

2025 年广东省普通高中学业水平选择性考试

化学

本试卷共 8 页，20 小题，满分 100 分。考试用时 75 分钟。

注意事项：

1. 答题前，考生务必用黑色字迹的钢笔或签字笔将自己的姓名、考生号、考场号和座位号填写在答题卡上。用 2B 铅笔将试卷类型(A)填涂在答题卡相应位置上。将条形码横贴在答题卡右上角“条形码粘贴处”。

2. 作答选择题时，选出每小题答案后，用 2B 铅笔把答题卡上对应题目选项的答案信息点涂黑；如需改动，用橡皮擦干净后，再选涂其他答案，答案不能答在试卷上。



3. 非选择题必须用黑色字迹的钢笔或签字笔作答，答案必须写在答题卡各题目指定区域内相应位置上；如需改动，先划掉原来的答案，然后再写上新的答案；不准使用铅笔和涂改液。不按以上要求作答的答案无效。

4. 考生必须保持答题卡的整洁。考试结束后，将试卷和答题卡一并交回。

可能用到的相对原子质量：H 1 C 12 O 16 Na 23 S 32 Cl 35.5 Ti 48 Fe 56

一、选择题：本大题共 16 小题，共 44 分。第 1~10 小题，每小题 2 分；第 11~16 小题，每小题 4 分。在每小题列出的四个选项中，只有一项符合题目要求。

1. 中华传统技艺，凸显人民智慧。下列选项所涉及材料的主要成分属于合金的是

<p>剪纸</p> 	<p>篆刻</p> 	<p>活字印刷术</p> 	<p>中医针灸</p> 
A. 纸哪吒	B. 石印章	C. 木活字	D. 不锈钢针

A. A

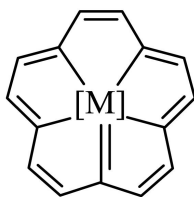
B. B

C. C

D. D

2. 在法拉第发现苯 200 周年之际，我国科学家首次制备了以金属 M 为中心的多烯环配合物。

该配合物具有芳香性，其多烯环结构(如图)形似梅花。该多烯环上



- A. C-H 键是共价键
B. 有 8 个碳碳双键
C. 共有 16 个氢原子
D. 不能发生取代反应

3. 现代科技，增强国力，增进民生福祉。下列说法正确的是

- A. 我国科学家首次测得了月球背面月幔水含量 $1\text{molH}_2\text{O}$ 质量为 10g
B. 利用 MoS_2 成功为金属材料“重塑金身”， MoS_2 中 Mo 的化合价为+6
C. 穿上电动机械腿，助力行走不是梦，行走时电池将电能转化为化学能
D. 沙海养鱼蹚出治沙新路，让沙海沙山变成金山银山，鱼肉富含蛋白质

4. 劳动创造美好生活。下列对劳动项目涉及的相关化学知识表述错误的是

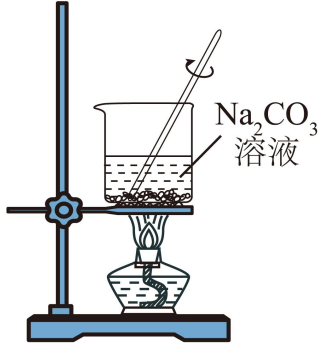

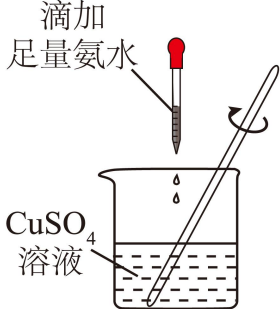
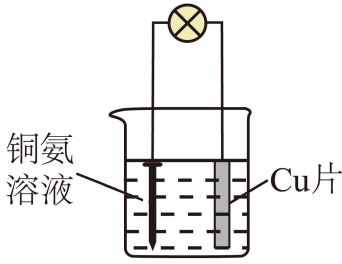
选项	劳动项目	化学知识
A	向燃煤中加入生石灰以脱硫减排	$\text{CaSO}_4 + \text{CO}_3^{2-} \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 + \text{SO}_4^{2-}$
B	用 BaCl_2 和盐酸检验粗盐中是否含 SO_4^{2-}	$\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow$
C	使用 MgCl_2 溶液点卤制豆腐	MgCl_2 使蛋白质盐析
D	用铁粉、活性炭、食盐等制暖贴	使用时铁粉被氧化，反应放热

- A. A B. B C. C D. D

5. 声波封印，材料是音乐存储技术的基础。下列说法错误的是

- A. 制作黑胶唱片使用的聚氯乙烯，其单体是 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$
B. 磁带可由四氧化三铁涂覆在胶带上制成， Fe_3O_4 具有磁性
C. 光碟擦写过程中材料在晶态和非晶态间的可逆转换，涉及物理变化
D. 固态硬盘芯片常使用单晶硅作为基础材料，单晶硅是一种共价晶体

6. 对铁钉进行预处理，并用铜氨溶液给铁钉镀铜。下列操作不能达到实验目的的是

 <p>Na₂CO₃ 溶液</p>	 <p>稀盐酸</p>
A. 除油污	B. 除铁锈
 <p>滴加足量氨水</p> <p>CuSO₄ 溶液</p>	 <p>铜氨溶液</p> <p>Cu片</p>
C. 制铜氨溶液	D. 铁钉镀铜

A. A

B. B

C. C

D. D

7. 能满足下列物质间直接转化关系，且推理成立的是



A. X 可为铝，盐的水溶液一定显酸性

B. X 可为硫，氧化物 1 可使品红溶液褪色

C. X 可为钠，氧化物 2 可与水反应生成 H₂D. X 可为碳，盐的热稳定性：NaHCO₃ > Na₂CO₃

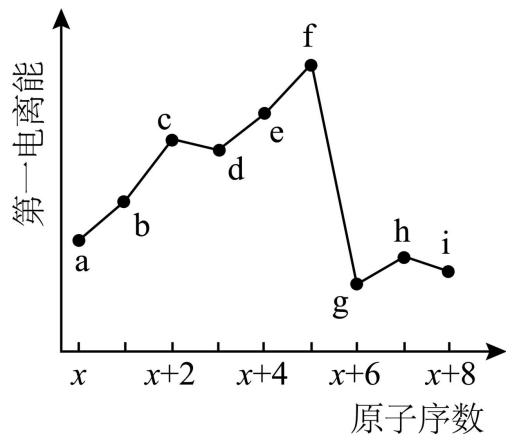
8. 下列陈述I与陈述II均正确，且两者间具有因果关系的是

选项	陈述I	陈述II
A	浓硝酸保存在棕色试剂瓶中	浓硝酸具有强氧化性
B	向蔗糖中加适量浓硫酸，蔗糖变黑	浓硫酸具有脱水性
C	Fe ²⁺ 与 K ₃ [Fe(CN) ₆] 可生成蓝色物质	KSCN 溶液可用于检验 Fe ³⁺

D	MnO ₂ 与浓盐酸共热，生成黄绿色气体	Cl ₂ + SO ₂ + 2H ₂ O = H ₂ SO ₄ + 2HCl
---	---------------------------------	---

- A. A B. B C. C D. D

9. 元素 a~i 为短周期元素，其第一电离能与原子序数的关系如图。下列说法正确的是



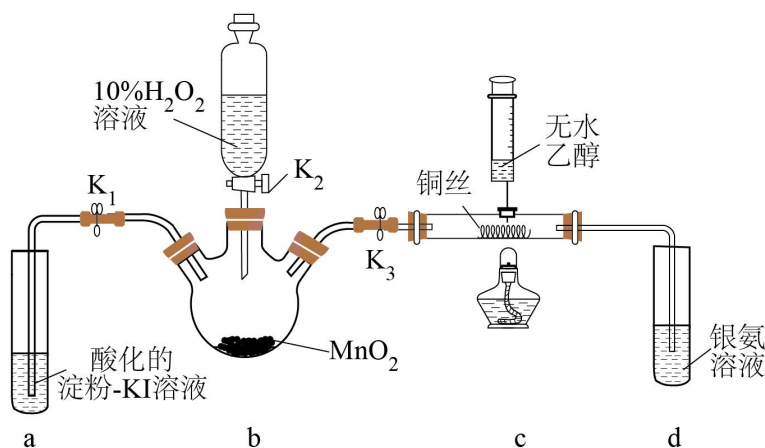
- A. a 和 g 同主族 B. 金属性: g > h > i
 C. 原子半径: e > d > c D. 最简单氢化物沸点: b > c

