有机化工原料,沸点为 $103\sim 105^\circ\text{C}$ 。

实验室制备少量丙炔酸甲酯的反应为



实验步骤如下:

步骤 1:在反应瓶中,加入 14g 丙炔酸、50mL 甲醇和 2 mL 浓硫酸,搅拌,加热回流一段时间。

步骤 2:蒸出过量的甲醇(装置见题 21B 图)。

步骤 3:反应液冷却后,依次用饱和 NaCl 溶液、5% Na_2CO_3 溶液、水洗涤。分离出有机相。

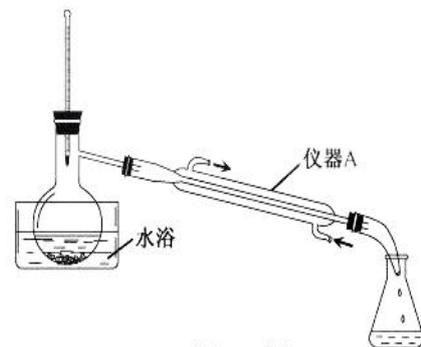
步骤 4:有机相经无水 Na_2SO_4 干燥、过滤、蒸馏,得丙炔酸甲酯。

(1) 步骤 1 中,加入过量甲醇的目的是 _____。

(2) 步骤 2 中,题 21B 图所示的装置中仪器 A 的名称是_____;蒸馏烧瓶中加入碎瓷片的目的是_____。

(3) 步骤 3 中,用 5% Na_2CO_3 溶液洗涤,主要除去的物质是_____;分离出有机相的操作名称为 _____。

(4) 步骤 4 中,蒸馏时不能用水浴加热的原因是 _____。



题 21B 图

【答案】

A.[物质结构与性质]

(1) $[\text{Ar}]3d^9$ 或 $1s^22s^2p^63s^23p^63d^9$

(2) 正四面体 O

(3) sp^3 、 sp^2 易溶于水

(4) 4

【解析】

(1) 铜的原子序数是 29，基态铜原子核外电子排布式为 $[\text{Ar}]3d^{10}4s^1$ ，变成 Cu^{2+} 需失去最外层和次外层 $2e^-$ 则变成 $[\text{Ar}]3d^9$

(2) SO_4^{2-} 价电子对数为 4，空间构型为正四面体；配位原子需要具有孤电子对，所以应该是 OH^- 中的 O。

(3) 分子中含有饱和碳原子，杂化类型为 sp^3 ，羰基碳和碳碳双键的碳原子为 sp^2 杂化。该有机物具有多个亲水基团，所以选择“易溶于水”。

(4) 在一个 Cu_2O 晶胞中，白球位于体心和 8 个顶点，可知 $N(\text{白球})=1/8 \times 8 + 1 = 2$ ，灰球全部在晶胞内部， $N(\text{灰球})=4$ ，由化学式 Cu_2O 可知，灰球是 Cu 原子，所以 Cu 原子为 4。

B.[实验化学]

(1) 作为溶剂、提高丙炔酸的转化率

(2) (直形)冷凝管 防止暴沸

(3) 丙炔酸 分液

(4) 丙炔酸甲酯的沸点比水的高

【解析】

(1) 甲醇作为反应物之一，增大用量，可以使反应正向移动，提高原料丙炔酸的转化率，此外过量的甲醇作为溶剂，使反应更充分。

(3) 步骤 3、4 是对产品进行分离提纯的过程，先用饱和 NaCl 溶液除去硫酸、甲醇等大部分溶于水的杂质，然后用 Na_2CO_3 溶液除去丙炔酸甲酯中的丙炔酸，用分液方法分离，得到的有机相为丙烯酸甲酯，然后水洗，除去碳酸钠和丙炔酸钠溶液，最后用无水 Na_2SO_4 干燥除水。

(4) 丙炔酸甲酯沸点为 $103 \sim 105^\circ\text{C}$ ，高于水的沸点 100°C ，不能用水浴加热的方法进行蒸馏。

2019年4月浙江省普通高校招生选考科目考试化学试题

可能用到的相对原子质量：H 1 C 12 N 14 O 16 Na 23 Mg 24 S 32 Cl 35.5 Ca 40
Fe 56 Cu 64 Ba 137

选择题部分

一、选择题（本大题共 25 小题，每小题 2 分，共 50 分。每个小题列出的四个备选项中只有一个是符合题目要求的，不选、多选、错选均不得分）

1. 下列属于碱的是

- A. C_2H_5OH B. Na_2CO_3 C. $Ca(OH)_2$ D. $Cu_2(OH)_2CO_3$

【答案】C

【解析】根据碱的定义（在水溶液中电离出的阴离子全是氢氧根离子的化合物）和所属类型（电解质）判断。乙醇属于非电解质，A 不符合；碳酸钠属于盐，B 不符合； $Cu_2(OH)_2CO_3$ 为碱式碳酸铜属于盐，D 不符合。

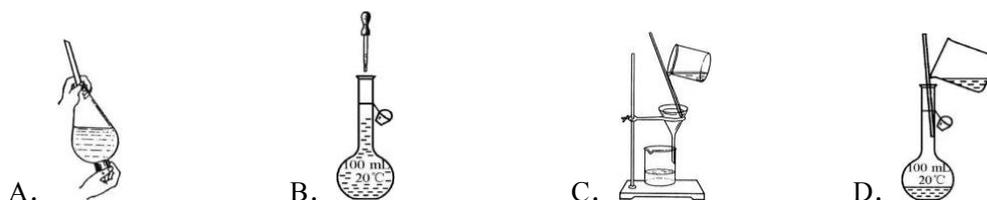
2. 下列属于强电解质的是

- A. 硫酸钡 B. 食盐水 C. 二氧化硅 D. 醋酸

【答案】A

【解析】根据强电解质定义（指在水中完全电离的电解质）和分类（强酸、强碱、大部分盐、活泼金属氧化物、过氧化物）可知：硫酸钡是强电解质，A 项正确；食盐水为混合物，B 项错误；二氧化硅为非金属氧化物，C 项错误；醋酸在水中不完全电离，为弱电解质，D 项错误。

3. 下列图示表示过滤的是



【答案】C

【解析】使液固或气固混合物中的流体强制通过多孔性过滤介质，将其中的悬浮固体颗粒加以截留，从而实现混合物的分离，这种分离方法叫过滤。图 A 操作属于萃取操作中的颠倒摇匀，不符合题意；图 B 操作属于配制一定物质的量浓度溶液中定容步骤，不符合题意；图 C 为过滤操作，符合题意；图 D 为配置一定物质的量浓度溶液操作中移液操作，不符合题意。

4. 下列属于置换反应的是

- A. $4NH_3 + 5O_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}} 4NO + 6H_2O$ B. $2Na_2SO_3 + O_2 = 2Na_2SO_4$
C. $2Na_2O_2 + 2CO_2 = 2Na_2CO_3 + O_2$ D. $2KI + Cl_2 = 2KCl + I_2$

【答案】D

【解析】置换反应是指一个单质和一个化合物反应生成另一个单质和化合物，属于氧化还原反。A 中化学反应属于氧化还原反应，但符合置换反应概念，不合题意；B 中化学反应属于化合反应，不合题意；C 中化学反应属于氧化还原反应，但不属于置换反应，C 不合题意；D 中化学反应符合置换反应定义，属于活泼性强的非金属单质置换出活泼性弱的非金属单质，符合题意。

5. 下列溶液呈碱性的是

- A. NH_4NO_3 B. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ C. KCl D. K_2CO_3

【答案】D

【解析】盐类水解是指弱酸阴离子或弱碱阳离子与水电离出的氢离子或氢氧根离子反应，导致溶液中的 $c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$ ，溶液显酸性或 $c(\text{H}^+) < c(\text{OH}^-)$ ，溶液显碱性。 NH_4NO_3 属于强酸弱碱盐，溶液显酸性，A 不合题意； $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 属于强酸弱碱盐，溶液显酸性，B 不合题意； KCl 属于强酸强碱盐，不发生水解，溶液显中性，C 不合题意； K_2CO_3 属于强碱弱酸盐，溶液显碱性，D 符合题意。

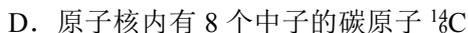
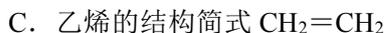
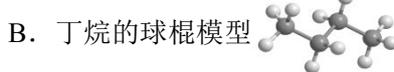
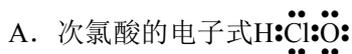
6. 反应 $8\text{NH}_3 + 3\text{Cl}_2 = \text{N}_2 + 6\text{NH}_4\text{Cl}$ ，被氧化的 NH_3 与被还原的 Cl_2 的物质的量之比为

- A. 2 : 3 B. 8 : 3 C. 6 : 3 D. 3 : 2

【答案】A

【解析】该氧化还原反应用双线桥表示为 $8\overset{-3}{\text{N}}\text{H}_3 + 3\overset{0}{\text{Cl}}_2 = \overset{0}{\text{N}}_2 + 6\overset{-3}{\text{N}}\overset{-1}{\text{Cl}}$ ，可知实际升价的 N 原子为 2 个，所以 2 个 NH_3 被氧化，同时 Cl_2 全部被还原，观察计量数， Cl_2 为 3 个，因而被氧化的 NH_3 与被还原的 Cl_2 的物质的量之比为 2 : 3。

7. 下列表示不正确的是



【答案】A

【解析】次氯酸中 Cl 最外层为 7 个电子，为达到 8 电子稳定结构，需要拿出一个电子与其他原子形成一个共用电子对，O 原子最外层为 6 个电子，为达到 8 电子稳定结构，需要拿出两个电子与其他原子形成两对共用电子对，因而次氯酸的电子式为 $\text{H}:\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{O}}}\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{Cl}}}$ ，A 项错误。

8. 下列说法不正确的是

A. 液氯可以储存在钢瓶中

B. 天然气的主要成分是甲烷的水合物

C. 天然石英和水晶的主要成分都是二氧化硅

D. 硫元素在自然界的存在形式有硫单质、硫化物和硫酸盐等

【答案】B

【解析】液氯是液态的氯气，干燥的氯气与钢瓶不反应，可以储存在钢瓶中，A项正确；天然气的主要成分是甲烷，可燃冰的主要成分 $\text{CH}_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ ，属于化合物，B项错误；石英、水晶、硅石、沙子的主要成分均为二氧化硅，C项正确；硫在地壳中主要以单质（火山口处）、和化合物（硫化物、硫酸盐等）形式存在，D项正确。

9. 下列说法不正确的是

- A. 蒸馏时可通过加碎瓷片防暴沸
- B. 可用精密 pH 试纸区分 $\text{pH}=5.1$ 和 $\text{pH}=5.6$ 的两种 NH_4Cl 溶液
- C. 用加水后再分液的方法可将苯和四氯化碳分离
- D. 根据燃烧产生的气味，可区分棉纤维和蛋白质纤维

【答案】C

【解析】化学实验“四防”，包括防止暴沸、防止爆炸、防止倒吸、防止污染。蒸馏时要在反应容器内加碎瓷片，防止暴沸 A项正确；精密 pH 试纸可以将 pH 值精确到小数点后一位，所以可以区分 $\text{pH}=5.1$ 和 $\text{pH}=5.6$ 的两种 NH_4Cl 溶液，B项正确；苯和四氯化碳互溶，且二者均难溶于水，加水不影响苯和四氯化碳的互溶体系。可采用蒸馏分离，C项错误；棉纤维成分是纤维素，蛋白质纤维成分是蛋白质，蛋白质燃烧时会产生烧焦羽毛的气味，因而可以用燃烧法区别，D项正确。

10. 下列说法正确的是

- A. $^{18}\text{O}_2$ 和 $^{16}\text{O}_2$ 互为同位素
- B. 正己烷和 2,2-二甲基丙烷互为同系物
- C. C_{60} 和 C_{70} 是具有相同质子数的不同核素
- D. $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{COOCH}_3$ 和 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NO}_2$ 是同分异构体

【答案】B

【解析】同位素是指具有相同质子数不同中子数的同种元素的不同原子互称同位素， $^{18}\text{O}_2$ 和 $^{16}\text{O}_2$ 属于分子，A项错误；正己烷的分子式为 C_6H_{14} ，2,2-二甲基丙烷分子式是 C_5H_{12} ，两者均属于烷烃，且分子式差一个 CH_2 ，其关系属于同系物，B项正确；核素是指具有一定的质子数和中子数的原子。 C_{60} 和 C_{70} 是由一定数目的碳原子形成的分子，属于同素异形体，不属于核素，C项错误；同分异构体特征是分子式相同，结构不同。 $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{COOCH}_3$ 和 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NO}_2$ 分子式不同，不属于同分异构体，D项错误。

