

2024 年海南省普通高中学业水平选择性考试

化学

注意事项:

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

可能用到的相对原子质量：H-1 Li-7 O-16 Cl-35.5 K-39 Mn-55 Fe-56 Cu-64 Zn-65

一、选择题：本题共 8 小题，每小题 2 分，共 16 分。在每小题给出的四个选项中，只有一项是符合题目要求的。

1. 化学为实现社会可持续发展贡献巨大。下列说法错误的是
- A. 以竹代塑，可减少白色污染
- B. 使用人工合成杀虫剂，对环境无影响
- C. 无纸化办公，可减少人工合成油墨的使用
- D. 使用无磷洗涤剂，可减少水体污染

【答案】B

【解析】

- 【详解】A. 利用可降解的竹子替代普通塑料，减少塑料的使用，可防止白色污染，故 A 正确；
- B. 人工合成杀虫剂具有一定毒性，会对环境造成一定影响，故 B 错误；
- C. 无纸化办公，减少了打印机中人工合成的油墨使用，故 C 正确；
- D. 含磷洗涤剂会导致水的富营养化，从而导致赤潮、水华等污染，使用无磷洗涤剂，可减少水体污染，故 D 正确；
- 故选 B。

2. 下列包装标签上的安全标识与试剂对应正确的是

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

			
丁烷	葡萄糖	浓硫酸	氯化钡

A. A

B. B

C. C

D. D

【答案】A

【解析】

【详解】A. 丁烷易燃，属于易燃气体，故 A 正确；

B. 葡萄糖没有腐蚀性，不属于腐蚀类物质，故 B 错误；

C. 浓硫酸是硫酸浓度很大的水溶液，不属于加压气体，故 C 错误；

D. 氯化钡的性质稳定，没有爆炸性，不属于爆炸类物质，故 D 错误；

故选 A。

3. 高分子物质与我们生活息息相关。下列说法错误的是

A. 糖原(成分类似于淀粉)可转化为葡萄糖

B. 聚合物 $\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—}$ _n是 $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ 的加聚物

C. 畜禽毛羽(主要成分为角蛋白)完全水解可以得到氨基酸

D. 聚合物 $\text{HO—CO(CH}_2\text{)}_4\text{COOCH}_2\text{CH}_2\text{O—}$ _n H 的单体是 $\text{HOOC(CH}_2\text{)}_4\text{COOH}$ 和 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$

【答案】D

【解析】

【详解】A. 成分类似于淀粉的糖原一定条件下能发生水解反应最终生成葡萄糖，故 A 正确，

B. 乙烯分子中含有碳碳双键，一定条件下能发生加聚反应生成高聚物聚乙烯，故 B 正确；

C. 畜禽毛羽的主要成分为角蛋白，一定条件下能完全水解生成氨基酸，故 C 正确；

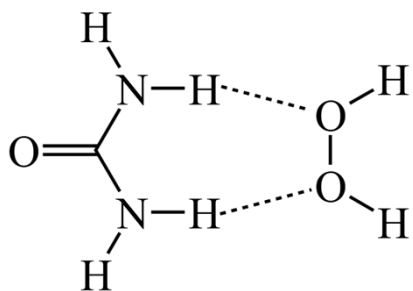
D. 由结构简式可知，聚合物 $\text{HO—CO(CH}_2\text{)}_4\text{COOCH}_2\text{CH}_2\text{O—}$ _n H 的单体是 $\text{HOOC(CH}_2\text{)}_4\text{COOH}$ 和

$\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ ，故 D 错误；

故选 D。

4. 过氧化脒 $[\text{CO(NH}_2\text{)}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}_2]$ 是一种常用的消毒剂，可由过氧化氢(H_2O_2)和脒 $[\text{CO(NH}_2\text{)}_2]$ 加合而

成，代表性结构如图所示。下列关于过氧化脲的说法正确的是



- A. 所有原子处于同一平面
 B. 氧的化合价均为-2 价
 C. 杀菌能力源于其氧化性
 D. 所有共价键均为极性键

【答案】C

【解析】

【详解】A. 由题干物质结构式可知，分子中含有 sp^3 杂化的 N 原子，故不可能所有原子处于同一平面，A 错误；

B. 由题干物质结构式可知，分子中存在过氧键，其中 O 的化合价为-1 价，其余氧的化合价为-2 价，B 错误；

C. 由题干物质结构式可知，分子中存在过氧键，具有强氧化性，能使蛋白质变质，则杀菌能力源于其氧化性，C 正确；

D. 由题干物质结构式可知，分子中存在过氧键，过氧键为非极性键，其余共价键均为极性键，D 错误；
 故答案为：C。

5. 下列化学应用实例与方程式不匹配的是

选项	应用实例	方程式
A	海上油气 1 工平台海葵一号的钢壳外壁铺装锌锭减缓腐蚀	$Zn^{2+}(aq) + 2e^- = Zn(s)$
B	用硫磺粉减少破损水银体温计洒落的 Hg 的危害	$Hg(l) + S(s) = HgS(s)$
C	用浓 $Na_2S_2O_3$ 溶液洗除实验服上的黑色银斑	$4Ag(s) + 8S_2O_3^{2-}(aq) + O_2(g) + 2H_2O(l) = 4[Ag(S_2O_3)_2]^{3-}(aq) + 4OH^-(aq)$

D	烘焙糕点时，以食品级 NH_4HCO_3 作膨松剂	$\text{NH}_4\text{HCO}_3(\text{aq}) \triangleq \text{NH}_3(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
---	--	--

A. A

B. B

C. C

D. D

【答案】A

【解析】

【详解】A. 海上油气 1 工平台海葵一号的钢壳外壁铺装锌锭能减缓腐蚀是因为金属性强于铁的锌做原电池的负极，锌失去电子发生氧化反应生成锌离子被损耗，电极反应式为 $\text{Zn}(\text{s}) - 2\text{e}^- = \text{Zn}^{2+}(\text{aq})$ ，故 A 错误；

B. 用硫磺粉减少破损水银体温计洒落的汞的危害是因为硫能与汞反应生成硫化汞，减少汞挥发产生蒸气而污染环境，反应的化学方程式为 $\text{Hg}(\text{l}) + \text{S}(\text{s}) = \text{HgS}(\text{s})$ ，故 B 正确；