10. 设 N_A 为阿伏加德罗常数的值。下列说法正确的是

- A. 1mol¹⁸O₂ 的中子数，比 1mol¹⁶O₂ 的多 2N_A
 B. 1molFe 与水蒸气完全反应，生成 H₂ 的数目为 2N_A
 C. 在 1L0.1mol/L 的 NH₄Cl 溶液中，NH₄⁺ 的数目为 0.1N_A
 D. 标准状况下的 22.4LCl₂ 与足量 H₂ 反应，形成的共价键数目为 2N_A

11. 利用如图装置进行实验：打开 K₁、K₂，一定时间后，a 中溶液变蓝；关闭 K₁，打开 K₃，

点燃酒精灯加热数分钟后，滴入无水乙醇。下列说法错误的是



- A. a 中现象体现了 I^- 的还原性
- B. b 中 H_2O_2 既作氧化剂也作还原剂
- C. 乙醇滴加过程中, c 中的铜丝由黑变红, 说明乙醇被氧化
- D. d 中有银镜反应发生, 说明 c 中产物有乙酸

12. $CuCl$ 微溶于水, 但在 Cl^- 浓度较高的溶液中因形成 $[CuCl_2]^-$ 和 $[CuCl_3]^{2-}$ 而溶解。将适量 $CuCl$ 完全溶于盐酸, 得到含 $[CuCl_2]^-$ 和 $[CuCl_3]^{2-}$ 的溶液, 下列叙述正确的是

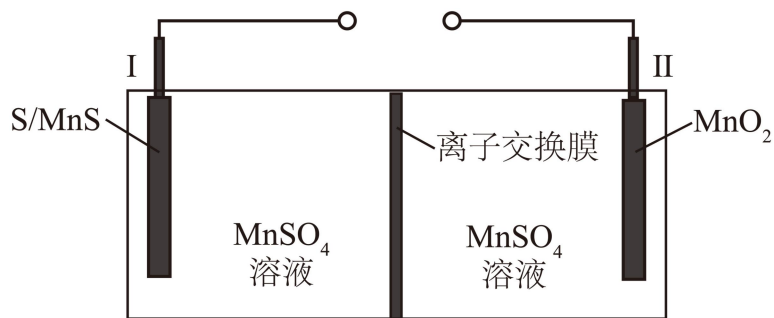
- A. 加水稀释, $[CuCl_3]^{2-}$ 浓度一定下降
- B. 向溶液中加入少量 $NaCl$ 固体, $[CuCl_2]^-$ 浓度一定上升
- C. $H[CuCl_2]$ 的电离方程式为: $H[CuCl_2] = H^+ + Cu^+ + 2Cl^-$
- D. 体系中, $c(Cu^+) + c(H^+) = c(Cl^-) + c([CuCl_2]^-) + c([CuCl_3]^{2-}) + c(OH^-)$

13. 由结构不能推测出对应性质的是

选项	结构	性质
A	SO_3 的 VSEPR 模型为平面三角形	SO_3 具有氧化性
B	钾和钠的原子结构不同, 电子跃迁时能量变化不同	钾和钠的焰色不同
C	乙烯和乙炔分子均含有 π 键	两者均可发生加聚反应
D	石墨层中未参与杂化的 p 轨道中的电子, 可在整个碳原子平面中运动	石墨具有类似金属的导电性

- A. A B. B C. C D. D

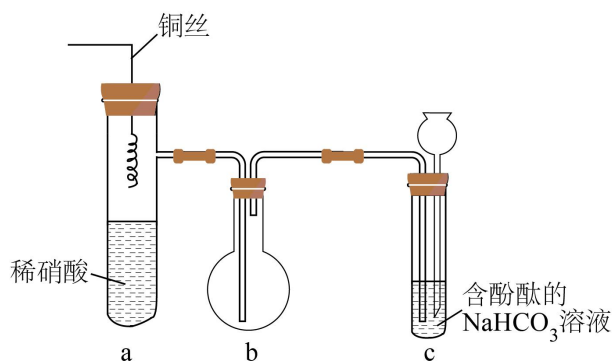
14. 一种大容量水系电池示意图如图。已知: 放电时, 电极II上 MnO_2 减少; 电极材料每转移 $1mol$ 电子, 对应的理论容量为 $26.8A \cdot h$ 。下列说法错误的是



- A. 充电时II为阳极
- B. 放电时II极室中溶液的 pH 降低
- C. 放电时负极反应为： $\text{MnS} - 2\text{e}^- = \text{S} + \text{Mn}^{2+}$
- D. 充电时 16gS 能提供的理论容量为 $26.8\text{A} \cdot \text{h}$

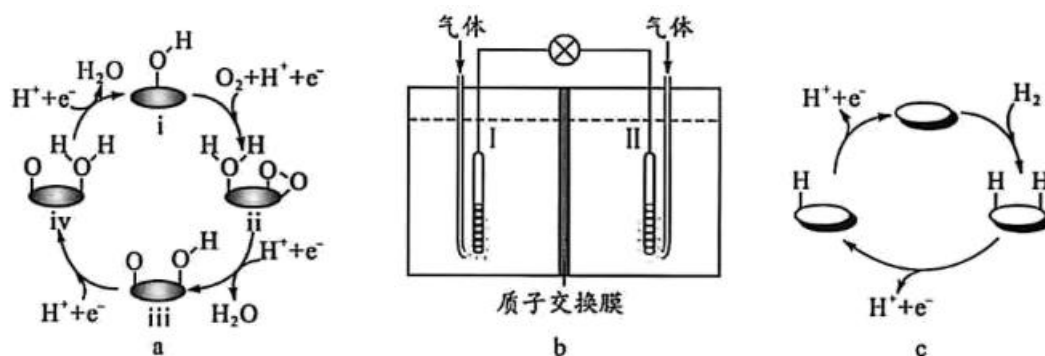
15. 按如图组装装置并进行实验：将铜丝插入溶液中，当 c 中红色褪去时，将铜丝拔离液面。

下列叙述错误的是



- A. a 中有化合反应发生，并有颜色变化
- B. b 中气体变红棕色时，所含氮氧化物至少有两种
- C. c 中溶液红色刚好褪去时， HCO_3^- 恰好完全反应
- D. 若将 a 中稀硝酸换为浓硫酸并加热，则 c 中溶液颜色会褪去

16. 某理论研究认为：燃料电池(图 b)的电极I和II上所发生反应的催化机理示意图分别如图 a 和图 c，其中 O_2 获得第一个电子的过程最慢。由此可知，理论上



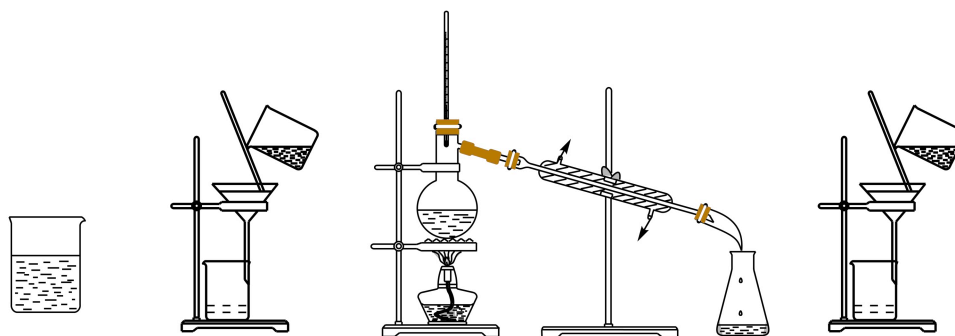
- A. 负极反应的催化剂是i
- B. 图 a 中, i到ii过程的活化能一定最低
- C. 电池工作过程中, 负极室的溶液质量保持不变
- D. 相同时间内, 电极I和电极II上的催化循环完成次数相同