11. 针对下列实验现象表述不正确的是

- A. 用同一针筒先后抽取 80 mL 氯气、20 mL 水，振荡，气体完全溶解，溶液变为黄绿色

- B. 在表面皿中加入少量胆矾，再加入 3 mL 浓硫酸，搅拌，固体由蓝色变白色
 C. 向二氧化硫水溶液中滴加氯化钡溶液，再滴加双氧水，产生白色沉淀
 D. 将点燃后的镁条伸入充满二氧化碳的集气瓶，镁条剧烈燃烧，有白色、黑色固体生成

【答案】A

【解析】常温时，1 体积水大约能溶解 2 体积氯气，因而 20mL 水大约能溶解 40mL 氯气，气体大约剩余 40mL 未溶解，A 项错误；胆矾是五水合硫酸铜（ $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ），蓝色晶体，浓硫酸具有吸水性，将 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 蓝色晶体变为 CuSO_4 为白色固体，B 项正确；双氧水将 SO_2 氧化，离子方程式为 $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{SO}_2 = \text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}^+$ ，氯化钡溶液中 Ba^{2+} 与 SO_4^{2-} 生成 BaSO_4 白色沉淀，C 项正确；将点燃后的镁条伸入充满二氧化碳的集气瓶，发生反应的化学方程式为 $\text{CO}_2 + 2\text{Mg} \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{MgO} + \text{C}$ ， MgO 为白色固体，C 是黑色固体，D 项正确。

12. 化学电源在日常生活和高科技领域中都有广泛应用。



下列说法不正确的是

- A. 甲： Zn^{2+} 向 Cu 电极方向移动，Cu 电极附近溶液中 H^+ 浓度增加
 B. 乙：正极的电极反应式为 $\text{Ag}_2\text{O} + 2\text{e}^- + \text{H}_2\text{O} = 2\text{Ag} + 2\text{OH}^-$
 C. 丙：锌筒作负极，发生氧化反应，锌筒会变薄
 D. 丁：使用一段时间后，电解质溶液的酸性减弱，导电能力下降

【答案】A

【解析】传统锌铜原电池，Zn 做负极，失电子，电子经导线转移到铜电极，铜电极负电荷变多，吸引了溶液中的阳离子，因而 Zn^{2+} 和 H^+ 迁移至铜电极， H^+ 氧化性较强，得电子变 H_2 ，因而 $c(\text{H}^+)$ 减小，A 项错误；银锌纽扣电池中 Zn 做负极、 Ag_2O 作正极。正极为 Ag_2O 得到电子，被还原成 Ag，与 H_2O 结合生成 OH^- ，电极反应式为 $\text{Ag}_2\text{O} + 2\text{e}^- + \text{H}_2\text{O} = 2\text{Ag} + 2\text{OH}^-$ ，B 项正确；锌锰干电池中 Zn 做负极，失电子，发生氧化反应，其电极反应式为 $\text{Zn} - 2\text{e}^- = \text{Zn}^{2+}$ 。随着反应的进行锌筒溶解会变薄，C 项正确；铅蓄电池总反应式为 $\text{PbO}_2 + \text{Pb} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \xrightleftharpoons[\text{充电}]{\text{放电}} 2\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ ，可知放电一段时间后， H_2SO_4 不断被消耗，因而电解质溶液的酸性减弱，导电能力下降，D 项正确。

13. 不能正确表示下列变化的离子方程式是

- A. 二氧化硫与酸性高锰酸钾溶液反应： $5\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{MnO}_4^- = 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+$

B. 酸性碘化钾溶液中滴加适量双氧水： $2\text{I}^- + 2\text{H}^+ + \text{H}_2\text{O}_2 \rightleftharpoons \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

C. 硅酸钠溶液和盐酸反应： $\text{SiO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SiO}_3 \downarrow$

D. 硫酸铜溶液中加少量的铁粉： $3\text{Cu}^{2+} + 2\text{Fe} \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 3\text{Cu}$

【答案】D

【解析】 Fe^{3+} 氧化性大于 Cu^{2+} ，硫酸铜溶液中加少量的铁粉的离子方程式为 $\text{Cu}^{2+} + \text{Fe} \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+} + \text{Cu}$ ，D 项错误。

14. 2019 年是门捷列夫提出元素周期表 150 周年。根据元素周期律和元素周期表，下列推断不合理的是

- A. 第 35 号元素的单质在常温常压下是液体
- B. 位于第四周期第 V A 族的元素为非金属元素
- C. 第 84 号元素的最高化合价是 +7
- D. 第七周期 0 族元素的原子序数为 118

【答案】

【解析】35 号元素是溴元素，单质 Br_2 在常温常压下是红棕色的液体，A 项合理；第四周期第 V A 族的元素是砷元素 (As)，为非金属元素，B 项合理；84 号元素位于第六周期 VIA 族，为钋元素 (Po)，由于最高正价等于主族序数，所以该元素最高化合价是 +6，C 项不合理；

第七周期 0 族元素是第七周期最后一个元素，原子序数为 118，D 项合理。

15. 下列说法不正确的是

- A. 正丁烷的沸点比异丁烷的高，乙醇的沸点比二甲醚的高
- B. 甲烷、苯、葡萄糖均不能使溴水或酸性高锰酸钾溶液褪色
- C. 羊毛、蚕丝、塑料、合成橡胶都属于有机高分子材料
- D. 天然植物油没有恒定的熔沸点，常温下难溶于水

【答案】B

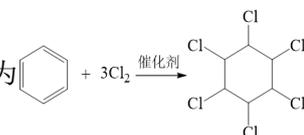
【解析】烷烃的同系物中分子量越大，沸点越高；烷烃的同分异构体中支链越多，沸点越低，因而正丁烷的沸点比异丁烷的高。而对于相对分子质量相近的有机物，含羟基越多，沸点越高，原因在于 -OH 可形成分子间的氢键，使得沸点升高，因而乙醇的沸点比二甲醚的高，A 项正确；葡萄糖为还原性糖（多羟基醛）能使溴水或者酸性高锰酸钾溶液褪色，甲苯（苯环是甲基氢活泼）也可使酸性高锰酸钾溶液褪色，B 项错误；羊毛、蚕丝主要成分是蛋白质，为天然高分子化合物，塑料、合成橡胶都属于人工合成的高分子材料，C 项正确；天然植物油是混合物，无固定熔、沸点；植物油为油脂，常温下难溶于水，D 项正确。

16. 下列表述正确的是

- A. 苯和氯气生成 $\text{C}_6\text{H}_6\text{Cl}_6$ 的反应是取代反应

- B. 乙烯与溴水发生加成反应的产物是 $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Br}_2$
 C. 等物质的量的甲烷与氯气反应的产物是 CH_3Cl
 D. 硫酸作催化剂, $\text{CH}_3\text{CO}^{18}\text{OCH}_2\text{CH}_3$ 水解所得乙醇分子中有 ^{18}O

【答案】D

【解析】苯和氯气生成农药六六六, 其反应方程式为 , 反应类型是

加成反应, A 项错误; 乙烯与溴水发生加成反应的产物是 $\text{CH}_2\text{BrCH}_2\text{Br}$, B 项错误; 甲烷和氯气发生取代反应, 产物为 CH_3Cl 、 CH_2Cl_2 、 CHCl_3 、 CCl_4 、 HCl , C 项错误; 酯类水解断裂 C- ^{18}O 单键, 该 ^{18}O 原子结合水中 H, 即生成乙醇 $\text{H}^{18}\text{OCH}_2\text{CH}_3$, D 项正确。

17. 下列说法正确的是

- A. $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$, 其他条件不变, 缩小反应容器体积, 正逆反应速率不变
 B. $\text{C}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2(\text{g}) + \text{CO}(\text{g})$, 碳的质量不再改变说明反应已达平衡
 C. 若压强不再随时间变化能说明反应 $2\text{A}(\text{?}) + \text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{C}(\text{?})$ 已达平衡, 则 A、C 不能同时是气体
 D. 1 mol N_2 和 3 mol H_2 反应达到平衡时 H_2 转化率为 10%, 放出热量 Q_1 ; 在相同温度和压强下, 当 2 mol NH_3 分解为 N_2 和 H_2 的转化率为 10% 时, 吸收热至 Q_2 , Q_2 不等于 Q_1

【答案】B

【解析】可逆反应 $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$ 为反应前后气体计量数不发生变化的反应。缩小反应容器体积, 相当于加压, 正逆反应速率同等程度增加, A 项错误; 可逆反应 $\text{C}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2(\text{g}) + \text{CO}(\text{g})$ 在建立平衡前, 碳的质量不断改变, 达到平衡时, 质量不变, 因而碳的质量不再改变说明反应已达平衡, B 项正确; 若压强不再改变说明反应达到平衡, 表明反应前后气体的计量数不等, A、C 可能均为气体, C 项错误; 已知 $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g}) \Delta H$, 合成氨气实际参与反应 $n(\text{H}_2) = 3 \times 10\% = 0.3\text{mol}$, 因而 $Q_1 = 0.3/3 \times |\Delta H| = 0.1|\Delta H|$, 分解氨气时实际消耗的 $n(\text{NH}_3) = 2 \times 10\% = 0.2\text{mol}$, $Q_2 = 0.2/2 \times |\Delta H| = 0.1|\Delta H|$, 则 $Q_1 = Q_2$, D 项错误。

18. 下列说法不正确的是

- A. 纯碱和烧碱熔化时克服的化学键类型相同
 B. 加热蒸发氯化钾水溶液的过程中有分子间作用力的破坏
 C. CO_2 溶于水和干冰升华都只有分子间作用力改变
 D. 石墨转化为金刚石既有共价键的断裂和生成, 也有分子间作用力的破坏

【答案】C

【解析】烧碱和纯碱均属于离子化合物, 熔化时须克服离子键, A 项正确; 加热蒸发氯化钾水溶液, 液态水变为气态水, 水分子之间的分子间作用力被破坏, B 项正确; CO_2 溶于水属

于化学变化，化学方程式为 $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3$ ，C 项错误；石墨属于层状结构晶体，每层石墨原子间为共价键，层与层之间为分子间作用力，金刚石只含有共价键，因而石墨转化为金刚石既有共价键的断裂和生成，也有分子间作用力的破坏，D 项正确。

19. 设 N_A 为阿伏加德罗常数的值，下列说法不正确的是

- A. 1 mol $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ 分子中含有的共价键数为 $6N_A$
- B. 500 mL $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaCl 溶液中微粒数大于 $0.5N_A$
- C. 30 g HCHO 与 CH_3COOH 混合物中含 C 原子数为 N_A
- D. 2.3 g Na 与 O_2 完全反应，反应中转移的电子数介于 $0.1N_A$ 和 $0.2N_A$ 之间

【答案】D

【解析】1 个乙烯分子中碳碳双键含两个共价键，4 个碳氢共价键，总计 6 个共价键，因而 1 mol $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ 分子中含有的共价键数为 $6N_A$ ，A 项正确；由已知浓度和体积可知： $n(\text{Na}^+) = n(\text{Cl}^-) = 0.5 \text{ L} \times 0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.25 \text{ mol}$ ， $n(\text{Na}^+) + n(\text{Cl}^-) = 0.5 \text{ mol}$ ，因而钠离子和氯离子总计 $0.5N_A$ 个，但水会电离出极少量的 H^+ 和 OH^- ，因而 NaCl 溶液中微粒数大于 $0.5N_A$ ，B 项正确；HCHO 与 CH_3COOH 的最简式为 CH_2O ，原混合物相当于 $30 \text{ g CH}_2\text{O}$ ， $n(\text{CH}_2\text{O}) = 1 \text{ mol}$ ，因而 C 原子数为 N_A ，C 项正确；不管钠和氧气生成氧化钠还是过氧化钠，钠元素的化合价均由 0 价变为 +1 价，因而 2.3 g Na (2.3 g Na 为 0.1 mol) 转移电子数为 $0.1 \text{ mol} \times 1 \times N_A = 0.1N_A$ ，D 项错误。

20. 在温热气候条件下，浅海地区有厚层的石灰石沉积，而深海地区却很少。下列解析不正确的是

- A. 与深海地区相比，浅海地区水温较高，有利于游离的 CO_2 增多、石灰石沉积
- B. 与浅海地区相比，深海地区压强大，石灰石岩层易被 CO_2 溶解，沉积少
- C. 深海地区石灰石岩层的溶解反应为： $\text{CaCO}_3(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{CO}_2(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2(\text{aq})$
- D. 海水里弱酸性，大气中 CO_2 浓度增加，会导致海水中 CO_3^{2-} 浓度增大

