

2022 年天津市普通高中学业水平等级性考试

化学

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。第 I 卷 1 至 4 页,第 II 卷 5 至 8 页。

答卷前,考生务必将自己的姓名、考生号、考场号和座位号填写在答题卡上,并在规定位置粘贴考试用条形码。答卷时,考生务必将答案涂写在答题卡上,答在试卷上的无效。考试结束后,将本试卷和答题卡一并交回。

以下数据可供解题时参考:相对原子质量: H 1 C 12 O 16 Na 23

第 I 卷

注意事项:

1. 每题选出答案后,用铅笔将答题卡上对应题目的答案标号涂黑。如需改动,用橡皮擦干净后,再选涂其他答案标号。
2. 本卷共 12 题,每题 3 分,共 36 分。在每题所给出的四个选项中,只有一项是最符合题目要求的。

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

【答案】A

【解析】

【详解】A. 淀粉是一种多糖,故 A 错误;

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,故 B 正确;

C. 锂离子电池放电属于原电池,是将化学能转化为电能,故 C 正确;

D. 硅树脂是高聚物,属于高分子材料,故 D 正确。

综上所述,答案为 A。

2. 嫦娥 5 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. NH₃ 分子有孤电子对，可做配体
- B. NaCl 晶体可以导电
- C. 一个 N₂H₄ 分子中有 4 个 σ 键
- D. NaClO 和 NaCl 均为离子化合物，他们所含的化学键类型相同

【答案】A

【解析】

【详解】A. NH₃ 中 N 原子的孤电子对数 = $\frac{5-3 \times 1}{2} = 1$ ，可以提供 1 对孤电子对，可以做配体，A 正确；

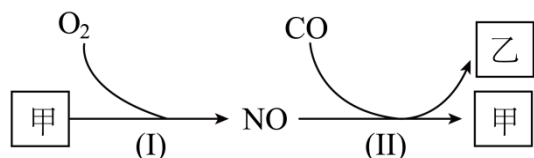
B. 导电需要物质中有可自由移动的离子或电子，NaCl 晶体中没有自由移动的电子或者离子，故不能导电，B 错误；

C. 单键属于 σ 键，双键中含有 1 个 σ 键和 1 个 π 键，三键中含有 1 个 σ 键和 2 个 π 键；N₂H₄ 的结构式为 $\begin{array}{c} \text{H}-\text{N}-\text{N}-\text{H} \\ | \quad | \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ ，分子中含有 5 个 σ 键，C 错误；

D. NaClO 含有离子键和共价键，NaCl 只含有离子键，都是离子化合物，但所含的化学键类型不同，D 错误；

故选 A。

5. 燃油汽车行驶中会产生 CO、NO 等多种污染物。下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

【答案】C

【解析】

【分析】甲和氧气反应生成一氧化氮，一氧化氮和一氧化碳反应生成甲和二氧化碳，再根据元素守恒，则甲为氮气。

【详解】A. 甲是氮气，氮气空气中体积分数最大的成分，故 A 正确；

B. 乙是二氧化碳，则乙是引起温室效应的气体之一，故 B 正确；

C. 由于氮气含有氮氮三键，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，故 C 错误；

D. 一氧化碳和一氧化氮反应生成氮气和二氧化碳，一氧化氮中氮化合价降低，因此反应(II)中 NO 是氧化剂，故 D 正确。

综上所述，答案为 C。

6. 向恒温恒容密闭容器中通入 2mol SO_2 和 1mol 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

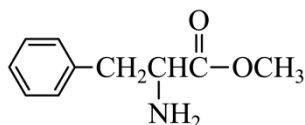
【答案】B

【解析】

- 【详解】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，A 正确；
B. 平衡常数是温度有关的常数，温度不变，平衡常数不变，B 错误；
C. 通入一定量 O_2 ，反应物浓度增大，正向反应速率增大，C 正确；
D. 通入一定量 O_2 ，促进二氧化硫的转化， SO_2 的转化总量增大，D 正确；