C. 用浓硫代硫酸钠溶液洗除实验服上的黑色银斑是因为银与能与含有硫代硫酸根离子的溶液和氧气反应生成二硫代硫酸根合银离子和氢氧根离子，反应的离子方程式为



D. 烘焙糕点时，以食品级碳酸氢铵作膨松剂是因为碳酸氢铵受热分解生成的氨气和二氧化碳能使食品疏松多孔，反应的化学方程式为 $\text{NH}_4\text{HCO}_3(\text{aq}) \triangleq \text{NH}_3(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ ，故 D 正确；

故选 A。

6. N_A 代表阿伏加德罗常数的值。下列说法正确的是

A. 2.2g 超重水($^3\text{H}_2\text{O}$)所含的电子数目为 N_A

B. 1L 0.1mol·L⁻¹ NaClO 溶液中 ClO⁻ 的数目为 0.1 N_A

C. 过量 C 与 1mol SiO₂ 充分反应转移电子数目为 3 N_A

D. 1mol Cl₂ 与足量 CH₄ 发生取代反应生成 HCl 分子的数目为 2 N_A

【答案】A

【解析】

【详解】A. 2.2g 超重水($^3\text{H}_2\text{O}$ 为 $\frac{2.2\text{g}}{22\text{g/mol}} = 0.1\text{mol}$)所含的电子为 $0.1\text{mol} \times 10 = 1\text{mol}$ ，电子数目为 N_A ，A

正确；

B. 次氯酸根离子为弱酸根离子，水溶液中部分水解生成次氯酸和氢氧根离子，故 $1\text{L } 0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{NaClO}$ 溶液中 ClO^- 的数目小于 $0.1N_A$ ，B 错误；

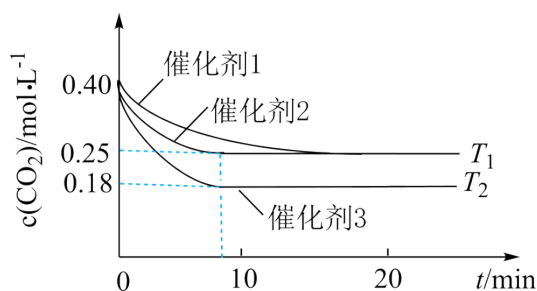
C. 过量 C 与 1mol SiO_2 充分生成硅单质和 CO，硅化合价由 +4 变为 0，则反应转移电子数目为 $4N_A$ ，C 错误；

D. 甲烷与氯气发生取代反应为连锁反应，同时得到四种氯代产物和 HCl，结合氯守恒， 1mol Cl_2 与足量 CH_4 发生取代反应生成 HCl 分子的数目为 N_A ，D 错误；

故选 A。

7. 已知 298K ， 101kPa 时， $\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \Delta H = -49.5\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。该反应在密闭的刚性容器中分别于 T_1 、 T_2 温度下进行， CO_2 的初始浓度为 $0.4\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ， $c(\text{CO}_2) - t$ 关系如图所示。

下列说法错误的是



A. $T_1 > T_2$

B. T_1 下反应达到平衡时 $c(\text{CH}_3\text{OH}) = 0.15\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$

C. 使用催化剂 1 的反应活化能比催化剂 2 的大

D. 使用催化剂 2 和催化剂 3 的反应历程相同

【答案】D

【解析】

【详解】A. 由题干图像信息可知，平衡时 CO_2 的浓度 T_1 温度下比 T_2 温度下的大，即 T_1 到 T_2 平衡正向移动，而结合题干方程式可知，该反应正反应是一个放热反应，即降低温度平衡才是正向移动，即 $T_1 > T_2$ ，A 正确；

B. 由题干图像信息可知， T_1 温度下达到平衡时 CO_2 的浓度为 0.25mol/L ，即 CO_2 的浓度改变量为： $0.40\text{mol/L} - 0.25\text{mol/L} = 0.15\text{mol}$ ，结合变化量之比等于化学计量系数之比可知， T_1 下反应达到平衡时 $c(\text{CH}_3\text{OH}) = 0.15\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，B 正确；

C. 由题干图像信息可知，在温度均为 T_1 时，使用催化剂 1 达到平衡所需要的时间比催化剂 2 更长即催化剂 1 时的反应速率比催化剂 2 的更慢，说明使用催化剂 1 的反应活化能比催化剂 2 的大，C 正确；

D. 由题干信息可知，催化剂 2 和催化剂 3 分别在不同温度下达到平衡所需要的时间不同，说明使用催化剂 2 和催化剂 3 的反应历程不相同，D 错误；

故答案为：D。

8. 已知 $298\text{K}, 101\text{kPa}$ 时， $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ $\Delta H = -571.6\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ， H_2 的临界温度(能够液化的最高温度)为 32.98K ，下列说法错误的是

A. 氢气燃烧热 $\Delta H = -285.8\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

B. 题述条件下 2mol H_2 和 1mol O_2 ，在燃料电池中完全反应，电功+放热量 = 571.6kJ

C. 氢能利用的关键技术在于安全储存与运输

D. 不同电极材料电解水所需电压不同，产生 $2\text{g H}_2(\text{g})$ 消耗的电功相同

【答案】D

【解析】

【详解】A. 氢气燃烧热为 1mol 氢气完全燃烧生成液态水放出的热量，则由热化学方程式可知，氢气燃烧热 $\Delta H = -571.6\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \times \frac{1}{2} = -285.8\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ，故 A 正确；

B. 由题意可知，氢氧燃料电池中化学能转化为热能和电能，由能量守恒定律可知， 2mol H_2 和 1mol O_2 ，在燃料电池中完全反应，电功+放热量 = 571.6kJ ，故 B 正确；

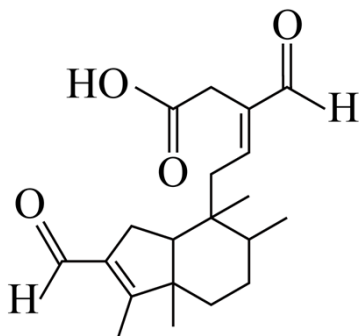
C. 氢气是易燃易爆的气体，难于安全储存与运输，所以氢能利用的关键技术在于安全储存与运输，故 C 正确；

D. 不同电极材料电解水所需电压不同，说明所需的电流不同，所以产生 2g 氢气所需时间不同，消耗的电功不同，故 D 错误；

故选 D。

二、选择题：本题共 6 小题，每小题 4 分，共 24 分。每小题有一个或两个选项符合题意。若正确答案只包括一个选项，多选得 0 分；若正确答案包括两个选项，只选一个且正确得 2 分，选两个且都正确得 4 分，但只要选错一个就得 0 分。