二、非选择题: 本大题共 4 小题, 共 56 分。考生根据要求作答。

17. 酸及盐在生活生产中应用广泛。

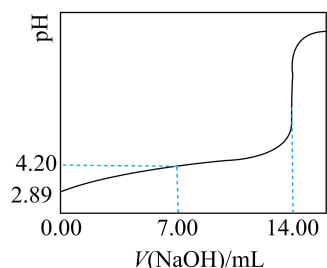
(1) 甲苯氧化可生成苯甲酸。向盛有 2mL 甲苯的试管中, 加入几滴酸性 KMnO_4 溶液, 振荡, 观察到体系颜色_____。

(2) 某苯甲酸粗品含少量泥沙和氯化钠。用重结晶法提纯该粗品过程中, 需要的操作及其顺序为: 加热溶解、_____(填下列操作编号)。



a. 冷却结晶 b. 常温过滤 c. 蒸馏 d. 趁热过滤

(3) 兴趣小组测定常温下苯甲酸饱和溶液的浓度 c_0 和苯甲酸的 K_a , 实验如下: 取 50.00mL 苯甲酸饱和溶液, 用 0.1000mol/L NaOH 溶液滴定, 用 pH 计测得体系的 pH 随滴入溶液体积 V 变化的曲线如图。据图可得:



① $c_0 =$ _____ mol/L。

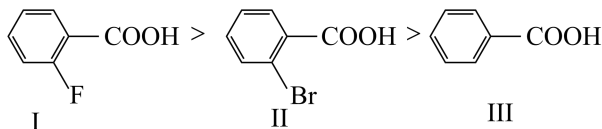
② 苯甲酸的 $K_a =$ _____ (列出算式, 水的电离可忽略)。

(4) 该小组继续探究取代基对芳香酸酸性的影响。

① 知识回顾 羧酸酸性可用 K_a 衡量。下列羧酸 K_a 的变化顺序为:

$\text{CH}_3\text{COOH} < \text{CH}_2\text{ClCOOH} < \text{CCl}_3\text{COOH} < \text{CF}_3\text{COOH}$ 。随着卤原子电负性_____，羧基中的羟基_____增大，酸性增强。

②提出假设 甲同学根据①中规律推测下列芳香酸的酸性强弱顺序为：



③验证假设 甲同学测得常温下三种酸的饱和溶液的 pH 大小顺序为 III>II>I，据此推断假设成立。但乙同学认为该推断依据不足，不能用所测得的 pH 直接判断 K_a 大小顺序，因为_____。

乙同学用(3)中方法测定了上述三种酸的 K_a ，其顺序为 II>I>III。

④实验小结 假设不成立，芳香环上取代基效应较复杂，①中规律不可随意推广。

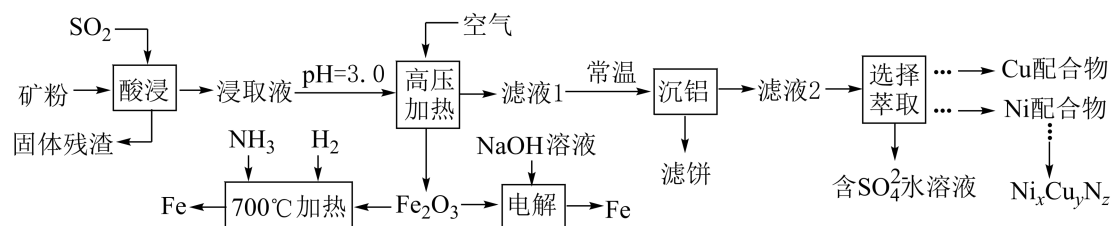
(5)该小组尝试测弱酸 HClO 的 K_a 。

①丙同学认为不宜按照(3)中方法进行实验，其原因之一是次氯酸易分解。该分解反应的离子方程式为_____。

②小组讨论后，选用 0.100mol/LNaClO 溶液(含少量 NaCl)进行实验，以获得 HClO 的 K_a 。简述该方案_____ (包括所用仪器及数据处理思路)。

③教师指导：设计实验方案时，需要根据物质性质，具体问题具体分析。

18. 我国是金属材料生产大国，绿色生产是必由之路。一种从多金属精矿中提取 Fe、Cu、Ni 等并探究新型绿色冶铁方法的工艺如下。

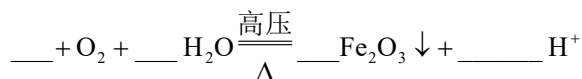


已知：多金属精矿中主要含有 Fe、Al、Cu、Ni、O 等元素。

氢氧化物	$\text{Fe}(\text{OH})_3$	$\text{Al}(\text{OH})_3$	$\text{Cu}(\text{OH})_2$	$\text{Ni}(\text{OH})_2$
$K_{sp}(298\text{K})$	2.8×10^{-39}	1.3×10^{-33}	2.2×10^{-20}	5.5×10^{-16}

(1)“酸浸”中，提高浸取速率的措施有_____ (写一条)。

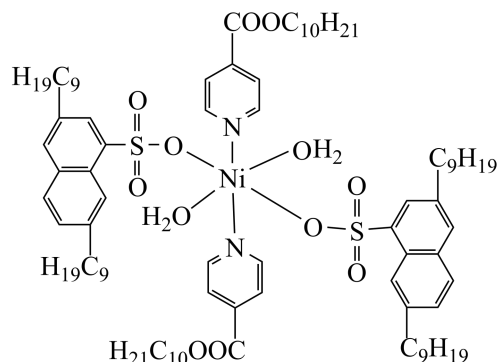
(2)“高压加热”时，生成 Fe_2O_3 的离子方程式为：_____。



(3)“沉铝”时，pH 最高可调至_____ (溶液体积变化可忽略)。已知：“滤液 1”中

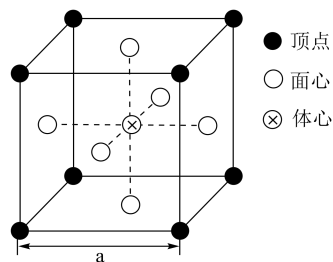
$$c(\text{Cu}^{2+}) = 0.022 \text{ mol/L}, \quad c(\text{Ni}^{2+}) = 0.042 \text{ mol/L}。$$

(4)“选择萃取”中，镍形成如图的配合物。镍易进入有机相的原因有_____。



- A. 镍与 N、O 形成配位键
B. 配位时 Ni^{2+} 被还原
C. 配合物与水能形成分子间氢键
D. 烷基链具有疏水性

(5) $\text{Ni}_x\text{Cu}_y\text{N}_z$ 晶体的立方晶胞中原子所处位置如图。已知：同种位置原子相同，相邻原子间的最近距离之比 $d_{\text{Ni-Cu}} : d_{\text{Ni-N}} = \sqrt{2} : 1$ ，则 $x : y : z =$ _____；晶体中与 Cu 原子最近且等距离的原子数目为_____。



(6)①“700°C加热”步骤中，混合气体中仅加少量 H_2 ，但借助工业合成氨的逆反应，可使 Fe 不断生成。该步骤发生反应的化学方程式为_____和_____。

②“电解”时， Fe_2O_3 颗粒分散于溶液中，以 Fe 片、石墨棒为电极，在答题卡虚线框中，画出电解池示意图并做相应标注_____。

③与传统高炉炼铁工艺相比，上述两种新型冶铁方法所体现“绿色化学”思想的共同点是_____ (写一条)。

19. 钛单质及其化合物在航空、航天、催化等领域应用广泛。

(1)基态 Ti 原子的价层电子排布式为_____。

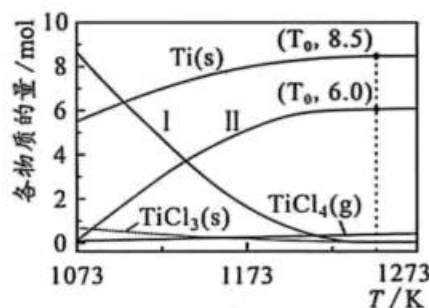
(2) 298K 下, 反应 $\text{TiO}_2(\text{s}) + 2\text{C}(\text{s}) + 2\text{Cl}_2(\text{g}) = \text{TiCl}_4(\text{g}) + 2\text{CO}(\text{g})$ 的 $\Delta H < 0$ 、 $\Delta S > 0$, 则 298K 下该反应_____ (填“能”或“不能”)自发进行。