【答案】D

【解析】石灰岩的形成是 CaCO_3 的沉积结果，海水中溶解一定量的 CO_2 ，因此 CaCO_3 与 CO_2 、 H_2O 之间存在着下列平衡： $\text{CaCO}_3(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2(\text{aq})$ 。海水中 CO_2 的溶解度随温度的升高而减小，随压力的增大而增大，在浅海地区，海水层压力较小，同时水温比较高，因而 CO_2 的浓度较小。根据勒夏特列原理，上述平衡向生成 CaCO_3 方向移动，产生石灰石沉积，A 项正确；与 A 恰恰相反，石灰石岩层易被 CO_2 溶解，沉积少，B 项正确；在深海地区中，上述平衡向右移动，且倾向很大，溶解反应为 $\text{CaCO}_3(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{CO}_2(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2(\text{aq})$ ，C 项正确；海水温度一定时，大气中 CO_2 浓度增加，海水中溶解的 CO_2 随之增大，导致 CO_3^{2-} 转化为 HCO_3^- ， CO_3^{2-} 浓度降低，D 项错误。

21. 室温下，取 20 mL $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 某二元酸 H_2A ，滴加 $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaOH 溶液。

已知： $\text{H}_2\text{A}=\text{H}^++\text{HA}^-$ ， $\text{HA}^-\rightleftharpoons\text{H}^++\text{A}^{2-}$ 。下列说法不正确的是

- A. $0.1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{H}_2\text{A}$ 溶液中有 $c(\text{H}^+)-c(\text{OH}^-)-c(\text{A}^{2-})=0.1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$
 B. 当滴加至中性时，溶液中 $c(\text{Na}^+)=c(\text{HA}^-)+2c(\text{A}^{2-})$ ，用去 NaOH 溶液的体积小于 10 mL
 C. 当用去 NaOH 溶液体积 10 mL 时，溶液的 $\text{pH}<7$ ，此时溶液中有 $c(\text{A}^{2-})=c(\text{H}^+)-c(\text{OH}^-)$
 D. 当用去 NaOH 溶液体积 20 mL 时，此时溶液中有 $c(\text{Na}^+)=2c(\text{HA}^-)+2c(\text{A}^{2-})$

【答案】B

【解析】二元酸 H_2A 第一步电离完全，第二步部分电离，可以把 $20\text{ mL } 0.1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 二元酸 H_2A 看做 $20\text{ mL } 0.1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{HA}^-$ 一元弱酸和 0.1 mol/LH^+ 溶液，注意该溶液是不存在 H_2A 微粒。 $0.1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{H}_2\text{A}$ 溶液存在电荷守恒，其关系为 $c(\text{H}^+)=c(\text{OH}^-)+2c(\text{A}^{2-})+c(\text{HA}^-)$ ，因而 $c(\text{H}^+)-c(\text{OH}^-)-c(\text{A}^{2-})=c(\text{A}^{2-})+c(\text{HA}^-)=0.1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，A 项正确；若用去 10 mL NaOH ，反应得到 NaHA 溶液，由于 $\text{HA}^-\rightleftharpoons\text{H}^++\text{A}^{2-}$ ，溶液显酸性。题意要求滴加至中性时，需要加入超过 10 mL 的 NaOH 溶液，B 项错误；当用去 NaOH 溶液体积 10 mL 时，得到 NaHA 溶液，溶液的 $\text{pH}<7$ ，存在质子守恒，其关系为 $c(\text{A}^{2-})=c(\text{H}^+)-c(\text{OH}^-)$ ，C 项正确；当用去 NaOH 溶液体积 20 mL 时，得到 Na_2A 溶液，根据物料守恒有： $c(\text{Na}^+)=2c(\text{HA}^-)+2c(\text{A}^{2-})$ ，D 项正确。

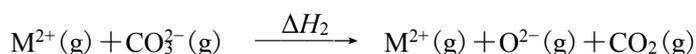
22. 高温高压液态水具有接近常温下弱酸的 $c(\text{H}^+)$ 或弱碱的 $c(\text{OH}^-)$ ，油脂在其中能以较快的反应速率水解。与常温常压水相比，下列说法不正确的是

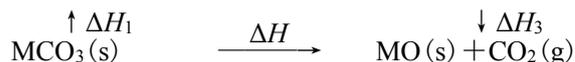
- A. 高温高压液态水中，体系温度升高，油脂水解反应速率加快
 B. 高温高压液态水中，油脂与水的互溶能力增强，油脂水解反应速率加快
 C. 高温高压液态水中， $c(\text{H}^+)$ 增大，可催化油脂水解反应，且产生的酸进一步催化水解
 D. 高温高压液态水中的油脂水解，相当于常温下在体系中加入相同 $c(\text{H}^+)$ 的酸或相同 $c(\text{OH}^-)$ 的碱的水解

【答案】D

【解析】对于任何化学反应，体系温度升高，均可加快反应速率，A 项正确；由于高温高压液态水中， $c(\text{H}^+)$ 和 $c(\text{OH}^-)$ 增大，油脂水解向右移动的倾向变大，因而油脂与水的互溶能力增强，反应速率加快，B 项正确；油脂在酸性 (H^+ 做催化剂) 条件下水解，高温高压液态水中， $c(\text{H}^+)$ 增大，可催化油脂水解反应，且产生的酸进一步催化水解，C 项正确；高温高压液态水中的油脂水解，其水环境仍呈中性，因而不能理解成相当于常温下在体系中加入相同 $c(\text{H}^+)$ 的酸或相同 $c(\text{OH}^-)$ 的碱的水解，而是以体系升温、增加水和油脂的互溶以及提高水中 H^+ 浓度的方式，促进油脂的水解，D 项不正确。

23. MgCO_3 和 CaCO_3 的能量关系如图所示 ($\text{M}=\text{Ca}$ 、 Mg)：





已知：离子电荷相同时，半径越小，离子键越强。下列说法不正确的是

- A. $\Delta H_1(\text{MgCO}_3) > \Delta H_1(\text{CaCO}_3) > 0$
 B. $\Delta H_2(\text{MgCO}_3) = \Delta H_2(\text{CaCO}_3) > 0$
 C. $\Delta H_1(\text{CaCO}_3) - \Delta H_1(\text{MgCO}_3) = \Delta H_3(\text{CaO}) - \Delta H_3(\text{MgO})$
 D. 对于 MgCO_3 和 CaCO_3 ， $\Delta H_1 + \Delta H_2 > \Delta H_3$

【答案】C

【解析】根据盖斯定律，得 $\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3$ ，由于 Ca^{2+} 半径大于 Mg^{2+} 半径，所以 CaCO_3 的离子键强度弱于 MgCO_3 ， CaO 的离子键强度弱于 MgO 。 ΔH_1 表示断裂 CO_3^{2-} 和 M^{2+} 的离子键所吸收的能量，离子键强度越大，吸收的能量越大，因而 $\Delta H_1(\text{MgCO}_3) > \Delta H_1(\text{CaCO}_3) > 0$ ，A 项正确； ΔH_2 表示断裂 CO_3^{2-} 中共价键形成 O^{2-} 和 CO_2 吸收的能量，与 M^{2+} 无关，因而 $\Delta H_2(\text{MgCO}_3) = \Delta H_2(\text{CaCO}_3) > 0$ ，B 项正确；由上可知 $\Delta H_1(\text{CaCO}_3) - \Delta H_1(\text{MgCO}_3) < 0$ ，而 ΔH_3 表示形成 MO 离子键所放出的能量， ΔH_3 为负值， CaO 的离子键强度弱于 MgO ，因而 $\Delta H_3(\text{CaO}) > \Delta H_3(\text{MgO})$ ， $\Delta H_3(\text{CaO}) - \Delta H_3(\text{MgO}) > 0$ ，C 项错误；由上分析可知 $\Delta H_1 + \Delta H_2 > 0$ ， $\Delta H_3 < 0$ ，故 $\Delta H_1 + \Delta H_2 > \Delta H_3$ ，D 项正确。

24. 聚合硫酸铁 $[\text{Fe}(\text{OH})\text{SO}_4]_n$ 能用作净水剂(絮凝剂)，可由绿矾 ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) 和 KClO_3 在水溶液中反应得到。下列说法不正确的是

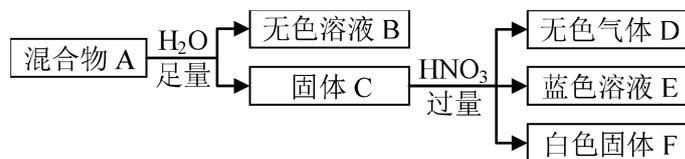
- A. KClO_3 作氧化剂，每生成 1 mol $[\text{Fe}(\text{OH})\text{SO}_4]_n$ 消耗 $6/n$ mol KClO_3
 B. 生成聚合硫酸铁后，水溶液的 pH 增大
 C. 聚合硫酸铁可在水中形成氢氧化铁胶体而净水
 D. 在相同条件下， Fe^{3+} 比 $[\text{Fe}(\text{OH})]^{2+}$ 的水解能力更强

【答案】A

【解析】根据题意写出化学方程式并配平： $6n\text{FeSO}_4 + n\text{KClO}_3 + 3n\text{H}_2\text{O} = 6[\text{Fe}(\text{OH})\text{SO}_4]_n + n\text{KCl}$ ，可知 KClO_3 做氧化剂，同时根据计量数关系亦知每生成 1 mol $[\text{Fe}(\text{OH})\text{SO}_4]_n$ 消耗 $n/6$ mol KClO_3 ，A 项错误；绿矾溶于水后，亚铁离子水解使溶液呈酸性，当其转系为聚合硫酸铁后，亚铁离子的浓度减小，因而水溶液的 pH 增大，B 项错误；聚合硫酸铁可在水中形成氢氧化铁胶体，胶体粒子吸附杂质微粒引起聚沉，因而净水，C 项正确；弱碱的阳离子的水解是逐步

进行的。 $[\text{Fe}(\text{OH})]^{2+}$ 的水解相当于 Fe^{3+} 的二级水解，由于其所带的正电荷比 Fe^{3+} 少，因而在相同条件下，其结合水电离产生的 OH^- 的能力较弱，故其水解能力不如 Fe^{3+} ，即在相同条件下，一级水解的程度大于二级水解，D 项正确。

25. 白色固体混合物 A，含有 KCl、CaCO₃、Na₂CO₃、Na₂SiO₃、CuSO₄，中的几种，常温常压下进行如下实验。



下列推断不正确的是

- A. 无色溶液 B 的 pH \geq 7
- B. 白色固体 F 的主要成分是 H₂SiO₃
- C. 混合物 A 中有 Na₂SiO₃、CuSO₄ 和 CaCO₃
- D. 在无色溶液 B 中加 HNO₃ 酸化，无沉淀；再滴加 AgNO₃，若有白色沉淀生成，说明混合物 A 中有 KCl

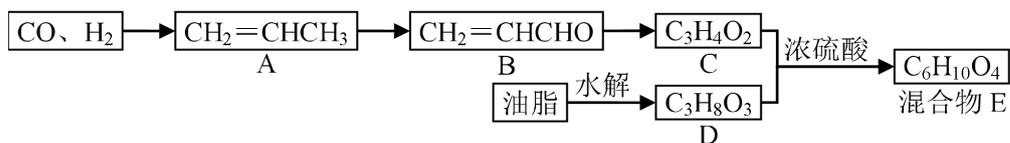
【答案】C

【解析】白色固体混合物 A 加水得无色溶液 B 和固体 C，B 中肯定不含 Cu²⁺，但结合固体 C 加过量硝酸，产生蓝色溶液，说明 A 到 B 的过程中 Cu²⁺ 转化为沉淀，A 中必含有 CuSO₄，又结合固体 C 中加过量硝酸后得到白色固体 F，说明 A 中必含有 Na₂SiO₃，而且固体 C 与硝酸反应可得无色气体，该气体只能是 CO₂，可能是 CaCO₃ 和硝酸反应，也可能是 Cu²⁺ 和 CO₃²⁻ 双水解得到的碱式碳酸铜与硝酸反应生成的，因此，不能确定碳酸钙和碳酸钠是否存在，但两者至少存在一种。无色溶液 B 成分复杂，若 B 中只含有 KCl，则 pH=7；若含有 Na₂CO₃ 或硅酸钠或两者均有，则 CO₃²⁻ 和硅酸根离子水解使溶液显碱性，pH>7，故无色溶液 pH \geq 7，A 项正确；白色固体 F 难溶于硝酸，说明 F 为 H₂SiO₃，B 项正确；固体 C 加入硝酸得无色气体，该气体只能是 CO₂，可能是 CaCO₃ 生成的，也可能是 Na₂CO₃ 与硫酸铜反应生成的碱式碳酸铜再与硝酸反应生成的 CO₂，因此，固体 C 中不一定含有 CaCO₃，C 项错误；检验 Cl⁻ 可用硝酸酸化的 AgNO₃ 溶液，所以证明 A 含有 KCl，证明 Cl⁻ 即可，D 项正确。