故选 B。

7. 下列关于苯丙氨酸甲酯的叙述，正确的是



苯丙氨酸甲酯

- 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

【答案】A

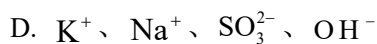
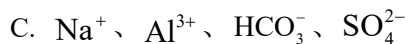
【解析】

- 【详解】A. 苯丙氨酸甲酯含有氨基，具有碱性，故 A 正确；
B. 苯丙氨酸甲酯含有酯基，能发生水解，故 B 错误；
C. 分子中含手性碳原子，如图 COC(=O)C(N)Cc1ccccc1 标“*”为手性碳原子，故 C 错误；
D. 分子中采取 sp^2 杂化的碳原子数目为 7，苯环上 6 个，酯基上的碳原子，故 D 错误。

综上所述，答案为 A。

8. 25°C 时，下列各组离子中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^-



【答案】D

【解析】

【详解】A. H^+ 与 ClO^- 反应生成次氯酸而不能大量共存，故 A 不符合题意；





B. H^+ 、 I^- 、 NO_3^- 发生氧化还原反应而不能大量共存，故 B 不符合题意；

C. Al^{3+} 与 HCO_3^- 反应生成氢氧化铝沉淀和二氧化碳气体而不能大量共存，故 C 不符合题意；

D. K^+ 、 Na^+ 、 SO_3^{2-} 、 OH^- 是大量共存，故 D 符合题意。

综上所述，答案为 D。

9. 下列实验操作中选用仪器正确的是

			
用量筒量取 10.00mL 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

A. A

B. B

C. C

D. D

【答案】C

【解析】

【详解】A. 筒量精确度为 0.1mL，取 10.00mL 盐酸只能用酸式滴定管，故 A 错误；

B. 瓷坩埚与熔化 NaOH 会反应，因此用铁坩埚加热熔化 NaOH 固体，故 B 错误；

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乙酸异戊酯和水的混合物，故 C 正确；

D. 不能用温度计搅拌溶液，故 D 错误。

综上所述，答案为 C。

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

【答案】D

【解析】

【详解】A. H_2O 是“V”形结构，不是中心对称，属于极性分子，故 A 正确；

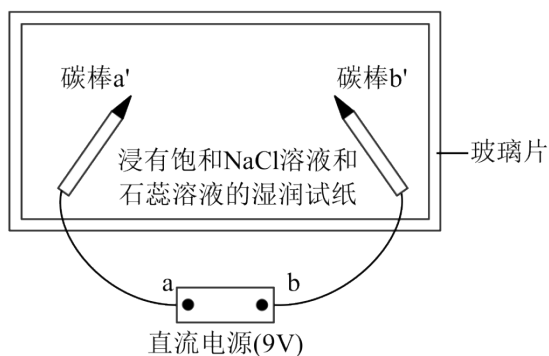
B. $^{18}_8\text{O}$ 原子的中子数 $18-8=10$ ，故 B 正确；

C. O_2 与 O_3 是氧元素形成的不同单质，两者互为同素异形体，故 C 正确；

D. 属于酚， 属于醇，两者结构不相似，因此两者不互为同系物，故 D 错误。

综上所述，答案为 D。

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： $b \rightarrow b' \rightarrow a' \rightarrow a$

D. 如果将 a'、b' 换成铜棒，与碳棒作电极时的现象相同

【答案】B

【解析】

【详解】A. 根据实验现象，a' 端呈白色，即生成了氯气，即氯离子失去电子，为阳极，即 a 为正极，A 错误；

B. b' 端为阴极，水得到电子放电的同时，生成氢氧根离子，遇石蕊变蓝，B 正确；

C. 电子从电源的负极出来，即从 a 极出来，而不是 b 极，C 错误；

D. 如果换成铜棒，铜做阳极放电，现象与碳作电极时不相同，D 错误；

故选 B。

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

【答案】D

【解析】

【详解】A. 石墨转化为金刚石吸收能量，则石墨能量低，根据能量越低越稳定，因此石墨比金刚石稳定，故 A 错误；

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° ，因此碳碳 σ 键的键角不相同，故 B 错误；

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，1mol 金刚石有 2mol 碳碳 σ 键，1mol 石墨有 1.5mol 碳碳 σ 键，因此等质量的石墨和金刚石中，碳碳 σ 键数目之比为 3:4，故 C 错误；