(3) 以 TiCl_4 为原料可制备 TiCl_3 。将 5.0mol TiCl_4 与 10.0mol Ti 放入容积为 $V_0\text{L}$ 的恒容密闭容器中, 反应体系存在下列过程。

编号	过程	ΔH
(a)	$\text{Ti}(\text{s}) + \text{TiCl}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{TiCl}_2(\text{s})$	ΔH_1
(b)	$\text{TiCl}_2(\text{s}) + \text{TiCl}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{TiCl}_3(\text{g})$	$+200.1\text{kJ/mol}$
(c)	$\text{Ti}(\text{s}) + 3\text{TiCl}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 4\text{TiCl}_3(\text{g})$	$+132.4\text{kJ/mol}$
(d)	$\text{TiCl}_3(\text{g}) \rightleftharpoons \text{TiCl}_3(\text{s})$	ΔH_2

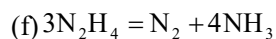
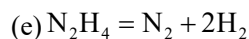
① $\Delta H_1 =$ _____ kJ/mol 。

② 不同温度下, 平衡时反应体系的组成如图。曲线 I 对应的物质为_____。



③ 温度 $T_0\text{K}$ 下, $n[\text{TiCl}_4(\text{g})] =$ _____ mol , 反应(c)的平衡常数 $K =$ _____ (列出算式, 无须化简)。

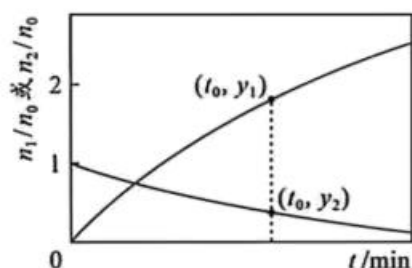
(4) 钛基催化剂可以催化储氢物质肼 (N_2H_4) 的分解反应:



为研究某钛基催化剂对上述反应的影响, 以肼的水溶液为原料(含 N_2H_4 的物质的量为 n_0),

进行实验, 得到 n_1/n_0 、 n_2/n_0 随时间 t 变化的曲线如图。其中, n_1 为 H_2 与 N_2 的物质的量

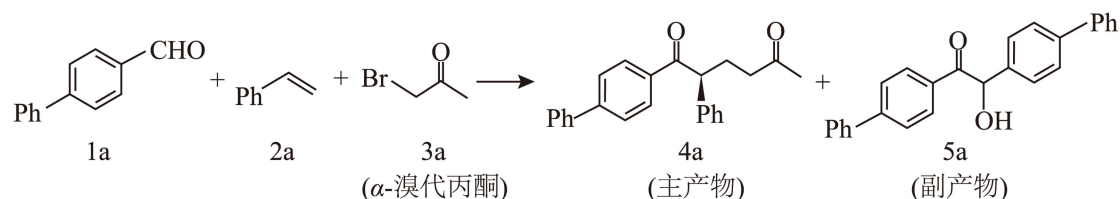
之和； n_2 为剩余 N_2H_4 的物质的量。设 n_e 为0~ t 时间段内反应(e)消耗 N_2H_4 的物质的量，该时间段内，本体系中催化剂的选择性用 $\frac{n_e}{n_0 - n_2} \times 100\%$ 表示。



①0~ t_0 min内， N_2H_4 的转化率为_____ (用含 y_2 的代数式表示)。

②0~ t_0 min内，催化剂的选择性为_____ (用含 y_1 与 y_2 的代数式表示，写出推导过程)。

20. 我国科学家最近在光-酶催化合成中获得重大突破，光-酶协同可实现基于三组分反应的有机合成，其中的一个反应如下(反应条件略：Ph-代表苯基 C_6H_5-)。



(1)化合物1a中含氧官能团的名称为_____。

(2)①化合物2a的分子式为_____。

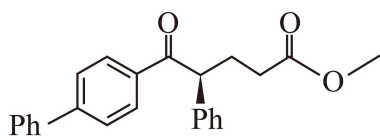
②2a可与 H_2O 发生加成反应生成化合物I。在I的同分异构体中，同时含有苯环和醇羟基结构的共_____种(含化合物I)。

(3)下列说法正确的有_____。

- A. 在1a、2a和3a生成4a的过程中，有 π 键断裂与 σ 键形成
- B. 在4a分子中，存在手性碳原子，并有20个碳原子采取 sp^2 杂化
- C. 在5a分子中，有大 π 键，可存在分子内氢键，但不存在手性碳原子
- D. 化合物5a是苯酚的同系物，且可发生原子利用率为100%的还原反应

(4)一定条件下， Br_2 与丙酮(CH_3COCH_3)发生反应，溴取代丙酮中的 $\alpha-H$ ，生成化合物3a。若用核磁共振氢谱监测该取代反应，则可推测：与丙酮相比，产物3a的氢谱图中_____。

(5)已知：羧酸在一定条件下，可发生类似于丙酮的 $\alpha-H$ 取代反应。根据上述信息，分三步合成化合物II。



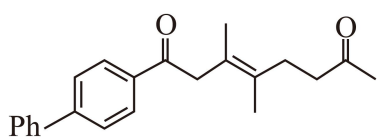
II

①第一步，引入溴：其反应的化学方程式为_____。

②第二步，进行_____ (填具体反应类型)：其反应的化学方程式为_____ (注明反应条件)。

③第三步，合成II：②中得到的含溴有机物与 1a、2a 反应。

(6)参考上述三组分反应，直接合成化合物III，需要以 1a、_____ (填结构简式)和 3a 为反应物。



III

1. D

【详解】A. 纸的主要成分是纤维素(有机化合物), 不属于合金, A 不符合题意;

B. 石印章的材料通常是天然矿物(如大理石、寿山石等), 主要成分为硅酸盐或碳酸盐, 不属于合金, B 不符合题意;

C. 木活字的材料是木材, 主要成分为纤维素和木质素(有机化合物), 不属于合金, C 不符合题意;

D. 不锈钢是铁(Fe)与铬(Cr)、镍(Ni)等金属形成的合金, D 符合题意;

故选 D。

2. A

【详解】A. C 和 H 原子间通过共用电子对形成的是共价键, A 正确;

B. 该配合物具有芳香性, 存在的是共轭大 π 键, 不存在碳碳双键, B 错误;

C. 根据价键理论分析, 该物质有 10 个 H 原子, C 错误;

D. 大 π 键环上可以发生取代反应, D 错误;

答案选 A。

3. D

【详解】A. 1mol H_2O 的摩尔质量为 18g/mol, 因此质量为 18g, 而非 10g, A 错误;

B. MoS_2 中 S 的化合价为-2, 总负电荷为-4, Mo 的化合价为+4, 而非+6, B 错误;

C. 电动机械腿工作时, 电池放电将化学能转化为电能, 再转化为机械能, 而非电能转化为化学能, C 错误;

D. 鱼肉的主要营养成分是蛋白质, 描述正确, D 正确;

故选 D。

4. A

【详解】A. 生石灰(CaO)与燃煤中的 SO_2 和氧气反应生成 $CaSO_4$, 达到脱硫减排的目的, 不存在沉淀溶解平衡的转化, A 错误;

B. 检验 SO_4^{2-} 需先加盐酸排除干扰离子, 再加 $BaCl_2$ 生成 $BaSO_4$ 沉淀, 步骤和反应式均正确, B 正确;

C. $MgCl_2$ 点卤使蛋白质胶体沉降, 产生固体, 属于蛋白质的盐析, C 正确;

D. 暖贴中铁粉氧化生成 Fe_2O_3 或 $Fe(OH)_3$ 并放热, 描述正确, D 正确;

故选 A。

5. A

【详解】A. 聚氯乙烯的单体应为氯乙烯 ($\text{CH}_2=\text{CHCl}$), 而选项中的 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$ 是氯乙烷, 单体错误, A 错误;