非选择题部分

二、非选择题（本大题共 7 小题，共 50 分）

26. (6 分) 以煤、天然气和生物质为原料制取有机化合物日益受到重视。E 是两种含有碳碳双键的酯的混合物。相关物质的转化关系如下(含有相同官能团的有机物通常具有相似的化学性质)：



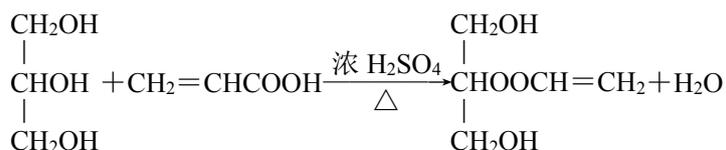
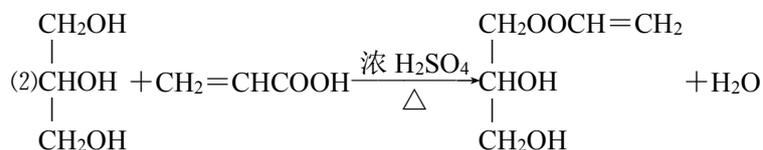
请回答：

(1) A→B 的反应类型_____，C 中含氧官能团的名称_____。

(2) C 与 D 反应得到 E 的化学方程式_____。

(3) 检验 B 中官能团的实验方法_____。

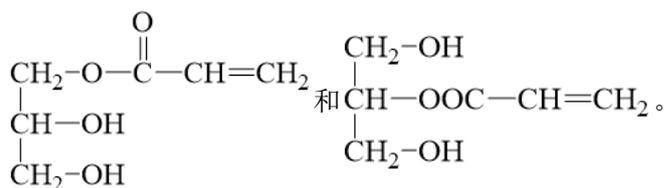
【答案】(1)氧化反应 羧基



(3)加过量银氨溶液，加热，出现银镜，说明有醛基；用盐酸酸化，过滤，滤液中加入溴水，若溴水褪色，说明有碳碳双键

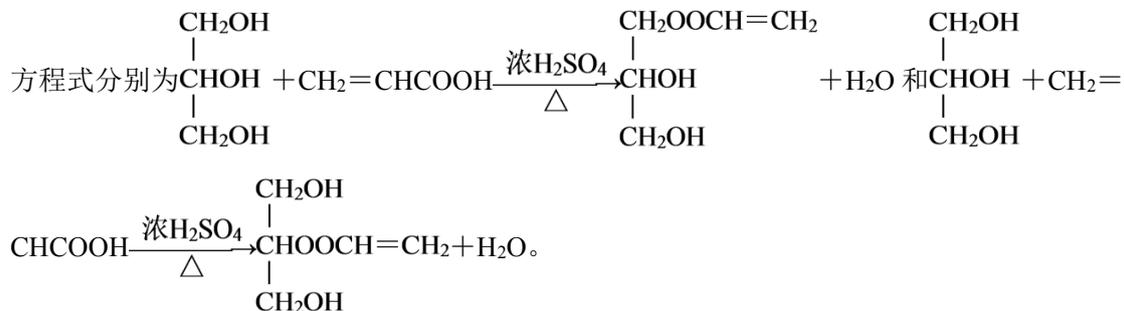
【解析】由已知可得 C 比 B 多了氧元素，B 到 C 发生氧化反应，即醛基被氧化成羧基；C 为 $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{COOH}$ ，油脂在酸性条件下水解得到高级脂肪酸和甘油，结合 D 的分子式，

可知 D 为甘油 $\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{OH} \\ | \\ \text{CH}-\text{OH} \\ | \\ \text{CH}_2-\text{OH} \end{array}$ ，C 和 D 发生 1:1 的酯化反应得到 E。E 的可能结构简式为



(1) 根据分子组成的变化，即去氢加氧，A 到 B 的反应类型为氧化反应，C 中的含氧官能团为羧基。

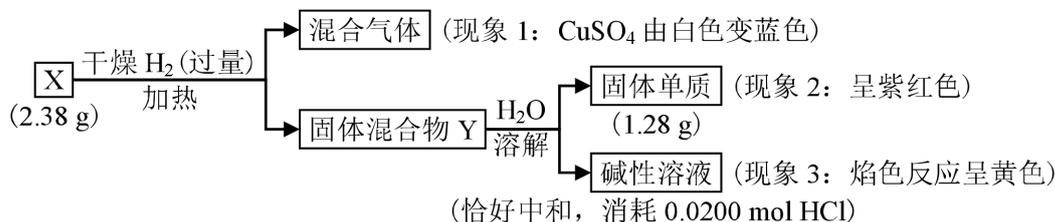
(2) 由上分析混合物 E 的结构简式，可知 C 和 D 的酯化反应得到两种有机产物，因而化学



(3) B 中含有碳碳双键和醛基，两者都易被氧化，其中醛基能被弱氧化剂氧化，因而需要先检验醛基，可采用银氨溶液检验，注意这里需要加过量的银氨溶液以便将醛基全部氧化，然后用盐酸酸化，原因在于银氨溶液呈碱性，能和溴水反应，然后将过滤后的滤液加入溴水，

观察现象。因而答案为加过量银氨溶液，加热，出现银镜，说明有醛基；用盐酸酸化，过滤，滤液中加入溴水，若溴水褪色，说明有碳碳双键。

27. (6分) 固体化合物 X 由 3 种元素组成。某学习小组进行了如下实验：



请

回答：

- (1) 由现象 1 得出化合物 X 含有_____元素(填元素符号)。
- (2) 固体混合物 Y 的成分_____ (填化学式)。
- (3) X 的化学式_____。

X 与浓盐酸反应产生黄绿色气体，固体完全溶解，得到蓝色溶液，该反应的化学方程式是_____。

【答案】(1) O (2) Cu 和 NaOH (3) $\text{NaCuO}_2 \cdot 2\text{NaCuO}_2 + 8\text{HCl} = 2\text{NaCl} + 2\text{CuCl}_2 + \text{Cl}_2\uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$

【解析】 固体混合物 Y 溶于水，得到固体单质为紫红色，说明固体单质为 Cu，产生碱性溶液，焰色反应呈黄色说明含有钠元素，与盐酸 HCl 中和，说明为 NaOH (易算出为 0.02mol)，混合气体能使 CuSO_4 变蓝，说明有水蒸汽。

(1) CuSO_4 由白色变为蓝色，说明有水生成，根据元素守恒分析，必定含有 O 元素。

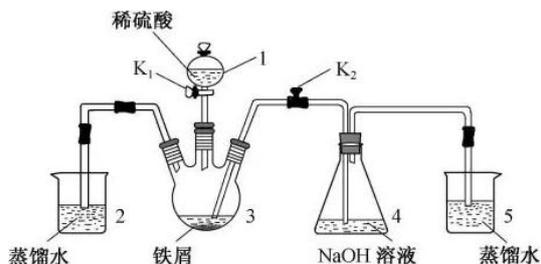
(2) 现象 2 获得紫色单质，说明 Y 含有 Cu，现象 3 焰色反应为黄色说明有 Na 元素，与 HCl 发生中和反应说明有 NaOH，故答案填 Cu 和 NaOH。

(3) NaOH 为 0.02mol，易算出 $m(\text{Na}) = 0.02 \times 23\text{g} = 0.46\text{g}$ ，

$m(\text{O}) = m - m(\text{Na}) - m(\text{Cu}) = 2.38 - 0.46 - 1.28 = 0.46\text{g}$ ， $N(\text{Na}) : N(\text{Cu}) : N(\text{O}) = \frac{0.46}{23} : \frac{1.28}{64} : \frac{0.64}{16} = 1 : 1 : 2$ ，

故化学式为 NaCuO_2 ，X 与浓盐酸反应，根据反应现象，产物有 Cl_2 ，和 CuCl_2 蓝色溶液，因而化学方程式为 $2\text{NaCuO}_2 + 8\text{HCl} = 2\text{NaCl} + 2\text{CuCl}_2 + \text{Cl}_2\uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$

28. (4分) 某同学设计如图装置(气密性已检查)制备 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 白色沉淀。



请回答：

- (1) 仪器 1 的名称_____。装置 5 的作用_____。
- (2) 实验开始时，关闭 K_2 ，打开 K_1 ，反应一段时间后，再打开 K_2 ，关闭 K_1 ，发现 3 中溶

液不能进入 4 中。请为装置作一处改进，使溶液能进入 4 中_____。

(3) 装置改进后，将 3 中反应后溶液压入 4 中，在 4 中析出了灰绿色沉淀。从实验操作过程分析没有产生白色沉淀的原因_____。

【答案】(1) 滴液漏斗(分液漏斗) 液封，防止空气进入装置 4

(2) 在装置 2、3 之间添加控制开关

(3) 在装置 2、3 之间添加控制开关

【解析】制备 Fe(OH)₂ 白色沉淀必须在无氧气的环境中进行。将铁屑和稀硫酸反应得到 FeSO₄，再利用气体产生的气压把 FeSO₄ 溶液压至装置 4 中与 NaOH 反应，得到 Fe(OH)₂，注意所需试剂也需要加热除掉溶解氧。(1) 观察仪器 1 特征可知是分液漏斗或者滴液漏斗，该反应需要置于无氧环境，注意这里跟防倒吸无关，可知装置 5 的作用是液封，防止空气进入装置 4。

(2) 实验开始时，关闭 K₂，打开 K₁，反应一段时间后，再打开 K₂，关闭 K₁，发现 3 中溶液不能进入 4 中。如此操作，不行的原因在于仪器 1 产生的 H₂ 从左侧导管逸出，那么没有足够的压强不能将 FeSO₄ 溶液挤出，因而在装置 2、3 之间添加控制开关即可。

(3) 灰绿色沉淀产生的原因是 Fe(OH)₂ 被空气氧化，因为装置 4 中空气没有完全排尽。

29. (4 分) 由 C、H、O 三种元素组成的链状有机化合物 X，只含有羟基和羧基两种官能团，且羟基数目大于羧基数目。称取 2.04 g 纯净的 X，与足量金属钠充分反应，生成 672 mL 氢气(标准状况)。请确定摩尔质量最小的 X 分子中羟基、羧基数目及该 X 的相对分子质量(要求写出简要推理过程)。

【答案】 $n(\text{H}_2) = 0.03 \text{ mol}$ ，设 X 中羟基和羧基的总数为 m 个 ($m \geq 2$) 则 $n(\text{X}) = (0.03 \times 2) / m = 0.06 / m \text{ mol}$ ， $M(\text{X}) = 2.04m / 0.06 = 34m \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ， $m = 4$ ， $M(\text{X}) = 136 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ，含有 3 个羟基和 1 个羧基，相对分子质量为 136。

【解析】 $n(\text{H}_2) = 0.03 \text{ mol}$ ，设 X 中羟基和羧基的总数为 m 个 ($m \geq 3$) 则 $n(\text{X}) = (0.03 \times 2) / m = 0.06 / m \text{ mol}$ ， $M(\text{X}) = 2.04m / 0.06 = 34m \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ $m = 4$ ， $M(\text{X}) = 136 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ，含有 3 个羟基和 1 个羧基，相对分子质量为 136。利用 X 和足量金属钠反应计算羟基和羧基的总数目，其关系为 2-OH~H₂、H₂~2-COOH，进而推理出摩尔质量最小的 X。

$n(\text{H}_2) = \frac{V(\text{H}_2)}{22.4} \text{ mol} = 0.03 \text{ mol}$ ，由于 2-OH~H₂、2-COOH~H₂，设 X 中羟基和羧基的总数为 m 个

$$(m > 2, \text{ 且为整数}), \text{ 则 } n(\text{X}) = \frac{0.03 \times 2}{m} \text{ mol} = \frac{0.06}{m} \text{ mol}, \quad M(\text{X}) = \frac{m(\text{X})}{n(\text{X})} = \frac{2.04 \text{ g}}{\frac{0.06 \text{ mol}}{m}} = 34m \text{ g/mol}.$$

当 $m = 3$ ， $M(\text{X}) = 102 \text{ g/mol}$ ，羟基数目大于羧基数目，说明含有 2 个羟基和 1 个羧基，说明 X 分子式有 4 个 O，碳和氢的摩尔质量 = $102 - 16 \times 4 = 38 \text{ g/mol}$ ，分子式为 C₃H₂O₄，2 个羟基和 1 个羧基就占了 3 个 H 原子，可知这个分子式不合理， $m = 3$ 不成立；当 $m = 4$ ， $M(\text{X}) = 136 \text{ g/mol}$ ，说明含有 3 个羟基和 1 个羧基，同上分析可知分子式为 C₄H₈O₅，该分子式合理，例如可能