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，故 D 正确。

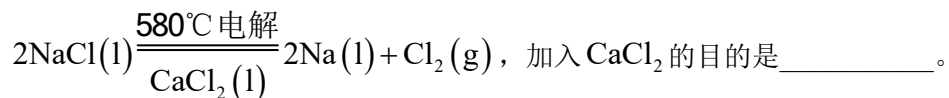
综上所述，答案为 D。

第 II 卷

13. 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：

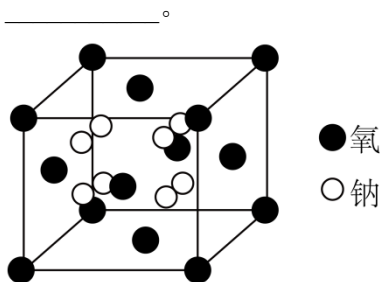


(3) Na_2O_2 的电子式为_____。在 25°C 和 101kPa 时，Na 与 O_2 反应生成 1mol Na_2O_2 放热 510.9kJ ，写出该反应的热化学方程式：_____。

(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下图，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 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ， $1\text{mol Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 经充分加热得到 Na_2CO_3 的质量为_____g。

【答案】(1) $\begin{array}{|c|} \hline \uparrow \\ \hline 3s \\ \hline \end{array}$ (或 $\begin{array}{|c|} \hline 3s \\ \hline \uparrow \\ \hline \end{array}$) (2) 作助熔剂，降低 NaCl 的熔点，节省能耗

(3) ①. $\text{Na}^+[:\ddot{\text{O}}:\ddot{\text{O}}:]^{2-}\text{Na}^+$ ②. $2\text{Na}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) = \text{Na}_2\text{O}_2(\text{s}) \quad \Delta H = -510.9\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

(4) ①. c ②. a

(5) Na_2O

(6) 159

【解析】

【小问 1 详解】

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 $\begin{array}{|c|} \hline \uparrow \\ \hline 3s \\ \hline \end{array}$ (或 $\begin{array}{|c|} \hline 3s \\ \hline \uparrow \\ \hline \end{array}$)；故答案为： $\begin{array}{|c|} \hline \uparrow \\ \hline 3s \\ \hline \end{array}$ (或

$\begin{array}{|c|} \hline 3s \\ \hline \uparrow \\ \hline \end{array}$)。

【小问 2 详解】

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：

$2\text{NaCl}(\text{l}) \xrightarrow[\text{CaCl}_2(\text{l})]{580^\circ\text{C 电解}} 2\text{Na}(\text{l}) + \text{Cl}_2(\text{g})$ ，电解时温度降低了即熔点降低了，说明加入 CaCl_2 的目的是作

助熔剂，降低 NaCl 的熔点，节省能耗；故答案为：作助熔剂，降低 NaCl 的熔点，节省能耗。

【小问 3 详解】

Na_2O_2 含有钠离子和过氧根离子，其电子式为 $\text{Na}^+[:\ddot{\text{O}}:\ddot{\text{O}}:]^{2-}\text{Na}^+$ 。在 25°C 和 101kPa 时，Na 与 O_2 反应

生成 $1\text{mol Na}_2\text{O}_2$ 放热 510.9kJ ，则该反应的热化学方程式： $2\text{Na}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) = \text{Na}_2\text{O}_2(\text{s})$