9. 海南暗罗是一种药用植物，具有抗菌、抗肿瘤活性。从中提取的一种生物活性物质结构简式如图所示。下列关于该分子说法正确的是

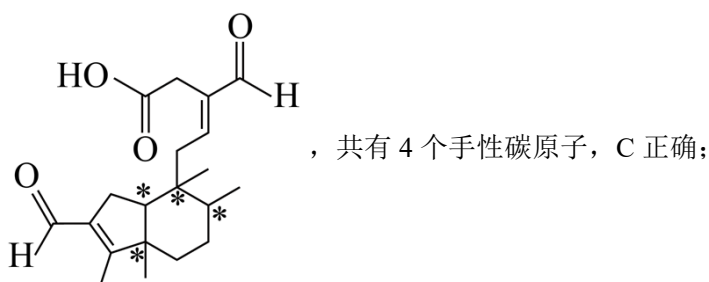


- A. 能使酸性高锰酸钾溶液褪色
 B. 分子式为 $C_{19}H_{28}O_4$
 C. 含有 4 个手性碳原子
 D. 预测在不同溶剂中的溶解度 $S: S_{\text{环己烷}} > S_{\text{乙醇}}$

【答案】AC

【解析】

- 【详解】A. 根据结构，该有机物含有碳碳双键、醛基，能使酸性高锰酸钾溶液褪色，A 正确；
 B. 根据结构，该有机物的分子式为 $C_{20}H_{28}O_4$ ，B 错误；
 C. 连有 4 个不同基团的饱和碳原子是手性碳原子，因此化合物含有的手性碳原子如图



- D. 该有机物为极性分子，环己烷为非极性分子，乙醇为极性分子，根据“相似相溶”原理，该有机物在乙醇中的溶解度大于在环己烷中的溶解度，D 错误；
 答案选 AC。

10. 根据下列实验及现象，所得结论错误的是

选项	实验及现象	结论
A	将 SO_2 通入溴水至过量，溶液的橙色褪去	SO_2 有漂白性
B	自热米饭附带的热源包(主要成分 CaO ，少许 Na_2CO_3 、Al 粉)加水后，未产生气体	Al 粉已经变质

C	CuCl_2 浓溶液呈黄绿色，加水稀释后溶液呈蓝色	配体 H_2O 、 Cl^- 与 Cu^{2+} 间存在配位平衡移动
D	淀粉-KI 试纸遇 $\text{FeCl}_3 - \text{NH}_4\text{HF}_2$ 的混合液不变色	$[\text{FeF}_6]^{3-}$ 配离子氧化能力弱

A. A

B. B

C. C

D. D

【答案】A

【解析】

【详解】A. 二氧化硫与溴水发生氧化还原反应，二氧化硫表现还原性，故 A 错误；

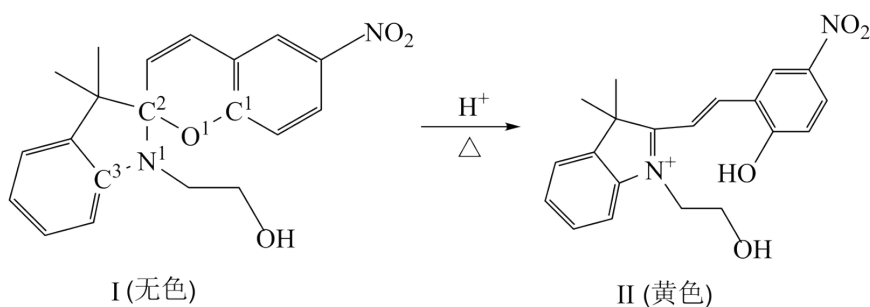
B. 热源包(主要成分 CaO ，少许 Na_2CO_3 、Al 粉)加水后，未产生气体，可能是 Al 粉被氧化为氧化铝，故 B 正确；

C. CuCl_2 浓溶液中存在平衡： $[\text{CuCl}_4]^{2-}$ (黄色)+ $4\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons [\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}+4\text{Cl}^-$ ，加水稀释后溶液呈蓝色，是因为上述平衡向右发生移动，故 C 正确；

D. $\text{FeCl}_3 - \text{NH}_4\text{HF}_2$ 的混合液会形成 $[\text{FeF}_6]^{3-}$ 配离子， $[\text{FeF}_6]^{3-}$ 的氧化能力小于 Fe^{3+} ，故遇淀粉-KI 试纸不变蓝色，故 D 正确；

答案选 A。

11. 某温控质子驱动反应如图所示，下列说法错误的是



A. I 转化为 II 后， $\text{N}^1 - \text{C}^2$ 键长变短

B. 基态 N^+ 离子的核外电子排式为 $1s^2 2s^2 2p^3$

C. I 具备在热敏指示剂方面的应用前景

D. 加热时，I 的 O^1 与 H^+ 结合， $\text{O}^1 - \text{C}^1$ 键断开

【答案】BD

【解析】

【详解】A. 由图可知，化合物 I 中碳氮单键转化为 II 中碳氮双键，所以 I 转化为 II 后， $\text{N}^1 - \text{C}^2$ 键长变短，故 A 正确；

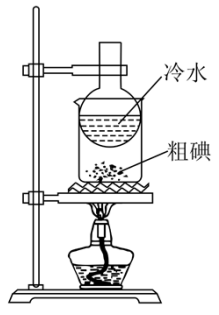
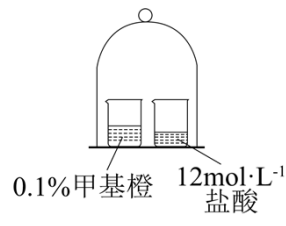
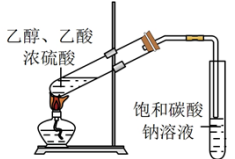
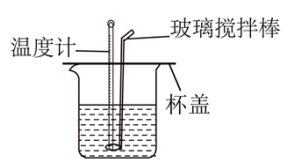
B. 氮元素的原子序数为7，基态 N^+ 离子的核外电子排式为 $1s^2 2s^2 2p^2$ ，故 B 错误；

