

目录
CONTENTS

内 容	正文	答案
2022年天津市普通高中学业水平等级性考试	1	11
2022~2023年全国高考真题重组卷	3	11
2021年天津市普通高中学业水平等级性考试	5	12
2020年天津市普通高中学业水平等级性考试	7	14
2019年普通高等学校招生全国统一考试（天津卷）（改编版）	9	15

一飞冲天
YI FEI CHONG TIAN
以梦为马，莫负韶华

GAOKAO ZHENTI JUAN
高考真题卷

题号	一	二	三	四	五	六	七
已完成	✓	✓	✓				

化 学



姓名：学号：准考证号：装订线

每/当/战/斗/开/始 我/们/如/期/而/至



2022 年天津市普通高中学业水平等级性考试

本试卷分为第Ⅰ卷(选择题)和第Ⅱ卷(非选择题)两部分,共 100 分,考试用时 60 分钟。

可能用到的相对原子质量: H—1 C—12 O—16 Na—23

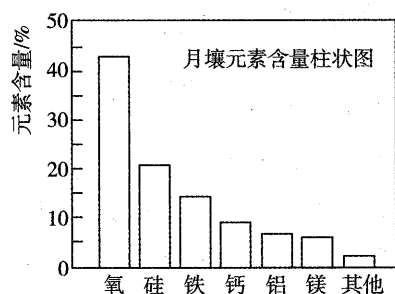
第Ⅰ卷(选择题 共 36 分)

本卷共 12 小题,每小题 3 分,共 36 分。

1. 近年我国在科技领域不断取得新成就。对相关成就所涉及的化学知识理解错误的是

- A. 我国科学家实现了从二氧化碳到淀粉的人工合成,淀粉是一种单糖
- B. 中国“深海一号”平台成功实现从深海中开采石油和天然气,石油和天然气都是混合物
- C. 我国实现了高性能纤维锂离子电池的规模化制备,锂离子电池放电时将化学能转化为电能
- D. 以硅树脂为基体的自供电软机器人成功挑战马里亚纳海沟,硅树脂是一种高分子材料

2. 嫦娥五号月球探测器带回的月壤样品的元素分析结果如图,下列有关含量前六位元素的说法正确的是



- A. 原子半径: $\text{Al} < \text{Si}$
- B. 第一电离能: $\text{Mg} < \text{Ca}$
- C. Fe 位于元素周期表的 p 区
- D. 这六种元素中,电负性最大的是 O

3. 下列物质沸点的比较,正确的是

- A. $\text{CH}_4 > \text{C}_2\text{H}_6$
- B. $\text{HF} > \text{HCl}$
- C. $\text{H}_2\text{S} > \text{H}_2\text{Se}$
- D. $\text{CH}_3\text{CHCH}_3 > \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$

4. 利用反应 $2\text{NH}_3 + \text{NaClO} = \text{N}_2 + \text{H}_4 + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ 可制备 N_2 。下列叙述正确的是

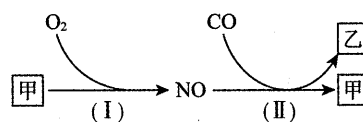
- A. NH_3 分子有孤电子对,可作配体
- B. NaCl 晶体可以导电
- C. 一个 N_2 分子中有 4 个 σ 键
- D. NaClO 和 NaCl 均为离子化合物,它们所含的化学键类型相同

5. 燃油汽车行驶中会产生 CO、NO 等多种污染物。如图为汽车发动机及催化转化器中发生的部分化学反应。以下判断错误的是

- A. 甲是空气中体积分数最大的成分
- B. 乙是引起温室效应的气体之一
- C. 反应(I)在常温下容易发生
- D. 反应(II)中 NO 是氧化剂

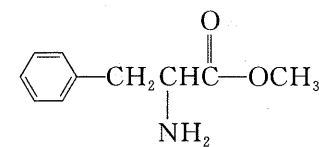
6. 向恒温恒容密闭容器中通入 2 mol SO_2 和 1 mol O_2 ,反应 $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$ 达到平衡后,再通入一定量 O_2 ,达到新的平衡时,下列有关判断错误的是

- A. SO_3 的平衡浓度增大
- B. 反应平衡常数增大
- C. 正向反应速率增大
- D. SO_2 的转化总量增大



7. 下列关于苯丙氨酸甲酯的叙述,正确的是

- A. 具有碱性
- B. 不能发生水解
- C. 分子中不含手性碳原子
- D. 分子中采取 sp^2 杂化的碳原子数目为 6



苯丙氨酸甲酯

8. 25 °C 时,下列各组离子可以在水溶液中大量共存的是

- A. H^+ 、 NH_4^+ 、 ClO^- 、 Cl^-
- B. H^+ 、 Mg^{2+} 、 I^- 、 NO_3^-
- C. Na^+ 、 Al^{3+} 、 HCO_3^- 、 SO_4^{2-}
- D. K^+ 、 Na^+ 、 SO_3^{2-} 、 OH^-

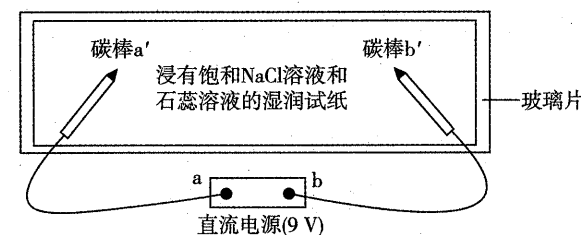
9. 下列实验操作中选用仪器正确的是

用量筒量取 10.00 mL 盐酸	用瓷坩埚加热熔化 NaOH 固体	用分液漏斗分离乙酸异戊酯和水的混合物	配制一定温度的 NaCl 饱和溶液,用温度计测温并搅拌
A	B	C	D

10. 下列叙述错误的是

- A. H_2O 是极性分子
- B. $^{18}_8\text{O}$ 原子的中子数为 10
- C. O_2 与 O_3 互为同素异形体
- D. 和 互为同系物

11. 实验装置如图所示。接通电源后,用碳棒(a'、b')作笔,在浸有饱和 NaCl 溶液和石蕊溶液的湿润试纸上同时写字,a'端的字迹呈白色。下列结论正确的是



- A. a 为负极
- B. b' 端的字迹呈蓝色
- C. 电子流向为: $\text{b} \rightarrow \text{b}' \rightarrow \text{a}' \rightarrow \text{a}$
- D. 如果将 a'、b' 换为铜棒,与碳棒作电极时的现象相同

12. 一定条件下,石墨转化为金刚石吸收能量。下列关于石墨和金刚石的下列说法正确的是

- A. 金刚石比石墨稳定
- B. 两物质的碳碳 σ 键的键角相同
- C. 等质量的石墨和金刚石中,碳碳 σ 键数目之比为 4 : 3
- D. 可以用 X 射线衍射仪鉴别金刚石和石墨

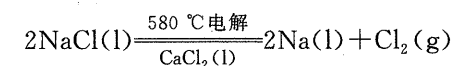
第Ⅱ卷(非选择题 共 64 分)

本卷共 4 大题,共 64 分。

13. (14 分)金属钠及其化合物在人类生产生活中起着重要作用。回答下列问题:

(1)基态 Na 原子的价层电子轨道表示式为_____。

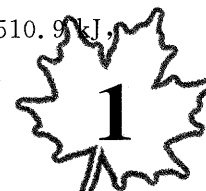
(2)NaCl 熔点为 800.8 °C,工业上采用电解熔融 NaCl 制备金属 Na。电解反应方程式如下:



加入 CaCl_2 的目的是_____。

(3) Na_2O_2 的电子式为_____。在 25 °C 和 101 kPa 时,Na 与 O_2 反应生成 1 mol Na_2O_2 放热 510.9 kJ,

写出该反应的热化学方程式:_____。

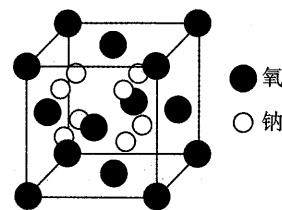


(4)采用空气和Na为原料可直接制备 Na_2O_2 。空气与熔融金属Na反应前需依次通过_____、_____ (填序号)。

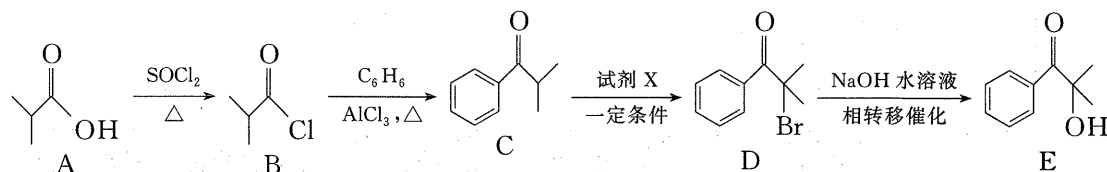
- a. 浓硫酸 b. 饱和食盐水
c. NaOH 溶液 d. KMnO_4 溶液

(5)钠的某氧化物晶胞如图,图中所示钠离子全部位于晶胞内。由晶胞图判断该氧化物的化学式为_____。

(6)天然碱的主要成分为 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$,1 mol $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 经充分加热得到 Na_2CO_3 的质量为_____g。



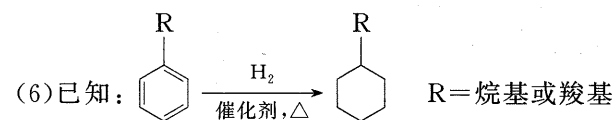
14. (18分)光固化是高效、环保、节能的材料表面处理技术。化合物E是一种广泛应用于光固化产品的光引发剂,可采用异丁酸(A)为原料,按如下路线合成:



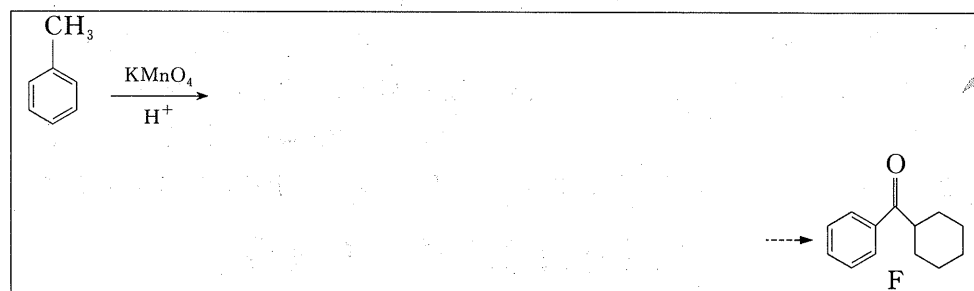
回答下列问题:

- (1)写出化合物E的分子式:_____,其含氧官能团名称为_____。
(2)用系统命名法对A命名:_____;在异丁酸的同分异构体中,属于酯类的化合物数目为_____,写出其中含有4种处于不同化学环境氢原子的异构体的结构简式:_____。
(3)为实现 $\text{C} \rightarrow \text{D}$ 的转化,试剂X为_____ (填序号)。
a. HBr b. NaBr c. Br_2
(4) $\text{D} \rightarrow \text{E}$ 的反应类型为_____。

(5)在紫外光照射下,少量化合物E能引发甲基丙烯酸甲酯($\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{COOCH}_3$)快速聚合,写出该聚合反应的方程式:_____。



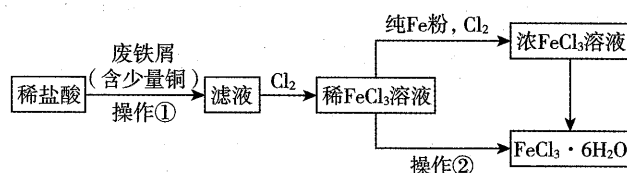
参照以上合成路线和条件,利用甲苯和苯及必要的无机试剂,在方框中完成制备化合物F的合成路线。



15. (18分)氯化铁是重要的化工原料。针对氯化铁的实验室制备方法,回答下列问题:

I. $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 的制备

制备流程图如下:



(1)将废铁屑分批加入稀盐酸中,至盐酸反应完全。判断反应完全的现象为_____。

含有少量铜的废铁屑比纯铁屑反应快,原因为_____。

(2)操作①所必需的玻璃仪器中,除烧杯外还有_____。

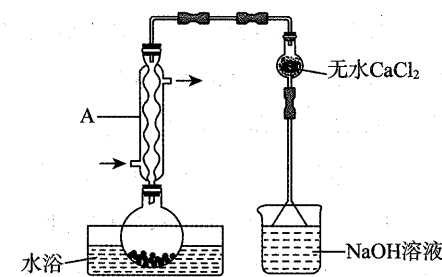
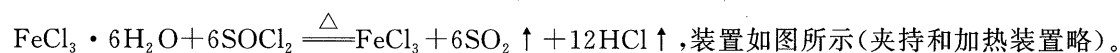
(3)检验 FeCl_3 溶液中是否残留 Fe^{2+} 的试剂是_____。

(4)为增大 FeCl_3 溶液的浓度,向稀 FeCl_3 溶液中加入纯Fe粉后通入 Cl_2 。此过程中发生的主要反应的离子方程式为_____。

(5)操作②为_____。

II. 由 $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 制备无水 FeCl_3

将 $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 与液体 SOCl_2 混合并加热,制得无水 FeCl_3 。已知 SOCl_2 沸点为 77°C ,反应方程式为:



(6)仪器A的名称为_____,其作用为_____。

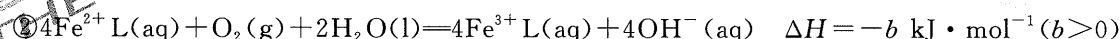
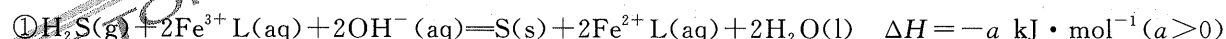
NaOH溶液的作用是_____。

(7)干燥管中无水 CaCl_2 不能换成碱石灰,原因是_____。

(8)由下列结晶水合物制备无水盐,适宜使用上述方法的是_____ (填序号)。

- a. $\text{ZnCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ b. $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ c. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

16. (14分)天津地处环渤海湾,海水资源丰富。科研人员把铁的配合物 Fe^{3+}L (L为配体)溶于弱碱性的海水中,制成吸收液,将气体 H_2S 转化为单质硫,改进了湿法脱硫工艺。该工艺包含两个阶段:① H_2S 的吸收氧化;② Fe^{3+}L 的再生。反应原理如下:

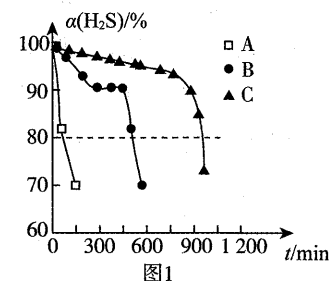


回答下列问题:

(1)该工艺的总反应方程式为_____,1 mol $\text{H}_2\text{S}(\text{g})$ 发生该反应的热量变化为_____, Fe^{3+}L 在总反应中的作用是_____。

(2)研究不同配体与 Fe^{3+} 所形成的配合物(A、B、C)对 H_2S 吸收转化率的影响。

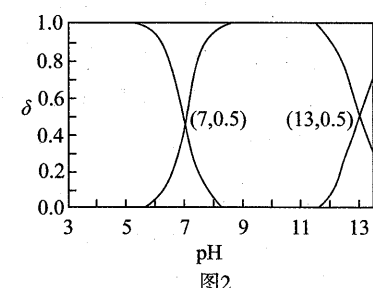
将配合物A、B、C分别溶于海水中,配成相同物质的量浓度的吸收液,在相同反应条件下,分别向三份吸收液持续通入 H_2S ,测得单位体积吸收液中 H_2S 吸收转化率 $[\alpha(\text{H}_2\text{S})]$ 随时间变化的曲线如图1所示。以 $\alpha(\text{H}_2\text{S})$ 由100%降至80%所持续的时间来评价铁配合物的脱硫效率,结果最好的是_____ (填“A”“B”或“C”)。



(3) H_2S 的电离方程式为_____。

25 $^\circ\text{C}$ 时, H_2S 溶液中 H_2S 、 HS^- 和 S^{2-} 在含硫粒子总浓度中所占分数 δ 随溶液pH的变化关系如图2。由图2计算, H_2S 的 K_{a1} = _____,

K_{a2} = _____。再生反应在常温下进行, Fe^{2+}L 解离出的 Fe^{2+} 易与溶液中的 S^{2-} 形成沉淀。若溶液中的 $c(\text{Fe}^{2+}) = 1.0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(\text{H}_2\text{S}) = 6.0 \times 10^{-9} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,为避免有 FeS 沉淀生成,应控制溶液pH不大于_____ (已知25 $^\circ\text{C}$ 时 FeS 的 K_{sp} 为 6.0×10^{-18})。





2022~2023 年全国高考真题重组卷

本试卷分为第Ⅰ卷(选择题)和第Ⅱ卷(非选择题)两部分,共100分,考试用时60分钟。

可能用到的相对原子质量:H-1 C-12 O-16 F-19 Al-27 I-127

第Ⅰ卷(选择题 共36分)

本卷共12小题,每小题3分,共36分。

1. (2023·湖南卷)中华文化源远流长,化学与文化遗产密不可分。下列说法错误的是

- A. 青铜器“四羊方尊”的主要材质是合金
- B. 竹木简牍的主要成分是纤维素
- C. 蔡伦采用碱液蒸煮制浆法造纸,该过程不涉及化学变化
- D. 铜官窑彩瓷是以黏土为主要原料,经过高温烧结而成

2. (2023·浙江卷1月6月改编)物质的性质决定用途,下列两者对应关系有误的是

- A. 铝具有强还原性,可用于制作门窗框架
- B. 二氧化硫能使某些色素褪色,可用作漂白剂
- C. 维生素C具有还原性,可用作食品抗氧化剂
- D. 过氧化钠能与二氧化碳反应生成氧气,可做潜水艇中的供氧剂

3. (2023·辽宁卷)下列鉴别或检验不能达到实验目的的是

- A. 用KSCN溶液检验FeSO₄是否变质
- B. 用澄清石灰水鉴别NaHCO₃和Na₂CO₃
- C. 用盐酸酸化的BaCl₂溶液检验Na₂SO₃是否被氧化
- D. 加热条件下用银氨溶液检验乙醇中是否混有乙醛

4. (2022·重庆卷)BCl₃水解反应的方程式为3H₂O+BCl₃=B(OH)₃+3HCl,下列说法错误的是

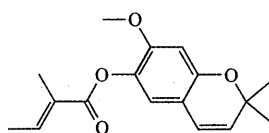
- A. BCl₃的电子式为 $\begin{array}{c} \text{Cl} \\ \vdots \\ \text{Cl}:\text{B}:\text{Cl} \\ \vdots \\ \text{Cl} \end{array}$
- B. 氯原子的结构示意图为 $\begin{array}{c} 17 \\ \text{Cl} \end{array}$
- C. 水的空间填充模型为
- D. B(OH)₃的结构简式为 $\begin{array}{c} \text{OH} \\ | \\ \text{HO}-\text{B}-\text{OH} \end{array}$

5. (2022·福建卷)某非线性光学晶体由钾元素和原子序数依次增大的X、Y、Z、W四种短周期元素组成。X与Y、Z与W均为同周期相邻元素。X的核外电子总数为最外层电子数的2倍,Z为地壳中含量最多的元素。下列说法正确的是

- A. 原子半径:Y<X<Z<W
- B. YW₃分子的空间构型为三角锥形
- C. 最高价氧化物对应的水化物的碱性:X<Y
- D. 最简单氢化物的沸点:Z>W

6. (2023·全国甲卷)藜香蓟具有清热解毒功效,其有效成分结构如下。下列说法错误的是

- A. 可以发生水解反应
- B. 所有碳原子处于同一平面
- C. 含有两种含氧官能团
- D. 能与溴水发生加成反应



7. (2023·北京卷)下列事实不能通过比较氟元素和氯元素的电负性进行解释的是

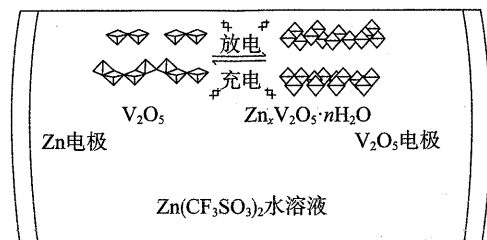
- A. F-F的键能小于Cl-Cl键的键能
- B. 三氟乙酸的K_a大于三氯乙酸的K_a
- C. 氟化氢分子的极性强度于氯化氢分子的极性
- D. 气态氟化氢中存在(HF)₂,而气态氯化氢中是HCl分子

8. (2022·湖北卷改编)设N_A为阿伏加德罗常数的值,下列说法错误的是

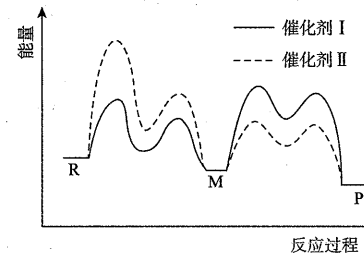
- A. 0.5 mol XeF₄中氙的价层电子对数为3N_A
- B. 23 g C₂H₅OH中sp³杂化的原子数为N_A
- C. 1 mol [Cu(H₂O)₄]²⁺中配位键的个数为4N_A
- D. 标准状况下11.2 L H₂和CO的混合气体中分子数为0.5N_A

9. (2023·新课标卷)一种以V₂O₅和Zn为电极、Zn(CF₃SO₃)₂水溶液为电解质的电池,其示意图如下所示。放电时,Zn²⁺可插入V₂O₅层间形成Zn_xV₂O₅·nH₂O。下列说法错误的是