的结构简式为 $\text{HO}-\text{CH}_2-\overset{\text{OH}}{\underset{|}{\text{CH}}}-\overset{\text{OH}}{\underset{|}{\text{CH}}}-\text{COOH}$ 。故答案是：含有 3 个羟基和 1 个羧基，相

对分子质量为 136。

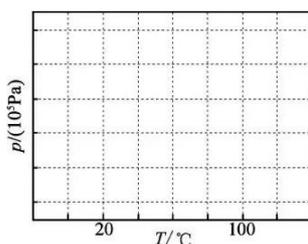
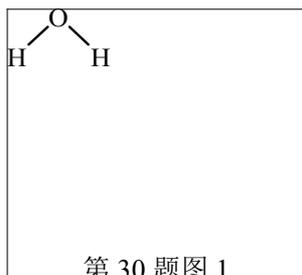
30. 【加试题】(10 分) 水是“生命之基质”，是“永远值得探究的物质”。

(1) 关于反应 $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ ，下列说法不正确的是_____。

- A. 焓变 $\Delta H < 0$ ，熵变 $\Delta S < 0$
- B. 可以把反应设计成原电池，实现能量的转化
- C. 一定条件下，若观察不到水的生成，说明该条件下反应不能自发进行
- D. 选用合适的催化剂，有可能使反应在常温常压下以较快的速率进行

(2) ①根据 H_2O 的成键特点，画出与图 1 中 H_2O 分子直接相连的所有氢键 ($\text{O}-\text{H}\cdots\text{O}$)。

②将一定量水放入抽空的恒容密闭容器中，测定不同温度 (T) 下气态、液态水平衡共存 [$\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{g})$] 时的压强 (p)。在图 2 中画出从 20°C 开始经过 100°C 的 p 随 T 变化关系示意图 (20°C 时的平衡压强用 p_1 表示)。

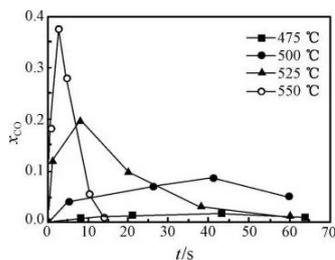
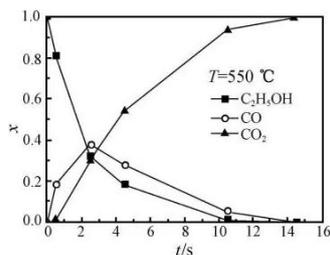


(3) 水在高温高压状态下呈现许多特殊的性质。当温度、压强分别超过临界温度 (374.2°C)、临界压强 (22.1 MPa) 时的水称为超临界水。

①与常温常压的水相比，高温高压液态水的离子积会显著增大。解释其原因_____。

②如果水的离子积 K_w 从 1.0×10^{-14} 增大到 1.0×10^{-10} ，则相应的电离度是原来的_____倍。

③超临界水能够与氧气等氧化剂以任意比例互溶，由此发展了超临界水氧化技术。一定实验条件下，测得乙醇的超临界水氧化结果如图 3、图 4 所示，其中 x 为以碳元素计的物质的量分数， t 为反应时间。



下列说法合理的是_____。

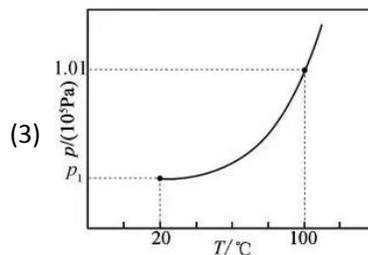
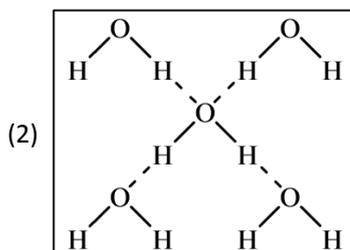
- A. 乙醇的超临界水氧化过程中，一氧化碳是中间产物，二氧化碳是最终产物
- B. 在 550℃ 条件下，反应时间大于 15 s 时，乙醇氧化为二氧化碳已趋于完全
- C. 乙醇的超临界水氧化过程中，乙醇的消耗速率或二氧化碳的生成速率都可以用来表示反应的速率，而且两者数值相等
- D. 随温度升高， x_{CO} 峰值出现的时间提前，且峰值更高，说明乙醇的氧化速率比一氧化碳氧化速率的增长幅度更大

(4) 以铂阳极和石墨阴极设计电解池，通过电解 NH_4HSO_4 溶液产生 $(NH_4)_2S_2O_8$ ，再与水反应得到 H_2O_2 ，其中生成的 NH_4HSO_4 可以循环使用。

①阳极的电极反应式是_____。

②制备 H_2O_2 的总反应方程式是_____。

【答案】(1) C

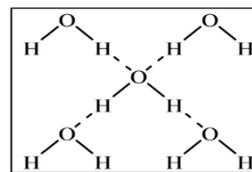


(4) 水的电离为吸热过程，升高温度有利于电离(压强对电离平衡影响不大) (5).100 (6)ABD

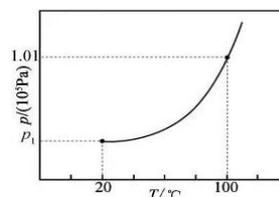
(7) $2HSO_4^- - 2e^- = S_2O_8^{2-} + 2H^+$ 或 $2SO_4^{2-} - 2e^- = S_2O_8^{2-}$ (8) $2H_2O \xrightarrow{\text{通电}} H_2O_2 + H_2 \uparrow$

【解析】(1) 氢气燃烧是放热反应， $\Delta H < 0$ ，该反应中气体变为液体，为熵减过程，故 $\Delta S < 0$ ，A 项正确；该反应可设计为氢氧燃料电池，实现化学能转为电能，B 项正确；某条件下自发反应是一种倾向，不代表真实发生，自发反应往往也需要一定的反应条件才能发生，如点燃氢气，C 项错误；催化剂降低反应的活化能，加快化学反应速率，D 项正确。

(2) ① H_2O 电子式为 $H : \overset{\cdot\cdot}{O} : H$ ，存在两对孤电子对，因而 O 原子可形成两组氢键，每个 H 原子形成一个氢键，图为：



② 100℃，101kPa 为水的气液分界点，20℃ 和 p_1 为另一个气液分界点，同时升高温度和增加压强利于水从液体变为气体，因而曲线为增曲线，可做图为：



(3) ① 水的电离为吸热过程，升高温度电离正向移动，压强对固、液体影响不大，可忽略。② $c(H^+) = \sqrt{K_w}$ ，当 $K_w = 1.0 \times 10^{-14}$ ，

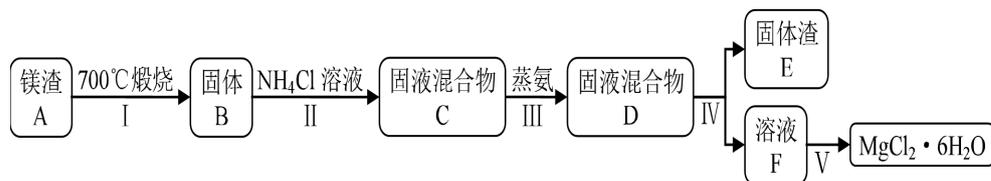
$c_1(H^+) = 10^{-7} \text{ mol/L}$ ，当 $K_w = 1.0 \times 10^{-10}$ ， $c_2(H^+) = 10^{-5} \text{ mol/L}$ ，易知后者是前者的 100 倍，所以相应的电离度是原来的 100 倍。③ 观察左侧 x-t 图像可知，CO 先增加后减少， CO_2 一直在增加，

所以 CO 为中间产物，CO₂ 为最终产物，A 项正确；观察左侧 x-t 图像，乙醇减少为 0 和 CO 最终减少为 0 的时间一致，而右图 x_{CO}-t 图像中 550℃，CO 在 15s 减为 0，说明乙醇氧化为 CO₂ 趋于完全，B 项正确；乙醇的消耗速率或二氧化碳的生成速率都可以用来表示反应的速率，但两者数值不相等，比值为化学计量数之比，等于 1：2，C 项错误；随着温度的升高，乙醇的氧化速率和一氧化碳氧化速率均增大，但 CO 是中间产物，为乙醇不完全氧化的结果，CO 峰值出现的时间提前，且峰值更高，说明乙醇氧化为 CO 和 CO₂ 速率必须加快，且大于 CO 的氧化速率，D 项正确。

(4)①电解池中阳极为惰性电极铂，不参与反应，铂吸引 HSO₄⁻（或 SO₄²⁻）离子，并放电生成 S₂O₈²⁻，因而电极反应式为 2HSO₄⁻ - 2e⁻ = S₂O₈²⁻ + 2H⁺ 或 2SO₄²⁻ - 2e⁻ = S₂O₈²⁻。

②通过电解 NH₄HSO₄ 溶液产生 (NH₄)₂S₂O₈ 和 H₂。由题中信息可知，生成的 NH₄HSO₄ 可以循环使用，说明 (NH₄)₂S₂O₈ 与水反应除了生成 H₂O₂，还有 NH₄HSO₄ 生成，因而总反应中只有水作反应物，产物为 H₂O₂ 和 H₂，故总反应方程式为 2H₂O $\xrightarrow{\text{通电}}$ H₂O₂ + H₂↑。

31.【加试题】(10 分)某兴趣小组在定量分析了镁渣[含有 MgCO₃、Mg(OH)₂、CaCO₃、Al₂O₃、Fe₂O₃ 和 SiO₂]中 Mg 含量的基础上，按如下流程制备六水合氯化镁(MgCl₂·6H₂O)。



相关信息如下：

- ①700℃ 只发生 MgCO₃ 和 Mg(OH)₂ 的分解反应。
- ②NH₄Cl 溶液仅与体系中的 MgO 反应，且反应程度不大。
- ③“蒸氨”是将氨从固液混合物中蒸出来，且须控制合适的蒸出量。

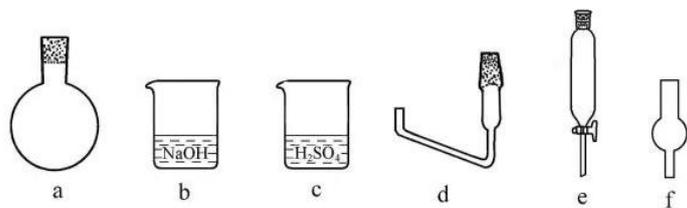
请回答：

(1) 下列说法正确的是_____。

- A. 步骤 I，煅烧样品的容器可以用坩埚，不能用烧杯和锥形瓶
- B. 步骤 III，蒸氨促进平衡正向移动，提高 MgO 的溶解量
- C. 步骤 III，可以将固液混合物 C 先过滤，再蒸氨
- D. 步骤 IV，固液分离操作可采用常压过滤，也可采用减压过滤

(2) 步骤 III，需要搭建合适的装置，实现蒸氨、吸收和指示于一体(用硫酸溶液吸收氨气)。

①选择必须的仪器，并按连接顺序排列(填写代表仪器的字母，不考虑夹持和橡皮管连接)：
热源 → _____。



②为了指示蒸氨操作完成，在一定量硫酸溶液中加入指示剂。请给出并说明蒸氨可以停止时的现象_____。

(3) 溶液 F 经盐酸酸化、蒸发、结晶、过滤、洗涤和低温干燥得到产品。取少量产品溶于水后发现溶液呈碱性。

①含有的杂质是_____。

②从操作上分析引入杂质的原因是_____。

(4) 有同学采用盐酸代替步骤 II 中的 NH_4Cl 溶液处理固体 B，然后除杂，制备 MgCl_2 溶液。

已知金属离子形成氢氧化物沉淀的 pH 范围：

金属离子	pH	
	开始沉淀	完全沉淀
Al^{3+}	3.0	4.7
Fe^{3+}	1.1	2.8
Ca^{2+}	11.3	—
Mg^{2+}	8.4	10.9

请给出合理的操作排序(从下列操作中选取，按先后次序列出字母，操作可重复使用)：固体 B → a → () → () → () → () → () → () → MgCl_2 溶液 → 产品。