$\Delta H = -510.9\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ；故答案为： $\text{Na}^+[\text{:}\ddot{\text{O}}\text{:}\ddot{\text{O}}\text{:}]^{2-}\text{Na}^+$ ； $2\text{Na}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) = \text{Na}_2\text{O}_2(\text{s})$

$\Delta H = -510.9\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。

【小问 4 详解】

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，因此要用氢氧化钠除掉二氧化碳，用浓硫酸除掉水蒸气，一般最后除掉水蒸气，因此空气与熔融金属 Na 反应前需依次通过 NaOH 溶液、浓硫酸；故答案为：c；b。

【小问 5 详解】

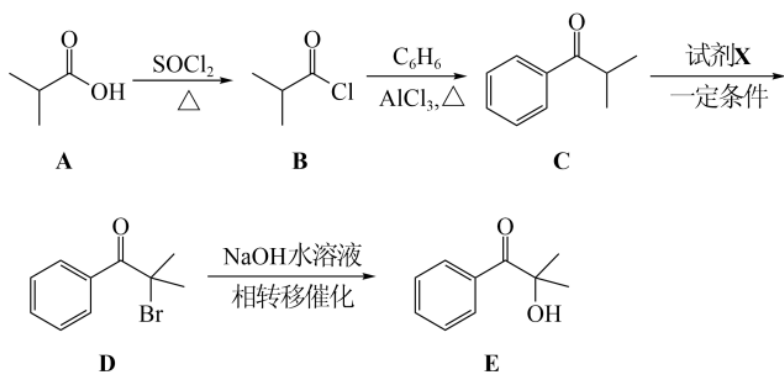
钠的某氧化物晶胞如下图，图中所示钠离子全部位于晶胞内，则晶胞中有 8 个钠，氧有 $8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$ 个，钠氧个数比为 2：1，则该氧化物的化学式为 Na_2O ；故答案为： Na_2O 。

【小问 6 详解】

$2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ，因此 $1\text{mol Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 经充分加热得到 1.5mol

Na_2CO_3 ，其质量为 $1.5\text{mol} \times 106\text{g}\cdot\text{mol}^{-1} = 159\text{g}$ ；故答案为：159。

14. 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，按如图路线合成：

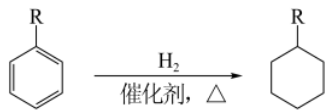


回答下列问题：

- 写出化合物 E 的分子式：_____，其含氧官能团名称为_____。
- 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：_____。
- 为实现 C→D 的转化，试剂 X 为_____ (填序号)。
a. HBr b. NaBr c. Br_2
- D→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: _____。

(6) 已知:  R=烷基或羧基

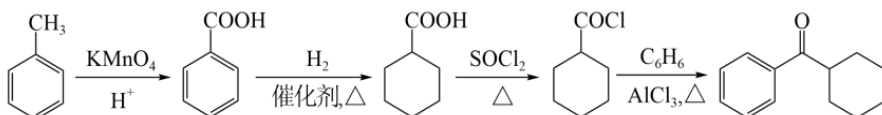
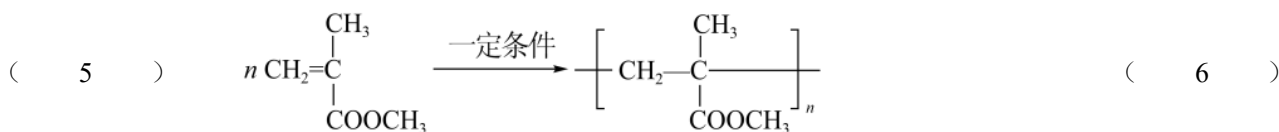
参照以上合成路线和条件, 利用甲苯和苯及必要的无机试剂, 在方框中完成制备化合物 F 的合成路线。



【答案】(1) ①. $\text{C}_{10}\text{H}_{12}\text{O}_2$ ②. 酮羰基、羟基

(2) ①. 2-甲基丙酸 ②. 4 ③. $\text{HCOOCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$