B. 四氧化三铁 (Fe_3O_4) 具有磁性, 常用于磁带制作, B 正确;

C. 光碟擦写时晶态与非晶态转换属于物理变化(无新物质生成), C 正确;

D. 单晶硅为共价晶体(原子晶体), 固态硬盘芯片使用单晶硅, D 正确;

故选 A。

6. D

【详解】A. 碳酸钠溶液为碱性, 油污在碱性溶液中发生水解反应, 同时加热可以增强碳酸钠溶液的碱性, 可以达到除油污的目的, A 不符合题意;

B. 铁锈的主要成分为氧化铁, 稀盐酸可以用来除去铁锈, 可以达到实验目的, B 不符合题意;

C. 硫酸铜溶液中滴加过量氨水, 可以生成铜氨溶液, 可以达到实验目的, C 不符合题意;

D. 铁钉镀铜, 需要电解装置, 使 Cu 片与电源正极相连, 铁钉与电源负极相连, 图中无电源, 故不能达到实验目的, D 符合题意;

故选 D。

7. B

【详解】A. 铝单质与 O_2 生成 Al_2O_3 后无法再被 O_2 氧化, 无法形成氧化物 2, 且 Al_2O_3 与水反应需强酸/碱才能溶解, A 错误;

B. 硫燃烧生成 SO_2 (氧化物 1, 使品红褪色), SO_2 氧化为 SO_3 (氧化物 2), SO_3 与水生成 H_2SO_4 , 再与 NaOH 生成盐, 转化关系成立, B 正确;

C. 钠与氧气常温反应生成 Na_2O (氧化物 1), 进一步氧化为 Na_2O_2 (氧化物 2); Na_2O_2 与水反应生成 NaOH 和 O_2 , 不会生成 H_2 , C 错误;

D. 碳与氧气反应先生成 CO , 最终生成 CO_2 , 与水反应生成碳酸, 与碱反应可生成盐, 但 Na_2CO_3 热稳定性强于 NaHCO_3 , D 结论错误, D 错误;

故选 B。

8. B

【详解】A. 浓硝酸保存在棕色试剂瓶中是因为其见光易分解, 而非因其强氧化性, 陈述 I 正确但因果关系错误, A 不符合题意;

B. 浓硫酸使蔗糖变黑体现其脱水性, 陈述 I 和 II 均正确且存在因果关系, B 符合题意;

C. Fe^{2+} 与 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 生成蓝色沉淀用于检验 Fe^{2+} ，而 KSCN 用于检验 Fe^{3+} ，两者无直接因果关系，C 不符合题意；

D. MnO_2 与浓盐酸生成 Cl_2 是独立反应，与 Cl_2 和 SO_2 的反应无因果关系，D 不符合题意；
故选 B。

9. B

【分析】同周期中第一电离能中第 IIA 族和第 VA 族比相邻元素的第一电离能大，0 族元素的第一电离能在同周期中最大，可以推断 a~i 分别是 B、C、N、O、F、Ne、Na、Mg、Al。

【详解】A. a 是 B，g 是 Na，二者不同主族，A 错误；

B. Na、Mg、Al 属于同周期，从左到右金属性依次减弱，B 正确；

C. e、d、c 分别是 N、O、F，属于同周期元素，同周期从左到右原子半径依次减小，原子半径 $c > d > e$ ，C 错误；

D. b 为 C，c 为 N， NH_3 分子间存在氢键，沸点高，沸点 $\text{NH}_3 > \text{CH}_4$ ，D 错误；

答案选 B。

10. D

【详解】A. $^{18}_8\text{O}$ 的中子数为 10， $^{16}_8\text{O}$ 的中子数为 8，每个 O_2 分子含 2 个 O 原子， $1\text{mol } ^{18}_8\text{O}_2$ 比 $1\text{mol } ^{16}_8\text{O}_2$ 多 $4N_A$ 个中子，A 错误；

B. Fe 与水蒸气反应生成 Fe_3O_4 和 H_2 ， 1mol Fe 生成 $\frac{4}{3}\text{mol H}_2$ ，数目为 $\frac{4}{3}N_A$ ，B 错误；

C. NH_4^+ 在水中会水解，溶液中 NH_4^+ 的数目小于 $0.1N_A$ ，C 错误；

D. 1mol Cl_2 与 H_2 反应生成 2mol HCl ，形成 2mol H-Cl 键，共价键数目为 $2N_A$ ，D 正确；

故选 D。

11. D

【分析】打开 K_1 、 K_2 ，一定时间后，b 中 H_2O_2 在 MnO_2 的催化下生成 O_2 ， O_2 进入 a 中，氧化 I⁻，生成 I_2 ，使得淀粉-KI 溶液变蓝；关闭 K_1 ，打开 K_3 ，无水乙醇在铜丝的催化下与氧气发生氧化反应生成乙醛，乙醛可与银氨溶液在加热条件下发生银镜反应。

【详解】A. O_2 进入 a 中，氧化 I⁻，生成 I_2 ，体现了 I⁻ 的还原性，A 正确；

B. b 中 H_2O_2 在 MnO_2 的催化下生成 O_2 和 H_2O ， H_2O_2 既作氧化剂也作还原剂，B 正确；

C. 无水乙醇在铜丝的催化下与氧气发生氧化反应生成乙醛，在此过程中，铜丝先和氧气反应生成黑色的氧化铜，乙醇再和氧化铜反应，氧化铜被还原为红色的铜单质，乙醇被氧化为

乙醛，故 c 中的铜丝由黑变红，可以说明乙醇被氧化，C 正确；

D. 乙醛可与银氨溶液在加热条件下发生银镜反应，d 中未加热，不能发生银镜反应，D 错误；

故选 D。

12. A

【详解】A. 加水稀释，溶液体积变大， $[\text{CuCl}_3]^{2-}$ 浓度一定下降，A 正确；

B. 加入 NaCl 会增加 Cl^- 浓度，可能促使 $[\text{CuCl}_2]^-$ 转化为 $[\text{CuCl}_3]^{2-}$ ， $[\text{CuCl}_2]^-$ 浓度不一定上升，B 错误；

C. $\text{H}[\text{CuCl}_2]$ 应电离为 H^+ 和 $[\text{CuCl}_2]^-$ ，而非分解为 Cu^+ 和 Cl^- ，电离方程式错误，C 错误；

D. 电荷守恒未考虑 $[\text{CuCl}_3]^{2-}$ 的电荷数，电荷守恒应为

$c(\text{Cu}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{Cl}^-) + c([\text{CuCl}_2]^-) + 2c([\text{CuCl}_3]^{2-}) + c(\text{OH}^-)$ ，D 错误；

故选 A。

13. A

【详解】A. SO_3 的 VSEPR 模型为平面三角形，反映其分子几何结构，但氧化性由硫的高价态(+6)决定，与结构无直接关联，A 符合题意；

B. 钾和钠原子结构差异导致电子跃迁能量不同，焰色不同，结构与性质对应合理，B 不符合题意；

C. 乙烯和乙炔均含 π 键， π 键断裂是加聚反应的基础，结构与性质对应合理，C 不符合题意；

D. 石墨层中离域 p 电子使其导电，结构与性质对应合理，D 不符合题意；

答案选 A。

14. B

【分析】放电时，电极II上 MnO_2 减少，说明 MnO_2 转化为 Mn^{2+} ，化合价降低，发生还原反应，为原电池的正极，由于电解质溶液为 MnSO_4 ，故电解质应为酸性溶液，正极反应为：

$\text{MnO}_2 + 2\text{e}^- + 4\text{H}^+ = \text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$ ；则电极I为原电池负极， MnS 失去电子生成 S 和 Mn^{2+} ，

负极反应为： $\text{MnS} - 2\text{e}^- = \text{S} + \text{Mn}^{2+}$ 。

【详解】A. 由分析可知，放电时电极II为正极，故充电时电极II为阳极，A 正确；

B. 由分析可知，放电时电极II为正极，正极反应为： $\text{MnO}_2 + 2\text{e}^- + 4\text{H}^+ = \text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$ ，反