- A. 放电时V₂O₅为正极
- B. 放电时Zn²⁺由负极向正极迁移
- C. 充电时总反应:V₂O₅+nH₂O+xZn=Zn_xV₂O₅·nH₂O
- D. 充电时阳极反应式:Zn_xV₂O₅·nH₂O-2xe⁻=V₂O₅+nH₂O+xZn²⁺



(第9题图)



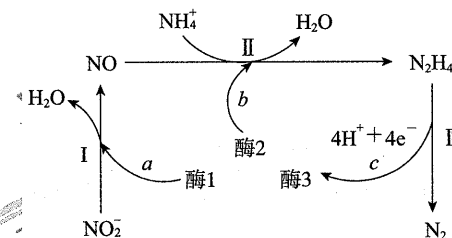
(第10题图)

10. (2023·广东卷)催化剂I和II均能催化反应R(g)⇌P(g)。反应历程如图所示,M为中间产物。其他条件相同时,下列说法不正确的是

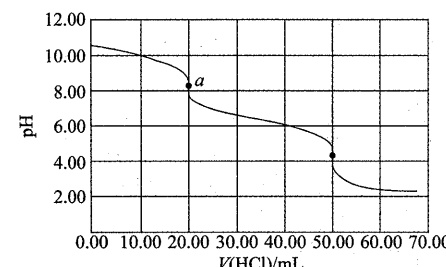
- A. 使用I和II,反应历程都分4步进行
- B. 反应达到平衡时,升高温度,R的浓度增大
- C. 使用I时,反应过程中M所能达到的最高浓度更大
- D. 使用II时,反应体系更快达到平衡

11. (2022·湖南卷)科学家发现某些生物酶体系可以促进H⁺和e⁻的转移(如a、b、c),能将海洋中的NO₂⁻转化为N₂进入大气层,反应过程如图所示。下列说法正确的是

- A. 过程I中NO₂⁻发生氧化反应
- B. a和b中转移的e⁻数目相等
- C. 过程II中参与反应的 $\frac{n(\text{NO})}{n(\text{NH}_4^+)} = \frac{1}{4}$
- D. 过程I→III的总反应为NH₄⁺+NO₂⁻=2H₂O+N₂↑



(第11题图)



(第12题图)

12. (2022·河北卷)某水样中含有一定浓度的CO₃²⁻、HCO₃⁻和其他不与酸碱反应的离子。取10.00 mL水样,用0.010 00 mol/L的HCl溶液进行滴定,溶液pH随滴加HCl溶液体积V(HCl)的变化关系如图(混合后溶液体积变化忽略不计)。下列说法正确的是

- A. 该水样中c(CO₃²⁻)=0.01 mol/L
- B. a点处c(H₂CO₃)+c(H⁺)=c(OH⁻)
- C. 当V(HCl)≤20.00 mL时,溶液中c(HCO₃⁻)基本保持不变
- D. 曲线上任意一点存在c(H₂CO₃)+c(HCO₃⁻)+c(CO₃²⁻)=0.03 mol/L

第Ⅱ卷(非选择题 共64分)

本卷共4大题,共64分。

13. (14分)

I. (2023·全国乙卷)中国第一辆火星车“祝融号”成功登陆火星。探测发现火星上存在大量橄榄石矿物(Mg_xFe_{2-x}SiO₄),请回答下列问题:

- (1)基态铁原子的价电子排布式为_____。橄榄石中各元素电负性由大到小的顺序为_____。
- (2)已知一些物质的熔沸点如下表:

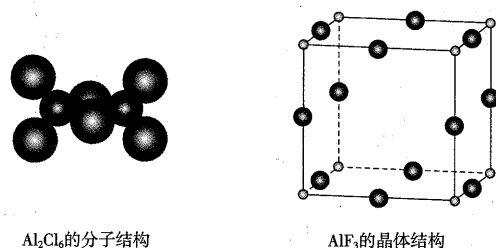
物质	熔点/℃
SiCl ₄	-68.8
GeCl ₄	-51.5
SnCl ₄	-34.1



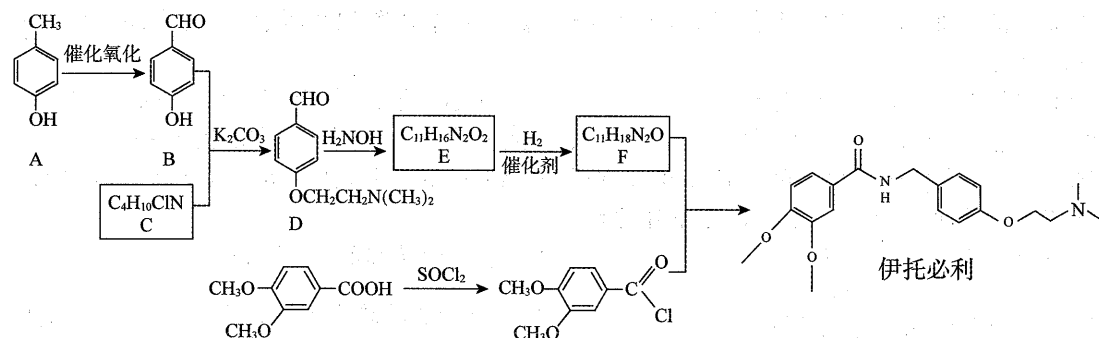
分析同族元素的氯化物 SiCl_4 、 GeCl_4 、 SnCl_4 熔点变化趋势及其原因_____。
 SiCl_4 的空间结构为_____。

II. (2023 · 全国甲卷)

- (3) 气态 AlCl_3 通常以二聚体 (Al_2Cl_6) 的形式存在, 其空间结构如图所示。在二聚体中 Al 的轨道杂化类型为_____。 AlF_3 的熔点为 1090°C , 远高于 AlCl_3 的 192°C 。由此判断铝氟之间的化学键为_____。
- (4) AlF_3 的晶胞如图所示, F^- 的配位数为_____。若晶胞参数为 $a\text{ pm}$, 则晶体的密度 $\rho =$ _____ g/cm^3 (请列出计算式, 设阿伏加德罗常数的值为 N_A)。



14. (2023 · 浙江卷 6 月) (18 分) 某研究小组按照下列路线合成一种胃动力药伊托必利。



已知: $\text{—CH(OH)—CH(NH—)—} \xrightarrow{-\text{H}_2\text{O}} \text{—CH=N—}$

请回答下列问题:

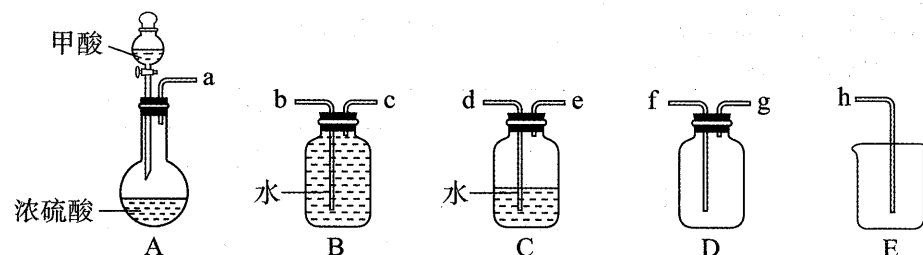
- (1) 化合物 B 中含氧官能团的名称是_____。
- (2) 下列说法不正确的是_____ (填序号)。
- A. 化合物 A 能与 FeCl_3 发生显色反应 B. $\text{A} \rightarrow \text{B}$ 的转变也可用 KMnO_4 在酸性条件下氧化来实现
- C. 在 $\text{B} + \text{C} \rightarrow \text{D}$ 的反应中, K_2CO_3 作催化剂 D. 伊托必利可在酸性或碱性条件下发生水解反应
- (3) 化合物 C 的结构简式是_____。
- (4) 请写出 $\text{E} \rightarrow \text{F}$ 的化学方程式_____。
- (5) 请写出同时符合下列条件的化合物 D 的同分异构体的结构简式_____。
- ① 分子中含有苯环与酰胺基; ② 核磁共振氢谱表明: 该分子中共有 4 种不同化学环境的氢原子。
- (6) 该研究小组在实验室以苯甲醛为原料合成药物 N-苄基苯甲酰胺 ()。利用以上合成线路中的相关信息, 设计该合成路线 (用流程图表示, 无机试剂任选)。

15. (2022 · 福建卷) (18 分) 某兴趣小组设计实验探究 Ce-MnO_x 催化空气氧化 CO 的效率。

请回答下列问题:

步骤 I 制备 CO

在通风橱中用下图装置制备 CO (加热及夹持装置省略), 反应方程式: $\text{HCOOH} \xrightarrow[\Delta]{\text{浓硫酸}} \text{CO} \uparrow + \text{H}_2\text{O}$



(1) 装置 A 中盛放甲酸的仪器的名称是_____。

(2) 从 B、C、D 中选择合适的装置收集 CO, 正确的接口连接顺序为 $a \rightarrow$ _____ $\rightarrow$ _____ $\rightarrow$ _____ $\rightarrow$ h (每空填一个接口标号)。

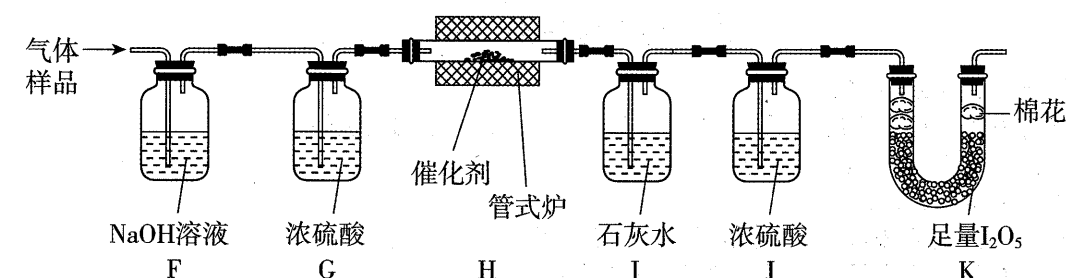
步骤 II 检验 CO

将 CO 通入新制银氨溶液中, 有黑色沉淀生成。

(3) 该反应的化学方程式为_____。

步骤 III 探究 Ce-MnO_x 催化空气氧化 CO 的效率

将一定量 CO 与空气混合, 得到 CO 体积分数为 1% 的气体样品。使用下图装置 (部分加热及夹持装置省略), 调节管式炉温度至 120°C , 按一定流速通入气体样品 (已知: I_2O_5 是白色固体, 易吸水潮解; $\text{I}_2\text{O}_5 + 5\text{CO} = 5\text{CO}_2 + \text{I}_2$)。



- (4) 通入 11.2 L (已折算为标准状况) 的气体样品后, 继续向装置内通入一段时间氮气, 最终测得 U 形管内生成了 0.1016 g I_2 。
- ① 能证明 CO 被空气氧化的现象是_____;
- ② CO 被催化氧化的百分率为_____;
- ③ 若未通入氮气, ② 的结果将_____ (填“偏大”“偏小”或“无影响”)。
- (5) 探究气体与催化剂接触时长对催化氧化效率的影响时, 采用_____方法可以缩短接触时长。
- (6) 步骤 III 装置存在的不足之处是_____。

16. (2022 · 福建卷) (14 分) 异丙醇 ($\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$) 可由生物质转化得到, 催化异丙醇脱水制取高值化学品丙烯 (C_3H_6) 的工业化技术已引起人们的关注, 其主要反应如下:



请回答下列问题:

- (1) 已知 $2\text{C}_3\text{H}_8\text{O}(\text{g}) + 9\text{O}_2(\text{g}) = 6\text{CO}_2(\text{g}) + 8\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H_3 = -3750\text{ kJ/mol}$, 则 $\text{C}_3\text{H}_6(\text{g})$ 燃烧生成 $\text{CO}_2(\text{g})$ 和 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 的热化学方程式为_____。
- (2) 在 1350°C 下, 刚性密闭容器中的反应体系内水蒸气浓度与反应时间关系如下表:

反应时间/ μs	0	4	8	12	t	20
H_2O 浓度/ppm	0	2440	3200	3600	4000	4100

- ① $4 \sim 8\text{ }\mu\text{s}$ 内, $v(\text{C}_3\text{H}_8\text{O}) =$ _____ $\text{ppm}/\mu\text{s}$; ② t _____ 16 (填“>”“<”或“=”)。
- (3) 在恒温刚性的密闭容器中, 反应 I、II 均达到平衡的判据是_____ (填序号)。

- a. $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 的分压不变 b. 混合气体密度不变
- c. $n(\text{C}_3\text{H}_6) = 2n(\text{C}_6\text{H}_{12})$ d. $v_{\text{正}}(\text{H}_2\text{O}) = v_{\text{逆}}(\text{C}_3\text{H}_8\text{O})$

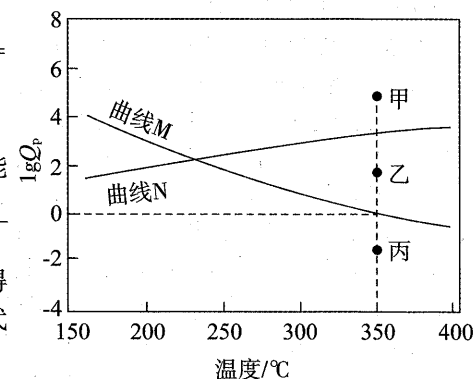
(4) 在一定条件下, 若反应 I、II 的转化率分别为 98% 和 40%, 则丙烯的产率为_____。

(5) 如图为反应 I、II 达到平衡时 $\lg Q_p$ 与温度的关系曲线。

(已知: 对于可逆反应 $a\text{A}(\text{g}) + b\text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons c\text{C}(\text{g}) + d\text{D}(\text{g})$, 任意时刻 $Q_p = \frac{p^c(\text{C}) \cdot p^d(\text{D})}{p^a(\text{A}) \cdot p^b(\text{B})}$, 式中 $p(\text{X})$ 表示物质 X 的分压)

① 在 350°C 恒压平衡体系中充入少量水蒸气时, 反应 I 的状态最有可能对应图中的_____点 (填“甲”“乙”或“丙”), 判断依据是_____。

② 350°C 时, 在密闭容器中加入一定量的 $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$, 体系达到平衡后, 测得 C_6H_{12} 的分压为 $x\text{ MPa}$, 则水蒸气的分压为_____ MPa (用含 x 的代数式表示)。





2021 年天津市普通高中学业水平等级性考试

本试卷分为第 I 卷(选择题)和第 II 卷(非选择题)两部分,共 100 分,考试用时 60 分钟。

可能用到的相对原子质量: H-1 C-12 N-14 O-16 Fe-56

第 I 卷 (选择题 共 36 分)

本卷共 12 小题,每小题 3 分,共 36 分。

- 近年我国在科学技术领域取得了举世瞩目的成就。对下列成就所涉及的化学知识的判断错误的是 ()
 - 北斗三号卫星搭载了精密计时的铷原子钟,铷(Rb)是金属元素
 - 奋斗者号潜水器载人舱外壳使用了钛合金,钛合金属于无机非金属材料
 - 长征五号 B 遥二火箭把天和核心舱送入太空,火箭动力源于氧化还原反应
 - 天问一号探测器着陆火星过程中使用了芳纶制作的降落伞,芳纶是高分子材料
- 下列各组物质的晶体类型相同的是 ()
 - SiO₂ 和 SO₃
 - I₂ 和 NaCl
 - Cu 和 Ag
 - SiC 和 MgO
- 核聚变发电有望成为解决人类能源问题的重要手段之一。氘(²₁H)是核聚变反应的主要原料,下列有关叙述正确的是 ()
 - ²₁H 的中子数为 2
 - ²₁H 的核电荷数为 1
 - ²₁H 是自然界中最轻的原子
 - ²₁H 是氢元素的一种同素异形体
- 关于反应 $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_3 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 所涉及的物质,下列说法错误的是 ()
 - H₂SO₄ 在该反应中为氧化剂
 - Na₂SO₃ 容易被空气中的 O₂ 氧化变质
 - Na₂SO₄ 是含有共价键的离子化合物
 - SO₂ 是导致酸雨的主要有害污染物
- 下列化学用语表达正确的是 ()
 - F⁻ 的离子结构示意图:
 - 基态碳原子的轨道表示式:
 - 丙炔的键线式:
 - H₂O 分子的球棍模型:

6. 进行下列实验操作时,选用仪器正确的是

提取 碘水中的碘	量取一定体积的 KMnO ₄ 溶液	熔化 NaOH 固体	浓缩 NaCl 溶液
A	B	C	D

- 设 N_A 为阿伏加德罗常数的值,下列叙述正确的是 ()
 - 1 mol · L⁻¹ HCl 溶液中, HCl 分子的数目为 N_A
 - 22.4 L 氢气中, H₂ 分子的数目为 N_A
 - 180 g 葡萄糖中, C 原子的数目为 $6N_A$
 - 1 mol N₂ 中, σ 键的数目为 $3N_A$

- 最理想的“原子经济性反应”是指反应物的原子全部转化为期望的最终产物的反应。下列属于最理想的“原子经济性反应”的是 ()
 - 用电石与水制备乙炔的反应
 - 用溴乙烷与 NaOH 的乙醇溶液共热制备乙烯的反应
 - 用苯酚稀溶液与饱和溴水制备 2,4,6-三溴苯酚的反应
 - 用乙烯与氧气在 Ag 催化下制备环氧乙烷()的反应
- 常温下,下列各组离子在给定溶液中能大量共存的是 ()
 - pH=1 的溶液: Fe²⁺、Mg²⁺、SO₄²⁻、NO₃⁻
 - pH=12 的溶液: K⁺、Na⁺、NO₃⁻、CO₃²⁻
 - pH=7 的溶液: Na⁺、Cu²⁺、S²⁻、Cl⁻
 - pH=7 的溶液: Al³⁺、K⁺、Cl⁻、HCO₃⁻
- 常温下,下列有关电解质溶液的叙述正确的是 ()
 - 在 0.1 mol · L⁻¹ H₃PO₄ 溶液中 $c(\text{H}_3\text{PO}_4) > c(\text{H}_2\text{PO}_4^-) > c(\text{HPO}_4^{2-}) > c(\text{PO}_4^{3-})$
 - 在 0.1 mol · L⁻¹ Na₂C₂O₄ 溶液中 $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-) + c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) + c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$
 - 在 0.1 mol · L⁻¹ NaHCO₃ 溶液中 $c(\text{H}_2\text{CO}_3) + c(\text{HCO}_3^-) = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
 - 氨水和 NH₄Cl 溶液混合,形成 pH=9 的溶液中 $c(\text{Cl}^-) > c(\text{NH}_4^+) > c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$
- 如下所示电解装置中,通电后石墨电极 II 上有 O₂ 生成, Fe₂O₃ 逐渐溶解,下列判断错误的是 ()

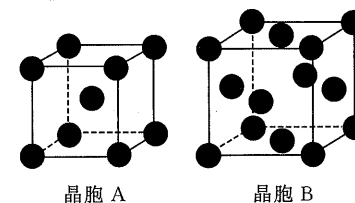
- a 是电源的负极
- 通电一段时间后,向石墨电极 II 附近滴加石蕊溶液,出现红色
- 随着电解的进行, CuCl₂ 溶液浓度变大
- 当 0.01 mol Fe₂O₃ 完全溶解时,至少产生气体 336 mL (折合成标准状况下)

- 元素 X、Y、Z、Q、R 的原子序数依次增大且小于 20,其原子半径和最外层电子数之间的关系如图所示。下列判断正确的是 ()
 - X 的电负性比 Q 的大
 - Q 的简单离子半径比 R 的大
 - Z 的简单气态氢化物的热稳定性比 Q 的强
 - Y 的最高价氧化物对应的水化物的碱性比 R 的强

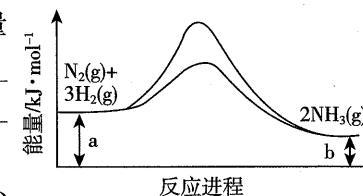
第 II 卷 (非选择题 共 64 分)

本卷共 4 大题,共 64 分。

- (14 分)铁单质及其化合物的应用非常广泛。
 - 基态 Fe 原子的价层电子排布式为_____。
 - 用 X 射线衍射测定,得到 Fe 的两种晶胞 A、B,其结构如图所示。晶胞 A 中每个 Fe 原子紧邻的原子数为_____。每个晶胞 B 中含 Fe 原子数为_____。

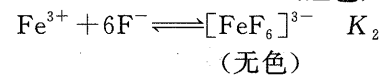
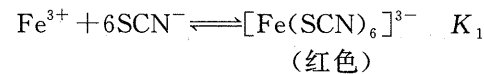


- 合成氨反应常使用铁触媒提高反应速率。如图为有、无铁触媒时,反应的能量变化示意图。写出该反应的热化学方程式_____。从能量角度分析,铁触媒的作用是_____。
- Fe³⁺ 可与 H₂O、SCN⁻、F⁻ 等配体形成配位数为 6 的配离子,如 [Fe(H₂O)₆]³⁺、[Fe(SCN)₆]³⁻、[FeF₆]³⁻。某同学按如下步骤完成实验:

