



化 学





本试卷满分 100 分,考试时间 75 分钟。

可能用到的相对原子质量: H—1 C—12 O—16

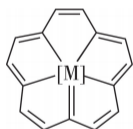
Na—23 S—32 Cl—35.5 Ti—48 Fe—56

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 ()

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

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 mol H₂O 质量为 10 g
B. 利用 MoS₂ 成功为金属材料“重塑金身”: MoS₂ 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

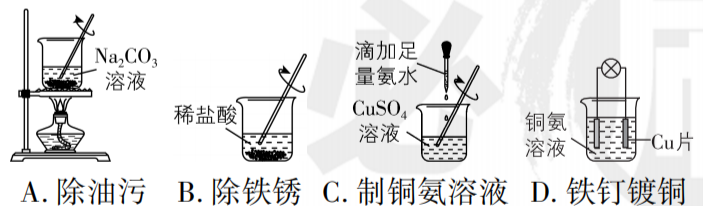
4. 劳动创造美好生活。下列对劳动项目涉及的相关化学知识表述错误的是 ()

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⁻	$\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \rightleftharpoons \text{BaSO}_4 \downarrow$
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

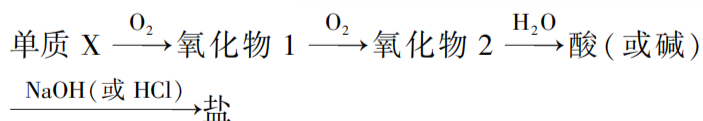
5. 声波封印,材料是音乐存储技术的基础。下列说法错误的是 ()

- A. 制作黑胶唱片使用的聚氯乙烯,其单体是 CH₃CH₂Cl
B. 磁带可由四氧化三铁涂覆在胶带上制成,Fe₃O₄ 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 ()



7. 能满足下列物质间直接转化关系,且推理成立的是 ()

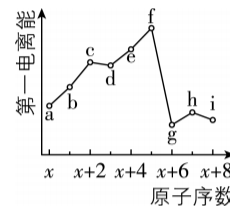


- A. X 可为铝,盐的水溶液一定显酸性
B. X 可为硫,氧化物 1 可使品红溶液褪色
C. X 可为钠,氧化物 2 可与水反应生成 H₂
D. X 可为碳,盐的热稳定性: NaHCO₃ > Na₂CO₃

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	$\text{Cl}_2 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl}$

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 ()

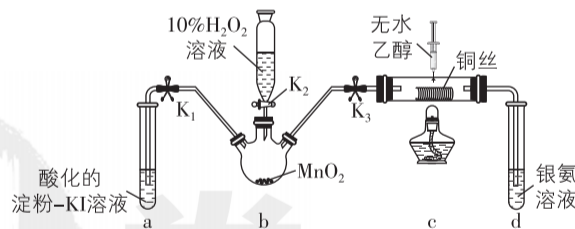


- A. a 和 g 同主族
B. 金属性: g > h > i
C. 原子半径: e > d > c
D. 最简单氢化物沸点: b > c

10. 设 N_A 为阿伏加德罗常数的值。下列说法正确的是 ()

- A. 1 mol ¹⁸O₂ 的中子数,比 1 mol ¹⁶O₂ 的多 2N_A
B. 1 mol Fe 与水蒸气完全反应,生成 H₂ 的数目为 2N_A
C. 在 1 L 0.1 mol · L⁻¹ 的 NH₄Cl 溶液中, NH₄⁺ 的数目为 0.1N_A
D. 标准状况下的 22.4 L Cl₂ 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 H₂O₂ 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 [CuCl₂]⁻ 和 [CuCl₃]²⁻ 而溶解。将适量 CuCl 完全溶于盐酸,得到含 [CuCl₂]⁻ 和 [CuCl₃]²⁻ 的溶液,下列叙述正确的是 ()

- A. 加水稀释, [CuCl₃]²⁻ 浓度一定下降
B. 向溶液中加入少量 NaCl 固体, [CuCl₂]⁻ 浓度一定上升
C. H[CuCl₂] 的电离方程式为 $\text{H}[\text{CuCl}_2] \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{Cu}^+ + 2\text{Cl}^-$
D. 体系中, $c(\text{Cu}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{Cl}^-) + c([\text{CuCl}_2]^-) + c([\text{CuCl}_3]^{2-}) + c(\text{OH}^-)$

13. 由结构不能推测出对应性质的是 ()