应消耗 H^+ ，溶液的 pH 升高，B 错误；

C. 由分析可知，放电时电极 I 为原电池负极，负极反应为： $MnS - 2e^- = S + Mn^{2+}$ ，C 正确；

D. 根据放电时负极反应，可知充电时阴极反应为 $S + Mn^{2+} + 2e^- = MnS$ ，每消耗 16g S，即 0.5mol S，转移 1mol 电子，据题意可知，能提供的理论容量为 $26.8A \cdot h$ ，D 正确；

故选 B。

15. C

【详解】A. 铜和稀硝酸反应，会生成一氧化氮，一氧化氮为无色气体，液面上方有氧气存在，一氧化氮与氧气反应，生成红棕色的二氧化氮，属于化合反应，生成 $Cu(NO_3)_2$ 为蓝色，有颜色变化，A 正确；

B. b 中气体变红棕色时，说明有二氧化氮存在，存在 $2NO_2 \rightleftharpoons N_2O_4$ 的反应，所以所含氮氧化物至少有两种，B 正确；

C. 酚酞的变色范围是 8.2~10，c 中溶液红色刚好褪去时，此时溶液可能呈弱碱性，所以不能判断 HCO_3^- 是否恰好完全反应，C 错误；

D. 若将 a 中稀硝酸换为浓硫酸并加热，会生成二氧化硫，二氧化硫通入碳酸氢钠溶液中，可生成亚硫酸氢钠，溶液显酸性，c 中溶液颜色会褪去，D 正确；

故选 C。

16. C

【分析】该燃料电池为氢氧燃料电池，由图可知该原电池的电解质溶液为酸性，氢气发生氧化反应，做负极，电极方程式为： $H_2 - 2e^- = 2H^+$ ；氧气发生还原反应，做正极，电极方程式为： $O_2 + 4e^- + 4H^+ = 2H_2O$ 。

【详解】A. 由分析可知，氧气发生还原反应，做正极，正极反应的催化剂是 i，A 错误；

B. 图 a 中，i 到 ii 过程为 O_2 获得第一个电子的过程，根据题中信息， O_2 获得第一个电子的过程最慢，则 i 到 ii 过程的活化能一定最高，B 错误；

C. 氢气发生氧化反应，做负极，电极方程式为： $H_2 - 2e^- = 2H^+$ ，同时，反应负极每失去 1 个电子，就会有一个 H^+ 通过质子交换膜进入正极室，故电池工作过程中，负极室的溶液质量保持不变，C 正确；

D. 由图 a、c 可知，氧气催化循环一次需要转移 4 个电子，氢气催化循环一次需要转移 2 个电子，相同时间内，电极 I 和电极 II 上的催化循环完成次数不相同，D 错误；

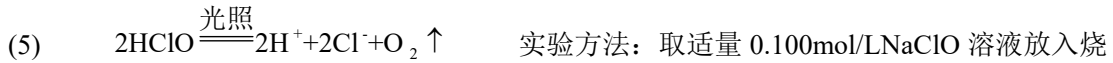
故选 C。

17. (1)由紫色变为无色

(2)da

$$(3) \quad 0.028 \quad K_a = \frac{10^{-2.89} \times 10^{-2.89}}{0.028}$$

(4) 增大 极性 常温下三种酸的饱和溶液的浓度不同



杯中, 用 pH 计测得体系在 25°C 下的 pH, 记录数据;

数据处理思路: 由于 NaClO 溶液中存在 ClO⁻ 的水解, 故根据 0.100mol/LNaClO 溶液在 25°C

下的 pH 可求得 ClO⁻ 的水解平衡常数 K_h , 再利用公式 $K_a = \frac{K_w}{K_h}$ 求出 HClO 的 K_a 。

【详解】(1) 酸性 KMnO₄ 溶液具有强氧化性, 可以将甲苯氧化生成苯甲酸, 故向盛有 2mL 甲苯的试管中, 加入几滴酸性 KMnO₄ 溶液, 振荡, 观察到体系颜色由紫色变为无色。

(2) 重结晶法提纯苯甲酸的方法为, 加热溶解、趁热过滤、冷却结晶, 故操作编号为 da

(3) ①由图像可知, 当加入 14mLNaOH 溶液时, 苯甲酸被完全中和, 则可得苯甲酸饱和溶液的浓度 $c_0 = \frac{0.1000\text{mol/L} \times 14 \times 10^{-3}\text{L}}{50 \times 10^{-3}\text{L}} = 0.028\text{mol/L}$;

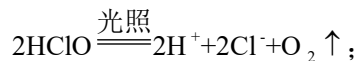
②由图像可知, 苯甲酸饱和溶液的 pH 为 2.89, 说明苯甲酸饱和溶液中的

$$c(\text{H}^+) = c(\text{苯甲酸根}) = 10^{-2.89}\text{mol/L}, \text{ 则苯甲酸的 } K_a = \frac{10^{-2.89} \times 10^{-2.89}}{0.028}$$

(4) ①羧酸酸性的强弱取决于羧基中 O-H 键的极性大小, 极性越大, 酸性越强, 卤素原子的电负性越大, 吸电子能力越强, 使得羧基中 O-H 键的极性越大, 酸性越强;

③由于常温下三种酸的饱和溶液的浓度不同, 所以该推断依据不足。

(5) ①次氯酸在光照条件下易分解为 HCl 和 O₂, 其分解反应的离子方程式为

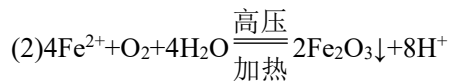


②实验方法: 取适量 0.100mol/LNaClO 溶液放入烧杯中, 用 pH 计测得体系在 25°C 下的 pH, 记录数据;

数据处理思路: 由于 NaClO 溶液中存在 ClO⁻ 的水解, 故根据 0.100mol/LNaClO 溶液在 25°C

下的 pH 可求得 ClO⁻ 的水解平衡常数 K_h , 再利用公式 $K_a = \frac{K_w}{K_h}$ 求出 HClO 的 K_a 。

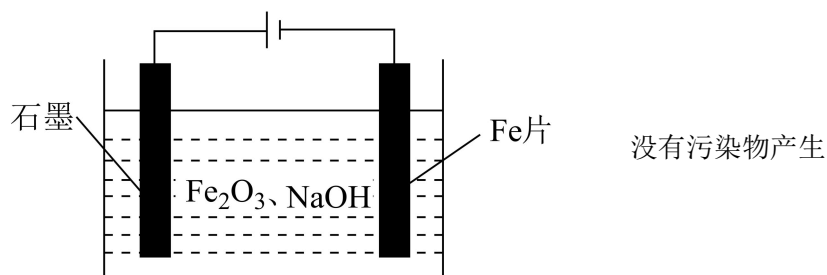
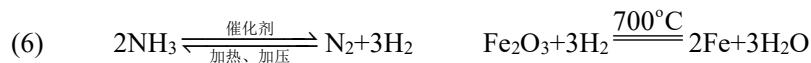
18. (1)搅拌、粉碎多金属精矿、提高酸浸温度等



(3) 5

(4) AD

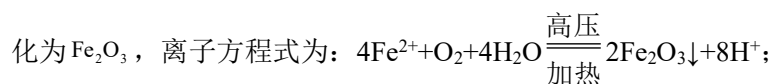
(5) 3: 1: 1 12



【分析】矿粉酸浸通入 SO_2 酸浸，浸取液中含有 Fe^{2+} 、 Cu^{2+} 、 Ni^{2+} 、 Al^{3+} 等，调节 $\text{pH}=3.0$ ，通入空气加热得到 Fe_2O_3 ， Fe_2O_3 可以通过还原得到 Fe 单质，也可以用电解得到 Fe 单质，滤液 1 在常温下沉铝，滤液 2 选择萃取得到含硫酸根的溶液和分别含 Cu 配合物和 Ni 配合物，最终得到产品 $\text{Ni}_x\text{Cu}_y\text{N}_z$ 。