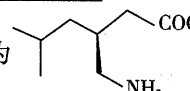


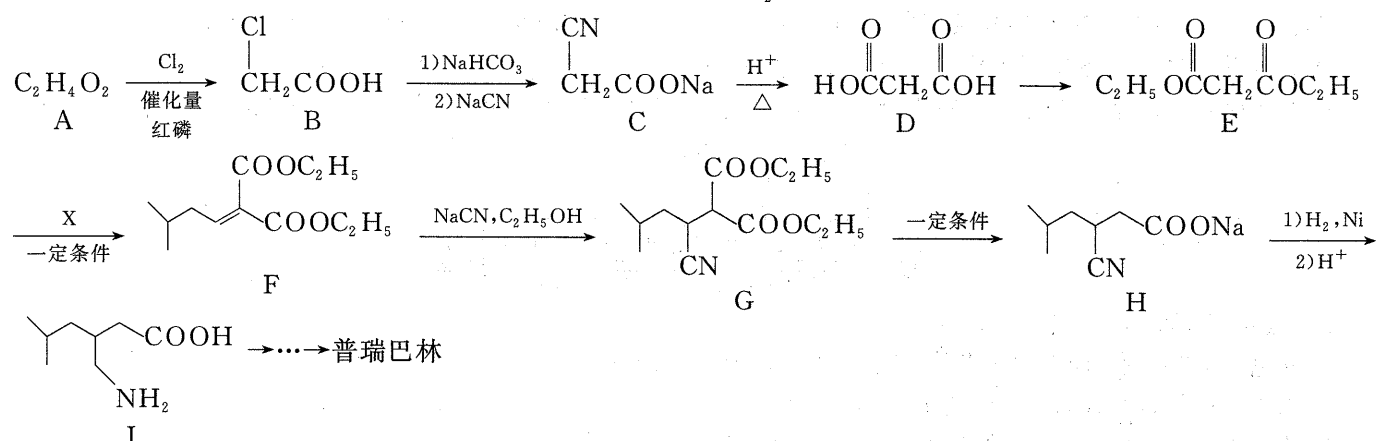
① $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ 为浅紫色,但溶液 I 却呈黄色,其原因是_____,为了能观察到溶液 I 中 $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ 的浅紫色,可采取的方法是_____。

②已知 Fe^{3+} 与 SCN^- 、 F^- 的反应在溶液中存在以下平衡:



向溶液 II 中加入 NaF 后,溶液颜色由红色转变为无色。若该反应是可逆反应,其离子方程式为_____,平衡常数为_____ (用 K_1 和 K_2 表示)。

14. (18 分)普瑞巴林能用于治疗多种疾病,结构简式为,其合成路线如下:



(1)普瑞巴林分子所含官能团的名称为_____。

(2)化合物 A 的命名为_____。

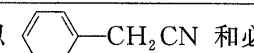
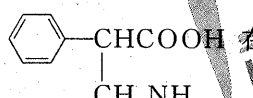
(3)B→C 的有机反应类型为_____。

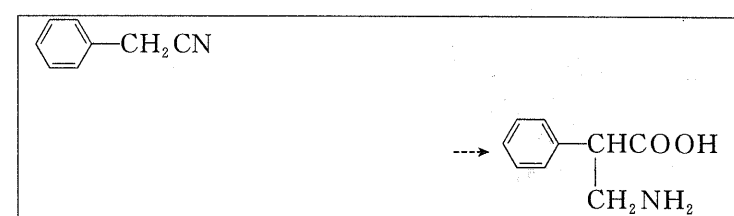
(4)写出 D→E 的化学反应方程式_____。

(5)E~G 中,含手性碳原子的化合物有_____ (填字母)。

(6)E→F 反应所用的化合物 X 的分子式为 $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$,该化合物能发生银镜反应,写出其结构简式_____。

_____,化合物 X 的含有碳氧双键($-\text{C}=\text{O}-$)的同分异构体(不包括 X、不考虑立体异构)数目为_____,其中核磁共振氢谱中有两组峰的为_____ (写结构简式)。

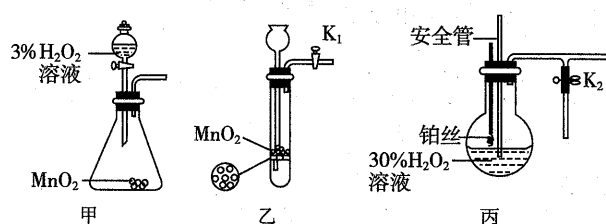
(7)参考以上合成路线及反应条件,以和必要的无机试剂为原料,合成在方框中写出路线图。



15. (18 分)某化学小组同学利用一定浓度的 H_2O_2 溶液制备 O_2 ,再用 O_2 氧化 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$,并检验氧化产物。

I. 制备 O_2

该小组同学设计了如下气体发生装置(夹持装置省略)



(1)甲装置中主要仪器的名称为_____。

(2)乙装置中,用粘合剂将 MnO_2 制成团,放在多孔塑料片上,连接好装置,气密性良好后打开活塞 K_1 ,经长颈漏斗向试管中缓慢加入 3% H_2O_2 溶液至_____,欲使反应停止,关闭活塞 K_1 即可,此时装置中的现象是_____。

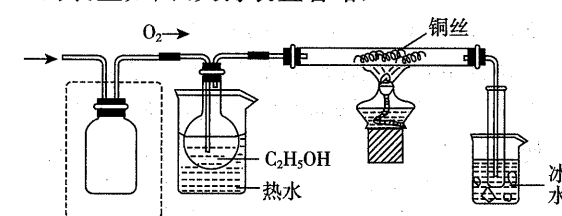
(3)丙装置可用于制备较多 O_2 ,催化剂铂丝可上下移动。制备过程中如果体系内压强过大,安全管中的现象是_____,此时可以将铂丝抽离 H_2O_2 溶液,还可以采取的安全措施是_____。

(4)丙装置的特点是_____ (填序号)。

- 可以控制制备反应的开始和结束
- 可通过调节催化剂与液体接触的面积来控制反应的速率
- 与乙装置相比,产物中的 O_2 含量高、杂质种类少

II. 氧化 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$

该小组同学设计的氧化 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 的装置如图(夹持装置省略)



(5)在图中方框内补全干燥装置和干燥剂。

III. 检验产物

(6)为检验上述实验收集到的产物,该小组同学进行了如下实验并得出相应结论。

实验序号	检验试剂和反应条件	现象	结论
①	酸性 KMnO_4 溶液	紫红色褪去	产物含有乙醛
②	新制 $\text{Cu}(\text{OH})_2$,加热	生成砖红色沉淀	产物含有乙醛
③	微红色含酚酞的 NaOH 溶液	微红色褪去	产物可能含有乙酸

实验①~③中的结论不合理的是_____ (填序号),原因是_____。

16. (14 分) CS_2 是一种重要的化工原料。工业上可以利用硫(S_8)与 CH_4 为原料制备 CS_2 , S_8 受热分解成气态 S_2 ,发生反应 $2\text{S}_2(\text{g}) + \text{CH}_4(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CS}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{S}(\text{g})$ 。回答下列问题:

(1) CH_4 的电子式为_____, CS_2 分子的立体构型为_____。

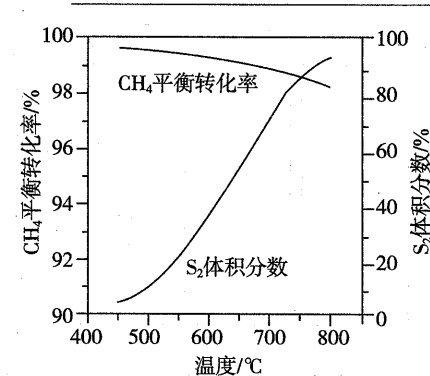
(2)某温度下,若 S_8 完全分解成气态 S_2 。在恒温密闭容器中, S_2 与 CH_4 物质的量比为 2:1 时开始反应。

①当 CS_2 的体积分数为 10%时, CH_4 的转化率为_____。

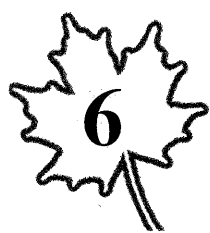
②当以下数值不变时,能说明该反应达到平衡的是_____ (填序号)。

- 气体密度
- 气体总压
- CH_4 与 S_2 体积比
- CS_2 的体积分数

(3)一定条件下, CH_4 与 S_2 反应中 CH_4 的平衡转化率、 S_8 分解产生 S_2 的体积分数随温度的变化曲线如图所示。据图分析,生成 CS_2 的反应为_____ (填“放热”或“吸热”)反应。工业上通常采用在 600~650 $^\circ\text{C}$ 的条件下进行此反应,不采用低于 600 $^\circ\text{C}$ 的原因是_____。



(4)用燃煤废气(含 N_2 、 O_2 、 SO_2 、 CO_2 、 H_2O 、 NO_x 等)使尾气中的 H_2S 转化为单质硫(S),可实现废物利用,保护环境。写出其中一个反应的化学方程式_____。





2020 年天津市普通高中学业水平等级性考试

本试卷分为第 I 卷(选择题)和第 II 卷(非选择题)两部分,共 100 分,考试用时 60 分钟。

可能用到的相对原子质量: H—1 O—16 S—32 Co—59 Cu—64 Zn—65 Ba—137

第 I 卷 (选择题 共 36 分)

本卷共 12 小题,每小题 3 分,共 36 分。

- “84 消毒液”的主要有效成分是 ()
A. NaOH B. NaCl C. NaClO D. Na₂CO₃
- 晋朝葛洪的《肘后备急方》中记载:“青蒿一握,以水二升渍,绞取汁,尽服之……”,受此启发为人类做出巨大贡献的科学家是 ()
A. 屠呦呦 B. 钟南山 C. 侯德榜 D. 张青莲
- 下列说法错误的是 ()
A. 淀粉和纤维素均可水解产生葡萄糖 B. 油脂的水解反应可用于生产甘油
C. 氨基酸是组成蛋白质的基本结构单元 D. 淀粉、纤维素和油脂均是天然高分子
- 下列离子方程式书写正确的是 ()
A. CaCO₃ 与稀硝酸反应: $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$
B. FeSO₄ 溶液与溴水反应: $2\text{Fe}^{2+} + \text{Br}_2 = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Br}^-$
C. NaOH 溶液与过量 H₂C₂O₄ 溶液反应: $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 2\text{OH}^- = \text{C}_2\text{O}_4^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$
D. 向 C₆H₅ONa 溶液中通入少量 CO₂: $2\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^- + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + \text{CO}_3^{2-}$
- 下列实验仪器或装置的选择正确的是 ()

配制 50.00 mL 0.1000 mol·L ⁻¹ Na ₂ CO ₃ 溶液	除去 Cl ₂ 中的 HCl	蒸馏用冷凝管	盛装 Na ₂ SiO ₃ 溶液的试剂瓶
A	B	C	D

- 检验下列物质所选用的试剂正确的是 ()

选项	待检验物质	所用试剂
A	海水中的碘元素	淀粉溶液
B	SO ₂ 气体	澄清石灰水
C	溶液中的 Cu ²⁺	氨水
D	溶液中的 NH ₄ ⁺	NaOH 溶液,湿润的蓝色石蕊试纸

- 常温下,下列有关电解质溶液的说法错误的是 ()

- 相同浓度的 HCOONa 和 NaF 两溶液,前者的 pH 较大,则 K_a(HCOOH) > K_a(HF)
- 相同浓度的 CH₃COOH 和 CH₃COONa 两溶液等体积混合后 pH 值为 4.7,则溶液中 c(CH₃COO⁻) > c(Na⁺) > c(H⁺) > c(OH⁻)
- FeS 溶于稀硫酸,而 CuS 不溶于稀硫酸,则 K_{sp}(FeS) > K_{sp}(CuS)
- 在 1 mol·L⁻¹ Na₂S 溶液中, c(S²⁻) + c(HS⁻) + c(H₂S) = 1 mol·L⁻¹

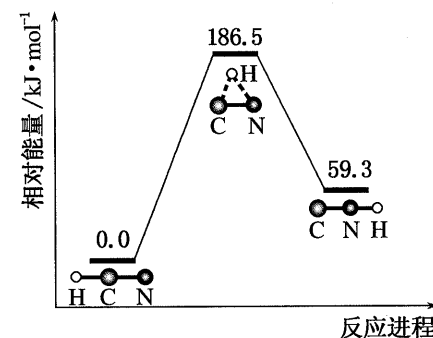
- 短周期元素 X、Y、Z、W 的原子序数依次增大。用表中信息判断下列说法正确的是 ()

元素	X	Y	Z	W
最高价氧化物对应的水化物				
分子式			H ₃ ZO ₄	
0.1 mol·L ⁻¹ 溶液对应的 pH(25 ℃)	1.00	13.00	1.57	0.70

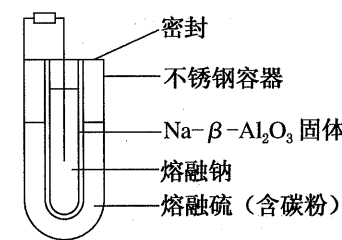
- 元素电负性: Z < W
- 简单离子半径: W < Y
- 元素第一电离能: Z < W
- 简单氢化物的沸点: X < Z

- 关于 的说法正确的是 ()

- 分子中有 3 种杂化轨道类型的碳原子
 - 分子中共平面的原子数目最多为 14
 - 分子中的苯环由单双键交替组成
 - 与 Cl₂ 发生取代反应生成两种产物
- 理论研究表明,在 101 kPa 和 298 K 下,HCN(g) ⇌ HNC(g) 异构化反应过程的能量变化如图所示。下列说法错误的是 ()
A. HCN 比 HNC 稳定
B. 该异构化反应的 ΔH = +59.3 kJ·mol⁻¹
C. 正反应的活化能大于逆反应的活化能
D. 使用催化剂,可以改变反应的反应热



第 10 题图

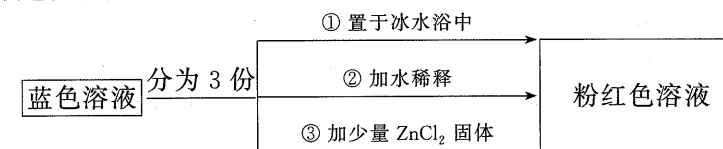


第 11 题图

- 熔融钠—硫电池性能优良,是具有应用前景的储能电池。如图中的电池反应为 $2\text{Na} + x\text{S} \xrightleftharpoons[\text{充电}]{\text{放电}} \text{Na}_2\text{S}_x$ (x = 3~5, 难溶于熔融硫)。下列说法错误的是 ()

- Na₂S₄ 的电子式为 Na⁺[:S:S:S:S:]²⁻Na⁺
- 放电时正极反应为 $x\text{S} + 2\text{Na}^+ + 2\text{e}^- = \text{Na}_2\text{S}_x$
- Na 和 Na₂S_x 分别为电池的负极和正极
- 该电池是以 Na-β-Al₂O₃ 为膜的二次电池

- 已知 [Co(H₂O)₆]²⁺ 呈粉红色, [CoCl₄]²⁻ 呈蓝色, [ZnCl₄]²⁻ 为无色。现将 CoCl₂ 溶于水,加入浓盐酸后,溶液由粉红色变为蓝色,存在以下平衡: $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+} + 4\text{Cl}^- \rightleftharpoons [\text{CoCl}_4]^{2-} + 6\text{H}_2\text{O}$ ΔH
用该溶液做实验,溶液的颜色变化如下:



以下结论和解释正确的是

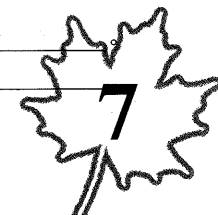
- 等物质的量的 [Co(H₂O)₆]²⁺ 和 [CoCl₄]²⁻ 中 σ 键数之比为 3 : 2
- 由实验①可推知 ΔH < 0
- 实验②是由于 c(H₂O) 增大,导致平衡逆向移动
- 由实验③可知配离子的稳定性: [ZnCl₄]²⁻ > [CoCl₄]²⁻

第 II 卷 (非选择题 共 64 分)

本卷共 4 大题,共 64 分。

- (15 分) Fe、Co、Ni 是三种重要的金属元素。回答下列问题:

- (1) Fe、Co、Ni 在周期表中的位置为 _____, 基态 Fe 原子的电子排布式为 _____
- (2) CoO 的面心立方晶胞如图 1 所示。设阿伏加德罗常数的值为 N_A, 则 CoO 晶体的密度为 _____



$\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$; 三种元素二价氧化物的晶胞类型相同, 其熔点由高到低的顺序为_____。

(3) Fe、Co、Ni 能与 Cl_2 反应, 其中 Co 和 Ni 均生成二氯化物, 由此推断 FeCl_3 、 CoCl_3 和 Cl_2 的氧化性由强到弱的顺序为_____, $\text{Co}(\text{OH})_3$ 与盐酸反应有黄绿色气体生成, 写出反应的离子方程式:_____。

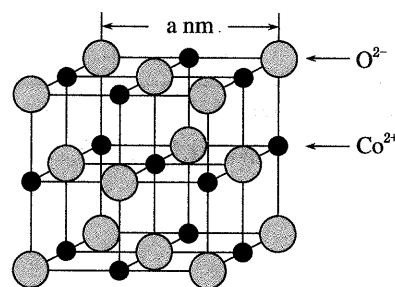


图1

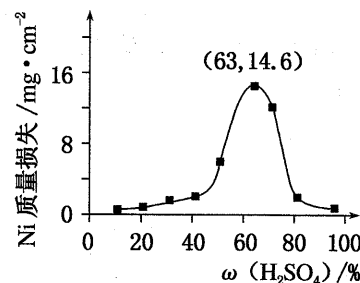
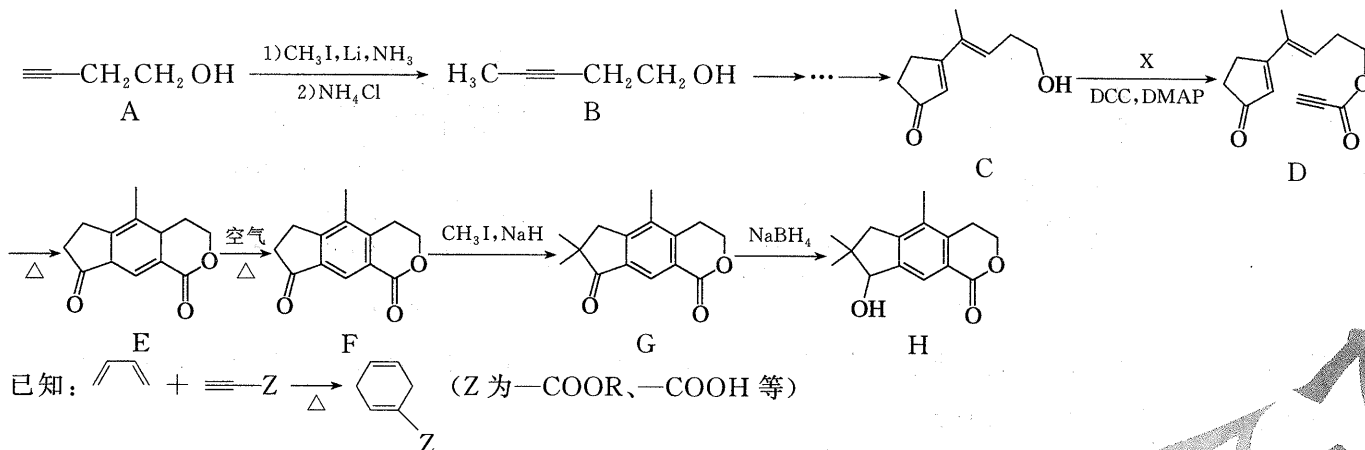


图2

(4) 95 °C 时, 将 Ni 片浸在不同质量分数的硫酸中, 经 4 小时腐蚀后的质量损失情况如图 2 所示, 当 $\omega(\text{H}_2\text{SO}_4)$ 大于 63% 时, Ni 被腐蚀的速率逐渐降低的可能原因为_____。由于 Ni 与 H_2SO_4 反应很慢, 而与稀硝酸反应很快, 工业上选用 H_2SO_4 和 HNO_3 的混酸与 Ni 反应制备 NiSO_4 。为了提高产物的纯度, 在硫酸中添加 HNO_3 的方式为_____ (填“一次过量”或“少量多次”), 此法制备 NiSO_4 的化学方程式为_____。

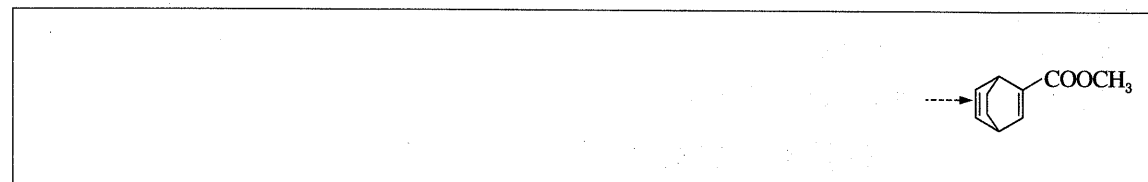
14. (18 分) 天然产物 H 具有抗肿瘤、镇痛等生物活性, 可通过以下路线合成。



回答下列问题:

- (1) A 的链状同分异构体可发生银镜反应, 写出这些同分异构体所有可能的结构:_____。
- (2) 在核磁共振氢谱中, 化合物 B 有_____组吸收峰。
- (3) 化合物 X 的结构简式为_____。
- (4) D → E 的反应类型为_____。
- (5) F 的分子式为_____, G 所含官能团的名称为_____。
- (6) 化合物 H 含有手性碳原子的数目为_____, 下列物质不能与 H 发生反应的是_____ (填序号)。
 - CHCl_3
 - NaOH 溶液
 - 酸性 KMnO_4 溶液
 - 金属 Na