(3) c (4) 取代反应(或水解反应)



【解析】

【分析】A 和 SOCl_2 在加热条件下发生取代反应生成 B, B 和苯在催化剂加热条件下发生取代反应生成 C, C 在一定条件下发生取代反应生成 D, D 水解生成 E。

【小问 1 详解】

根据化合物 E 的结构简式得到 E 的分子式: $\text{C}_{10}\text{H}_{12}\text{O}_2$, 其含氧官能团名称为酮羰基、羟基; 故答案为:

$\text{C}_{10}\text{H}_{12}\text{O}_2$; 酮羰基、羟基。

【小问 2 详解】

A 主链由 3 个碳原子, 属于羧酸, 因此用系统命名法对 A 命名: 2-甲基丙酸; 在异丁酸的同分异构体中, 属于酯类的化合物有 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOCH}_3$ 、 $\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3$ 、 $\text{HCOOCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ 、 $\text{HCOOCH}_2(\text{CH}_3)_2$ 共 4 种, 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: $\text{HCOOCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$; 故答案为: 2-甲基丙酸; 4; $\text{HCOOCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ 。

【小问 3 详解】

为实现 C→D 的转化，取代的是烷基上的氢原子，则需要在光照条件下和溴蒸汽反应，因此试剂 X 为 Br₂；故答案为：c。

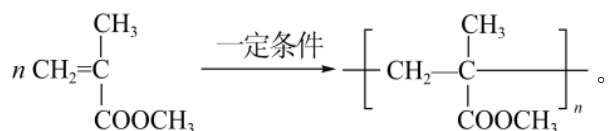
【小问 4 详解】

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)；故答案为：取代反应(或水解反应)。

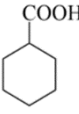
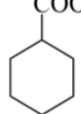
【小问 5 详解】

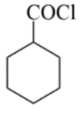
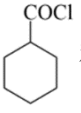
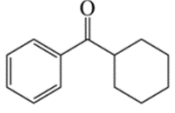
在紫外光照射下，少量化合物 E 能引发甲基丙烯酸甲酯($\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{COOCH}_3$)快速聚合，生成高聚物，则

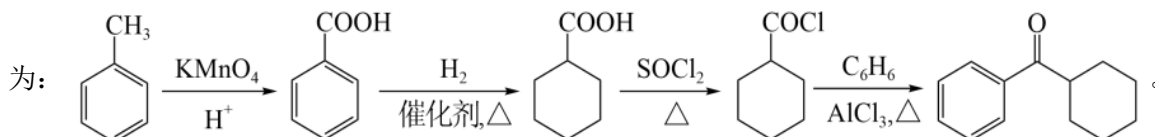
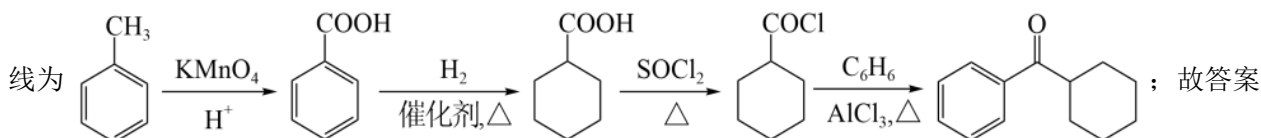
该聚合反应的方程式： $n \text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{COOCH}_3 \xrightarrow{\text{一定条件}} \left[\text{CH}_2-\text{C}(\text{CH}_3)(\text{COOCH}_3) \right]_n$ ；故答案为：