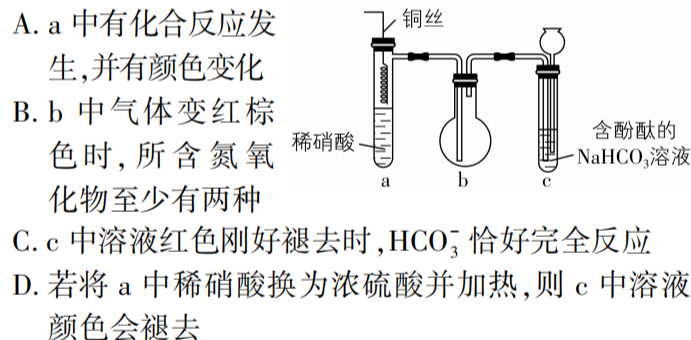
选项	结构	性质
A	SO ₃ 的 VSEPR 模型为平面三角形	SO ₃ 具有氧化性
B	钾和钠的原子结构不同,电子跃迁时能量变化不同	钾和钠的焰色不同
C	乙烯和乙炔分子均含有 π 键	两者均可发生加聚反应
D	石墨层中未参与杂化的 p 轨道中的电子,可在整个碳原子平面中运动	石墨具有类似金属的导电性

14. 一种大容量水系电池示意图如图。已知:放电时,电极 II 上 MnO₂ 减少;电极材料每转移 1 mol 电子,对应的理论容量为 26.8 A · h。下列说法错误的是 ()



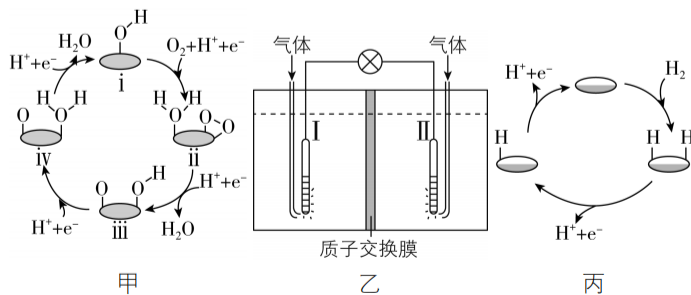
- A. 充电时 II 为阳极
B. 放电时 II 极室中溶液的 pH 降低
C. 放电时负极反应为 $\text{MnS} - 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{S} + \text{Mn}^{2+}$
D. 充电时 16 g S 能提供的理论容量为 26.8 A · h

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, HCO₃⁻ 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

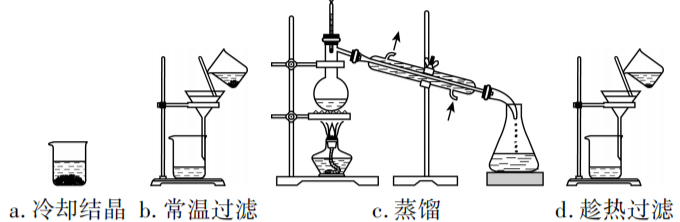
16. 某理论研究认为:燃料电池(图乙)的电极 I 和 II 上所发生反应的催化机理示意图分别如图甲和图丙,其中 O₂ 获得第一个电子的过程最慢。由此可知,理论上 ()



- A. 负极反应的催化剂是 i
B. 图甲中, 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. (14 分)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 2 mL 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、_____ (填序号)。



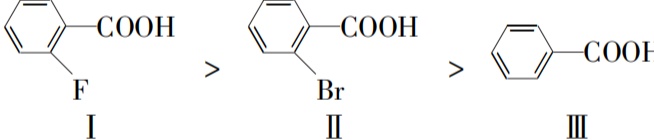
(3)兴趣小组测定常温下苯甲酸饱和溶液的浓度 c_0 和苯甲酸的 K_a ,实验如下:取 50.00 mL 苯甲酸饱和溶液,用 $0.100\ 0\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaOH 溶液滴定,用 pH 计测得体系的 pH 随滴入溶液体积 V 变化的曲线如图。据图可得:

- ① $c_0 =$ _____ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。
- 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。

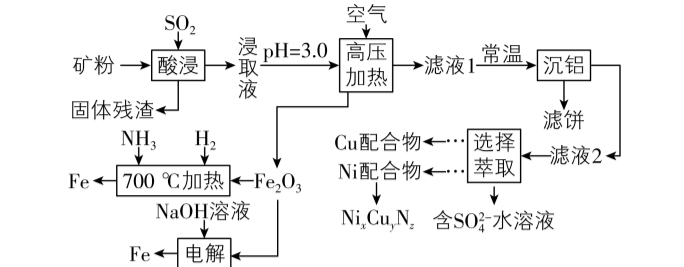
(5)该小组尝试测弱酸 HClO 的 K_a 。

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 $0.100\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaClO 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. (14 分)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 K)	2.8×10^{-39}	1.3×10^{-33}	2.2×10^{-20}	5.5×10^{-16}