(7) 以 $\text{C}_6\text{H}_{11}\text{OH}$ 和 $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$ 为原料, 合成 $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOCH}_3$, 在方框中写出路线图 (无机试剂和不超过 2 个碳的有机试剂任选)。



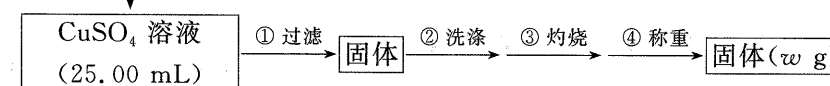
15. (17 分) 为测定 CuSO_4 溶液的浓度, 甲、乙两同学设计了两个方案。回答下列问题:

I. 甲方案

实验原理: $\text{CuSO}_4 + \text{BaCl}_2 = \text{BaSO}_4 \downarrow + \text{CuCl}_2$

实验步骤:

足量 BaCl_2 溶液



- (1) 判断 SO_4^{2-} 沉淀完全的操作为_____。
- (2) 步骤②判断沉淀是否洗净所选用的试剂为_____。
- (3) 步骤③灼烧时盛装样品的仪器名称为_____。
- (4) 固体质量为 w g, 则 $c(\text{CuSO}_4) = \text{_____} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。
- (5) 若步骤①从烧杯中转移沉淀时未洗涤烧杯, 则测得 $c(\text{CuSO}_4)$ _____ (填“偏高”“偏低”或“无影响”)。

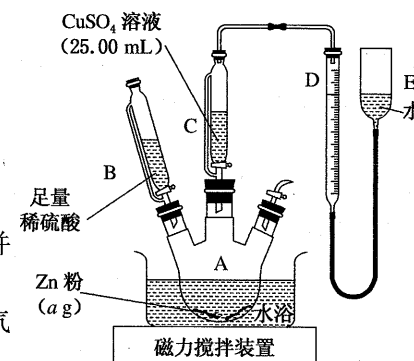
II. 乙方案

实验原理: $\text{Zn} + \text{CuSO}_4 = \text{ZnSO}_4 + \text{Cu}$

$\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2 \uparrow$

实验步骤:

- ①按右图安装装置 (夹持仪器略去)
- ②.....
- ③在仪器 A、B、C、D、E 中加入图示的试剂
- ④调整 D、E 中两液面相平, 使 D 中液面保持在 0 或略低于 0 刻度位置, 读数并记录
- ⑤将 CuSO_4 溶液滴入 A 中并搅拌, 反应完成后, 再滴加稀硫酸至体系不再有气体产生
- ⑥待体系恢复到室温, 移动 E 管, 保持 D、E 中两液面相平, 读数并记录
- ⑦处理数据
- (6) 步骤②为_____。



- (7) 步骤⑥需保证体系恢复到室温的原因是_____ (填序号)。
 - 反应热受温度影响
 - 气体密度受温度影响
 - 反应速率受温度影响
- (8) Zn 粉质量为 a g, 若测得 H_2 体积为 b mL, 已知实验条件下 $\rho(\text{H}_2) = d \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$, 则 $c(\text{CuSO}_4) = \text{_____} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ (列出计算表达式)。
- (9) 若步骤⑥E 管液面高于 D 管, 未调液面即读数, 则测得 $c(\text{CuSO}_4)$ _____ (填“偏高”“偏低”或“无影响”)。
- (10) 是否能用同样的装置和方法测定 MgSO_4 溶液的浓度: _____ (填“是”或“否”)。

16. (14 分) 利用太阳能光解水, 制备的 H_2 用于还原 CO_2 合成有机物, 可实现资源的再利用。回答下列问题:

I. 半导体光催化剂浸入水或电解质溶液中, 光照时可在其表面得到产物。

(1) 图 1 为该催化剂在水中发生光催化反应的原理示意图。光解水能量转化形式为_____。

(2) 若将该催化剂置于 Na_2SO_3 溶液中, 产物之一为 SO_4^{2-} , 另一产物为_____。若将该催化剂置于 AgNO_3 溶液中, 产物之一为 O_2 , 写出生成另一产物的离子反应式:_____。

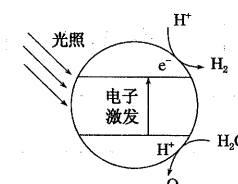


图1

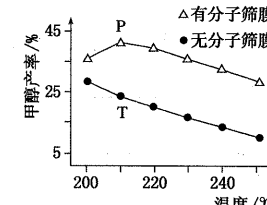


图2

II. 用 H_2 还原 CO_2 可以在一定条件下合成 CH_3OH (不考虑副反应)。

$\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H < 0$

(3) 某温度下, 恒容密闭容器中, CO_2 和 H_2 的起始浓度分别为 $a \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 和 $3a \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 反应平衡时, CH_3OH 的产率为 b , 该温度下反应平衡常数的值为_____。

(4) 恒压下, CO_2 和 H_2 的起始物质的量比为 1 : 3 时, 该反应在无分子筛膜时甲醇的平衡产率和有分子筛膜时甲醇的产率随温度的变化如图 2 所示, 其中分子筛膜能选择性分离出 H_2O 。

- ① 甲醇平衡产率随温度升高而降低的原因为_____。
- ② P 点甲醇产率高于 T 点的原因_____。
- ③ 根据图 2, 在此条件下采用该分子筛膜时的最佳反应温度为_____ °C。

III. 调节溶液 pH 可实现工业废气 CO_2 的捕获和释放。

(5) CO_3^{2-} 的空间构型为_____。已知 25 °C 碳酸电离常数为 K_{a1} 、 K_{a2} , 当溶液 $\text{pH} = 12$ 时, $c(\text{H}_2\text{CO}_3) : c(\text{HCO}_3^-) : c(\text{CO}_3^{2-}) = 1 : \text{_____} : \text{_____}$ 。





2019 年普通高等学校招生全国统一考试(天津卷)(改编版)

本试卷分为第 I 卷(选择题)和第 II 卷(非选择题)两部分,共 100 分,考试用时 60 分钟。

可能用到的相对原子质量: H—1 C—12 O—16 Zn—65

第 I 卷(选择题 共 36 分)

本卷共 12 小题,每小题 3 分,共 36 分。

1. 化学在人类社会发展中发挥着重要作用,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

2. 下列叙述正确的是 ()

- A. 最高正化合价: $O > N > C$
B. 电负性: $Li > Na > K$
C. 离子半径: $Na^+ > Mg^{2+} > S^{2-} > O^{2-}$
D. 熔点: $CaO > MgO > H_2O > H_2S$

3. 下列叙述不正确的是 ()

- A. “84”消毒液有效成分 $NaClO$ 的电子式: $Na^+ [: \ddot{O} : \ddot{Cl} :]^-$
B. 口罩材料中无纺布聚丙烯的结构简式: $[-CH_2-CH_2-CH_2-]$
C. 消毒湿巾中含 75% 酒精,乙醇的空间填充模型:
D. 制造防护服的材料聚酯纤维、聚酰胺纤维等属于高分子化合物

4. 四种短周期金属元素 W、X、Y、Z 逐级电离能如下表所示:

下列说法不正确的是 ()

- A. W、X 同主族,电负性: $W < X$
B. Z 的最高价氧化物具有两性
C. 与水反应剧烈程度: $X < Y$
D. Y 的最高化合价为 +1

5. 下列离子方程式能用来解释相应实验现象的是 ()

	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	$Mg(OH)_2 + 2NH_4^+ = Mg^{2+} + 2NH_3 \cdot H_2O$
B	向沸水中滴加饱和氯化铁溶液得到红褐色液体	$Fe^{3+} + 3H_2O = Fe(OH)_3 \downarrow + 3H^+$
C	二氧化硫使酸性高锰酸钾溶液褪色	$3SO_2 + 2MnO_4^- + 4H^+ = 3SO_4^{2-} + 2Mn^{2+} + 2H_2O$
D	氧化亚铁溶于稀硝酸	$FeO + 2H^+ = Fe^{2+} + H_2O$

6. 下列有关金属及其化合物的应用不合理的是 ()

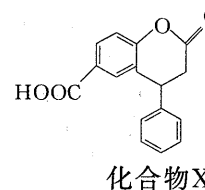
- A. 将废铁屑加入 $FeCl_2$ 溶液中,可用于除去工业废气中的 Cl_2
B. 铝中添加适量锂,制得低密度、高强度的铝合金,可用于航空工业
C. 盐碱地(含较多 Na_2CO_3 等)不利于作物生长,可施加熟石灰进行改良
D. 无水 $CoCl_2$ 呈蓝色,吸水会变为粉红色,可用于判断变色硅胶是否吸水

7. 下列实验操作或装置能达到目的的是 ()

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

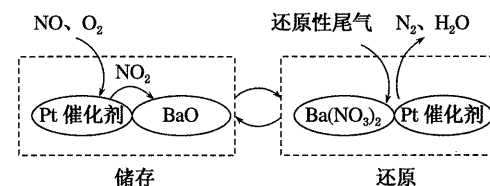
8. 化合物 X 是一种医药中间体,其结构简式如图所示。下列有关化合物 X 的说法正确的是 ()

- A. 分子中有两个手性碳原子
B. 不能与饱和 Na_2CO_3 溶液反应
C. 在酸性条件下水解,水解产物只有一种
D. 1 mol 化合物 X 最多能与 2 mol $NaOH$ 反应



9. NSR 技术能降低柴油发动机在空气过量条件下 NO_x 的排放,其工作原理如图所示。下列说法错误的是 ()

- A. 降低 NO_x 排放可以减少酸雨的形成
B. 储存过程中 NO_x 被氧化
C. 还原过程中消耗 1 mol $Ba(NO_3)_2$ 转移的电子数为 $5N_A$ (N_A 为阿伏加德罗常数的值)
D. 通过 BaO 和 $Ba(NO_3)_2$ 的相互转化实现 NO_x 的储存和还原



第 9 题图

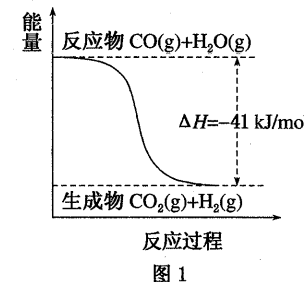


图 1

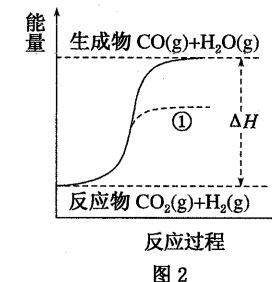


图 2

第 10 题图

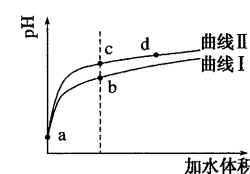
10. 根据上图所得判断正确的是 ()

已知: $H_2O(g) = H_2O(l)$ $\Delta H = -44$ kJ/mol

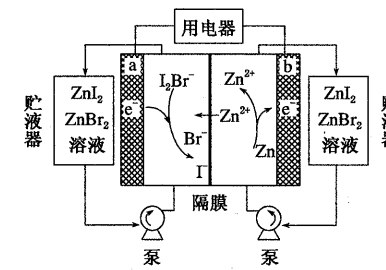
- A. 图 1 反应为吸热反应
B. 图 1 反应使用催化剂时,会改变其 ΔH
C. 图 2 中若 H_2O 的状态为液态,则能量变化曲线可能为①
D. 图 2 中反应为 $CO_2(g) + H_2(g) = CO(g) + H_2O(g)$ $\Delta H = +41$ kJ/mol

11. 某温度下, HNO_2 和 CH_3COOH 的电离常数分别为 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 I 代表 HNO_2 溶液
B. 溶液中水的电离程度: b 点 $>$ c 点
C. 从 c 点到 d 点,溶液中 $\frac{c(HA) \cdot c(OH^-)}{c(A^-)}$ 保持不变(其中 HA、 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 $n(Na^+)$ 相同



第 11 题图



第 12 题图

12. 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图。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 ()

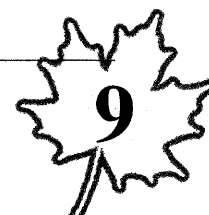
- A. 放电时, a 电极反应为 $I_2Br^- + 2e^- = 2I^- + Br^-$
B. 放电时,溶液中离子的数目增大
C. 充电时, b 电极每增重 0.65 g,溶液中有 0.02 mol I^- 被氧化
D. 充电时, a 电极接外电源负极

第 II 卷(非选择题 共 64 分)

本卷共 4 大题,共 64 分。

13. (14 分)氮、磷、砷(As)、锑(Sb)、铋(Bi)、镭(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) 砷在元素周期表中的位置: _____。基态 Mc 原子的价电子排布图: _____。



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

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

由此推知,其中最稳定的磷单质是_____。

(2)氮和磷氢化物结构和性质的比较:

下列选项中符合 $\text{NH}_3 > \text{PH}_3$ 的是_____。

a. 热稳定性 b. 键角 c. 键长

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

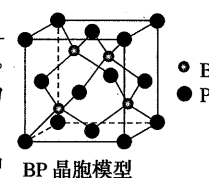
(3) PH_3 和 NH_3 与卤化氢的反应相似,产物的结构和性质也相似。下列对 PH_3 与 HI 反应产物的推断正确的是_____ (填序号)。

a. 不能与 NaOH 反应 b. 含离子键、共价键 c. 能与水反应

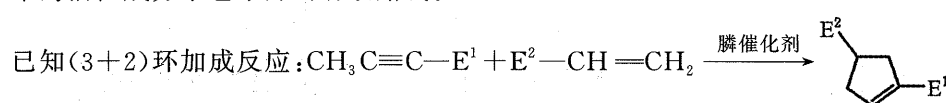
(4) SbCl_3 能发生较强烈的水解,生成难溶的 SbOCl ,写出该反应的化学方程式:_____。

因此,配制 SbCl_3 溶液应注意_____。

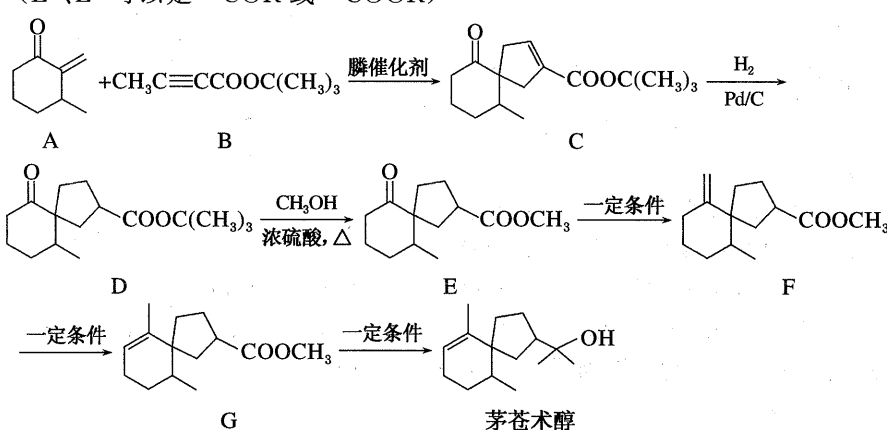
(5)磷化硼是一种超硬耐磨涂层材料,如图为其立方晶胞,正方体棱长为 $x \text{ cm}$,BP 的摩尔质量为 $b \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$,阿伏加德罗常数为 N_A ,则磷化硼晶体密度的表达式为_____ $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 。



14. (18 分)我国化学家首次实现了膦催化的 (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。



(E^1, E^2 可以是 $-\text{COR}$ 或 $-\text{COOR}$)



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;其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($-\text{COOCH}_2\text{CH}_3$)

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_____。

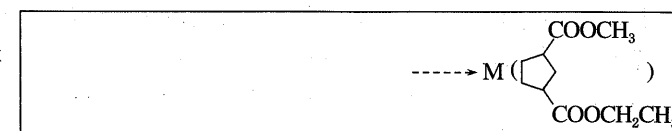
(3) $\text{C} \rightarrow \text{D}$ 的反应类型为_____。

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

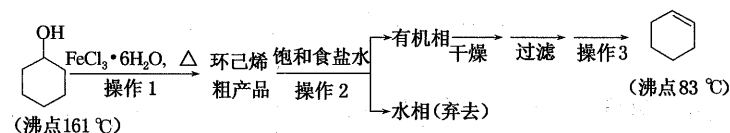
(5)下列试剂分别与 F 和 G 反应,可生成相同环状产物的是_____ (填序号)。

a. Br_2 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)。



15. (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 $^{\circ}\text{C}$ 的馏分。

II. 环己烯含量的测定

在一定条件下,向 $a \text{ g}$ 环己烯样品中加入定量制得的 $b \text{ mol}$ 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 $c \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 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 $v \text{ mL}$ (以上数据均已扣除干扰因素)。

测定过程中,发生的反应如下:

① $\text{Br}_2 + \text{C}_6\text{H}_{10} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{10}\text{Br}_2$ ② $\text{Br}_2 + 2\text{KI} = \text{I}_2 + 2\text{KBr}$ ③ $\text{I}_2 + 2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = 2\text{NaI} + \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$

(5)滴定所用指示剂为_____。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

16. (14 分)多晶硅是制作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 $^{\circ}\text{C}$ 时反应生成 1 mol SiHCl_3 气体和

H_2 ,放出 225 kJ 热量,该反应的热化学方程式为_____。

SiHCl_3 的电子式为_____。

II. 将 SiCl_4 氢化为 SiHCl_3 有三种方法,对应的反应依次为:

① $\text{SiCl}_4(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{SiHCl}_3(\text{g}) + \text{HCl}(\text{g}) \quad \Delta H_1 > 0$

② $3\text{SiCl}_4(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) + \text{Si}(\text{s}) \rightleftharpoons 4\text{SiHCl}_3(\text{g}) \quad \Delta H_2 < 0$

③ $2\text{SiCl}_4(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) + \text{Si}(\text{s}) + \text{HCl}(\text{g}) \rightleftharpoons 3\text{SiHCl}_3(\text{g}) \quad \Delta H_3$

(1)氢化过程中所需的高纯度 H_2 可用惰性电极电解 KOH 溶液制备,写出产生 H_2 的电极名称_____ (填“阳极”或“阴极”),该电极反应方程式为_____。

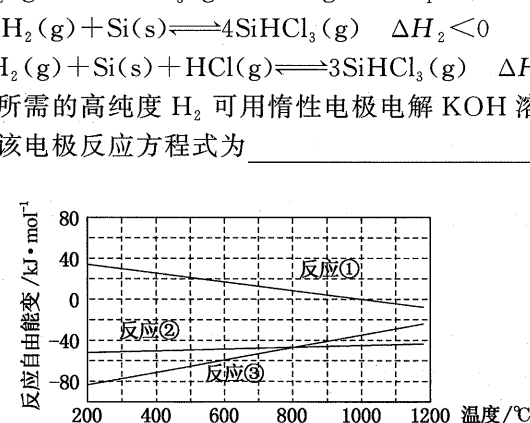


图1

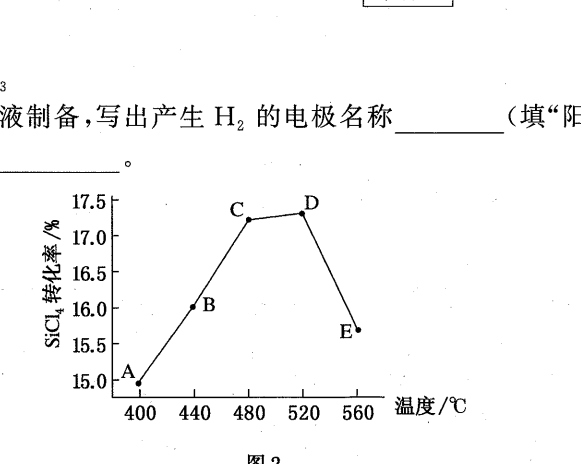
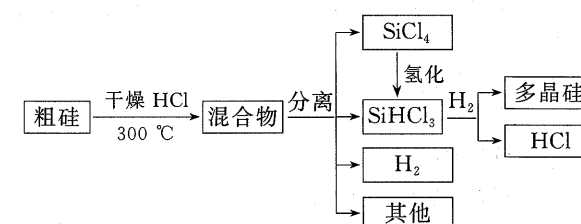


图2

(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。三个氢化反应的 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

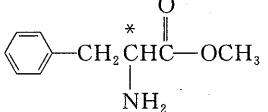
c. 反应适宜温度: 480~520 $^{\circ}\text{C}$

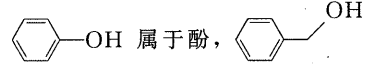
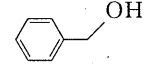
(4)反应③的 $\Delta H_3 =$ _____ (用 $\Delta H_1, \Delta H_2$ 表示)。温度升高,反应③的平衡常数 K _____ (填“增大”“减小”或“不变”)。

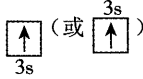
(5)由粗硅制备多晶硅过程中循环使用的物质除 SiCl_4 、 SiHCl_3 和 Si 外,还有_____ (填分子式)。