【小问 6 详解】

甲苯在酸性高锰酸钾溶液条件下被氧化为苯甲酸，苯甲酸和氢气在催化剂作用下生成 ， 和

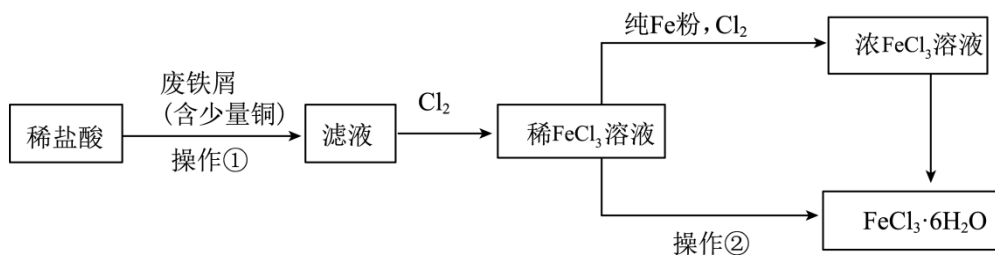
SOCl₂ 在加热条件下反应生成 ， 和苯在催化剂加热条件下反应生成 ，其合成路



15. 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. FeCl₃·6H₂O 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_____。

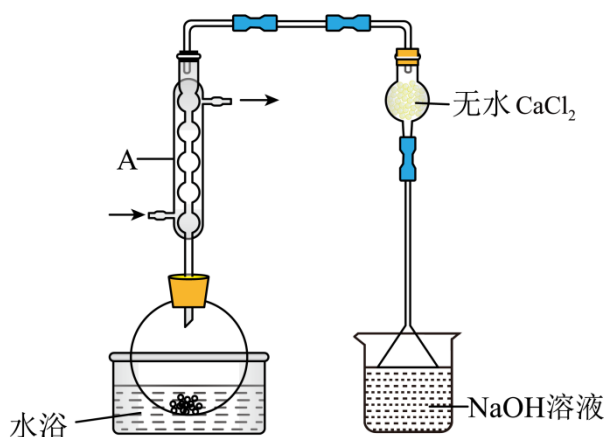
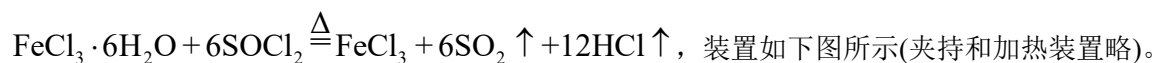
(3) 检验 FeCl_3 溶液中是否残留 Fe^{2+} 的试剂是_____。

(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. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

【答案】 (1) ①. 不再有气泡产生 ②. Fe、Cu 在稀盐酸中形成原电池，加快反应速率

(2) 漏斗、玻璃棒 (3) $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 溶液

(4) $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} = 3\text{Fe}^{2+}$ 、 $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$

(5) 在 HCl 气流中蒸发浓缩、冷却结晶，过滤、洗涤、干燥得到 $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 晶体

(6) ①. 球形冷凝管 ②. 冷凝回流 SOCl_2 ③. 吸收 SO_2 、 HCl 等尾气，防止污染

(7) 碱石灰与 SO_2 、 HCl 气体反应，失去干燥作用

(8) a

【解析】

【分析】稀盐酸中加入废铁屑，不断反应，铜不与盐酸反应，过滤，向滤液中通入氯气反应生成氯化铁，稀氯化铁溶液再加入铁反应生成氯化亚铁，氯化亚铁和氯气反应生成氯化铁，浓氯化铁溶液制备 $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ，稀氯化铁溶液在 HCl 气流中蒸发浓缩、冷却结晶，过滤、洗涤、干燥得到 $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 晶体。将 $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 与液体 SOCl_2 混合并加热来制备无水 FeCl_3 。

【小问 1 详解】

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；故答案为：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。

【小问 2 详解】

操作①是过滤，所必需的玻璃仪器中，除烧杯外还有玻璃棒、漏斗；故答案为：漏斗、玻璃棒。

【小问 3 详解】

铁离子和 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 溶液反应生成蓝色沉淀，因此检验 FeCl_3 溶液中是否残留 Fe^{2+} 的试剂是 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 溶液；故答案为： $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 溶液。