C. 由图可知，I 与氢离子共热反应生成 II，说明 I 具备热敏性，在热敏指示剂方面的应用前景，故 C 正确；

D. 由图可知，加热时，I 的 O^1 与 H^+ 结合， $O^1 - C^2$ 键断开，故 D 错误；

故选 BD。

12. 下列实验装置或操作不能达到实验目的的是

选项	A	B
目的	提纯含砂的粗碘	观察气体扩散现象
装置或操作		
选项	C	D
目的	制取少量乙酸乙酯	测定中和反应的反应热
装置或操作		

A. A

B. B

C. C

D. D

【答案】D

【解析】

【详解】A. 碘易升华，加热可使碘固体升华成为碘蒸气，碘蒸气遇到冷的容器，又凝华成为碘固体，该装置可以提纯粗碘，A 不符合题意；

B. 该装置中盐酸易挥发，挥发出的 HCl 气体遇到甲基橙溶液，会使甲基橙溶液变色，故该装置可观察气体扩散现象，B 不符合题意；

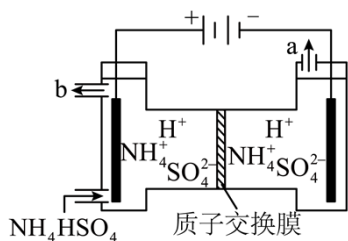
C. 实验室用乙醇和乙酸以及浓硫酸在加热条件下制取乙酸乙酯，乙酸乙酯在饱和碳酸钠中的溶解度很小，可以通入饱和碳酸钠溶液来收集，导管要伸到溶液的上方，该装置可用来制取乙酸乙酯，C 不符合题

意；

D. 该装置是开放装置，与外界存在热交换，不能进行中和反应反应热的测定，D 符合题意；

故选 D。

13. 电解 NH_4HSO_4 溶液得到 $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ ，是早期制备 H_2O_2 的重要步骤。某实验装置如图所示。电解过程流出液 b 中混有少量气泡。下列说法错误的是



A. 电解过程中阴极区的 SO_4^{2-} 不断迁移到阳极区

B. 图中 a 代表 H_2

C. 回路中通过 1mol 电子产生 $0.5\text{mol}(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$

D. SO_4^{2-} 氧化成 $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ 的电极反应为 $2\text{SO}_4^{2-} - 2\text{e}^- = \text{S}_2\text{O}_8^{2-}$

【答案】AC

【解析】

【分析】由实验装置图可知，与电源正极相连为电极为阳极，电极反应式为 $2\text{SO}_4^{2-} - 2\text{e}^- = \text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ ，电解过程流出液 b 中混有少量气泡，发生副反应 $2\text{H}_2\text{O} - 2\text{e}^- = \text{O}_2 \uparrow + 4\text{H}^+$ ，与电源负极相连的电极为阴极，电极反应式为 $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow$ 。

【详解】A. 由分析可知，阴离子向阳极移动，但是硫酸根不能通过质子交换膜，则硫酸根不能从阴极区迁移到阳极区，A 错误；

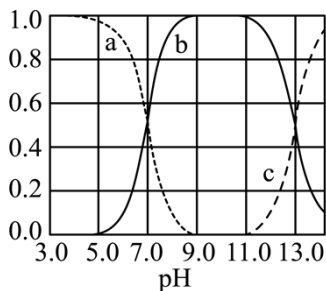
B. 由分析可知，阴极区产生氢气，则 a 为氢气，B 正确；

C. 由于阳极区存在副反应，则当回路中通过 1mol 电子产生的 $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ 小于 0.5mol ，C 错误；

D. 由分析可知，阳极区发生反应氧化反应 $2\text{SO}_4^{2-} - 2\text{e}^- = \text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ ，D 正确；

故选 AC。

14. H_2S 在生态系统的硫循环中不可或缺。298K,101kPa 时，水溶液中 -2 价 S 不同形态的分布分数如图所示，下列说法正确的是



- A. 线 a 表示 HS^- 的分布分数
- B. 298K 时, Na_2S 的 $\text{pK}_{\text{b}2}$ 约为 7.0
- C. $1.0\text{L } 1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 NaOH 溶液吸收 $\text{H}_2\text{S}(\text{g})$ 的量大于 1mol
- D. 可以向燃气中掺入微量 $\text{H}_2\text{S}(\text{g})$ 以示警燃气泄漏

【答案】BC

【解析】

【分析】氢硫酸是二元弱酸, 在溶液中分步电离, 溶液 pH 增大, 溶液中氢硫酸的浓度减小, HS^- 的浓度先增大后减小, S^{2-} 的浓度先不变后增大, 则曲线 a、b、c 分别表示氢硫酸、 HS^- 、 S^{2-} 的分布分数; 由图可知, 溶液中氢硫酸的浓度与 HS^- 的浓度相等时, 溶液 pH 为 7, 由电离常数 $K_{\text{a}1}(\text{H}_2\text{S}) = \frac{c(\text{HS}^-)c(\text{H}^+)}{c(\text{H}_2\text{S})}$ 可知, 电离常数 $K_{\text{a}1}(\text{H}_2\text{S}) = c(\text{H}^+) = 1 \times 10^{-7}$ 。

【详解】A. 由分析可知, 曲线 a、b、c 分别表示氢硫酸、 HS^- 、 S^{2-} 的分布分数, 故 A 错误;

B. 由分析可知, 电离常数 $K_{\text{a}1}(\text{H}_2\text{S}) = c(\text{H}^+) = 1 \times 10^{-7}$, 则硫化钠的 $K_{\text{b}2} = \frac{c(\text{H}_2\text{S})c(\text{OH}^-)}{c(\text{HS}^-)} = \frac{K_{\text{w}}}{K_{\text{a}1}} = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{1.0 \times 10^{-7}}$

$= 1 \times 10^{-7}$, 则 $\text{PK}_{\text{b}2}$ 约为 7, 故 B 正确;

C. 氢氧化钠溶液与过量的硫化氢反应生成硫化钠, 则 $1.0\text{L } 1\text{mol/L}$ 的氢氧化钠溶液能与 1mol 硫化氢气体反应, 由于硫化氢气体溶于水, 所以 $1.0\text{L } 1\text{mol/L}$ 的氢氧化钠溶液吸收硫化氢气体的物质的量大于 1mol , 故 C 正确;

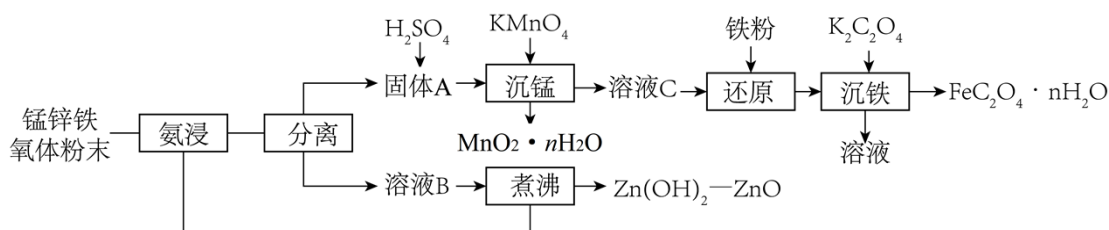
D. 硫化氢气体有毒, 所以不能向燃气中掺入微量硫化氢气体以示警燃气泄漏, 否则燃气泄漏时可能发生意外事故, 故 D 错误;