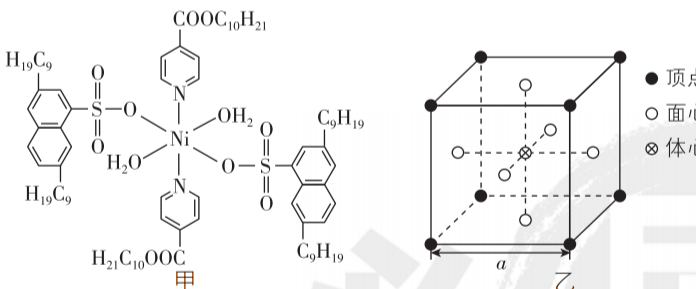
(1)“酸浸”中,提高浸取速率的措施有 _____ (写一条)。

(2)“高压加热”时,生成 Fe_2O_3 的离子方程式为 _____ + O_2 + _____ $\text{H}_2\text{O} \xrightarrow[\Delta]{\text{高压}}$ $\text{Fe}_2\text{O}_3 \downarrow$ + _____ H^+ 。

(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 $c(\text{Cu}^{2+}) = 0.022\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(\text{Ni}^{2+}) = 0.042\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

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

- 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乙。已知:同种位置原子相同,相邻原子间的最近距离之比 $d_{\text{Ni}-\text{Cu}} : d_{\text{Ni}-\text{N}} = \sqrt{2} : 1$,则 $x : y : z =$ _____;晶体中与 Cu 原子最近且等距离的原子的数目为 _____。

(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. (14 分)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)298 K 下,反应 $\text{TiO}_2(\text{s}) + 2\text{C}(\text{s}) + 2\text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{TiCl}_4(\text{g}) + 2\text{CO}(\text{g})$ 的 $\Delta H < 0$ 、 $\Delta S > 0$,则 298 K 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 $5.0\ \text{mol}$ TiCl_4 与 $10.0\ \text{mol}$ 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)	$\text{TiCl}_2(\text{s}) + \text{TiCl}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{TiCl}_3(\text{g})$	$+200.1\ \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
(c)	$\text{Ti}(\text{s}) + 3\text{TiCl}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 4\text{TiCl}_3(\text{g})$	$+132.4\ \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
(d)	$\text{TiCl}_3(\text{g}) \rightleftharpoons \text{TiCl}_3(\text{s})$	ΔH_2

① $\Delta H_1 =$ _____ $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

②不同温度下,平衡时反应体系的组成如图甲。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:

(e) $\text{N}_2\text{H}_4 \rightleftharpoons \text{N}_2 + 2\text{H}_2$ (f) $3\text{N}_2\text{H}_4 \rightleftharpoons \text{N}_2 + 4\text{NH}_3$

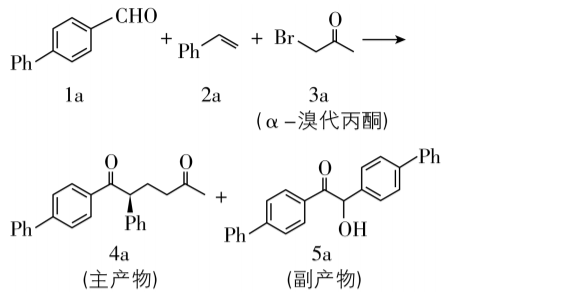
为研究某钛基催化剂对上述反应的影响,以肼的水溶液为原料(含 N_2H_4 的物质的量为 n_0),进行实验,得到 $\frac{n_1}{n_0}$ 、 $\frac{n_2}{n_0}$ 随时间 t

变化的曲线如图乙。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 $0 \sim t$ 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。

① $0 \sim t_0\ \text{min}$ 内, N_2H_4 的转化率为 _____ (用含 y_2 的代数式表示)。

② $0 \sim t_0\ \text{min}$ 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. (14 分)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)。

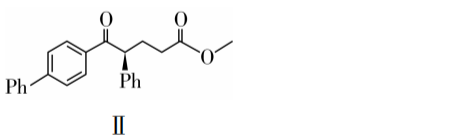
(3)下列说法正确的有 _____ (填序号)。

- 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 α -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 α -H 取代反应。

根据上述信息,分三步合成化合物 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。