【小问 4 详解】

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 ，先是铁和铁离子反应生成亚铁离子，再是亚铁离子被氯气氧化为铁离子，此过程中发生的主要反应的离子方程式为 $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} = 3\text{Fe}^{2+}$ 、 $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$ ；故答案为： $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} = 3\text{Fe}^{2+}$ 、 $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$ 。

【小问 5 详解】

操作②是氯化铁溶液到 $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 晶体，由于铁离子加热时要发生水解生成氢氧化铁，因此在整个过

程中要通入 HCl 气体防止铁离子水解，其操作过程为 $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 晶体；故答案为：在 HCl 气流中蒸发浓缩、冷却结晶，过滤、洗涤、干燥得到 $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 晶体。

【小问 6 详解】

根据图中信息得到仪器 A 的名称为球形干燥管，由于 SOCl_2 沸点为 77°C ，为充分利用 SOCl_2 ，不能使其逸出，因此球形冷凝管的作用为冷凝回流 SOCl_2 。由于二氧化硫、HCl 会逸出污染环境，因此 NaOH 溶液的作用是吸收 SO_2 、HCl 等尾气，防止污染；故答案为：球形干燥管；冷凝回流 SOCl_2 ；吸收 SO_2 、HCl 等尾气，防止污染。

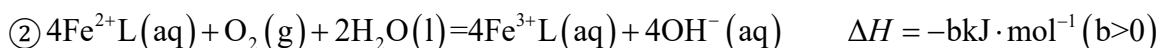
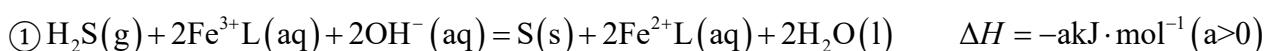
【小问 7 详解】

无水 CaCl_2 的作用是干燥气体，不是与二氧化硫、HCl 气体反应，干燥管中无水 CaCl_2 不能换成碱石灰，原因是碱石灰与 SO_2 、HCl 气体反应，失去干燥作用；故答案为：碱石灰与 SO_2 、HCl 气体反应，失去干燥作用。

【小问 8 详解】

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；故答案为：a。

16. 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_____。1mol $\text{H}_2\text{S}(\text{g})$ 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”)。

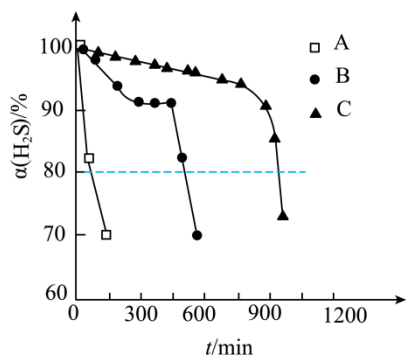


图1

(3) H_2S 的电离方程式为_____。25°C时, H_2S 溶液中 H_2S 、 HS^- 、 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+} 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°C 时, FeS 的 K_{sp} 为 6.0×10^{-18})。

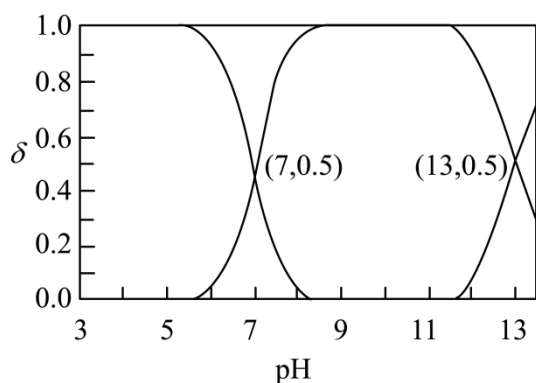


图2

【答案】(1) ①. $2\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{Fe}^{3+}/\text{L}} 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{S} \downarrow$ (或 $2\text{H}_2\text{S}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \xrightarrow{\text{Fe}^{3+}/\text{L}(\text{aq})} 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 2\text{S}(\text{s})$)

②. 放出 $(a + \frac{b}{2}) \text{ kJ}$ 热量 ③. 作催化剂或降低反应活化能

(2) A (3) ①. $\text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{HS}^-$ 或 $\text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HS}^-$ ②. 1.0×10^{-7} ③.