故选 BC。

三、非选择题: 共 5 题, 共 60 分。

15. 锰锌铁氧体($\text{Mn}_x\text{Zn}_{1-y}\text{Fe}_2\text{O}_4$)元件是电子线路中的基础组成部分。某实验室利用废弃电子产品中的锰

锰锌铁氧体制备 MnO_2 、 ZnO 和 $\text{FeC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ，可用于电池，催化剂等行业，其工艺流程如下：



回答问题：

- (1) 氨浸的作用是将_____元素(填元素符号)有效转移到水溶液中。
- (2) 煮沸含有配合物的溶液 B，产生混合气体，经冷凝后所得溶液可循环用于氨浸，该溶液是_____。
- (3) 沉锰反应的离子方程式为_____。某次实验时，将原料中的 Mn 以 $\text{MnO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ 形式定量沉淀完全，消耗了 2.0mol KMnO_4 ，并产出 81g ZnO (纯度为 99.9%)，则该原料 $\text{Mn}_x\text{Zn}_{1-y}\text{Fe}_2\text{O}_4$ 化学式中 $x =$ _____。
- (4) 沉铁时，选择 $\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 是为了便于从滤液中回收有价值的钾盐_____ (填化学式)。该钾盐在种植业中的一种用途是_____。
- (5) 通过加入 CaSO_4 固体，除去滤液中危害环境的 $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ ，已知 $K_{sp}(\text{CaSO}_4) = 7.1 \times 10^{-5}$ ， $K_{sp}(\text{CaC}_2\text{O}_4) = 2.3 \times 10^{-9}$ 。反应 $\text{CaSO}_4(\text{s}) + \text{C}_2\text{O}_4^{2-}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{CaC}_2\text{O}_4(\text{s}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$ 的平衡常数为_____。

【答案】(1) Zn (2) 氨水

- (3) ①. $3\text{Mn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{MnO}_4^- (\text{aq}) + (5n+2)\text{H}_2\text{O} = 5\text{MnO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}(\text{s}) + 4\text{H}^+(\text{aq})$ 或不含结晶水形式
②. 0.75
- (4) ①. K_2SO_4 ②. 钾肥或其他合理用途
- (5) 3.1×10^4

【解析】

【分析】锰锌铁氧体经过氨浸后，分离得到的溶液 B 经煮沸得到氢氧化锌，则氨浸的作用是将锌元素转移到溶液 B 中，将分离得到的固体 A 溶于硫酸，得到含锰、铁元素的溶液；沉锰过程中， KMnO_4 与 Mn^{2+} 发生归中反应生成 $\text{MnO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ；由于加入铁粉还原，则溶液 C 主要含三价铁离子，铁粉将铁离子还原为二价铁离子，加入 $\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 沉铁，将二价铁离子转化为 $\text{FeC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 。

【小问 1 详解】

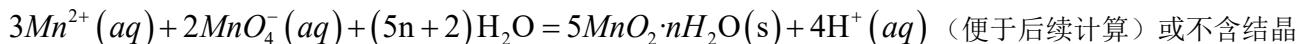
由分析可知，氨浸的作用是将 Zn 元素有效转移到水溶液中。

【小问 2 详解】

由分析可知，溶液 B 含有配合物，煮沸溶液 B 后生成氢氧化锌沉淀，产生混合气体，经冷凝后的溶液可循环利用于氨浸，则生成的混合气体中含有氨气和水蒸气，冷凝后的溶液为氨水。

【小问 3 详解】

根据沉锰前后物质可知，沉锰反应的离子反应式为



水；由离子反应式可知，消耗了 $2.0mol KMnO_4$ ，则锰锌铁氧体中 $n(Mn^{2+}) = 3.0mol$ ，

$$n(Zn^{2+}) = n(ZnO) = \frac{81g}{81g/mol} = 1mol, \text{ 由锰锌铁氧体化学式可知, } n(Mn): n(Zn) = x:1 - y = 3:1,$$

化合价代数和为 0，则 $2x + 2 - 2y + 6 = 8$ ，解的 $x = 0.75$ 。

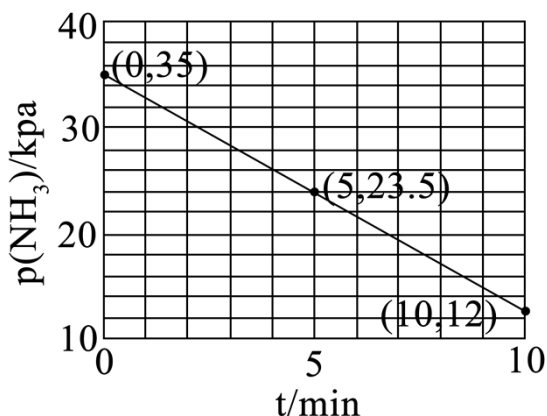
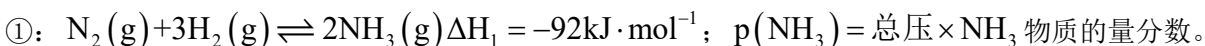
【小问 4 详解】

由分析可知，用硫酸溶解固体 A 后，溶液中存在大量硫酸根，选择 $K_2C_2O_4$ 可以从滤液中回收有价值的硫酸钾，该钾盐在种植业中可用作钾肥。

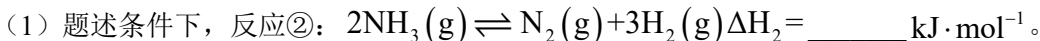
【小问 5 详解】

$$\text{平衡常数 } K = \frac{c(SO_4^{2-})}{c(C_2O_4^{2-})} = \frac{K_{sp}(CaSO_4)}{K_{sp}(CaC_2O_4)} = \frac{7.1 \times 10^{-5}}{2.3 \times 10^{-9}} = 3.1 \times 10^4。$$

16. 氨是一种理想的储氢载体，具有储氢密度高、储运技术成熟等优点。已知 298K, 100kPa 时，反应



回答问题:



(2) 设反应为一步完成, 且 ΔH 与温度无关, 已知 673K 下, 反应①活化能为 $335\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, 则 $\text{NH}_3(\text{g})$ 分解反应的活化能为_____ $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。