- a. 用盐酸溶解 b. 调 pH=3.0 c. 调 pH=5.0 d. 调 pH=8.5
e. 调 pH=11.0 f. 过滤 g. 洗涤

【答案】

(1) ABD

(2) ①a→d→f→c ②甲基橙，颜色由红色变橙色

(3) ①碱式氯化镁(氢氧化镁) ②过度蒸发导致氯化镁水解

(4) c→f→e→f→g→a

【解析】

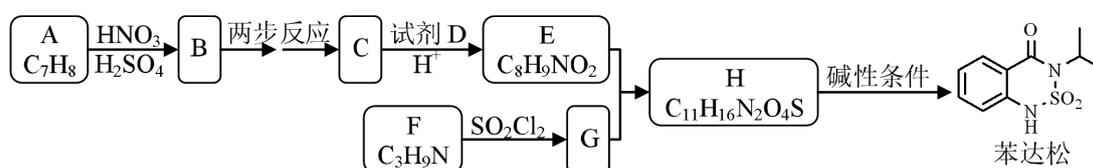
(1) 选 A，步骤 I 温度达 700°C ，不能用烧杯和锥形瓶煅烧样品，只能用坩埚；选 B，步骤 III，蒸氨促进氯化铵水解平衡正向移动，酸性增强，有利于提高 MgO 的溶解量；C 不选，因为信息② NH_4Cl 溶液仅与体系中的 MgO 反应，且反应程度不大，在此情况下先过滤不利于 MgO 的溶解；选 D，步骤 IV 固液分离操作采用常压过滤即可，如采用减压过滤，可加速分离。

(2) 蒸氨、吸收和指示于一体(用硫酸溶液吸收氨气), 连接顺序 a→d→f→c, 选用 f 防倒吸; 在硫酸中宜选用酸性范围变色的指示剂甲基橙, 它的变色范围 3.1—4.4, 颜色由红色变橙色时, 说明蒸氨可以停止。

(3) 溶液呈碱性的杂质为碱式氯化镁(氢氧化镁), 从操作上分析引入杂质的原因是过度蒸发导致氯化镁水解

(4) 先调 pH=5.0, 再过滤掉氢氧化铁和氢氧化铝; 再调调 pH=11.0, 过滤得到氢氧化镁沉淀, 除去了钙离子; 实现分步除杂后, 再加盐酸溶解, 得到镁离子的溶液。

32. 【加试题】(10 分) 某研究小组拟合成除草剂苯达松和染料中间体 X。



(1) 下列说法正确的是_____。

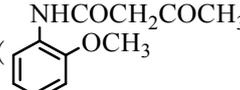
- A. 化合物 B 到 C 的转变涉及到取代反应
- B. 化合物 C 具有两性
- C. 试剂 D 可以是甲醇
- D. 苯达松的分子式是 $\text{C}_{10}\text{H}_{10}\text{N}_2\text{O}_3\text{S}$

(2) 化合物 F 的结构简式是_____。

(3) 写出 $\text{E} + \text{G} \rightarrow \text{H}$ 的化学方程式_____。

(4) 写出 $\text{C}_6\text{H}_{13}\text{NO}_2$ 同时符合下列条件的同分异构体的结构简式_____。

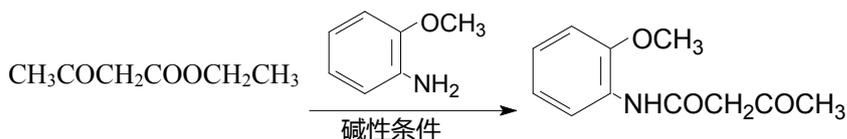
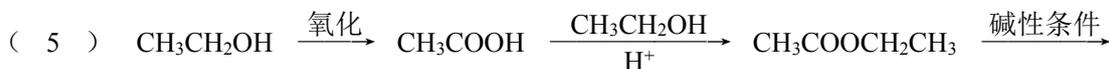
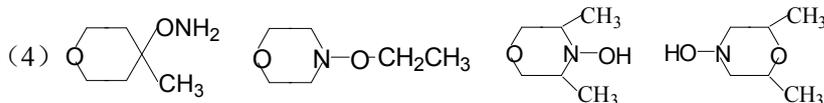
- ① 分子中有一个六元环, 且成环原子中最多含 2 个非碳原子;
- ② $^1\text{H-NMR}$ 谱和 IR 谱检测表明分子中有 4 种化学环境不同的氢原子。有 N—O 键, 没有过氧键(—O—O—)。

(5) 设计以 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 和  原料制备 X () 的合成路线(无机试剂任选, 合成中须用到上述①②两条已知信息, 用流程图表示)_____。

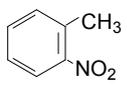
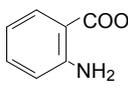
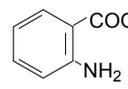
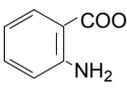
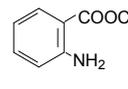
【答案】

(1) BC

(2) $(\text{CH}_3)_2\text{CHNH}_2$



【解析】

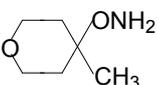
(1) B () 到 C () 两步反应是先氧化甲基再还原硝基，不涉及取代反应，不选 A； 既有氨基又有羧基，显两性，选 B； 和甲醇酯化反应得到 E ()，选 C；苯达松的分子式是 $\text{C}_{10}\text{H}_{12}\text{N}_2\text{O}_3\text{S}$ ，D 错。

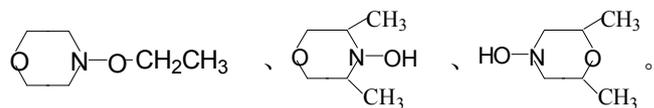
(2) 由苯达松的结构中可以判断出 F 的结构简式为 $(\text{CH}_3)_2\text{CHNH}_2$

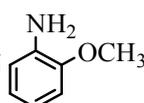
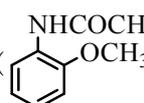
(3) $(\text{CH}_3)_2\text{CHNH}_2$ 和 SO_2Cl_2 反应是产物 G 为 $(\text{CH}_3)_2\text{CHNHSO}_2\text{Cl}$ ，所以 $\text{E} + \text{G} \rightarrow \text{H}$ 的化学



(4) 由 $\text{C}_6\text{H}_{13}\text{NO}_2$ 分子式计算出不饱和度为 1，题目已给出分子中有一个六元环，所以六元环占据了唯一的不饱和度，剩下的 N、C、O 元素不成双键。如果六元环不含 N 和 O，既没有过氧键 ($-\text{O}-\text{O}-$)，又的拥有 $\text{N}-\text{O}$ 键，此种情况不可能满足题目要求。所以六元环

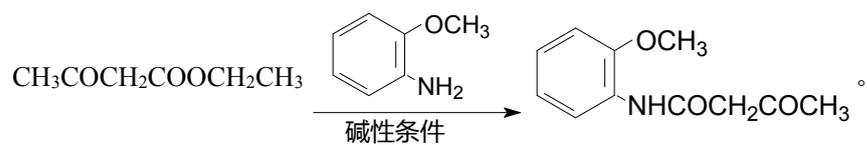
至又一个氧原子。满足 4 种化学环境不同的氢原子的结构如下：



(5) 以 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 和  原料制备 X ()，主要的结构变化就是

在氨基上引入 $-\text{COCH}_2\text{COCH}_3$ 基团，该基团 4 个碳，结合信息推出





2019 年上海市高中等级考试化学试题解析

一、选择题（每题只有一个正确答案，每题 2 分，共计 40 分）

1. 元素 ${}_{118}^{295}\text{Og}$ 中文名为（奥气），是一种人工合成的稀有气体元素，下列正确的是

- A. 核外电子数是 118
B. 中子数是 295
C. 质量数是 117
D. 第六周期 0 族元素

【答案】A

【解析】

根据原子的表示方法，左下角数字表示质子数 118，对于中性原子，核外电子数等于质子数等于 118，故选 A。

2. 只涉及物理变化的是

- A. 次氯酸漂白
B. 盐酸除锈
C. 石油分馏
D. 煤干馏

【答案】C

【解析】

次氯酸漂白利用的是次氯酸的漂白性，A 错误；盐酸除锈利用盐酸与氧化铁的反应，B 错误；石油分馏利用烃的沸点差异，为物理性质，C 正确；煤干馏指的是在隔绝空气的情况下高温加热煤得到焦炭、煤焦油、焦炉气等的过程，为化学变化，D 错误。

3. 下列反应只需要破坏共价键的是

- A. 晶体硅熔化
B. 碘升华
C. 熔融 Al_2O_3
D. NaCl 溶于水

【答案】A

【解析】

晶体硅为原子晶体，Si 原子之间只以共价键连接，因此熔化只需要破坏共价键，A 正确；碘为分子晶体，升华克服分子间作用力，B 错误； Al_2O_3 为离子晶体，熔融破坏离子键，C 错误； NaCl 为离子晶体，溶于水电离成钠离子和氯离子，破坏离子键，D 错误。

4. 下列过程固体质量增加的是

- A. Cu 加入氯化铁
B. Zn 加入硫酸
C. H_2 通入灼热氧化铜
D. 高温下水蒸气通入 Fe

【答案】D

【解析】

A. $\text{Cu}+2\text{FeCl}_3=\text{CuCl}_2+2\text{FeCl}_2$, Cu 溶解, 固体质量减少, A 错误;

B. $\text{Zn}+\text{H}_2\text{SO}_4=\text{ZnSO}_4+\text{H}_2\uparrow$, Zn 溶解, 固体质量减少, B 错误;

C. $\text{CuO}+\text{H}_2\triangleq\text{Cu}+\text{H}_2\text{O}$, CuO 变为 Cu, 固体质量减少, C 错误;

D. $3\text{Fe}+4\text{H}_2\text{O}\xrightarrow{\text{高温}}\text{Fe}_3\text{O}_4+4\text{H}_2$, Fe 变为 Fe_3O_4 , 固体质量增加, D 正确。

5. 25°C 下, $0.005\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{Ba}(\text{OH})_2$ 中 H^+ 浓度是

A. $1\times 10^{-12}\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$

B. $1\times 10^{-13}\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$

C. $5\times 10^{-12}\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$

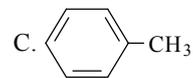
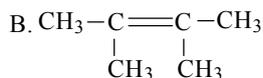
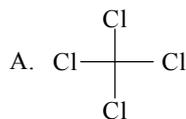
D. $5\times 10^{-13}\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$

【答案】 A

【解析】

$0.005\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{Ba}(\text{OH})_2$ 中 OH^- 浓度是 $0.005\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\times 2=0.01\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$, $c(\text{H}^+)=K_w/c(\text{OH}^-)$
 $=10^{-14}(\text{mol}\cdot\text{L}^{-1})^2/0.01\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}=10^{-12}\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$, 故答案选 A。

6. 下列分子中所有原子都处在同一平面上的



【答案】 D

【解析】

A 项为 CCl_4 , 为正四面体结构, A 项错误; 因为 $-\text{CH}_3$ 的结构为四面体构型, 所以所有原子不可能都处于同一平面, 故 B, C 均错误; D 项中乙烯基为平面型, 乙炔基为直线型结构, 乙炔基这一直线可以属于乙烯基的这一平面内, 故 D 正确。

7. 已知有一种烃的结构类似自行车, 简称“自行车烃”下列关于它的叙述正确的是



A. 易溶于水

B. 可以发生取代反应

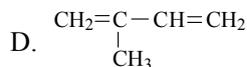
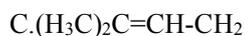
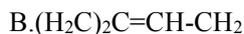
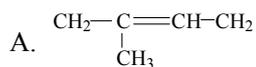
C. 其密度大于水的密度

D. 与环己烷为同系物

【答案】 B

【解析】 烷烃都难溶于水, 密度小于水, 可以发生取代反应, A、C 错误, B 正确; 自行车烷的不饱和度比环己烷多 1, 不满足分子式相差 n 个 CH_2 的要求, 与环己烷不为同系物。

8. 聚异戊二烯 $\left[\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}=\text{CH}-\text{CH}_2 \right]_n$ 的单体是



【答案】D

【解析】

聚异戊二烯为异戊二烯发生 1,4-加成反应得到，故答案选异戊二烯，即 D 选项。

9. 下列选项不正确的是

A. 含有共价键的化合物是共价化合物

B. 含有极性键的分子可能是非极性分子

C. 有电子转移的反应是氧化还原反应

D. 水溶液中能完全电离的电解质是强电解质

【答案】A

【解析】

含有共价键的化合物也可能是离子化合物，如 NaOH，A 错误；含有极性键的分子可能是非极性分子，如 CH_4 ，B 正确；有电子转移的反应一定是氧化还原反应，C 正确；水溶液中能完全电离的电解质是强电解质，D 正确；故答案选 A。

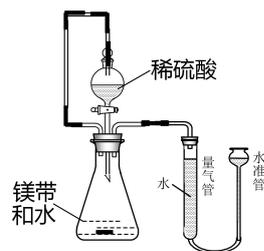
10. 实验室用镁带和稀硫酸反应产生氢气，来测定氢气的气体摩尔体积，所涉及到的步骤有①读数；②冷却至室温；③调节使水准管和量气管液面相平。正确的顺序是