1.0×10^{-13} ④. 8

【解析】

【小问 1 详解】

将第一个方程式 2 倍加上第二个方程式得到该工艺的总反应方程式为 $2\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{Fe}^{3+}/\text{L}} 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{S} \downarrow$ (或

$2\text{H}_2\text{S}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \xrightarrow{\text{Fe}^{3+}\text{L}(\text{aq})} 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 2\text{S}(\text{s})$ ，该反应的热化学方程式

$2\text{H}_2\text{S}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \xrightarrow{\text{Fe}^{3+}\text{L}(\text{aq})} 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 2\text{S}(\text{s}) \Delta H = -(2a+b)\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ，因此 $1\text{mol H}_2\text{S}(\text{g})$ 发生该反

应的热量变化为放出 $(a+\frac{b}{2})\text{kJ}$ 热量， Fe^{3+}L 参与了化学反应，但反应前后量没有改变，因此 Fe^{3+}L 在总反

应中的作用是作催化剂或降低反应活化能；故答案为： $2\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{Fe}^{3+}\text{L}} 2\text{H}_2\text{O} + \text{S}\downarrow$ (或

$2\text{H}_2\text{S}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \xrightarrow{\text{Fe}^{3+}\text{L}(\text{aq})} 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 2\text{S}(\text{s})$); 放出 $(a+\frac{b}{2})\text{kJ}$ 热量；作催化剂或降低反应活化能。

【小问 2 详解】

根据图中信息以 $\alpha(\text{H}_2\text{S})$ 由 100% 降至 80% 所持续的时间来评价铁配合物的脱硫效率，A 持续时间最短，

说明 A 的脱硫效率最高，因此结果最好的 A；故答案为：A。

【小问 3 详解】

H_2S 是二元弱酸，其电离是一步一步电离，主要以第一步电离为主，因此其电离方程式为

$\text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{HS}^-$ 或 $\text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HS}^-$ ；根据题意 $\text{pH}=7$ 时 H_2S 、 HS^- 的所占分数相等，因此

H_2S 的 $K_{a1} = \frac{c(\text{HS}^-) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{H}_2\text{S})} = c(\text{H}^+) = 1.0 \times 10^{-7}$ ， $\text{pH}=13$ 时 HS^- 、 S^{2-} 的所占分数相等，则

$K_{a2} = \frac{c(\text{S}^{2-}) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{HS}^-)} = c(\text{H}^+) = 1.0 \times 10^{-13}$ 。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 $c(\text{Fe}^{2+}) = 1.0 \times 10^{-5} \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，根据

$K_{sp} = c(\text{Fe}^{2+}) \cdot c(\text{S}^{2-}) = 1.0 \times 10^{-5} \times c(\text{S}^{2-}) = 6.0 \times 10^{-18}$ 得到 $c(\text{S}^{2-}) = 6.0 \times 10^{-13} \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，根据

$c(\text{H}_2\text{S}) = 6.0 \times 10^{-9} \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 和 $K_{a1} \cdot K_{a2} = \frac{c(\text{S}^{2-}) \cdot c^2(\text{H}^+)}{c(\text{H}_2\text{S})} = \frac{6.0 \times 10^{-13} \times c^2(\text{H}^+)}{6.0 \times 10^{-9}} = 1.0 \times 10^{-20}$ ，得到

$c(\text{H}^+) = 1.0 \times 10^{-8} \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ， $\text{pH}=8$ ，因此为避免有 FeS 沉淀生成，应控制溶液 pH 不大于 8；故答案为：

$\text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{HS}^-$ 或 $\text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HS}^-$ ； 1.0×10^{-7} ； 1.0×10^{-13} ；8。