参考答案

2022 年天津市普通高中学业水平等级性考试

- A** A. 淀粉是一种多糖; B. 石油主要是各种烷烃、环烷烃、芳香烃的混合物。天然气主要含甲烷, 还有少量的其他烷烃气体, 因此天然气是混合物; C. 锂离子电池属于原电池, 是一种由化学能转化为电能的装置; D. 硅树脂是高聚物, 属于高分子材料。
- D** 本题考查元素周期律和元素周期表的相关知识。A. 同周期元素自左向右, 原子的半径变小, 因此 Al 的原子半径大于 Si; B. 同主族元素从上下第一电离能减小, 因此 Mg 的第一电离能大于 Ca; C. Fe 位于元素周期表的 d 区; D. 同周期元素从左到右电负性增大, 同主族元素从上到下电负性减弱, 则由此可知六种元素中电负性最大的为 O。
- B** 本题考查物质的沸点比较。A. 甲烷和乙烷组成结构相似, 相对分子质量越大, 范德华力越大, 沸点越高, 因此沸点 $C_2H_6 > CH_4$; B. HF 存在分子间氢键, 沸点反常升高, 因此沸点 $HF > HCl$; C. H_2S 、 H_2Se 组成结构相似, 相对分子质量越大, 范德华力越大, 沸点越高, 因此沸点 $H_2Se > H_2S$; D. 一般情况下, 同种烷烃的不同异构体中, 支链越多沸点越低。因此, 正丁烷的沸点高于异丁烷。
- A** 本题考查物质的结构与性质。A. NH_3 中 N 原子的孤电子对数 $= \frac{5-1 \times 3}{2} = 1$, 可以提供 1 个孤电子对, 可以做配体; B. 导电需要物质中有可自由移动的离子或电子, NaCl 晶体中没有自由移动的电子或者离子, 不能导电; C. N_2H_4 的结构式为 $H-N-N-H$, 分子中各原子均为单键形式连接。单键属于 σ 键, 因此一个 N_2H_4 分子中含有 5 个 σ 键; D. NaClO 含有离子键和共价键, NaCl 只含有离子键, 所含的化学键类型不同。
- C** 甲和 O_2 反应生成 NO, NO 和 CO 反应生成甲和 CO_2 。根据元素守恒, 推出甲为 N_2 。A. 甲是 N_2 , 它是空气中体积分数最大的成分; B. 乙是 CO_2 , 是引起温室效应的气体之一; C. 由于 N_2 在常温下性质稳定, 因此反应 (I) 在常温下不容易发生, 在高温或放电条件下发生; D. NO 和 CO 反应生成 N_2 和 CO_2 , 该反应中氮元素的化合价降低, 因此反应 (II) 中 NO 是氧化剂。
- B** 本题考查化学平衡及影响因素。A. 平衡后, 再通入一定量 O_2 , 平衡正向移动, SO_3 的平衡浓度增大; B. 化学反应平衡常数是温度有关的常数, 温度不变, 则反应平衡常数不变; C. 再通入一定量的 O_2 , 反应物浓度增大, 正向反应速率增大; D. 平衡后, 再通入一定量 O_2 , 平衡正向移动, SO_2 的转化总量增大。
- A** 本题考查有机物的结构与性质。A. 苯丙氨酸甲酯含有氨基, 具有碱性; B. 苯丙氨酸甲酯含有酯基, 可发生水解反应; C. 分子中含手性碳原子, 如图所示  (标“*”为手性碳原子); D. 分子中采取 sp^2 杂化的碳原子分布于苯环上的碳原子以及酯基上的碳原子, 共 7 个。
- D** 本题考查离子共存。A. H^+ 与 ClO^- 反应生成次氯酸, HClO 为弱电解质, 该组离子不能大量共存; B. 在酸性条件下, I^- 与 NO_3^- 发生氧化还原反应, 该组离子不能大量共存;

- C** Al^{3+} 与 HCO_3^- 发生双水解反应, 生成 CO_2 和 $Al(OH)_3$, 该组离子不能大量共存。
- C** 本题考查实验仪器的选用。A. 量筒精确度为 0.1 mL, 则量取 10.00 mL 盐酸应选用酸式滴定管(或移液管); B. 在熔化 NaOH 时, 瓷坩埚中的 SiO_2 与 NaOH 发生反应。因此加热熔化 NaOH 固体应使用铁坩埚; C. 乙酸异戊酯和水是不相溶的两种液体, 因此可用分液漏斗分离两种液体; D. 搅拌操作应使用玻璃棒, 不能使用温度计。
- D** 本题考查化学用语。A. H_2O 的空间结构为 V 形, 且有孤电子对存在, 属于极性分子; B. $^{18}_8O$ 原子的中子数为 $18-8=10$; C. O_2 与 O_3 是氧元素形成的不同单质, 二者互为同素异形体; D.  属于酚,  属于醇, 两者物质类别不同, 不互为同系物。
- B** 本题考查电解池的相关知识。在浸有饱和 NaCl 溶液和石蕊溶液的湿润试纸上同时写字, a' 端的字迹呈白色, 说明 a' 端产生的氯气与水生成的次氯酸将石蕊试纸漂白, 则 a' 端为阳极, a 为正极。B. b' 端为阴极, 消耗水中的 H^+ , 剩余 OH^- 。OH⁻ 使湿润的石蕊试纸呈现蓝色; C. 电子在导线中移动, 因此电子流向为: b→b', a'→a; D. 如果将 a'、b' 换成铜棒, a' 电极的铜将失去电子变为 Cu^{2+} , 与碳棒作电极时的现象不相同。
- D** 本题考查金刚石与石墨的相关知识。A. 石墨转化为金刚石吸收能量, 则石墨能量低于金刚石, 因此石墨比金刚石稳定; B. 金刚石是空间网状正四面体形, 键角为 $109^\circ 28'$, 石墨是层内正六边形, 键角为 120° , 二者碳碳键的键角不相同; C. 金刚石是空间网状正四面体形, 石墨是层内正六边形, 层与层之间通过范德华力连接, 1 mol 金刚石有 2 mol 碳碳键, 1 mol 石墨有 1.5 mol 碳碳键, 因此等质量的石墨和金刚石中, 碳碳键数目之比为 3:4; D. 金刚石和石墨是两种不同的晶体类型, 因此可用 X 射线衍射仪鉴别。

- (1)  (或 ) (2) 作助熔剂, 降低 NaCl 的熔点, 节省能耗
- (3) $Na^+[:\ddot{O}:\ddot{O}:]^{2-}Na^+$ $O_2(g) + 2Na(s) = Na_2O_2(s)$ $\Delta H = -510.9 \text{ kJ/mol}$ (4) c a (5) Na_2O (6) 159

【解析】本题考查物质的结构与性质。

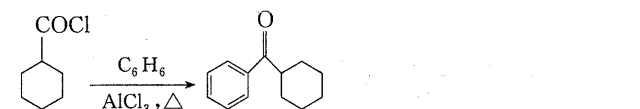
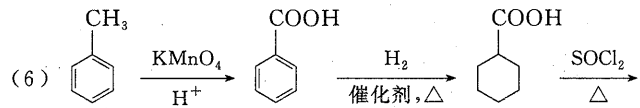
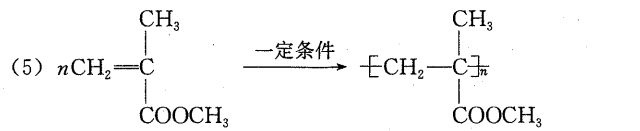
(1) 基态 Na 原子的价电子排布式为 $3s^1$, 则价层电子轨道表示式为 .

(4) 采用空气和 Na 为原料可直接制备 Na_2O_2 , 由于空气中含有二氧化碳和水蒸气, 因此要先用 NaOH 溶液除去 CO_2 , 后用浓硫酸除去水蒸气。

(5) 根据均摊法可知, Na^+ 全部位于晶胞内, 则晶胞中有 8 个 Na^+ 。O²⁻ 的个数为 $8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$ 个, Na^+ 与 O²⁻ 的个数比为 2:1, 则该氧化物的化学式为 Na_2O 。

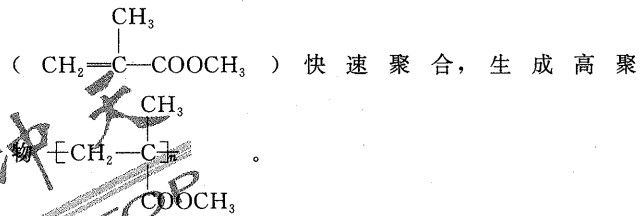
(6) 根据 $NaHCO_3$ 受热分解的方程式可知, 当 2 mol $NaHCO_3$ 受热分解时生成 1 mol Na_2CO_3 。因此当 1 mol $Na_2CO_3 \cdot NaHCO_3 \cdot 2H_2O$ 经充分加热得到 1.5 mol Na_2CO_3 , 其质量为 $1.5 \text{ mol} \times 106 \text{ g/mol} = 159 \text{ g}$ 。

- (1) $C_{10}H_{12}O_2$ 羟基、酮羰基 (2) 2-甲基丙酸 4 $HCOOCH_2CH_2CH_3$ (3) c (4) 水解反应(或取代反应)

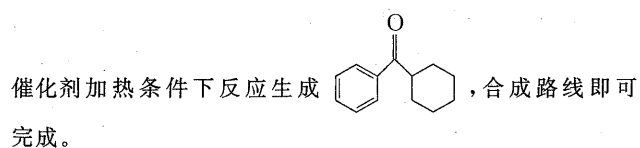
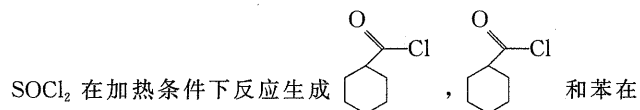
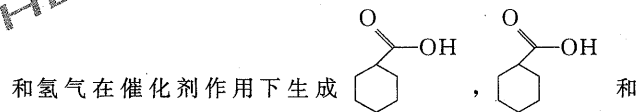


【解析】本题考查有机推断。

- (2) 在异丁酸的同分异构体中, 属于酯类的化合物有甲酸丙酯、甲酸异丙酯、乙酸乙酯、丙酸甲酯共 4 种。其中含有 4 种处于不同化学环境氢原子的异构体为 $HCOOCH_2CH_2CH_3$ 。
- (3) 为实现 C→D 的转化, 取代的是苯环侧链烷基上的氢原子, 则需要 C 在光照条件下和 Br_2 反应。
- (4) D→E 是溴原子变为羟基, 因此其反应类型为取代反应(或水解反应)。
- (5) 在紫外光照射下, 少量化合物 E 能引发甲基丙烯酸甲酯



(6) 把苯在酸性高锰酸钾溶液条件下被氧化为苯甲酸, 苯甲酸



- (1) 不再有气泡产生 Fe、Cu 在稀盐酸中形成原电池, 加快反应速率 (2) 玻璃棒、漏斗 (3) $K_3[Fe(CN)_6]$ 溶液 (4) $Fe + 2Fe^{3+} = 3Fe^{2+}$ 、 $Cl_2 + 2Fe^{2+} = 2Fe^{3+} + 2Cl^-$ (5) 在 HCl 气流中蒸发浓缩、冷却结晶, 过滤、洗涤、干燥得到 $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ 晶体 (6) 球形冷凝管 冷凝回流 $SOCl_2$ 吸收 HCl、 SO_2 等尾气, 防止污染 (7) 碱石灰与 HCl、 SO_2 气体反应, 失去干燥作用 (8) a

【解析】本题考查铁元素及其化合物的性质与制备。

(1) 将废铁屑分批加入稀盐酸中, 至盐酸反应完全, 由于废铁屑与盐酸反应不断产生气泡, 因此判断反应完全的现象为不再有气泡产生。含有少量铜的废铁屑比纯铁屑反应快, 原因

为 Fe、Cu 在稀盐酸中形成原电池, 加快反应速率。

(2) 操作①是过滤, 除烧杯外, 所必需的玻璃仪器中还包括玻璃棒、漏斗。

(5) 操作②是由稀氯化铁溶液到 $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ 晶体, 由于加热时 Fe^{3+} 发生水解, 因此在整个过程中要通入 HCl 气体防止 Fe^{3+} 水解。

(6) 由于 $SOCl_2$ 沸点为 $77^\circ C$, 为充分利用 $SOCl_2$, 不能使其逸出, 使用球形冷凝管冷凝回流 $SOCl_2$ 。由于 SO_2 、HCl 会逸出污染环境, 因此使用 NaOH 溶液吸收 SO_2 、HCl 等尾气, 防止污染。

(7) 无水 $CaCl_2$ 的作用是干燥气体, 若将无水 $CaCl_2$ 换成碱石灰, 则碱石灰与 SO_2 、HCl 气体反应, 失去干燥作用。

(8) 根据装置图信息, 该装置可以用于制取能水解的盐酸盐晶体, 由下列结晶水合物制备无水盐, 适宜使用上述方法的是 a。

- (1) $O_2 + 2H_2S \xrightarrow{Fe^{3+}L} 2H_2O + 2S \downarrow$ [或 $O_2(g) + 2H_2S(g) \xrightarrow{Fe^{3+}L(aq)} 2H_2O(l) + 2S(s)$] 放出 $(\frac{b}{2} + a) \text{ kJ}$ 热量 作催化剂(或降低反应活化能) (2) A (3) $H_2O + H_2S \rightleftharpoons H_3O^+ + HS^-$ (或 $H_2S \rightleftharpoons H^+ + HS^-$) 1.0×10^{-7} 1.0×10^{-13} 8

【解析】本题综合考查化学反应原理。

(1) 该工艺的总反应方程式, 由反应①×2+反应②即可得到, 总反应的 $\Delta H = -(b+2a) \text{ kJ/mol}$ 。Fe³⁺L 参与了化学反应, 但反应前后质量没有改变, 因此 Fe³⁺L 在总反应中作催化剂。

(2) 根据图中信息以 $\alpha(H_2S)$ 由 100% 降至 80% 所持续的时间来评价铁配合物的脱硫效率, A 持续时间最短, 说明 A 的脱硫效率最高。

(3) 根据图像得到的信息, pH=7 时 H_2S 、 HS^- 的所占分数相等, 因此 H_2S 的 $K_{a1}(H_2S) = \frac{c(H^+) \cdot c(HS^-)}{c(H_2S)} = 1.0 \times 10^{-7}$ 。同理, pH=13 时可求出 $K_{a2}(H_2S) = \frac{c(H^+) \cdot c(S^{2-})}{c(HS^-)} = 1.0 \times 10^{-13}$ 。根据 FeS 的 K_{sp} 可求出 $c(S^{2-}) = \frac{K_{sp}(FeS)}{c(Fe^{2+})} = \frac{6 \times 10^{-18}}{10^{-5}} = 6 \times 10^{-13} \text{ mol/L}$, 再由 $c(H_2S) = 6.0 \times 10^{-9} \text{ mol/L}$, 可根据 $K_{a1}(H_2S) \cdot K_{a2}(H_2S) = \frac{c^2(H^+) \cdot c(S^{2-})}{c(H_2S)} = 10^{-20}$, 求出 $c(H^+) = 10^{-8} \text{ mol/L}$, 即 pH 应不大于 8。

2022~2023 年全国高考真题重组卷解析

- C** 本题考查化学与文化。A. 青铜是由铜、锡或铅组成的合金; B. 竹子的主要成分为纤维素; C. 用碱液制浆法造纸, 将原料放在碱液中蒸煮, 原料在碱性环境下发生反应使原有的粗浆纤维变成细浆, 该过程涉及化学变化; D. 陶瓷是以黏土为主要原料, 在高温下烧结而成。
- A** 本题考查物质的性质与用途。铝用于制作门窗, 是因为铝合金硬度大且性质稳定, 与铝的还原性无关。
- B** 本题考查物质的检验与鉴别。A. KSCN 遇 Fe^{3+} 显红色, 若

将 KSCN 滴入 FeSO_4 溶液中变红,说明 FeSO_4 溶液已变质;
B. Na_2CO_3 、 NaHCO_3 与石灰水都能发生反应生成 CaCO_3 ,现象相同,不能鉴别二者;
C. Na_2SO_3 被氧化后会变成 Na_2SO_4 ,加入盐酸酸化的 BaCl_2 溶液后产生白色沉淀,可以用来检验 Na_2SO_3 是否被氧化;
D. 乙醛与新制银氨溶液在水浴加热条件下产生银镜。

4. A 本题考查化学用语。A. 硼的原子序数为 5,其最外层电子数为 3,则 BCl_3 的电子式为 $\text{Cl}:\text{B}:\text{Cl}$ 。

5. D 本题考查元素的推断与元素周期律。X 的核外电子总数为其最外层电子数的 2 倍,则 X 为铍。X、Y 为同周期的相邻元素,则 Y 为硼。Z 为地壳中含量最多的元素,可知 Z 为氧。W 与 Z 为同周期的相邻元素,则 W 为氟。A. 同周期元素自左向右原子半径逐渐减小,因此原子半径由大到小的顺序为: $r(\text{Be}) > r(\text{B}) > r(\text{O}) > r(\text{F})$; B. YW_3 为 BF_3 ,其中心原子的价层电子对数为 3 且无孤电子对,因此其空间结构为平面三角形; C. 同周期元素自左向右非金属性增强,因此最高价氧化物对应水化物的酸性逐渐增强,碱性逐渐减弱。

6. B 本题考查有机物的结构与性质。A. 分子中含有酯基,因此可以发生水解反应; B. 该分子中含有 sp^3 杂化的碳原子,因此所有碳原子不可能共平面; C. 该分子中含有酯基、醚键两种含氧官能团; D. 分子中含有碳碳双键,可以与溴水发生加成反应。

7. A 本题考查电负性。A. $r(\text{Cl}) > r(\text{F})$,氟原子半径小,电子云密度大,两个原子间的斥力较强, $\text{F}-\text{F}$ 键不稳定,因此 $\text{F}-\text{F}$ 键的键能小于 $\text{Cl}-\text{Cl}$ 键的键能,与电负性无关; B. 氟的电负性大于氯的电负性, $\text{F}-\text{C}$ 键的极性大于 $\text{Cl}-\text{C}$ 键的极性,使 $-\text{CF}_3$ 的极性大于 $-\text{CCl}_3$ 的极性,导致三氟乙酸的羧基中的羟基极性更大,更容易电离出氢离子,酸性更强, K_a 更大; C. 氟的电负性大于氯, $\text{F}-\text{H}$ 键的极性大于 $\text{Cl}-\text{H}$ 键的极性,导致 HF 分子极性强于 HCl ; D. 氟的电负性大于氯的电负性,与氟原子相连的氢原子可以与另外的氟原子形成分子间氢键,因此气态氟化氢中存在 $(\text{HF})_2$ 。

8. B 本题考查有关阿伏加德罗常数的计算。A. XeF_4 中价层电子对数 $= 4 + \frac{8-4}{2} = 6$,因此 0.5 mol XeF_4 中氙的价层电子对数为 $6 \times 0.5 \text{ mol} \times N_A = 3N_A$; B. $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 中碳、氧原子均为 sp^3 杂化,因此 23 g $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 中含有的 sp^3 杂化的原子数为 $\frac{23 \text{ g}}{46 \text{ g/mol}} \times 3 \times N_A = 1.5N_A$; C. 1 个 $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$ 中配位键的个数为 4,因此 1 mol $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$ 中含有 $4N_A$ 个配位键; D. 标准状况下 11.2 L H_2 和 CO 为 0.5 mol,含有的分子数为 $0.5N_A$ 。

9. C 本题考查化学电源。A. 该原电池放电时 Zn 为负极, V_2O_5 为正极; B. 原电池工作时,阳离子移向正极; C. 选项中的反应,是原电池放电时的总反应。

10. D 本题考查化学反应过程。A. 由图像可知两种催化剂均出现四个波峰,所以使用 I 和 II,反应历程都分 4 步进行; B. 由图像可知该反应是放热反应,所以达到平衡时,升高温度平衡逆向移动, $c(\text{R})$ 增大; C. 由图像可知在前两个历程中使用 I 活化能较低,反应速率较快,后两个历程中使用 I 活化能较高,反应速率较慢,所以使用 I 时,反应过程中 M 所能达到的最高浓度更大; D. 由图像可知 I 的最高活化能小于 II 的最高活化能,所以使用 I 时反应速率更快,反应体系更快达到平衡。

11. D 本题考查氧化还原反应在生活、生产中的应用。A. 由图

示可知,过程 I 中 NO_2^- 转化为 NO ,氮元素化合价降低,发生还原反应; B. 由流程图可知,过程 I 反应的离子方程式为: $2\text{H}^+ + \text{e}^- + \text{NO}_2^- = \text{H}_2\text{O} + \text{NO} \uparrow$,生成 1 mol NO , a 过程转移 1 mol e^- 。过程 II 反应的离子方程式为: $2\text{H}^+ + \text{NO} + \text{NH}_4^+ + 3\text{e}^- = \text{H}_2\text{O} + \text{N}_2\text{H}_4$,消耗 1 mol NO , b 过程转移 3 mol e^- ,转移电子数目不相等; C. 由过程 II 发生反应的离子方程式可知 $n(\text{NO}) : n(\text{NH}_4^+) = 1 : 1$; D. 从整个反应过程来看,反应物为 NH_4^+ 、 NO_2^- ,产物为 H_2O 、 N_2 。