【详解】(1) “酸浸”中，提高浸取速率的措施有：搅拌、粉碎多金属精矿、提高酸浸温度等；

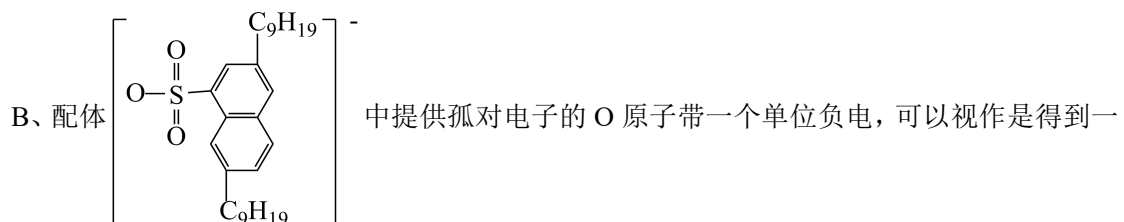
(2) 由于通入 SO_2 “酸浸”，故浸取液中不含有 Fe^{3+} ，“高压加热”时， Fe^{2+} 在酸性条件下被氧化为 Fe_2O_3 ，离子方程式为：



(3) “沉铝”时，保证 Cu^{2+} 和 Ni^{2+} 不沉淀， $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 的溶度积更小， $c(\text{Cu}^{2+}) = 0.022 \text{ mol/L}$ ，根据 $K_{\text{sp}} = c(\text{Cu}^{2+}) \times c^2(\text{OH}^-) = 0.022 \times c^2(\text{OH}^-) = 2.2 \times 10^{-20}$ ，得出 $c(\text{OH}^-) = 10^{-9} \text{ mol/L}$ ， $\text{pH}=5$ ；

(4) “选择萃取”中，镍形成如图的配合物。镍易进入有机相的原因有：

A、镍与 N、O 形成配位键，可以使镍进入有机相，A 正确；



个电子的阴离子，其余配体不带电，整个配合物不显电性，形成配合物后，中心离子还是 Ni^{2+} ， Ni^{2+} 化合价不变，B 错误；

C、配合物与水形成氢键，不能解释镍进入有机相，C 错误；

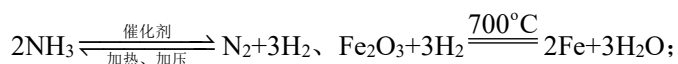
D、烷基具有疏水性，可以使其进入有机相，D 正确；

答案选 AD；

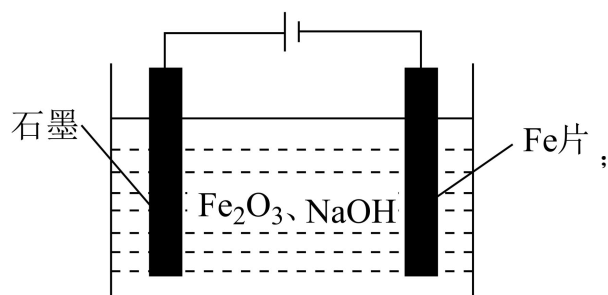
(5) 根据同种位置原子相同，相邻原子间的最近距离之比 $d_{\text{Ni-Cu}} : d_{\text{Ni-N}} = \sqrt{2} : 1$ ，设晶胞边长为 a ，由几何关系可知，面心的原子与顶点的原子距离为 $\frac{\sqrt{2}}{2}a$ ，面心的原子与体心的原子距离为 $\frac{1}{2}a$ ，则可以确定，晶胞中面心原子为 Ni，有 $6 \times \frac{1}{2} = 3$ 个，顶点原子为 Cu，有 $8 \times \frac{1}{8} = 1$ 个，体心的原子为 N，有 1 个，则 $x : y : z = 3 : 1 : 1$ ；

根据分析，Cu 原子处于顶角，距离最近且等距离的原子为面心上 Ni 原子，数目为 $3 \times 8 \times \frac{1}{2} = 12$ ；

(6) ①氨气分解为 N_2 和 H_2 ， H_2 还原 Fe_2O_3 得到 Fe 单质和水，化学方程式为：



②电解 Fe_2O_3 颗粒得到 Fe 单质，在阴极发生还原反应，则 Fe 片为阴极，石墨做阳极，电解液为 NaOH 溶液和 Fe_2O_3 颗粒，装置图如下：



③与传统高炉炼铁工艺相比，上述两种新型冶铁方法所体现“绿色化学”思想的共同点是没有污染性的 CO 气体产生。

19. (1) $3d^2 4s^2$

(2) 能

$$(3) \quad -267.8 \quad \text{TiCl}_2(\text{s}) \quad 0.5 \quad \frac{\left(\frac{6}{V_0}\right)^4}{\left(\frac{0.5}{V_0}\right)^3}$$

$$(4) \quad (1-y_2) \times 100\% \quad \frac{3y_1+y_2-1}{8-8y_2} \times 100\%$$

【详解】(1) Ti 为 22 号元素，基态 Ti 原子的价层电子排布式为 $3d^2 4s^2$ ，故答案为： $3d^2 4s^2$ ；

(2) 反应 $\text{TiO}_2(\text{s}) + 2\text{C}(\text{s}) + 2\text{Cl}_2(\text{g}) = \text{TiCl}_4(\text{g}) + 2\text{CO}(\text{g})$ 的 $\Delta H < 0$ 、 $\Delta S > 0$ ，则根据 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ 可知，该反应在 298K 下能自发进行，故答案为：能；

(3) ① 已知：



将反应 c-2×反应 b 可得 $\text{Ti}(\text{s}) + \text{TiCl}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{TiCl}_2(\text{s})$ ，则

$$\Delta H_1 = 132.4 - 2 \times 200.1 \text{ kJ/mol} = -267.8 \text{ kJ/mol}，\text{ 故答案为： } -267.8；$$

② 由表格可知，反应 a 为放热反应，反应 b、c 为吸热反应，反应 d 也是放热的，曲线 I、II 可表示 $\text{TiCl}_3(\text{g})$ 或 $\text{TiCl}_2(\text{s})$ 的物质的量随温度的变化情况，随着温度升高，反应 b、c 正向移动，反应 a、d 为逆向移动，所以 $\text{TiCl}_3(\text{g})$ 的含量逐渐上升， $\text{TiCl}_2(\text{s})$ 的含量逐渐下降，所以曲线 I 对应的物质为 $\text{TiCl}_2(\text{s})$ ，故答案为： $\text{TiCl}_2(\text{s})$ ；

③ 温度 $T_0\text{K}$ 下， $n[\text{Ti}(\text{s})] = 8.5 \text{ mol}$ ， $n[\text{TiCl}_3(\text{g})] = 6.0 \text{ mol}$ ， $n[\text{TiCl}_3(\text{s})] = n[\text{TiCl}_2(\text{s})] = 0 \text{ mol}$ ，根据 Ti 元素守恒，可推出 $n[\text{TiCl}_4(\text{g})] = (10 + 5 - 6 - 8.5) \text{ mol} = 0.5 \text{ mol}$ ，则 $c[\text{TiCl}_4(\text{g})] = \frac{0.5}{V_0} \text{ mol/L}$ ，

$$c[\text{TiCl}_3(\text{g})] = \frac{6.0}{V_0} \text{ mol/L}，\text{ 反应(c)的平衡常数 } K = \frac{c^4[\text{TiCl}_3(\text{g})]}{c^3[\text{TiCl}_4(\text{g})]} = \frac{\left(\frac{6}{V_0}\right)^4}{\left(\frac{0.5}{V_0}\right)^3}，\text{ 故答案为： } 0.5；$$

$$\frac{\left(\frac{6}{V_0}\right)^4}{\left(\frac{0.5}{V_0}\right)^3}；$$

(4) ① 因为肼(N_2H_4)为反应物，肼的含量逐渐下降，起始时 $\frac{n_2}{n_0} = 1$ ， $t_0 \text{ min}$ 时， $\frac{n_2}{n_0} = y_2$ ，则 $0 \sim t_0 \text{ min}$ 内， N_2H_4 的转化率为 $\frac{1-y_2}{1} \times 100\% = (1-y_2) \times 100\%$ ，故答案为： $(1-y_2) \times 100\%$ ；