(3) 既能影响反应②平衡转化率又能影响其反应速率的因素有_____、_____。

(4) 温度 T 下恒容密闭容器中进行氨催化分解反应, $p(\text{NH}_3)$ -t 关系曲线如图所示, 其函数关系 $p(\text{NH}_3)/\text{kPa} = \underline{\hspace{2cm}}$ (写表达式), 增大氨的初始分压, 氨的转化速率_____; 假设吸附到催化剂表面后 NH_3 都变成活化分子, 其它条件不变, 改用比表面积更大的催化剂, 则单位时间 H_2 的产量将_____。

【答案】(1) +92 (2) 427

(3) ①. 压强 ②. 温度

(4) ①. $35-2.3t$ ②. 不变 ③. 增大

【解析】

【小问 1 详解】

由方程式可知, 反应①是反应②的逆反应, 反应① $\Delta H = -92\text{kJ/mol}$, 则反应② $\Delta H = +92\text{kJ/mol}$, 故答案为: +92;

【小问 2 详解】

由方程式可知, 反应①是反应②的逆反应, 由题意可知, 673K 下, 反应①活化能为 335 kJ/mol, 则氨气分解的活化能为 $335\text{kJ/mol} + 92\text{kJ/mol} = 427\text{kJ/mol}$, 故答案为: 427;

【小问 3 详解】

反应②是气体体积增大的吸热反应, 改变温度和压强, 化学反应速率均改变, 平衡都会发生移动, 所以温度和压强既能影响反应平衡转化率又能影响其反应速率, 故答案为: 温度; 压强;

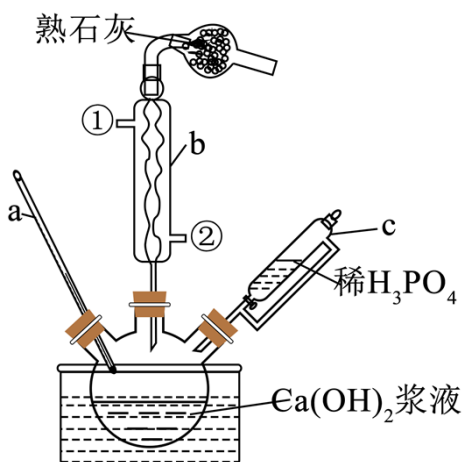
【小问 4 详解】

由图可知, 反应起始时氨气的分压为 35kPa、5min 时氨气的分压为 23.5kPa、10min 时氨气的分压为 12kPa, 0—5min 时, 分压的变化量为 $2.3 \times 5 = 35 - 23.5$, 0—10min 时, 分压的变化量为 $2.3 \times 10 = 35 - 12$, 则函数关系 $p(\text{NH}_3) = 35 - 2.3t$; 由关系式可知, 增大氨的初始分压, 氨的转化速率不变; 由题意可知, 吸附到催化剂表面后氨分子都变成活化分子, 则其它条件不变, 改用比表面积更大的催化剂, 反应速率加快, 所以单位时间氢气的产量将增大, 故答案为: $35 - 2.3t$; 不变; 增大。

17. 羟基磷酸钙 $[\text{Ca}_x(\text{PO}_4)_y\text{OH}]$ ($1.40 \leq x/y \leq 1.75$) 是骨骼石灰和牙釉质的主要成分。某课题组按照下述步骤进行其制备探索: 在 75°C 下向由一定量 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 粉末配制的含有分散剂的浆液中, 边搅拌边滴加

计算量的稀 H_3PO_4 ，滴加完成后继续搅拌一段时间。冷至室温固液分离，烘干固体得纳米级微粉产品。

制备依据的代表反应式为： $5\text{Ca}(\text{OH})_2 + 3\text{H}_3\text{PO}_4 = \text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH} + 9\text{H}_2\text{O}$ ，装置如图所示(固定器具已省略)。



回答问题：

- (1) 装置图中，安装不当的是_____ (填仪器标号)
- (2) 使用冷凝管的目的是_____，冷凝水进水口为_____ (填序号)，干燥管中熟石灰用于吸收_____ (填化学式)。
- (3) 实验中使用水浴加热，其优点为_____、_____。
- (4) 投料时应使用新制 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 粉末，以降低杂质_____ (填化学式)对实验的影响。
- (5) 完成反应后，可以保持产品组成稳定的固液分离方式有_____、_____ (填标号)。
a. 倾倒 b. 常压过滤 c. 减压过滤 d. 离心分离
- (6) 实验中以题述加料方式所得产品中 $x/y = 1.67$ 。某次实验将 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 浆液滴入稀 H_3PO_4 得到的产品中 $x/y = 1.50$ 。造成这种结果差异的原因是_____。

【答案】 (1) a (2) ①. 使水冷凝回流 ②. ② ③. CO_2

(3) ①. 控温容易 ②. 受热均匀；无明火，更安全；烧瓶使用后更易清洁(答出任意两点)

(4) CaCO_3

(5) ①. b ②. d

(6) 在将 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 浆液滴入稀 H_3PO_4 的整个加料过程中，局部和本体的 H_3PO_4 、 H_2PO_4^- 和 HPO_4^{2-} 都相对过量，限制了向含有更多 OH^- 组成的物质的沉淀转化

【解析】

【分析】向三颈烧瓶中加入含有一定量 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 的浆液中，水浴加热控制温度为 75°C 左右，边搅拌边滴加计算量的稀 H_3PO_4 ，滴加完成后继续搅拌一段时间，发生反应 $5\text{Ca}(\text{OH})_2 + 3\text{H}_3\text{PO}_4 = \text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH} + 9\text{H}_2\text{O}$ ，冷至室温固液分离，烘干固体得纳米级微粉产品。

【小问 1 详解】

装置图中，搅拌器应插入液面以下进行搅拌，故安装不当的是 a；

【小问 2 详解】

该反应产物为羟基磷酸钙和水，羟基磷酸钙骨骼石灰和牙釉质的主要成分，其熔沸点高，故冷凝管的作用是使水冷凝回流；冷凝管的水流方式为下进上出，则进水口为 2；干燥管中熟石灰用于吸收空气中的二氧化碳，防止与 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 浆液反应生成 CaCO_3 ，影响产品纯度；

【小问 3 详解】

水浴加热的优点为控温容易、受热均匀、无明火、更安全、烧瓶使用后更易清洁等；

【小问 4 详解】

投料时应使用新制 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 粉末， $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 易与空气中二氧化碳反应生成碳酸钙固体，故应为降低杂质 CaCO_3 对实验的影响；