12. C 本题考查溶液中离子平衡图像。向 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 的混合溶液中加入稀盐酸时,先后发生如下反应 $\text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-} = \text{HCO}_3^-$ (滴定曲线的第一次突跃)、 $\text{H}^+ + \text{HCO}_3^- = \text{H}_2\text{CO}_3$ (滴定曲线的第二次突跃)。由图可知,滴定过程中溶液 pH 第一次发生突跃时,盐酸溶液的体积为 20.00 mL,由反应方程式 $\text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-} = \text{HCO}_3^-$ 可知,水样中 $c(\text{CO}_3^{2-}) = \frac{0.01000 \text{ mol/L} \times 20.00 \text{ mL}}{10.00 \text{ mL}} = 0.02 \text{ mol/L}$,溶液 pH 第二次发生突跃时,盐酸溶液的体积为 50.00 mL,则水样中 $c(\text{HCO}_3^-) = \frac{0.01000 \text{ mol/L} \times (50.00 \text{ mL} - 20.00 \text{ mL} - 20.00 \text{ mL})}{10.00 \text{ mL}} = 0.01 \text{ mol/L}$ 。A. 由分析可知,水样中 $c(\text{CO}_3^{2-}) = 0.02 \text{ mol/L}$; B. a 点时溶液中的 CO_3^{2-} 已转化为 HCO_3^- ,根据质子守恒关系可得到 $c(\text{H}_2\text{CO}_3) + c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-) + c(\text{CO}_3^{2-})$; C. 由分析可知,水样中 $c(\text{HCO}_3^-) = 0.01 \text{ mol/L}$,当盐酸溶液体积 $V(\text{HCl}) \leq 20.00 \text{ mL}$ 时,只发生反应 $\text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-} = \text{HCO}_3^-$,滴定时溶液中 $c(\text{HCO}_3^-) = \frac{0.01000 \text{ mol/L} \times 0.0100 \text{ L} + 0.01000 \text{ mol/L} \times V(\text{HCl})}{0.01000 \text{ mol/L} \times V(\text{HCl})} = 0.01 \text{ mol/L}$,则滴定时溶液中 $c(\text{HCO}_3^-)$ 基本保持不变; D. 由分析可知,水样中碳酸根离子和碳酸氢根离子浓度之和为 0.03 mol/L。由物料守恒可知,溶液中 $c(\text{CO}_3^{2-}) + c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{H}_2\text{CO}_3) = 0.03 \text{ mol/L}$,滴定加入盐酸会使溶液体积增大,则溶液中 $[c(\text{H}_2\text{CO}_3) + c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{CO}_3^{2-})]$ 会小于 0.03 mol/L。

13. (1) $3\text{d}^6 4\text{s}^2$ $\text{O} > \text{Si} > \text{Fe} > \text{Mg}$ (2) SiCl_4 、 GeCl_4 、 SnCl_4 同为分子晶体,相对分子质量逐渐增大,分子间作用力逐渐增强,所以三种物质的熔点逐渐升高 正四面体 (3) sp^3 杂化 离子键 (4) $2 \frac{19 \times 3 + 27}{N_A \times (a \times 10^{-10})^3}$

【解析】本题考查物质的结构与性质。

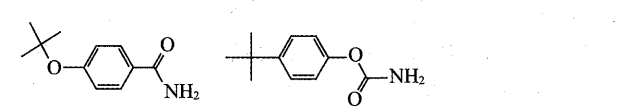
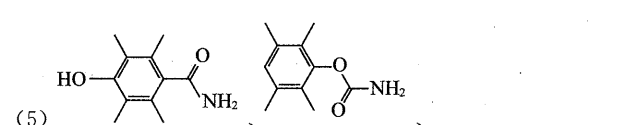
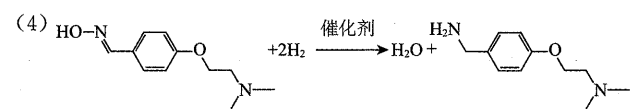
(1) 根据同周期元素自左向右电负性逐渐增大,同主族元素自上而下电负性逐渐减小的规律以及电负性越强金属性越弱的规律,即可得到相应结果。

(2) SiCl_4 中心原子的价层电子对数为 4,且无孤对电子,因此 Si 为 sp^3 杂化,空间构型为正四面体。

(3) 根据 Al_2Cl_6 的空间结构可知铝原子的价层电子对数为 4,杂化类型为 sp^3 杂化。

(4) 根据 AlF_3 的化学式以及晶体结构,可知 Al^{3+} 位于顶点, F^- 位于棱心,进而可知 F^- 的配位数为 2。根据均摊法可知晶胞中只含有 1 个 AlF_3 ,则 $\rho = \frac{19 \times 3 + 27}{N_A \times (a \times 10^{-10})^3} \text{ g/cm}^3 = \frac{8.4 \times 10^{31}}{a^3 N_A} \text{ g/cm}^3$ 。

14. (1) 羟基、醛基 (2) BC (3) $\text{Cl}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{N}(\text{CH}_3)_2$



【解析】本题考查有机化学推断和有机合成。根据题中流程, $\text{B} + \text{C} \rightarrow \text{D}$ 的反应为取代反应,那么 C 的结构简式为 $\text{Cl}-\text{CH}_2-\text{N}(\text{CH}_3)_2$; 根据伊托必利的结构简式可反推 F 为

最后, E 与 H_2 发生加成反应的同时又消去一分子水即可得到 F。

(2) A. 物质 A 中含有酚羟基,它遇 FeCl_3 溶液显紫色; B. 酸性高锰酸钾溶液可将苯环上的甲基直接氧化为羧基,不能得到物质 B; C. $\text{B} + \text{C} \rightarrow \text{D}$ 的反应中生成 HCl , K_2CO_3 与 HCl 反应,促进反应正向进行,此处的 K_2CO_3 不是催化剂; D. 伊托必利中含有酰胺基,它能在酸性或碱性条件下发生水解反应。

(3) 分子中含有酰胺基、苯环,除此之外该分子中还应含有 1 个氧原子,4 个碳原子,同时需要满足核磁共振氢谱有 4 组峰。此时应考虑到该分子应具有对称结构,即可得到该分子的结构。

(4) 首先,苯甲醛与羟胺 (NH_2OH) 发生流程图中 $\text{D} \rightarrow \text{E}$ 的反应,将这一步得到的产物与 H_2 发生流程图中 $\text{E} \rightarrow \text{F}$ 的反应得到

另一方面,苯甲醛经过氧化得到苯甲酸,苯甲酸与 SOCl_2 发生取代反应得到

将这两部分得到的产物发生取代反应后即可得到最终产物。

15. (1) 分液漏斗 (2) d e c b (3) $2[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} + \text{CO} = 2\text{NH}_3 + (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 + 2\text{Ag} \downarrow$

(4) ①石灰水变浑浊 ②60% ③偏大 (5) 增大气体样品的流速

(6) 尾气出口未加防潮装置(合理即可)

【解析】本题考查综合实验。

(2) 由甲酸制得的 CO 中会混有少量甲酸蒸气,首先通过一个盛有水的洗气瓶除去甲酸蒸气。然后,利用排水法收集 CO 气体。根据气流方向,即可确定接口的连接顺序。

(4) ② $n(\text{I}_2) = \frac{0.1016 \text{ g}}{254 \text{ g/mol}} = 0.0004 \text{ mol}$,根据反应原理可求出

未被氧化的 CO 其物质的量 $n(\text{CO}) = 5n(\text{I}_2) = 5 \times 0.0004 \text{ mol} = 0.002 \text{ mol}$ 。那么 CO 被催化氧化的百分率 $= 1 - \frac{0.002 \text{ mol}}{11.2 \text{ L} / 22.4 \text{ L/mol}} \times 100\% = 60\%$ 。③若未通入 N_2 ,则有一部分未反

应的 CO 留在反应装置内,此时测得未被氧化的 CO 的物质的量偏小,最终测得 CO 被氧化的百分率偏大。

(5) 为了避免气体与催化剂接触时间过长,此时可将气体流速加快。

(6) I_2O_5 易吸水潮解, K 装置出口与外界直接相连,外界的水蒸气会进入 K 中使得部分 I_2O_5 发生潮解。

16. (1) $9\text{O}_2(\text{g}) + 2\text{C}_3\text{H}_6(\text{g}) = 6\text{H}_2\text{O}(\text{g}) + 6\text{CO}_2(\text{g}) \Delta H = -3854 \text{ kJ/mol}$

(2) ①190 ②> (3) ad (4) 58.8%

(5) ①甲 反应 I 平衡曲线为 N,恒压时充入水蒸气, $K_p < Q_p$ ② $2x + \sqrt{x}$

【解析】本题考查化学反应原理。

(1) 目标反应的 $\Delta H = \Delta H_3 - 2\Delta H_1 = -3854 \text{ kJ/mol}$ 。

(2) ① $v(\text{C}_3\text{H}_6\text{O}) = v(\text{H}_2\text{O}) = \frac{3200 \text{ ppm} - 2440 \text{ ppm}}{4 \mu\text{s}} = 190 \text{ ppm}/\mu\text{s}$; ②在 0~12 μs 时间段内,通过每隔 4 μs 记录的数据可知 $\Delta c(\text{H}_2\text{O})$ 逐渐减小,说明随着反应的进行反应速率逐渐减慢。那么有 $t - 12 > 4$,则 $t > 16$ 。

(3) a. $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 的分压不变,则 $\text{C}_3\text{H}_6(\text{g})$ 分压不变,那么反应 I、反应 II 各组分压不变,则两个反应均达到平衡状态; b. 由于容器的体积未发生改变,各反应物、生成物均为气体,混合气体的质量不变,因此混合气体的密度不变不能作为达到平衡的依据; c. $2n(\text{C}_6\text{H}_{12}) = n(\text{C}_3\text{H}_6)$ 不能说明两物质的物质的量一定不再改变,因此不能作为反应达到平衡的依据; d. 通过 $v_{\text{正}}(\text{H}_2\text{O}) = v_{\text{逆}}(\text{C}_3\text{H}_6\text{O})$ 说明反应 I 已达到平衡状态,各组分的分压保持不变。同时, C_3H_6 的分压也保持不变,则反应 II 也达到平衡状态。

(4) 设起始时投入 $a \text{ mol C}_3\text{H}_6\text{O}$,理论上应生成 $a \text{ mol C}_3\text{H}_6$ 。实际上,经过反应 I 生成 C_3H_6 的物质的量为 0.98a mol。在反应 II 中又有 40% 的丙烯发生转化,则平衡时 $n(\text{C}_3\text{H}_6) = 0.98a \text{ mol} \times (1 - 40\%) = 0.588a \text{ mol}$ 。因此丙烯的产率 $= \frac{0.588a \text{ mol}}{a \text{ mol}} \times 100\% = 58.8\%$ 。

(5) ①反应 I 为气体体积增大的吸热反应,则升高温度反应 I 正向移动, Q_p 逐渐增大,即代表反应 I 的平衡曲线为 N; 在 350 $^\circ\text{C}$ 恒压平衡体系中充入少量水蒸气时,水蒸气的分压增大,反应 I 的 $Q_p > K_p$,即 $\lg Q_p$ 增大,反应 I 的状态最有可能对应的点为甲。

②由图可知,350 $^\circ\text{C}$ 时达平衡时 $\lg Q_p = 0$,则 350 $^\circ\text{C}$ 时反应 II 的 $K_p = 1$ 。设水蒸气的平衡分压为 $a \text{ MPa}$,根据反应 I 的反应方程式,则反应 II 的 C_3H_6 起始分压为 $a \text{ MPa}$,列出三段式:

$2\text{C}_3\text{H}_6(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_{12}(\text{g})$

起始/(MPa)	a	0
转化/(MPa)	$2x$	x
平衡/(MPa)	$a - 2x$	x

则有 $K_p = \frac{x}{(a - 2x)^2} = 1$,解得 $a = (2x + \sqrt{x}) \text{ MPa}$ 。

2021 年天津市普通高中学业水平等级性考试

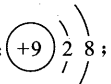
1. B 本题考查化学与生活,生活中的材料。A. 铷(Rb)位于元素周期表的第 I A 族,是金属元素; B. 钛合金是金属材料,不属于

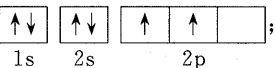
无机非金属材料;C.火箭动力源于燃料的燃烧,是氧化还原反应;D.芳纶是“芳香族聚酰胺纤维”,是高分子材料。

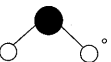
2.C 本题考查晶体结构。A. SiO_2 为共价晶体, SO_3 是分子晶体,晶体类型不同;B. I_2 是分子晶体, NaCl 是离子晶体,晶体类型不相同;C. Cu 和 Ag 都是金属晶体,晶体类型相同;D. SiC 是共价晶体, MgO 是离子晶体,晶体类型不相同。

3.B 本题考查原子结构。质量数(A)=质子数(Z)+中子数(N), ${}_Z^AX$ 代表:质量数为A、质子数为Z的X原子。A. 氘(${}_1^2\text{H}$)的中子数为1;B. ${}_1^2\text{H}$ 的核电荷数为1;C. ${}_1^3\text{H}$ 质量数为2, ${}_1^1\text{H}$ 的质量数为1,所以 ${}_1^3\text{H}$ 不是自然界中最轻的原子;D. 同素异形体是由同一种元素形成的几种性质不同的单质,如 O_2 和 O_3 是氧元素的同素异形体, ${}_1^2\text{H}$ 是氢元素的一种核素, ${}_1^1\text{H}$, ${}_1^2\text{H}$ 和 ${}_1^3\text{H}$ 互为同位素。

4.A 本题考查氧化还原反应及物质的性质。A. $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_3 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 反应中无元素化合价的变化,是非氧化还原反应;B. Na_2SO_3 中硫元素为+4价,易被空气中 O_2 氧化变质;C. Na_2SO_4 是离子化合物, SO_4^{2-} 中含有共价键;D. SO_2 、氮氧化物以及它们在大气中发生反应后的生成物溶于雨水会形成酸雨。

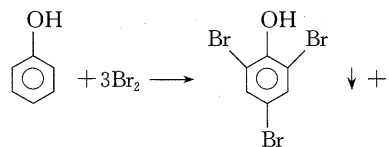
5.D 本题考查化学用语。A. F^- 的离子结构示意图:  ;

B. 基态碳原子的轨道表示式:  ;C. 键角为 180° , 丙炔的结构简式为 $\text{HC}\equiv\text{C}-\text{CH}_3$, 其键线式为 $\text{—}\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_3$;

D. H_2O 分子的球棍模型:  。

6.D 本题考查化学实验基本操作及仪器。A. 提取碘水中的碘,可加入苯或 CCl_4 作萃取剂,然后再分液,分液时用到的仪器为分液漏斗;B. KMnO_4 具有强氧化性,会腐蚀碱式滴定管的橡胶部分,不能用碱式滴定管盛装,应用酸式滴定管盛装;C. 加热熔化 NaOH 固体应选用铁坩埚;D. 浓缩 NaCl 溶液,用蒸发皿。

7.C 本题考查阿伏加德罗常数的计算。A. $1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ HCl 溶液,溶液的体积未知,且溶液中不存在 HCl 分子,故无法计算 HCl 分子的数目;B. 22.4 L 氢气,未指明状况,无法计算其物质的量,所以无法计算 H_2 分子的数目;C. 180 g 葡萄糖($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$),其物质的量: $n = \frac{m}{M} = \frac{180\text{ g}}{180\text{ g/mol}} = 1\text{ mol}$,1个葡萄糖分子中含6个碳原子,1mol葡萄糖中碳原子数目为 $6N_A$;D. 1个 N_2 分子中含一个 σ 键,2个 π 键,1mol N_2 中 σ 键的数目为 N_A 。

8.D 本题考查绿色化学与原子经济性反应。A. 用电石与水反应制备乙炔的反应化学方程式为: $\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CH}\equiv\text{CH} \uparrow$,除了生成乙炔还生成了 $\text{Ca}(\text{OH})_2$;B. 用溴乙烷与 NaOH 的乙醇溶液共热制备乙烯的反应化学方程式为: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br} + \text{NaOH} \xrightarrow[\Delta]{\text{乙醇}} \text{CH}_2=\text{CH}_2 \uparrow + \text{NaBr} + \text{H}_2\text{O}$,生成了乙烯、 NaBr 和水;C. 用苯酚稀溶液与饱和溴水制备2,4,6-三溴苯酚的反应化学方程式为:  + 3HBr ,生成了2,4,6-三溴苯酚和 HBr ;D. 用乙烯与氧气在 Ag 催化下制备环氧乙烷()的反应化学方程式为:

$2\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{Ag}} 2\text{H}_2\text{C}-\text{O}-\text{CH}_2$,反应物的原子全部转化为期望的最终产物(环氧乙烷),原子利用率为100%,属于最理想的“原子经济性反应”。

9.B 本题考查溶液中的离子共存问题。A. $\text{pH}=1$ 的溶液显酸性, H^+ 、 NO_3^- 可将 Fe^{2+} 氧化,不能大量共存;B. 溶液中离子相互不反应,可以大量共存;C. $\text{pH}=7$ 的溶液中, Cu^{2+} 与 S^{2-} 可形成 CuS 沉淀,不能大量共存;D. $\text{pH}=7$ 的溶液中, Al^{3+} 、 HCO_3^- 发生双水解,不能大量共存。

10.A 本题考查溶液中的离子浓度大小比较及守恒。A. 0.1 mol/L 的 H_3PO_4 溶液中, H_3PO_4 是多元弱酸,分步电离, $\text{H}_3\text{PO}_4 \rightleftharpoons \text{H}_2\text{PO}_4^- + \text{H}^+$, $\text{H}_2\text{PO}_4^- \rightleftharpoons \text{HPO}_4^{2-} + \text{H}^+$, $\text{HPO}_4^{2-} \rightleftharpoons \text{PO}_4^{3-} + \text{H}^+$,多元弱酸的各步电离平衡常数, $K_{a1} > K_{a2} > K_{a3}$,所以 $c(\text{H}_3\text{PO}_4) > c(\text{H}_2\text{PO}_4^-) > c(\text{HPO}_4^{2-}) > c(\text{PO}_4^{3-})$;B. $0.1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液中, $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4 = 2\text{Na}^+ + \text{C}_2\text{O}_4^{2-}$, $\text{C}_2\text{O}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HC}_2\text{O}_4^- + \text{OH}^-$, $\text{HC}_2\text{O}_4^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + \text{OH}^-$,溶液中存在的阳离子有 Na^+ 、 H^+ ,存在的阴离子有 OH^- 、 HC_2O_4^- 、 $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$,由电荷守恒可得: $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-) + c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) + 2c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$;C. $0.1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 NaHCO_3 溶液中, HCO_3^- 既发生电离又发生水解, $\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-}$, $\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{OH}^-$,由物料守恒可得: $c(\text{Na}^+) = c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{CO}_3^{2-}) + c(\text{H}_2\text{CO}_3) = 0.1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$;D. 氨水和 NH_4Cl 溶液混合,形成 $\text{pH}=9$ 的溶液,由电荷守恒可得 $c(\text{NH}_4^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{Cl}^-) + c(\text{OH}^-)$,由 $\text{pH}=9$,溶液中 $c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$,所以可知 $c(\text{NH}_4^+) > c(\text{Cl}^-)$ 。

11.C 本题考查电解池原理。A. 由已知可得,电解装置,通电后石墨电极II上有 O_2 生成,电极反应为 $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- = \text{O}_2 \uparrow + 4\text{H}^+$,发生氧化反应,石墨电极II与电源正极相连,即b为电源的正极,a是电源的负极;B. 由于发生电极反应 $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- = \text{O}_2 \uparrow + 4\text{H}^+$,生成 H^+ ,通电一段时间后,向石墨电极II附近滴加石蕊溶液,出现红色;C. 石墨电极I上发生的电极反应: $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Cu}$, $c(\text{Cu}^{2+})$ 变小, CuCl_2 溶液浓度应变小;D. Fe_2O_3 溶解,反应的离子方程式为 $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$, 0.01 mol Fe_2O_3 完全溶解时,消耗 H^+ 的物质的量 $n(\text{H}^+) = 0.06\text{ mol}$,由 $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- = \text{O}_2 \uparrow + 4\text{H}^+$ 可得关系式 $\text{O}_2 \sim 4\text{H}^+$, $n(\text{O}_2) = \frac{0.06\text{ mol}}{4} = 0.015\text{ mol}$, $V(\text{O}_2) = 0.015\text{ mol} \times 22.4\text{ L/mol} = 0.336\text{ L} = 336\text{ mL}$ 。

12.B 本题考查元素的性质、元素周期律。由图可知,R、Y位于第IA族,X位于第IVA族,Z位于第VIA族,Q位于第VIIA族,由原子序数 $X < Y < Z < Q < R$ 及图中原子半径大小关系可推出X为碳,Y为钠,Z为硫,Q为氯,R为钾。A. X(碳)的电负性比Q(氯)的小;B. Q的简单离子为 Cl^- ,R的简单离子为 K^+ ,两者核外电子排布相同, K^+ 核电荷数大,吸引电子能力强,所以 K^+ 的离子半径小于 Cl^- 的离子半径;C. Z、Q的简单气态氢化物分别为 H_2S 、 HCl ,非金属性: $\text{S} < \text{Cl}$,所以简单气态氢化物稳定性 $\text{H}_2\text{S} < \text{HCl}$;D. Y、R的最高价氧化物对应的水化物分别为 NaOH 、 KOH ,碱性 $\text{NaOH} < \text{KOH}$ 。

13. (1) $3\text{d}^6 4\text{s}^2$
(2) 8 4
(3) $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g}) \quad \Delta H = -(a-b)\text{ kJ/mol}$ 降低反应活化能
(4) ①由 Fe^{3+} 水解产物的颜色所致 向该溶液中加 HNO_3

② $[\text{Fe}(\text{SCN})_6]^{3-} + 6\text{F}^- \rightleftharpoons [\text{FeF}_6]^{3-} + 6\text{SCN}^- \quad \frac{K_2}{K_1}$