② 由图可知， $0 \sim t_0 \text{ min}$ 内， $\frac{n_1}{n_0} = y_1$ ， $\frac{n_2}{n_0} = y_2$ ，则 $n_2 = y_2 \times n_0$ ，反应掉的肼(N_2H_4)为 $n_0(1-y_2)$ ，生成的氮气和氢气的物质的量为 $y_1 \times n_0 \text{ mol}$ ，根据反应前后原子个数守恒，可得

$$n(\text{NH}_3) = \frac{6n_0(1-y_2) - 2n_0y_1}{4} \text{ mol}，\text{ 反应 f 消耗的肼为 } n(\text{N}_2\text{H}_4) = \frac{6n_0(1-y_2) - 2n_0y_1}{4} \times \frac{3}{4} \text{ mol}，\text{ 反应 e}$$

消耗的肼 n_c 为 $n_0(1-y_2) - \frac{6n_0(1-y_2)-2n_0y_1}{4} \times \frac{3}{4}$ mol, 则本体系中催化剂的选择性

$$\frac{n_c}{n_0 - n_2} \times 100\% = \frac{n_0(1-y_2) - \frac{6n_0(1-y_2)-2n_0y_1}{4} \times \frac{3}{4}}{n_0 - y_2 \times n_0} \times 100\% = \frac{(1-y_2) - \frac{9(1-y_2)-3y_1}{8}}{1-y_2} \times 100\%$$

$$\frac{3y_1+y_2-1}{8-8y_2} \times 100\%, \text{ 故答案为: } \frac{3y_1+y_2-1}{8-8y_2} \times 100\%;$$

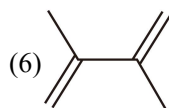
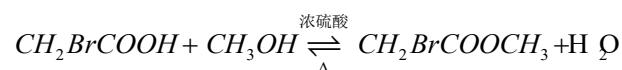
20. (1)醛基

(2) C_8H_8 5

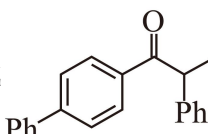
(3)AB

(4)丙酮的单一甲基峰消失, 出现两个新信号峰: 峰面积之比为 3: 2, 且峰的位置较丙酮有所偏移

(5) $CH_3COOH + Br_2 \rightarrow CH_2BrCOOH + HBr$ 酯化反应



【分析】

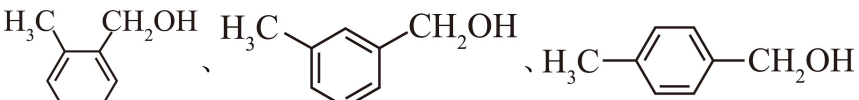
根据题干信息, 1a 和 2a 先发生碳碳双键的加成反应, 生成 , 再和 3a 发生

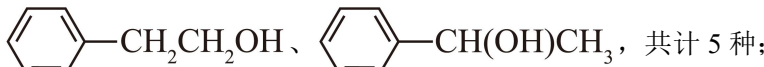
取代反应得到主产物, 两分子 1a 发生醛基的加成反应得到副产物 5a, 据此解答。

【详解】(1) 由其结构简式可知, 化合物 1a 中含氧官能团的名称为醛基;

(2) ①化合物 2a 是苯乙烯, 的分子式为 C_8H_8 ;

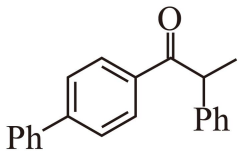
②化合物 I 的分子式为 $C_8H_{10}O$, 分子中含有苯环, 则其余结构均为饱和结构, 含有醇羟基的

结构的同分异构体有 ,

, 共计 5 种;

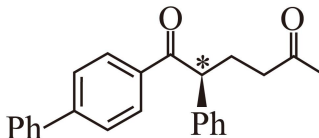
(3)

A. 在 1a、2a 和 3a 生成 4a 的过程中, 1a、2a 先发生碳碳双键的加成反应, 生成

，该过程存在 π 键断裂，随后与 3a 发生取代反应脱去 1 分子 HBr 生成

4a，该过程存在 σ 键形成，A 正确；

B. 连接 4 个不同基团的碳原子是手性碳原子，4a 分子中，存在手性碳原子，如图：

，苯环是平面结构，三个苯环以及酮羰基的碳原子均为 sp^2 杂化，

共计 20 个，B 正确；

C. 在 5a 分子中，苯环内有大 π 键，酮羰基和羟基相邻较近，可存在分子内氢键，且与羟基相连的碳原子是手性碳原子，C 错误；

D. 化合物 5a 与氢气发生还原反应是原子利用率为 100% 的反应，但化合物 5a 含有酮羰基，不是苯酚的同系物，D 错误；

故选 AB；

(4) 丙酮的氢谱：两个甲基等效：核磁共振氢谱出现单峰；

α -溴代丙酮的氢谱：受溴吸电子效应影响，甲基与亚甲基上的氢不等效，核磁共振氢谱图会出现两组峰，面积之比为 3：2；

故氢谱变化：丙酮的单一甲基峰消失，出现两个新信号峰：峰面积之比为 3：2，且峰的位置较丙酮有所偏移；

(5) 比较化合物 II 与主产物的结构简式可知，主要在右侧含氧官能团不同，化合物 II 含有酯基，故推测合成 II 发生的反应有酯化反应；

① 已知羧酸在一定条件下，可发生类似于丙酮的 α -H 取代反应，则第一步反应为羧酸中

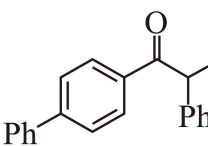
α -H 的取代反应引入溴，化学方程式为 $CH_3COOH + Br_2 \rightarrow CH_2BrCOOH + HBr$ ；

② 第二步 $CH_2BrCOOH$ 与甲醇发生酯化(取代)反应，化学方程式为

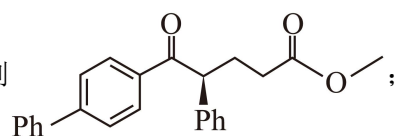
$CH_2BrCOOH + CH_3OH \xrightleftharpoons[\Delta]{\text{浓硫酸}} CH_2BrCOOCH_3 + H_2O$ ，题目要求填具体反应类型，故此处填酯

化反应；

③ 第三步 1a、2a 发生碳碳双键的加成反应，生成

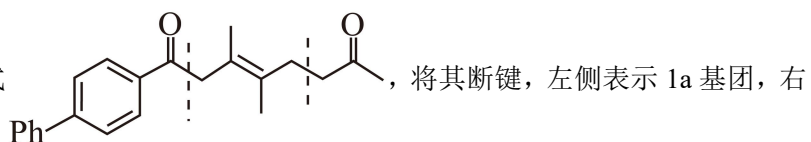
，再与 $CH_2BrCOOCH_3$ 发

生取代反应得到

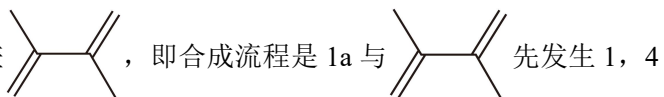


(6)

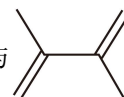
结合化合物III的结构简式



侧是 3a 基团，则需要合成III的还差

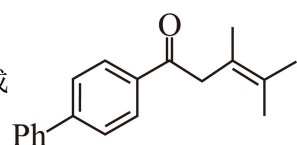


，即合成流程是 1a 与



先发生 1, 4

加成反应，生成



，再与 3a 发生取代反应得到目标产物。

【点睛】核磁共振氢谱图影响峰化学位移的因素：吸电子基团降低了氢核周围的电子云密度，使得其质子峰向低场移动(左移)，推电子基团增加了氢核周围的电子云密度，使得质子峰向高场位移(右移)； α -溴代丙酮的氢谱中甲基受溴吸电子效应影响，化学位移稍向低场移动(左移)，亚甲基受溴原子直接影响，化学位移显著向低场移动(左移)。