A. ①②③

B. ①③②

C. ③①②

D. ②③①



【答案】D

【解析】在用量气管收集气体，读数时，应冷却到室温，防止气体热胀冷缩，测量气体体积不准确，另外在读数时还要调节使水准管和量气管液面相平，平衡体系压强，再读数。故 D 正确。

11. 关于离子化合物 NH_5 ，下列说法正确的是

A. N 为 -5 价

B. 阴阳离子个数比是 1:1

C. 阴离子为 8 电子稳定结构

D. 阳离子的电子数为 11

【答案】B

【解析】

离子化合物由 NH_4^+ 和 H^- 构成，N 的化合价为 -4，A 错误；阴阳离子个数比为 1:1，B 正确；阴离子为 H^- ，最外层 2 个电子，不满足 8 电子稳定结构，C 错误；阳离子为 NH_4^+ ，电子数为 10，D 错误。故答案选 B。

12. 能证明亚硫酸钠中部分变质所需要的试剂是

- A. 硝酸钡，稀硫酸
B. 稀盐酸，氯化钡
C. 稀硫酸，氯化钡
D. 稀硝酸，氯化钡

【答案】B

【解析】

亚硫酸钠部分变质生成硫酸钠，因此实际需要检验的是硫酸根离子，使用试剂为稀盐酸和氯化钡。

13. 用甲基橙作指示剂，用标准盐酸滴定氢氧化钠溶液，下列说法正确的是

- A. 可以用酚酞代替指示剂
B. 滴定前用待测液润洗锥形瓶
C. 若氢氧化钠吸收少量 CO_2 ，不影响滴定结果
D. 当锥形瓶内溶液由橙色变为红色，且半分钟内不褪色，即达到滴定终点

【答案】C

【解析】

指示剂的选择需要遵循“由浅变深”的颜色变化规则，若用酚酞作指示剂，颜色变化过程为由红色变为无色，不符合要求，A 错误；

滴定前用待测液润洗锥形瓶，滴定结果偏高，B 错误；

若氢氧化钠吸收少量 CO_2 ，发生反应 $2\text{OH}^- + \text{CO}_2 = \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ ，再滴入盐酸，盐酸先与剩余 OH^- 反应： $\text{OH}^- + \text{H}^+ = \text{H}_2\text{O}$ ，再与碳酸根反应： $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ，可以发现存在反应关系 $2\text{OH}^- \sim \text{CO}_3^{2-} \sim 2\text{H}^+$ ，因此消耗的盐酸的物质的量始终等于氢氧化钠的物质的量，因此氢氧化钠吸收少量 CO_2 ，不影响滴定结果，C 正确；

该实验的滴定终点应为当锥形瓶内溶液由黄色变为橙色，且半分钟内不褪色，即达到滴定终点，若变为红色，说明盐酸已经过量，D 错误，故选 C。

14. 下列物质分离错误的是

- A. 硝基苯（苯）蒸馏
B. 乙烯（ SO_2 ）氢氧化钠溶液
C. 己烷（己烯）溴水，分液
D. 乙酸乙酯（乙醇）碳酸钠溶液，分液

【答案】C

【解析】硝基苯和苯为沸点不同的互溶液体，用蒸馏分离，A 正确；乙烯不与 NaOH 反应，SO₂ 被氢氧化钠吸收，可实现两种气体的分离，B 正确；己烷和己烯为互溶液体，己烷不与溴水反应，但能够萃取溴水中的溴，己烯与溴水加成反应生成二溴代物，仍然溶于己烷，因此不能用分液进行分离，C 错误；乙酸乙酯难溶于碳酸钠溶液，乙醇易溶于水，液体分层，通过分液进行分离，D 正确。故答案选 C。

15. 如图所示，元素 m 的氢化物和最高价氧化物对应的水化物能反应，下列说法正确的是

A. 非金属性：m>n

B. 氢化物稳定性：n<p

C. 简单阴离子半径：p>q

D. 最高价氧化物对应水化物酸性：p>q

m	n		
	p	q	

【答案】C

【解析】

既有氢化物又有最高价氧化物的水化物的元素一般为非金属元素，非金属元素的最高价氧化物的水化物为最高价含氧酸，因此其氢化物必须是碱性物质，二者才能反应，故 m 元素为 N，n 元素为 O，p 元素为 S，q 元素为 Cl。因为 m 与 n 在同一周期，n 的非金属性强于 m，故 A 错误；

因为 n 与 p 位于同一主族，n 的非金属性强于 p，所以 n 的氢化物稳定性强于 p，B 错误；

又因为 p 和 q 位于同一周期，p 简单阴离子半径大于 q，C 项正确；

q 的非金属性强于 p，故最高价氧化物对应水化物的酸性：q>p，故 D 项错误。答案选 C。

16. 在 pH 为 1 的 100mL 0.1 mol/L 的 AlCl₃ 中，加入 300mL 0.1 mol/L 的氢氧化钠溶液后铝的存在形式是

A. AlO₂⁻ B. Al³⁺ C. Al(OH)₃ D. Al³⁺, Al(OH)₃

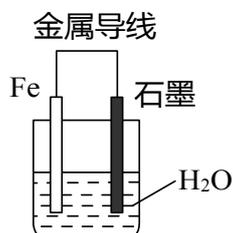
【答案】D

【解析】

pH 为 1 的 100 mL 0.1 mol/L 的 AlCl₃ 中， $n(\text{H}^+) = 0.1 \text{ mol/L} \times 0.1 \text{ L} = 0.01 \text{ mol}$ ， $n(\text{Al}^{3+}) = 0.1 \text{ mol/L} \times 0.1 \text{ L} = 0.01 \text{ mol}$ ，300 mL 0.1 mol/L 的氢氧化钠溶液中 $n(\text{OH}^-) = 0.1 \text{ mol/L} \times 0.3 \text{ L} = 0.03 \text{ mol}$ ，

其中 0.01mol 的 OH^- 先与 0.01mol H^+ 发生中和反应，剩余的 0.02mol OH^- 与 0.01mol Al^{3+} 反应，氢氧根离子不足，因此生成 $\text{Al}(\text{OH})_3$ ，并有 Al^{3+} 剩余。

17. 关于下列装置(只是个示意图)，叙述错误的是



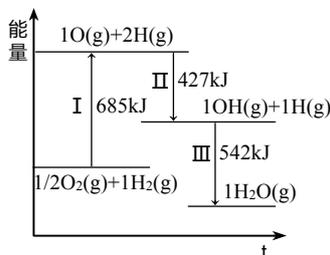
- A. 石墨电极反应： $\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$
- B. 鼓入少量空气，会加快 Fe 的腐蚀
- C. 加入少量 NaCl，会加快 Fe 的腐蚀
- D. 加入 HCl，石墨电极反应式： $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{H}_2\uparrow$

【答案】A

【解析】

本题考查吸氧腐蚀，溶液不为强酸性，石墨电极的反应式为 $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- \rightarrow 4\text{OH}^-$ ，因此 A 项错误。

18. 根据图示下列说法正确的是



- A. 断开非极性键和生成极性键的能量相同
- B. 反应 II 比反应 III 生成的 O—H 键更牢固
- C. $1/2\text{O}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{OH}(\text{g}) + \text{H}(\text{g}) - Q (Q > 0)$
- D. $\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightarrow 1/2\text{O}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) + Q (Q > 0)$

【答案】C

【解析】

从图中可以看出 $1/2\text{mol}$ $\text{O}_2(\text{g}) + 1\text{mol}$ $\text{H}_2(\text{g})$ 的能量低于 1mol $\text{OH}(\text{g}) + 1\text{mol}$ $\text{H}(\text{g})$ ，因此反应 $1/2\text{O}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{OH}(\text{g}) + \text{H}(\text{g})$ 吸热，故 C 项正确。

19. 已知反应式： $m\text{X}(\text{g}) + n\text{Y}(\text{?}) \rightleftharpoons p\text{Q}(\text{g}) + 2m\text{Z}(\text{g})$ ，已知反应已达平衡，此时

$c(X)=0.3\text{mol/L}$ ，其它条件不变，将容器缩小到原来的 $1/2$ ， $c(X)=0.5\text{mol/L}$ ，下列说法正确的是

- A. 反应向逆反应方向移动 B. Y 可能是固体或液体
C. 系数 $n > m$ D. Z 的体积分数减小

【答案】C

【解析】

已知反应已达平衡，此时 $c(X)=0.3\text{mol/L}$ ，其它条件不变，将容器缩小到原来的 $1/2$ ，若此时平衡不移动， $c(X)=0.6\text{mol/L}$ ，但平衡移动之后 $c(X)=0.5\text{mol/L}$ ，说明加压平衡向正反应方向移动，A 项错误；

题干条件说明正反应为气体减少的反应，若 Y 为固体或液体，则需要满足 $m > 2m$ ，不可能成立，B 项错误；

Y 是气体，且 $m+n > 2m$ ，所以 $n > m$ ，C 项正确；

平衡正向移动，产物 Z 的体积分数应该增大，D 项错误。故答案为 C。

20. 常温下等体积的 0.1mol/L ① CH_3COOH ，② NaOH ，③ CH_3COONa

- A. ①中 $[\text{CH}_3\text{COOH}] > [\text{CH}_3\text{COO}^-] > [\text{H}^+] > [\text{OH}^-]$
B. ①②混合后，醋酸根离子浓度小于③的二分之一
C. ①③混合以后，溶液呈酸性，则 $[\text{Na}^+] > [\text{CH}_3\text{COO}^-] > [\text{H}^+]$
D. ①②混合后，水的电离程度比①③混合的电离程度小

【答案】B

【解析】

CH_3COOH 溶液中 H^+ 来自于 CH_3COOH 电离和水的电离， CH_3COOH 只有一小部分发生电离，因此 $[\text{CH}_3\text{COOH}] > [\text{H}^+] > [\text{CH}_3\text{COO}^-] > [\text{OH}^-]$ ，A 项错误；

①②混合后的产物恰好为 CH_3COONa ，体积约为原来的 2 倍，若不存在平衡移动，则醋酸根离子浓度约为③的 $1/2$ ，因为“越稀越水解”稀溶液中水解程度更大，所以醋酸根离子浓度小于③的 $1/2$ ，B 项正确；

①③混合以后，溶液呈酸性，说明 CH_3COOH 的电离程度大于 CH_3COO^- 的水解程度，因此 $[\text{CH}_3\text{COO}^-] > [\text{Na}^+] > [\text{H}^+]$ ，C 项错误；

①②混合后为 CH_3COONa 溶液，促进水的电离，①③混合后溶液呈酸性， CH_3COOH 的电离为主，抑制了水的电离，D 项错误。

故答案为 B。

二、综合分析题(60分)

(一)

(1)说明铵态氮肥不能与碱性化肥混用的理由：_____。

(2)写出联合制碱法的方程式：_____。

(3)工业合成氨采用 20—50MPa，说明为什么选择这个压强：_____。

(4)已知 $4\text{NO}_2+2\text{CO}(\text{NH}_2)_2\rightarrow 2\text{CO}_2+4\text{N}_2+4\text{H}_2\text{O}+\text{O}_2$ (已知尿素中 N 为 -3 价)，该反应的氧化产物为_____；若吸收 0.15mol NO_2 ，则转移的电子个数为_____。

(5)向一定量 NH_4Cl 溶液中滴加 NaOH 溶液至溶液呈中性，此时，溶液中 $c(\text{Na}^+)$ _____ $c(\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O})$ 。

【答案】

(1)铵盐与碱反应产生氨气逸出，导致肥效降低；

(2) $\text{CO}_2+\text{NH}_3+\text{H}_2\text{O}+\text{NaCl}\rightarrow\text{NH}_4\text{Cl}+\text{NaHCO}_3$ ， $2\text{NaHCO}_3\begin{matrix} \Delta \\ \rightarrow \end{matrix}\text{Na}_2\text{CO}_3+\text{H}_2\text{O}+\text{CO}_2\uparrow$ ；

(3)合成氨的反应为 $\text{N}_2+3\text{H}_2\rightleftharpoons 2\text{NH}_3$ ，高压能够使平衡往正反应方向进行，提高氨气产率；压强不能过高，否则增加设备等成本，因此选择 20—50MPa 压强。