【小问 5 详解】

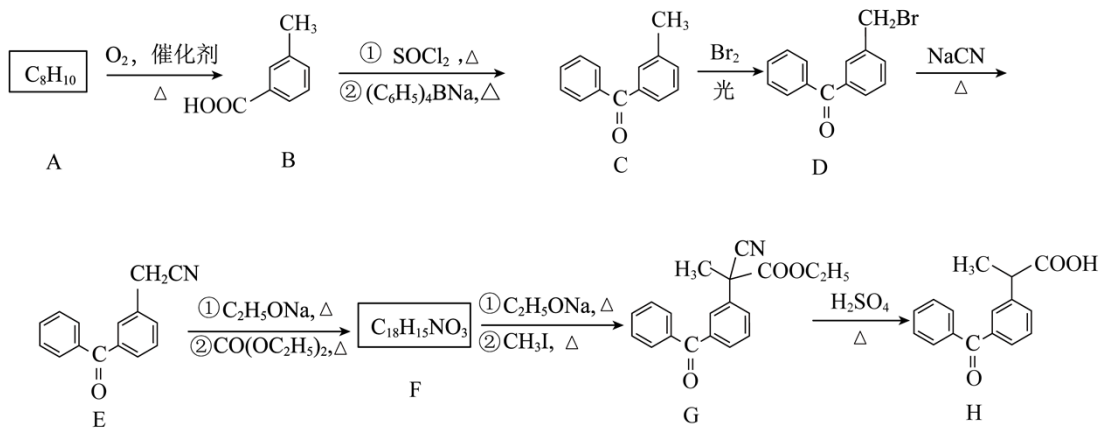
- a. 倾倒法无法有效实现固液分离，故 a 错误；
- b. 常压过滤，即为普通过滤操作，可以保持产品组成稳定，故 b 正确；
- c. 减压过滤，俗称抽滤，其过滤速度较快，不利于提高纳米级微粉产品的产率，也不利于实现稳定的固液分离，故 c 错误；
- d. 离心分离法是利用离心力使重量不同的物质分隔开，可以实现稳定的固液分离，故 d 正确；

故选 bd；

【小问 6 详解】

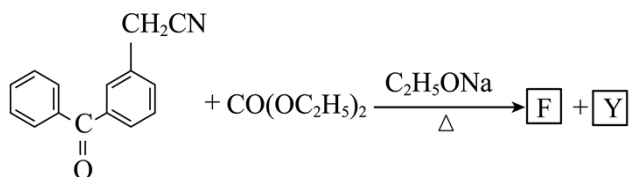
题述加料方式所得产品中 $x/y = 1.67$ ，某次实验将 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 浆液滴入稀 H_3PO_4 得到的产品中 $x/y = 1.50$ ，相当于 PO_4^{3-} 含量变大，则造成这种结果差异的原因是在将 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 浆液滴入稀 H_3PO_4 的整个加料过程中，局部和本体的 H_3PO_4 、 H_2PO_4^- 和 HPO_4^{2-} 都相对过量，限制了向含有更多 OH^- 组成的物质的沉淀转化。


18. 消炎镇痛药 F 的一种合成路线如下：

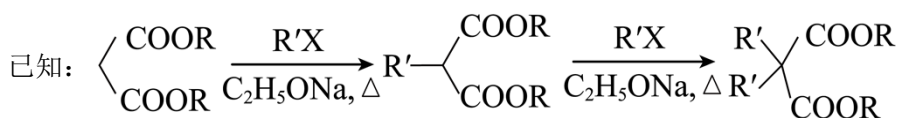


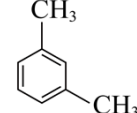
回答问题：

- (1) A 的结构简式为_____，其化学名称为_____。
- (2) A→B、C→D 反应的类型分别为_____、_____。
- (3) 某化合物 X 的分子式为 C₁₅H₁₄O，符合下列条件 X 的结构简式为_____。
- ①与 C 具有相同的官能团 ②含有 2 个苯环 ③核磁共振氢谱有 3 组峰
- (4) D 中所含官能团名称为_____。
- (5) E→F 反应方程式如下，F 和 Y 的结构简式分别为_____、_____。

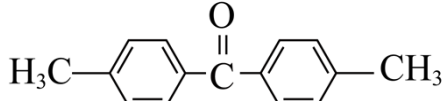


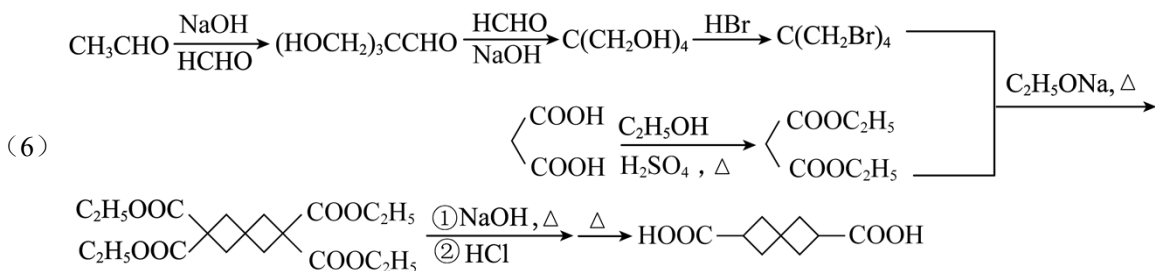
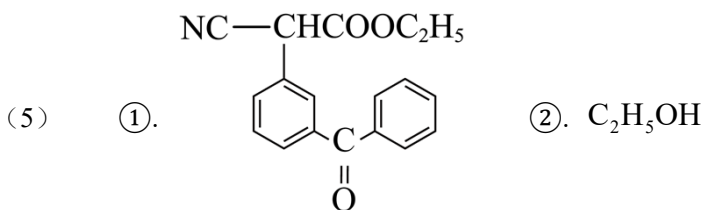
- (6) 以至多 3 个碳的有机物为原料(无机试剂任选)，设计合成 HOOC——COOH 的路线_____。