解析:本题考查原子结构、热化学方程式、晶体及配合物的相关知识。(1)铁在元素周期表中位于第四周期第VIII族,原子序数为26,基态Fe原子的电子排布式为 $1\text{s}^2 2\text{s}^2 2\text{p}^6 3\text{s}^2 3\text{p}^6 3\text{d}^6 4\text{s}^2$,价层电子排布式为 $3\text{d}^6 4\text{s}^2$ 。

(2)晶胞A中与位于顶点的铁原子等距离且最近的铁原子位于晶胞体心,顶点的铁原子被8个晶胞共有,每个Fe原子紧邻的原子数为8;每个晶胞B中含Fe原子数为 $8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$ 。

(3)由图可知,反应物总能量高于生成物总能量,反应放热, $\Delta H < 0$,其热化学方程式为 $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g}) \quad \Delta H = -(a-b)\text{ kJ/mol}$,铁触媒作为催化剂,降低了反应的活化能,提高了反应速率。

(4) ① $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ 为浅紫色,但溶液I显黄色,因 Fe^{3+} 在水溶液中发生水解, $\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+$,生成少量红褐色的 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 使溶液显黄色,若要观察到 $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ 的浅紫色,应使水解平衡逆向移动,抑制 Fe^{3+} 的水解,可增大 H^+ 的浓度,如加适量稀硝酸。

② $\text{Fe}^{3+} + 6\text{SCN}^- \rightleftharpoons [\text{Fe}(\text{SCN})_6]^{3-}$

$K_1 = \frac{c([\text{Fe}(\text{SCN})_6]^{3-})}{c(\text{Fe}^{3+}) \cdot c^6(\text{SCN}^-)} \quad ①$

$\text{Fe}^{3+} + 6\text{F}^- \rightleftharpoons [\text{FeF}_6]^{3-} \quad K_2 = \frac{c([\text{FeF}_6]^{3-})}{c(\text{Fe}^{3+}) \cdot c^6(\text{F}^-)} \quad ②$

向溶液II中加入 NaF 后,溶液由红色变为无色,发生反应: $[\text{Fe}(\text{SCN})_6]^{3-} + 6\text{F}^- \rightleftharpoons [\text{FeF}_6]^{3-} + 6\text{SCN}^-$

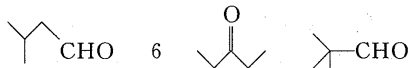
$K = \frac{c([\text{FeF}_6]^{3-}) \cdot c^6(\text{SCN}^-)}{c([\text{Fe}(\text{SCN})_6]^{3-}) \cdot c^6(\text{F}^-)} \quad ③$

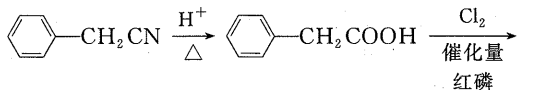
综合①②③可得 $K = \frac{K_2}{K_1}$ 。

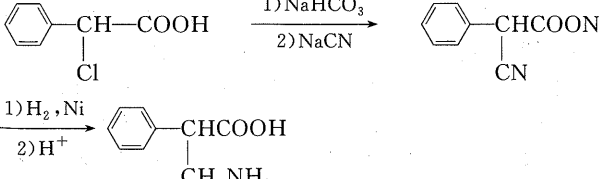
14. (1) 羧基、氨基 (2) 乙酸 (3) 取代反应

(4) $\text{HOOCCH}_2\text{COOH} + 2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \xrightarrow[\Delta]{\text{浓硫酸}} \text{C}_2\text{H}_5\text{OOCCH}_2\text{COOC}_2\text{H}_5 + 2\text{H}_2\text{O}$

(5) G

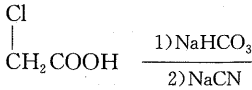
(6) 

(7) 



解析:本题考查有机物的合成与推断。(1)由题中普瑞巴林的结构简式可知含有官能团 $-\text{COOH}$ 、 $-\text{NH}_2$,其名称为羧基、氨基。

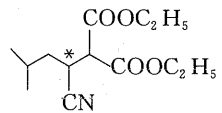
(2)化合物A分子式为 $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$,可与 Cl_2 反应生成 ,所以其结构简式为 CH_3COOH ,名称为乙酸。

(3) B $\rightarrow$ C 发生的反应为 

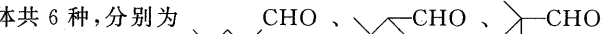
 CH_2COONa ,分析B、C结构简式可知B中 $-\text{Cl}$ 变为 $-\text{CN}$, $-\text{COOH}$ 变为 $-\text{COONa}$,发生的有机反应类型为取代反应。

(4) D $\rightarrow$ E 发生酯化反应,其反应的化学方程式为:

$\text{HOOCCH}_2\text{COOH} + 2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \xrightarrow[\Delta]{\text{浓硫酸}} \text{C}_2\text{H}_5\text{OOCCH}_2\text{COOC}_2\text{H}_5 + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

(5) 手性碳原子是指与四个各不相同原子或基团相连的碳原子,由此可得,G中含手性碳原子 。

(6) 结合E、F的结构简式及X的分子式 $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$ 可推知,X的结构简式:

 CHO ,化合物X的含有 $-\text{C}(=\text{O})-$ 的同分异构体共6种,分别为  CHO 、 CHO 、 CHO 、

、、 ,其中 、 CHO 的核

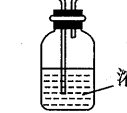
磁共振氢谱有两组峰。

15. (1) 分液漏斗、锥形瓶

(2) 刚好没过 MnO_2 固体 试管内的 H_2O_2 溶液被压入长颈漏斗中,与 MnO_2 分离

(3) 液面上升 打开弹簧夹 K_2

(4) ab

(5) 

(6) ① 乙醇也能使酸性 KMnO_4 溶液褪色

16. (1) $\text{H} : \text{C} : \text{H}$ 直线形

(2) ① 30% ② d

(3) 放热 600°C 时甲烷平衡转化率高达99%,低于 600°C 时, S_2 浓度明显偏小,且反应速率慢

(4) $\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{S} = 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$ $2\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 = 2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$ $2x\text{H}_2\text{S} + 2\text{NO}_x = 2x\text{S} + 2x\text{H}_2\text{O} + \text{N}_2$ (写出任意一个,或者其他合理答案均可)

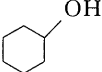
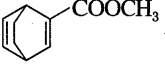
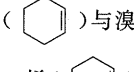
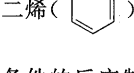
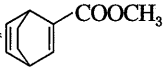
解析:本题考查化学平衡及影响化学平衡移动的因素。

(2) ① 在恒温密闭容器中, S_2 与 CH_4 物质的量之比为2:1时开始反应。设开始时 S_2 的物质的量为2mol, CH_4 的物质的量为1mol,当 CS_2 的体积分数为10%时,反应的 CH_4 的物质的量为x。

	$2\text{S}_2(\text{g}) + \text{CH}_4(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CS}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{S}(\text{g})$
起始物质的量	2 mol 1 mol 0 0
变化的物质的量	2x x x 2x
CS_2 的体积分数为10%时,物质的量	2-2x 1-x x 2x

由 CS_2 的体积分数为10%,可列式 $\frac{x}{2-2x+1-x+x+2x} \times 100\% = 10\%$ $x = 0.3\text{ mol}$

应;有机物 H 中含有酯基,可以与 NaOH 溶液反应;有机物 H 中不含与 CHCl_3 反应的基团,故不与 CHCl_3 反应。

(7) 利用  和 —COOCH_3 反应制得 ,可先将环己醇脱水得环己烯,将环己烯()与溴发生加成反应再发生消去反应制得 1,3-环己二烯(),将 1,3-环己二烯与 —COOCH_3 发生已知条件的反应制得 .

15. I. (1)向上层清液中继续滴加 BaCl_2 溶液,无白色沉淀生成,则沉淀完全

(2) AgNO_3 溶液 (3)坩埚 (4) $\frac{40w}{233}$ (5)偏低

II. (6)检查装置气密性 (7)b (8) $\frac{\frac{a}{65} - \frac{bd \times 10^{-3}}{2}}{25 \times 10^{-3}}$ (9)偏高 (10)否

解析:本题考查化学实验设计及评价。甲方案是利用溶液中的硫酸铜与氯化钡反应生成硫酸钡沉淀,经洗涤、灼烧、称重后得到的固体是硫酸钡,利用硫酸根守恒,计算出硫酸铜的物质的量,从而计算出浓度;乙方案是利用锌与稀硫酸反应释放出氢气的体积,换算成质量,计算出与稀硫酸反应的锌的物质的量,再利用锌的总的物质的量减去与酸反应的锌的物质的量,得到与硫酸铜反应的锌的物质的量,根据锌和硫酸铜的物质的量关系,计算出硫酸铜的物质的量,根据 $c = \frac{n}{V}$ 得到硫酸铜的浓度,据此分析。

I. (1)此实验中 SO_4^{2-} 的检验是滴加氯化钡溶液,若产生白色沉淀,证明溶液中含有 SO_4^{2-} ,故判断 SO_4^{2-} 沉淀完全的操作是向上层清液中继续滴加 BaCl_2 溶液,无白色沉淀生成,则沉淀完全;

(2)步骤②判断沉淀是否洗净所选用的试剂为 AgNO_3 溶液,硫酸钡沉淀中可能附着有氯化钡,为了证明是否还含有 Cl^- ,需要在最后一次洗涤液中加入少量硝酸银溶液,若产生白色沉淀,证明没有洗净;

(3)步骤③灼烧时盛装样品的仪器为坩埚;

(4)固体质量为 w g,为硫酸钡的质量,硫酸钡的物质的量为 $n = \frac{w}{233 \text{ g/mol}}$,根据 SO_4^{2-} 守恒可知, $\text{CuSO}_4 \sim \text{BaSO}_4$,则

$$c(\text{CuSO}_4) = \frac{n}{V} = \frac{\frac{w}{233 \text{ g/mol}}}{0.025 \text{ L}} = \frac{40w}{233} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1};$$

(5)若步骤①从烧杯中转移沉淀时未洗涤烧杯,会使固体的质量偏小,物质的量偏小,根据 $c = \frac{n}{V}$ 可知,则测得 $c(\text{CuSO}_4)$ 偏低;

II. (6)加入药品之前需检查装置的气密性;

(7)气体的体积受温度和压强的影响较大,密度也受温度和压强的影响,气体的质量不随温度和压强的变化而改变,步骤⑥需保证体系恢复到室温的原因是气体密度受温度影响;反应热不受温度的影响,只与反应物和生成物自身的能量有关,不随温度压强而改变;反应速率受温度影响,温度越高,反应速率越快,步骤⑥需保证体系恢复到室温与反应速率无关;

(8)Zn 粉质量为 a g,若测得 H_2 体积为 b mL,已知实验条件下 $\rho(\text{H}_2) = d \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$,氢气的质量 $= \rho(\text{H}_2)V = db \times 10^{-3} \text{ g}$,利用氢气的质量得到氢气的物质的量 $n = \frac{d \times b \times 10^{-3} \text{ g}}{2 \text{ g/mol}} =$

$$\frac{d \times b \times 10^{-3}}{2} \text{ mol}, \text{根据 } \text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2 \uparrow, \text{与酸反}$$

应的锌的物质的量为 $\frac{d \times b \times 10^{-3}}{2} \text{ mol}$,锌的总物质的量为

$$\frac{a}{65} \text{ mol}, \text{与硫酸铜反应的锌的物质的量为 } \frac{a}{65} \text{ mol} -$$

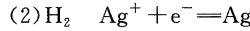
$$\frac{d \times b \times 10^{-3}}{2} \text{ mol}, \text{根据 } \text{Zn} + \text{CuSO}_4 = \text{ZnSO}_4 + \text{Cu}, \text{则}$$

$$c(\text{CuSO}_4) = \frac{\left(\frac{a}{65} - \frac{db \times 10^{-3}}{2}\right) \text{ mol}}{25 \times 10^{-3} \text{ L}};$$

(9)若步骤⑥E 管液面高于 D 管,未调液面即读数, D 管中压强大,得到氢气的体积偏小,与硫酸反应的锌的质量偏小,与硫酸铜反应的锌的质量偏大,则测得 $c(\text{CuSO}_4)$ 偏高;

(10)不能用同样的装置和方法测定 MgSO_4 溶液的浓度,因为硫酸镁不和锌发生置换反应。

16. I. (1)光能转化为化学能



$$\text{II. (3)} \frac{b^2}{27a^2(1-b)^4}$$

(4)①该反应为放热反应,温度升高,平衡逆向移动(或平衡常数减小)

②分子筛膜从反应体系中不断分离出 H_2O ,有利于反应正向进行,甲醇产率升高

③210

III. (5)平面(正)三角形 $10^{12} \cdot K_{a_1} \quad 10^{24} \cdot K_{a_1} \cdot K_{a_2}$

解析:本题考查化学反应速率和化学平衡、电极反应式的书写及电离平衡常数的计算。I. (1)根据图示,该催化剂在水中发生光催化反应的化学方程式为 $2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow[\text{催化剂}]{\text{光照}} 2\text{H}_2 \uparrow +$

$\text{O}_2 \uparrow$,光解水能量转化形式为光能转化为化学能。

(2)若将该催化剂置于 Na_2SO_3 溶液中,产物之一为 SO_4^{2-} , SO_3^{2-} 被氧化成 SO_4^{2-} ,则 H^+ 被还原为 H_2 ,即另一产物为 H_2 ;若将该催化剂置于 AgNO_3 溶液中,产物之一为 O_2 ,氧元素的化合价升高, O_2 为氧化产物,则生成另一产物的反应为还原反应,由于 Ag^+ 得电子能力大于 H^+ ,故生成另一产物的离子反应式为 $\text{Ag}^+ + \text{e}^- = \text{Ag}$ 。

II. (3) CO_2 和 H_2 的起始浓度分别为 $a \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 和 $3a \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, CH_3OH 的产率为 b ,则生成的 CH_3OH 物质的量浓度为 $ab \text{ mol/L}$,根据三段式

	$\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$			
$c(\text{起始})$ (mol/L)	a	$3a$	0	0
$c(\text{转化})$ (mol/L)	ab	$3ab$	ab	ab
$c(\text{平衡})$ (mol/L)	$a(1-b)$	$3a(1-b)$	ab	ab

$$\text{则反应的平衡常数 } K = \frac{c(\text{CH}_3\text{OH}) \cdot c(\text{H}_2\text{O})}{c(\text{CO}_2) \cdot c^3(\text{H}_2)} =$$

$$\frac{ab \times ab}{a(1-b)[3a(1-b)]^3} = \frac{b^2}{27a^2(1-b)^4}。$$

(4)①该反应为放热反应($\Delta H < 0$),温度升高,平衡逆向移动(或平衡常数减小),故甲醇平衡产率随温度升高而降低;

②因分子筛膜能选择性分离出 H_2O , $c(\text{H}_2\text{O})$ 减小,有利于反应正向进行,甲醇产率升高,故 P 点甲醇产率高于 T 点。

③根据图示,使用该分子筛膜 210°C 时甲醇的产率最大,故在此条件下采用该分子筛膜时的最佳反应温度为 210°C 。

III. (5) CO_3^{2-} 中 C 的孤电子对数为 $\frac{1}{2} \times (4 + 2 - 3 \times 2) = 0$, σ

键电子对数为 3,价层电子对数为 3, C 上没有孤电子对,故 CO_3^{2-} 的空间构型为平面(正)三角形; H_2CO_3 的电离方程式为 $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$, $\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-}$,则

$$K_{a_1} = \frac{c(\text{H}^+)c(\text{HCO}_3^-)}{c(\text{H}_2\text{CO}_3)}, K_{a_2} = \frac{c(\text{H}^+)c(\text{CO}_3^{2-})}{c(\text{HCO}_3^-)}, \text{当溶液的}$$

$\text{pH} = 12$ 时, $c(\text{H}^+) = 1 \times 10^{-12} \text{ mol/L}$,将其代入 K_{a_1} 、 K_{a_2} 中分别求出 $c(\text{HCO}_3^-) = 10^{12} K_{a_1} \cdot c(\text{H}_2\text{CO}_3)$ 、 $c(\text{CO}_3^{2-}) = 10^{12} K_{a_2} \cdot c(\text{HCO}_3^-) = 10^{24} K_{a_1} K_{a_2} \cdot c(\text{H}_2\text{CO}_3)$,则 $c(\text{H}_2\text{CO}_3) : c(\text{HCO}_3^-) : c(\text{CO}_3^{2-}) = 1 : (10^{12} \cdot K_{a_1}) : (10^{24} \cdot K_{a_1} \cdot K_{a_2})$ 。

2019 年普通高等学校招生全国统一考试 (天津卷)(改编版)

1. D 本题考查化学知识在生产、生活中的应用。A. 秸秆主要成分为纤维素,生产乙醇,产生新物质,涉及化学变化; B. 从石油生产塑料、化纤等高分子材料,产生新物质,涉及化学变化; C. 利用基本化学原料生产化学合成药物,产生新物质,涉及化学变化; D. 海水中的水淡化成淡水,没有产生新物质,属于物理变化。

2. B 本题考查元素的性质及递变规律、晶体的性质。A. 中学阶段氧没有最高正价; B. 同主族元素从下而上电负性逐渐增大; C. 一般来说粒子电子层数越多半径越大, S^{2-} 大于 O^{2-} 、 Na^+ 、 Mg^{2+} ,电子层结构相同的离子,原子序数越大半径越小,故离子半径: $\text{S}^{2-} > \text{O}^{2-} > \text{Na}^+ > \text{Mg}^{2+}$; D. CaO 、 MgO 属于离子晶体,晶格能越大熔点越高、硬度越大,镁离子半径小于钙离子,两者电荷数相同, MgO 晶格能大,故熔点 $\text{MgO} > \text{CaO}$, H_2O 和 H_2S 属于分子晶体,熔沸点较低,水分子间存在氢键,故熔点 $\text{H}_2\text{O} > \text{H}_2\text{S}$,正确的熔点排序: $\text{MgO} > \text{CaO} > \text{H}_2\text{O} > \text{H}_2\text{S}$ 。

3. B 本题考查化学用语。B. 聚丙烯的结构简式应为: $\text{—}\left[\text{CH—CH}_2\right]_n\text{—}$ 。

4. A 本题考查元素的性质递变规律。短周期金属元素 W 和 X 的 $I_3 > I_2$,均为第 II A 族元素,并且第一电离能 W 大于 X,由此推断 W 为 Be, X 为 Mg,金属 Y 的 $I_2 > I_1$,为第 I A 族,金属 Z 的 $I_4 > I_3$,为第 III A 族,由此推断 W 为 Be, X 为 Mg, Y 为 Na, Z 为 Al; A. W 为 Be, X 为 Mg,同主族从下而上电负性增大,即 $X < W$; B. Z 为 Al,氧化铝具有两性; C. X 为 Mg, Y 为 Na,同周期元素核电荷数越小金属性越强,金属性越强的单质与水反应越剧烈; D. Y 为 Na,最高价为 +1 价。

5. A 本题考查离子方程式。A. NH_4^+ 水解导致溶液呈酸性, $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 能溶于酸,离子方程式为 $\text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{NH}_4^+ = \text{Mg}^{2+} + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$; B. 得到的是胶体,胶体不是沉淀,所以不能写沉淀符号,离子方程式为 $\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{Fe}(\text{OH})_3(\text{胶体}) + 3\text{H}^+$; C. 二者发生氧化还原反应生成 Mn^{2+} 、 SO_4^{2-} ,但转移电子不守恒,离子方程式为 $5\text{SO}_2 + 2\text{MnO}_4^- + 2\text{H}_2\text{O} = 5\text{SO}_4^{2-} + 2\text{Mn}^{2+} + 4\text{H}^+$; D. +2 价铁易被稀硝酸氧化生成 +3 价铁,离子方程式为 $3\text{FeO} + 10\text{H}^+ + \text{NO}_3^- = 3\text{Fe}^{3+} + \text{NO} \uparrow + 5\text{H}_2\text{O}$ 。

6. C 本题考查物质的性质与用途。A. 涉及的反应为 $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$, $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} = 3\text{Fe}^{2+}$,从而除去氯气;

B. Li—Al 合金密度较小且硬度及强度大,所以 Li—Al 合金可以用于航空工业; C. 熟石灰成分为氢氧化钙,具有碱性,碳酸钠水解导致其水溶液呈碱性,所以盐碱地中加入熟石灰不能改良土壤,通过施加适量石膏粉末(主要含有 CaSO_4 ,微溶于水)来降低土壤的碱性; D. 无水 CoCl_2 呈蓝色,吸水会变为粉红色,如果变色硅胶中加入 CoCl_2 ,可以根据变色硅胶颜色变化判断是否吸水。

7. B 本题考查化学实验基本操作。A. 配制溶液时,需将密度大的溶液倒入密度小的溶液中,混合浓硫酸和乙醇相当于浓硫酸的稀释,应该将浓硫酸倒入乙醇中并不断搅拌; B. 定容时眼睛应该与凹液面最低处相切,图符合; C. NO_2 密度大于空气,应该采用向上排空气法收集,所以导气管应该遵循“长进短出”原则; D. 得到的乙炔中含有硫化氢等气体,硫化氢等气体也能使溴水褪色,应该先将得到的气体通入硫酸铜溶液中除去杂质,然后将得到的气体通入溴水检验乙炔。