(4) N_2 和 O_2 ； 0.6N_A 。

(5)=。

【解析】

(1)铵盐与碱反应产生氨气逸出，无法被植物充分吸收，导致肥效降低；

(2)默写方程式；

(3)从压强对平衡的影响，以及从成本的角度考虑问题；

(4)氧化产物即化合价升高的产物，该反应中化合价升高的元素有两个，一是氧 -2 价变为 0 价生成氧气，二是氮从 -3 价变为 0 价生成氮气，因此氧化产物为 N_2 和 O_2 ；根据方程式的化合价变化情况可知 $4\text{NO}_2\sim 16\text{e}$ ，即转移电子数为吸收 NO_2 数量的四倍，因此吸收 0.15mol NO_2 ，则转移的电子个数为 $0.15\times 4\times \text{N}_\text{A}=0.6\text{N}_\text{A}$ 。

(5)根据电荷守恒，有 $[\text{NH}_4^+]+[\text{Na}^+]+[\text{H}^+]=[\text{Cl}^-]+[\text{OH}^-]$ ，又以为溶液呈中性， $[\text{H}^+]=[\text{OH}^-]$ ，因此式子可改写成 $[\text{NH}_4^+]+[\text{Na}^+]=[\text{Cl}^-]$ ；根据物料守恒，由氯化铵的化学式可知 $n(\text{N})=n(\text{Cl})$ ，其中 N 元素在反应后的存在形式有 NH_4^+ 、 $\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$ ，Cl 元素以 Cl^- 形式存在，因此有 $[\text{NH}_4^+]+[\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}]=[\text{Cl}^-]$ ，与 $[\text{NH}_4^+]+[\text{Na}^+]=[\text{Cl}^-]$ 联立可解得 $c(\text{Na}^+)=c(\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O})$ 。

(二)

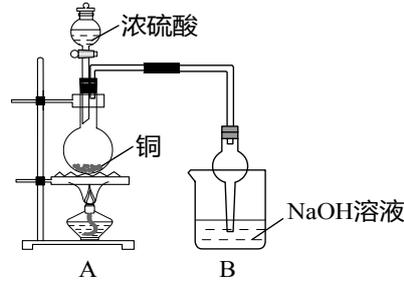
(1)从绿色化学、环保的角度选择制取硫酸铜的原料_____。

a.Cu b.CuO c. CuS d.Cu(OH)₂·CuSO₄

(2)写出从硫酸铜溶液中得到硫酸铜晶体的操作：

_____、_____、过滤、洗涤……

(3)如图球形管装置的作用：_____。



(4)反应后溶液中存在 Cu²⁺，但浓硫酸有吸水性，不能通过溶液颜色来判断 Cu²⁺的存在，请写出一种简便的方法验证 Cu²⁺的存在：_____。

(5)在实际反应中，由于条件控制不好，容易产生 CuS 和 Cu₂S 固体。

已知： $2\text{CuS} \xrightarrow{\Delta} \text{Cu}_2\text{S} + \text{S}$ 。取 a g 固体样品，加热后测得 Cu₂S 固体质量为 b g，求固体样品中 CuS 质量分数_____；若 Cu₂S 在高温下会分解为 Cu，则测得的 CuS 的质量分数_____ (偏大、偏小或不变)。

(6)根据以上信息，说明 Cu 与浓硫酸反应需要控制哪些因素：_____。

【答案】

(1)bd；

(2)蒸发浓缩、冷却结晶；

(3)防止倒吸(实际上要写清楚什么物质被吸收引起倒吸)；

(4)将反应溶液小心沿烧杯内壁倒入水中，若溶液变蓝，则说明反应产生了 Cu²⁺；

(5) $100\% \times 2(a-b)/a$ 或 $[200(a-b)/a]\%$ ；偏大 (6)控制温度不宜过高，反应时间不宜过长

【解析】

(1)a 选项 Cu 与浓硫酸反应才能制取硫酸铜，并且产生污染环境的气体二氧化硫，故不选；b 选项 CuO 与稀硫酸反应即可生成硫酸铜，且无污染环境的产物；c 选项 CuS 不溶于酸，如果要制备硫酸铜，需要先与氧气反应生成氧化铜和二氧化硫，氧化铜再与稀硫酸反应得到硫酸铜，过程中产生二氧化硫污染环境，故不选；d 选项只需要稀硫酸并无有害产物；综上，答案选 bd。

(2)大多数盐的溶解度随温度降低而下降，因此用降温结晶的方法得到更多的晶体。

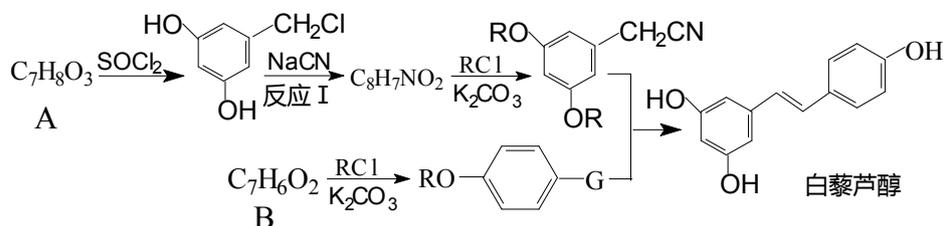
(3)球形管提供较大的空间，防止形成过大的负压，防倒吸。

(4)由于浓硫酸的吸水性，导致 Cu^{2+} 无法与水结合产生蓝色溶液，因此需要加水稀释检验铜离子。需要注意的是原反应液中存在浓硫酸，因此稀释时应注酸入水，即原反应液倒入水中进行稀释，若溶液呈蓝色，则说明铜离子的存在。

(5)列方程组：设 CuS 质量为 x g， Cu_2S 质量为 y g，根据题意可列出方程 $x+y=a$ ， $y+1/2x=b$ ，解得 $x=2(a-b)$ ，因此 CuS 的质量分数为 $100\% \times 2(a-b)/a$ 或 $[200(a-b)/a]\%$ ；若 Cu_2S 在高温下分解为 Cu ，则测得加热后得到的固体质量 b 就会偏小，根据表达式可看出，测得的 CuS 的质量分数偏大。

(6)控制温度不宜过高，反应时间不宜过长(具体得看题干和题目信息)

(三) (15分) 白藜芦醇是一种抗肿瘤的药品，合成它的一种路线如下：



30. A 的结构简式_____。反应 I 的反应类型_____。

31. B 的芳香类同分异构体中可以发生水解的结构简式为_____，在酸性条件下水解的产物为_____。

32. 检验官能团 G 所用的试剂是_____。

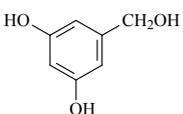
33. 根据已有知识并结合相关信息，写出以 $\begin{matrix} \text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH} \\ | \\ \text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH} \end{matrix}$ 和 CH_3OH 为原料制备

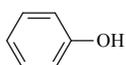
$\begin{matrix} \text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOCH}_3 \\ | \\ \text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOCH}_3 \end{matrix}$ 的合成路线流程图（无机试剂任用）。

（已知 $\text{RCN} \xrightarrow{\text{H}^+/\text{H}_2\text{O}} \text{RCOOH}$ ）合成路线流程图如下：

（甲 $\xrightarrow[\text{反应条件}]{\text{反应试剂}}$ 乙…… $\xrightarrow[\text{反应条件}]{\text{反应试剂}}$ 目标产物）

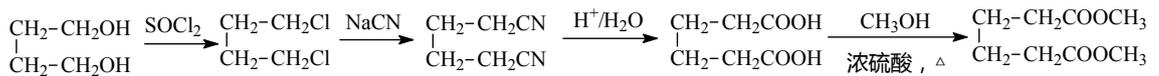
【答案】

30.  ; 取代反应

31.  ; HCOOH 、

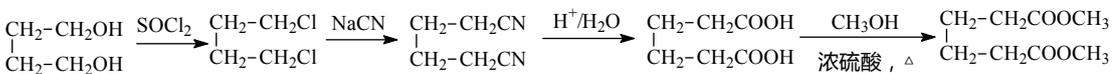
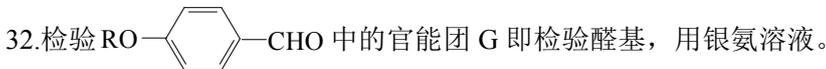
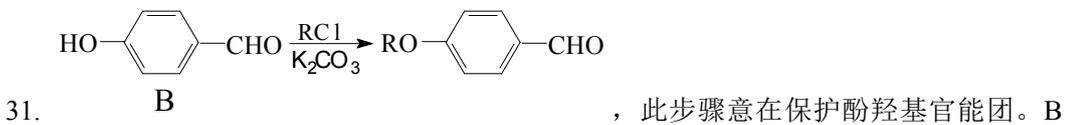
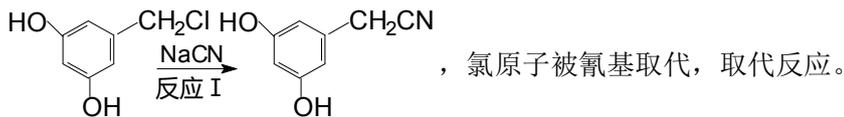
32. 银氨溶液

33.



【解析】

30. 由 A 的分子式计算出不饱和度为 4，苯环侧链无双键等不饱和结构，再结合分析



(四) (15分) $\text{Li}_3\text{Fe}_2(\text{PO}_4)_3$ 作为锂离子电池的正极材料时有良好的放电平台，通过提高材料的电导率可以有效的改善材料的性能。

34. 配平下列反应的化学方程式。



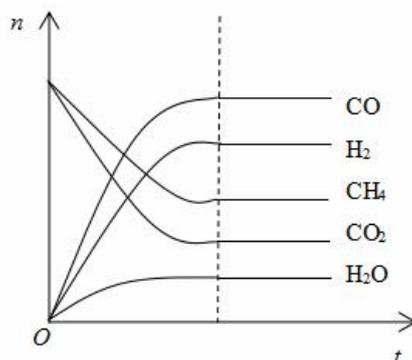
35. CO_2 的电子式为_____，P 原子的核外电子有_____种不同能量的电子。

研究 CO_2 与 CH_4 的反应使之转化为 H_2 和 CO 对减缓燃料危机，减少温室效应具有重大

意义。已知 $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{H}_2(\text{g}) + 2\text{CO}(\text{g})$

36. 该反应的平衡常数 $K = \underline{\hspace{2cm}}$ 。在 2L 密闭容器中，通入 CO_2 和 CH_4 的混合气体，30min 后， CH_4 的质量减少了 4.8g，则 $v(\text{CH}_4) = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

37. 根据下图可得出 $n(\text{CO}_2)_{\text{消耗}} \underline{\hspace{1cm}} n(\text{CH}_4)_{\text{消耗}}$ (填“>”、“<”和“=”)，原因是



【答案】

34. $\underline{2} \text{Li}_3\text{Fe}_2(\text{PO}_4)_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \underline{3} \text{CO} \rightarrow \underline{3} \text{CO}_2 + \underline{6} \text{LiFePO}_4$

35. $\text{:}\ddot{\text{O}}\text{:}::\text{C}::\ddot{\text{O}}\text{:}$; 5

36. $\frac{c(\text{H}_2)^2 \cdot c(\text{CO})^2}{c(\text{CH}_4) \cdot c(\text{CO}_2)}$; $0.005 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$

37. >; 根据图中信息，有 H_2O 生成，平衡时 $n(\text{H}_2) < c(\text{CO})$ ，说明一部分 CO_2 与 H_2 发生了反应。

【解析】

34. 根据元素化合价变化配平反应的化学方程式， $\text{CO} \rightarrow \text{CO}_2$ 碳的化合价升高 2， $\text{Li}_3\text{Fe}_2(\text{PO}_4)_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{LiFePO}_4$ 铁的化合价降低 1，可配平 $\underline{2} \text{Li}_3\text{Fe}_2(\text{PO}_4)_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \underline{3} \text{CO} \rightarrow \underline{3} \text{CO}_2 + \underline{6} \text{LiFePO}_4$ 。

35. 二氧化碳的电子式 $\text{:}\ddot{\text{O}}\text{:}::\text{C}::\ddot{\text{O}}\text{:}$ ，磷元素核外电子排布 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$ ，有 5 种能量不同的电子。

36. $K = \frac{c(\text{H}_2)^2 \cdot c(\text{CO})^2}{c(\text{CH}_4) \cdot c(\text{CO}_2)}$, $v(\text{CH}_4) = \frac{\Delta n}{V \cdot t} = \frac{0.3 \text{ mol}}{\frac{2 \text{ L}}{30 \text{ min}}} = 0.005 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$

37. 可根据碳守恒, $n(\text{CO}_2)_{\text{消耗}}$ 明显大于 $n(\text{CH}_4)_{\text{消耗}}$ 。由图中信息可知有 H_2O 生成, 平衡时 $n(\text{H}_2) < c(\text{CO})$, 说明一部分 CO_2 与 H_2 发生了副反应。