8. C 本题考查有机化合物的结构与性质。A. 分子中只有 1 个手性碳原子; B. X 中含有羧基,能与饱和碳酸钠溶液反应; C. 由于是环酯,在酸性条件下水解,水解产物只有一种; D. X 的水解过程中,2 个羧基和 1 个酚羟基都能与 NaOH 反应,故 1 mol 化合物 X 最多能与 3 mol NaOH 反应。

9. C 本题考查氧化还原反应的应用。A. NO_x 可转化为硝酸形成酸雨,降低 NO_x 排放可以减少酸雨的形成; B. 储存过程中 NO_x 转化为 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$,化合价升高失电子被氧化; C. 还原过程中 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 转化为 N_2 ,消耗 1 mol $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 转移的电子数为 $10N_A$; D. BaO 转化为 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 储存 NO_x , $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 转化为 BaO 、 N_2 和 H_2O ,还原 NO_x 。

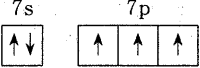
10. D 本题考查反应热。A. 由图 1 可知反应物总能量大于生成物总能量,为放热反应; B. 加入催化剂改变活化能和反应速率,不改变 ΔH ; C. 若 H_2O 的状态改为液态,由 $\text{H}_2\text{O}(\text{g}) = \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -44 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 可知,若生成液态水,生成物能量线需下移 $44 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 会直接移到反应物下方; D. 图 1 与图 2 互为可逆反应,可知 $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) = \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H = +41 \text{ kJ/mol}$ 。

11. C 本题考查弱电解质的性质以及溶液中离子浓度的变化。酸的电离平衡常数越大,酸的酸性越强,根据电离平衡常数知,酸性: $\text{HNO}_2 > \text{CH}_3\text{COOH}$ 。A. 加水稀释促进弱酸电离, pH 相同的这两种酸稀释相同倍数, pH 变化大的酸性较强,根据图知, pH 变化较大的是曲线 II,则曲线 II 表示较强的酸 HNO_2 ,所以曲线 I 表示 CH_3COOH ; B. 酸或碱抑制水电离,酸中 $c(\text{H}^+)$ 越大,其抑制水电离程度越大,酸中 $c(\text{H}^+)$: b 点 $>$ c 点,则抑制水电离程度: b 点 $>$ c 点,所以水电离程度: b 点 $<$ c 点; C. 水解平衡常数只与温度有关, $\frac{c(\text{HA}) \cdot c(\text{OH}^-)}{c(\text{A}^-)} = K_h$,从 c 点到 d 点,温度不变,水解平衡

常数不变,所以溶液中 $\frac{c(\text{HA}) \cdot c(\text{OH}^-)}{c(\text{A}^-)}$ 保持不变; D. a 点两种溶液的 pH 相同,但是两种溶液浓度: $c(\text{HNO}_2) < c(\text{CH}_3\text{COOH})$,相同体积的 a 点两种溶液中溶质物质的量: $n(\text{HNO}_2) < n(\text{CH}_3\text{COOH})$,消耗的碱与酸的物质的量相等,所以消耗的碱: $\text{HNO}_2 < \text{CH}_3\text{COOH}$,根据 Na 原子守恒知溶液中 $n(\text{Na}^+)$: $\text{HNO}_2 < \text{CH}_3\text{COOH}$ 。

12. D 本题考查电化学原理,涉及电极反应、离子数目变化以及简单计算。A. 放电时, a 电极 I_2Br^- 得到电子生成 I^- ,发生还原反应,电极反应为 $\text{I}_2\text{Br}^- + 2\text{e}^- = 2\text{I}^- + \text{Br}^-$; B. 放电时正极由 I_2Br^- 生成 I^- 、 Br^- ,负极生成 Zn^{2+} ,则溶液中离子的数目增大; C. 充电时, b 电极生成 Zn,每增重 0.65 g,则生成

0.01 mol Zn, 则转移 0.02 mol 电子, 阳极发生反应 $2\text{I}^- + \text{Br}^- - 2\text{e}^- = \text{I}_2\text{Br}^-$, 溶液中有 0.02 mol I^- 被氧化; D. 充电时, 应生成 I_2Br^- , 则发生氧化反应, a 为阳极, 连接外电源的正极。

13. (1) 第四周期第 V A 族  黑磷
(2) $\text{ab} > \text{N}_2\text{H}_4$ 分子间存在氢键 (3) b、c (4) $\text{SbCl}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{SbOCl} \downarrow + 2\text{HCl}$ (“ $\rightleftharpoons$ ”写成“ $=$ ”亦可) 加盐酸, 抑制水解 (5) $\frac{4b}{N_A x^3}$

解析: 本题考查元素周期表、盖斯定律、物质的结构与性质及晶体密度的计算。(1) 砷元素的原子序数为 33, 与氮元素、磷元素均位于第 V A 族, 最外层有 5 个电子, 则砷在周期表中的位置为第四周期第 V A 族; Mc 位于第七周期第 V A 族, 基态

Mc 原子的价电子排布图为 ; 将已知转化关系依次编号为 ①②, 由盖斯定律可知, ①—②可得 $\text{P(s, 红磷)} = \text{P(s, 黑磷)} \quad \Delta H = \Delta H_1 - \Delta H_2 = (-39.3 \text{ kJ/mol}) - (-17.6 \text{ kJ/mol}) = -21.7 \text{ kJ/mol}$, 由放热反应的反应物总能量大于生成物总能量, 则白磷、红磷和黑磷三者能量的大小顺序为白磷 > 红磷 > 黑磷, 能量越高越不稳定, 则最稳定的是黑磷;

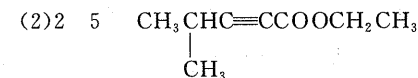
(2) 元素非金属性越强, 氢化物的稳定性越强, N 元素非金属性强于 P 元素, 则 NH_3 的热稳定性强于 PH_3 ; 键角: NH_3 与 PH_3 中心原子均是 sp^3 杂化, 分子均为三角锥形, 氮元素电负性大, NH_3 中的成键电子对比 PH_3 中的更偏向于 N, 同时 P—H 键长比 N—H 键长大, 这样导致 PH_3 中成键电子对之间的斥力减小, 故键角 $\text{NH}_3 > \text{PH}_3$, 键长 $\text{PH}_3 > \text{NH}_3$, 选 ab; N_2H_4 分子间可以形成氢键, 增大分子间作用力, 而 PH_3 分子间不能形成氢键, 则 N_2H_4 的沸点高于 PH_3 ;

(3) 由题意可知, PH_3 与 NH_3 性质类似, 与 HI 反应生成 PH_4I , a. PH_4I 能与氢氧化钠溶液反应生成 PH_3 ; b. PH_4I 为离子化合物, 化合物中含有离子键和共价键; c. PH_4I 与 NH_4I 类似, 可以发生水解反应;

(4) 由题意可知, SbCl_3 发生水解反应生成 SbOCl 沉淀和 HCl , 水解的化学方程式为 $\text{SbCl}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{SbOCl} \downarrow + 2\text{HCl}$; 配制 SbCl_3 溶液时, 为防止 SbCl_3 水解, 应加入盐酸;

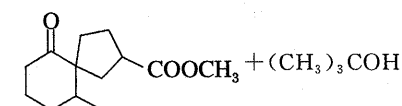
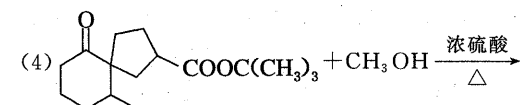
(5) 根据均摊法计算出该晶胞含有 4 个 BP, 1 个 BP 的质量 $\frac{b}{N_A} \text{g}$, 故晶胞质量为 $\frac{4b}{N_A} \text{g}$, 晶胞的体积为 $x^3 \text{ cm}^3$, $\rho = \frac{m}{V} = \frac{4b}{N_A x^3}$ 。

14. (1) $\text{C}_{15}\text{H}_{26}\text{O}$ 碳碳双键、羟基 3

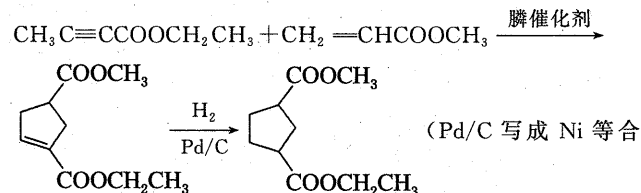
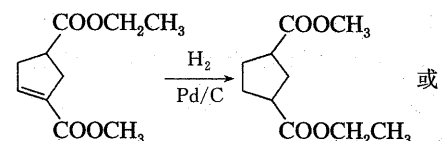
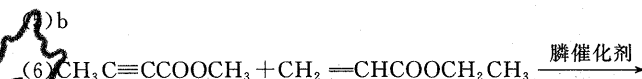


和 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{C} \equiv \text{CCOOCH}_2\text{CH}_3$

(3) 加成反应或还原反应

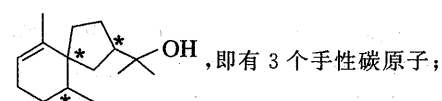


2-甲基-2-丙醇或 2-甲基丙-2-醇



理催化剂亦可)

解析: 本题考查有机物的推断与合成、同分异构体、化学方程式的书写等。(1) 茅苍术醇分子中有 15 个 C 原子、1 个 O 原子, 分子不饱和度为 3, 则分子中 H 原子数目 $= 2 \times 15 + 2 - 2 \times 3 = 26$, 故茅苍术醇分子式为 $\text{C}_{15}\text{H}_{26}\text{O}$; 由结构可知分子中含有的官能团有: 碳碳双键、羟基; 如图所示, “*”表示茅苍术醇中连有四个不同的原子或原子团的手性碳原子:

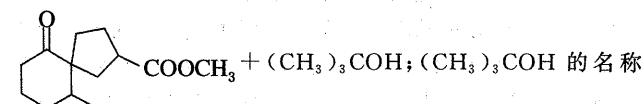
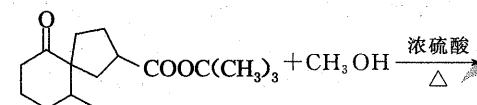


(2) 化合物 B 分子中只有 2 种化学环境不同的 H 原子, 故其核磁共振氢谱有 2 个吸收峰; B 的同分异构体满足: ①分子中含有碳碳三键和乙酯基 ($-\text{COOCH}_2\text{CH}_3$), ②分子中有连续四个碳原子在一条直线上, 存在 $\text{C}-\text{C} \equiv \text{C}-\text{C}$ 碳链结构, 形成酯的酸可以看作 $\text{CH}_3\text{C} \equiv \text{CCH}_2\text{CH}_3$ 中 1 个 H 原子被 $-\text{COOH}$ 替代, 有 3 种酸, 也可以是 $\text{HOOC}-\text{C} \equiv \text{CCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ 、 $\text{HOOC}-\text{C} \equiv \text{CCH}(\text{CH}_3)_2$, 故符合条件的同分异构体有 $3+2=5$ 种, 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为 $\text{CH}_3\text{CHC} \equiv \text{CCOOCH}_2\text{CH}_3$ 和 

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{C} \equiv \text{CCOOCH}_2\text{CH}_3$;

(3) 对比 C、D 的结构, 可知 C 中碳碳双键与氢气发生加成反应生成 D, 也属于还原反应;

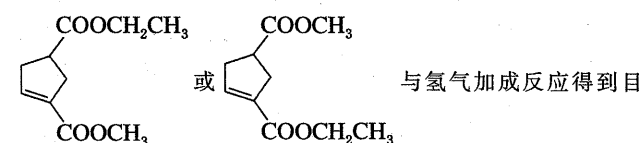
(4) 对比 D、E 的结构, 可知 D 与甲醇发生取代反应生成 E, 同时还生成 $(\text{CH}_3)_3\text{COH}$, 反应方程式为:



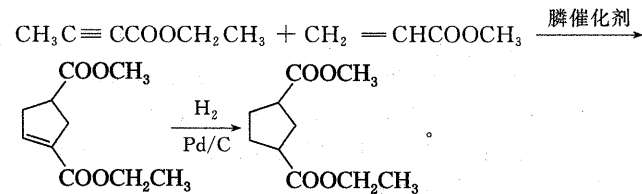
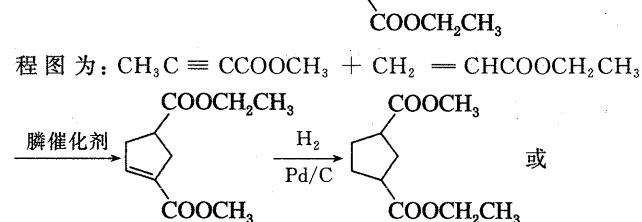
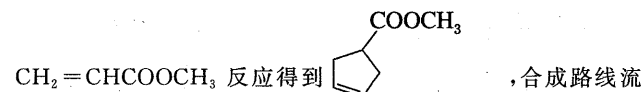
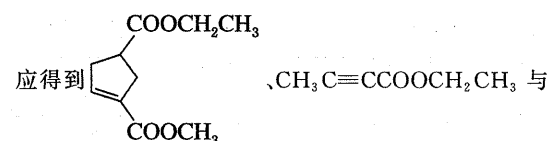
为: 2-甲基-2-丙醇或 2-甲基丙-2-醇;

(5) F、G 均含有碳碳双键与酯基, 但碳碳双键位置不同, 在碱性条件下水解得到环状产物不同, 与溴发生反应时溴原子位置不完全相同, 与 HBr 加成后溴原子连接位置可能相同, 即可生成相同环状产物;

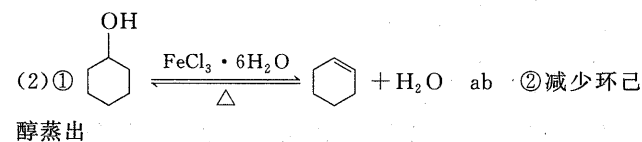
(6) 两种链状不饱和酯合成目标物 M, 模仿 A 与 B 反应, 系列得到 D 的过程, 结合 (3+2) 环加成反应, 可以由



标物。而 $\text{CH}_3\text{C} \equiv \text{CCOOCH}_3$ 与 $\text{CH}_2 = \text{CHCOOCH}_2\text{CH}_3$ 反



15. I. (1) FeCl_3 溶液 溶液显紫色



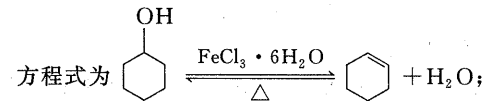
(3) 分液漏斗、烧杯 (4) 通冷凝水, 加热

II. (5) 淀粉溶液 $\frac{(b - \frac{cv}{2000}) \times 82}{a}$ (6) bc

解析: 本题考查物质的制备、分离提纯以及纯度测定、实验误差分析。环己醇发生消去反应生成环己烯和水, 环己烯不溶于水, 饱和食盐水溶解环己醇、氯化铁, 然后分液得到的水相中含有环己醇、氯化铁, 得到的有机相中含有环己烯, 然后干燥、过滤、蒸馏得到环己烯;

I. (1) 苯酚能和氯化铁溶液发生显色反应, 所以可以用 FeCl_3 溶液检验苯酚; 苯酚和氯化铁溶液混合溶液呈紫色;

(2) ①烧瓶 A 中进行的可逆反应为环己醇的消去反应, 反应



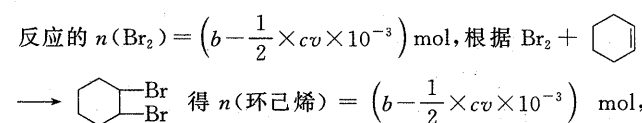
a. 浓硫酸具有强氧化性, 易使原料炭化并产生 SO_2 , 从而降低环己烯产率; b. $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 污染小, 可循环使用, 符合绿色化学理念; c. 催化剂只影响反应速率, 不影响平衡移动, 所以催化剂不影响平衡转化率; ②仪器 B 能冷凝回流环己醇, 所以 B 的作用是减少环己醇蒸发, 增大环己醇利用率;

(3) 操作 2 为分液, 分液用到的玻璃仪器有分液漏斗、烧杯;

(4) 反应时为避免蒸气通过冷凝管时引起冷凝管破裂, 需要先通冷凝水, 后加热;

II. (5) 碘遇淀粉溶液变蓝色, 所以可以用淀粉溶液检验碘, 所以选取的试剂为淀粉溶液;

② $\text{Br}_2 + 2\text{KI} = \text{I}_2 + 2\text{KBr}$ ③ $\text{I}_2 + 2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = 2\text{NaI} + \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$ 得关系式 $\text{Br}_2 \sim \text{I}_2 \sim 2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, 则与 KI 反应的 $n(\text{Br}_2) = \frac{1}{2}n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = \frac{1}{2} \times cv \times 10^{-3} \text{ mol}$, 所以与环己烯

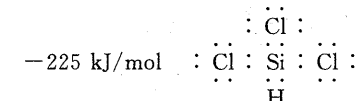


$m(\text{环己烯}) = (b - \frac{1}{2} \times cv \times 10^{-3}) \text{ mol} \times 82 \text{ g/mol}$, 环己烯质

量分数 = $\frac{\text{实际质量}}{\text{样品质量}} = \frac{(b - \frac{1}{2} \times cv \times 10^{-3}) \times 82 \text{ g}}{a \text{ g}} = \frac{(b - \frac{cv}{2000}) \times 82}{a}$;

(6) a. 样品中含有苯酚杂质, 苯酚和溴发生取代反应生成沉淀, 消耗相同质量的溴, 消耗环己烯的质量大于苯酚, 所以如果含有苯酚杂质会导致测定偏高; b. 在测定过程中部分环己烯挥发导致环己烯质量减少, 导致测定结果偏低; c. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液部分被氧化导致消耗的硫代硫酸钠的量偏大, 导致计算出的与环己烯反应的溴偏低, 导致测定结果偏低。

16. I. $\text{Si(s)} + 3\text{HCl(g)} \xrightarrow{300^\circ\text{C}} \text{SiHCl}_3\text{(g)} + \text{H}_2\text{(g)} \quad \Delta H =$

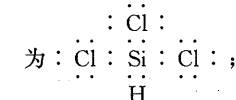


II. (1) 阴极 $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-$ 或 $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow$

(2) 1000°C $\Delta H_2 < \Delta H_1$ 导致反应②的 ΔG 小 (3) ac

(4) $\Delta H_2 - \Delta H_1$ 减小 (5) HCl 、 H_2

解析: 本题考查热化学方程式、反应的自发性、影响化学平衡的因素。I. 硅粉与 HCl 在 300°C 时反应生成 1 mol SiHCl_3 气体和 H_2 , 放出 225 kJ 热量, 根据反应热及反应物状态、反应条件书写该反应的热化学方程式为 $\text{Si(s)} + 3\text{HCl(g)} \xrightarrow{300^\circ\text{C}} \text{SiHCl}_3\text{(g)} + \text{H}_2\text{(g)} \quad \Delta H = -225 \text{ kJ/mol}$; SiHCl_3 中存在 1 个 Si—H 键、3 个 Si—Cl 键, 其电子式



II. (1) 电解 KOH 溶液时, 阳极上水或氢氧根离子失电子生成氧气, 阴极上水或氢离子得电子生成氢气, 电极反应式为 $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-$ 或 $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow$;

(2) ① $\text{SiCl}_4\text{(g)} + \text{H}_2\text{(g)} \rightleftharpoons \text{SiHCl}_3\text{(g)} + \text{HCl(g)}$, $\Delta G < 0$ 时反应可自发进行, 根据图 1 知, 反应①能自发进行的最低温度是 1000°C ; 反应①中, $\Delta H_1 > 0$, $\Delta S_1 = 0$, 反应②中 $\Delta H_2 < 0$, $\Delta S_2 < 0$, 导致相同温度下反应②比反应①的 ΔG 小;

(3) 反应② $\Delta H_2 < 0$, 该反应的正反应为放热反应, 根据图 2 知, A 到 D 点, 随着温度升高, SiCl_4 转化率增大, 说明平衡正向移动且没有达到平衡状态, D 点后升高温度 SiCl_4 转化率降低, 说明升高温度平衡逆向移动;

a. B 点平衡正向移动, 所以 $v_{\text{正}} > v_{\text{逆}}$; b. 温度越高化学反应速率越快, 温度 A 点 < E 点, 所以反应速率 A 点 < E 点; c. 其转化率越大越好且温度不能太高, 根据图知, 反应适宜温度: $480 \sim 520^\circ\text{C}$, 故正确;

(4) ① $\text{SiCl}_4\text{(g)} + \text{H}_2\text{(g)} \rightleftharpoons \text{SiHCl}_3\text{(g)} + \text{HCl(g)} \quad \Delta H_1 > 0$, ② $3\text{SiCl}_4\text{(g)} + 2\text{H}_2\text{(g)} + \text{Si(s)} \rightleftharpoons 4\text{SiHCl}_3\text{(g)} \quad \Delta H_2 < 0$, 将方程式②—①得③: $2\text{SiCl}_4\text{(g)} + \text{H}_2\text{(g)} + \text{Si(s)} + \text{HCl(g)} \rightleftharpoons 3\text{SiHCl}_3\text{(g)}$, $\Delta H_3 = \Delta H_2 - \Delta H_1 < 0$; 升高温度平衡向吸热方向移动, 该反应的正反应是放热反应, 升高温度平衡逆向移动, 所以升高温度反应③的平衡常数 K 减小;

(5) 根据图知, 粗硅和干燥 HCl 反应生成混合物, SiHCl_3 和氢气反应生成 HCl ; 混合物分离得到氢气, SiHCl_3 和氢气反应生成 HCl 需要氢气, 所以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 HCl 、 H_2 。