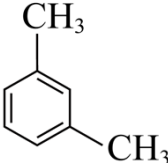
- 【答案】(1) ①.  ②. 1, 3-二甲苯或间二甲苯

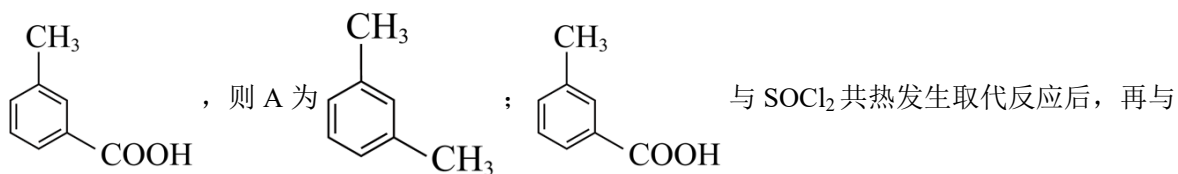
- (2) ①. 氧化反应 ②. 取代反应

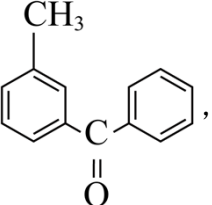
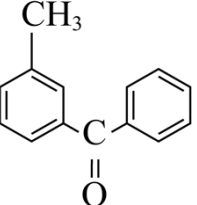
- (3)  (4) 酮羰基、碳溴键

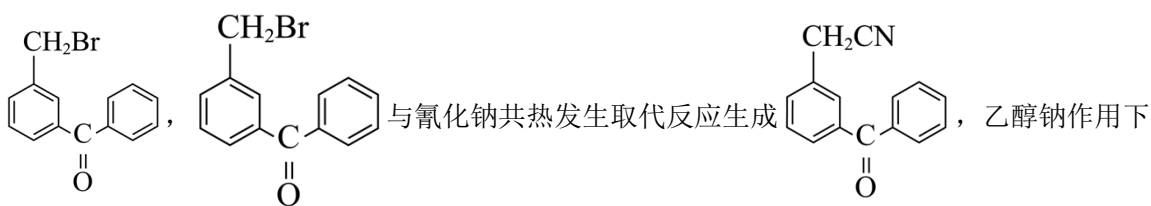


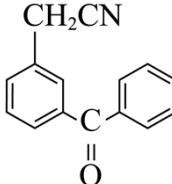
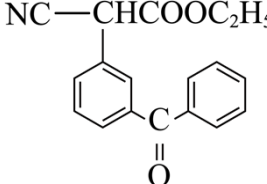
【解析】

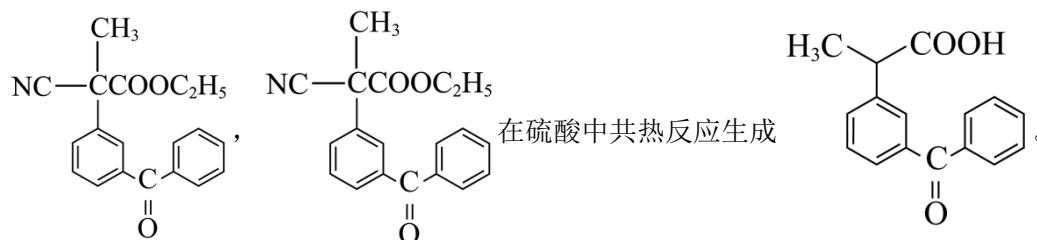
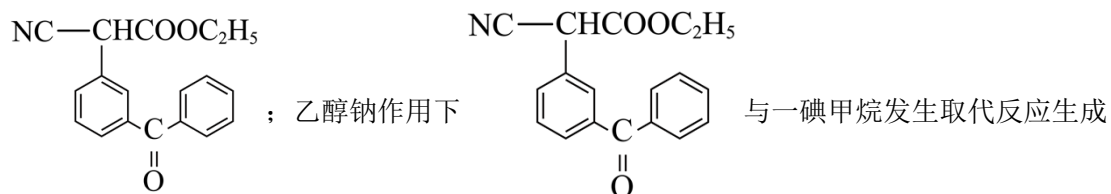
【分析】由有机物的转化关系可知，催化剂作用下  与氧气共热发生催化氧化反应生成



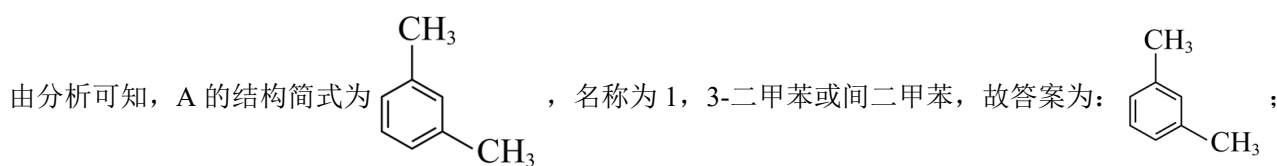
(C₆H₅)₄BNa 发生取代反应生成  ，  光照条件下与溴发生取代反应生成



 与碳酸二乙酯共热发生取代反应生成  ，故 F 为

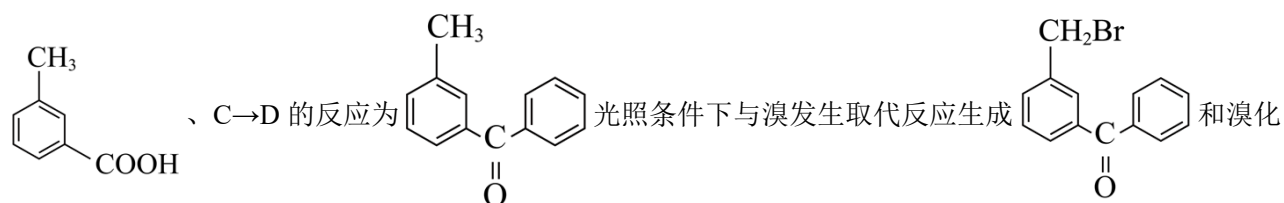
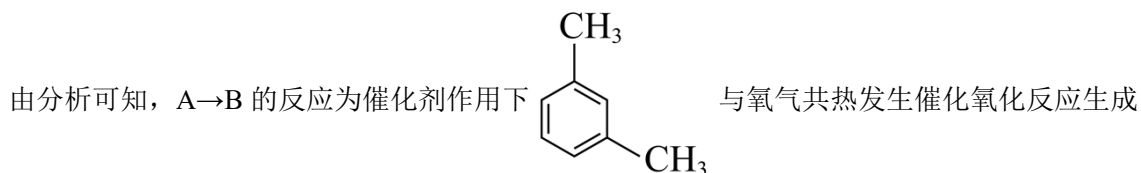


【小问 1 详解】



1, 3-二甲苯或间二甲苯；

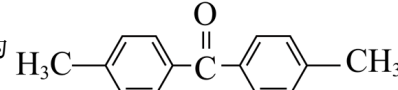
【小问 2 详解】

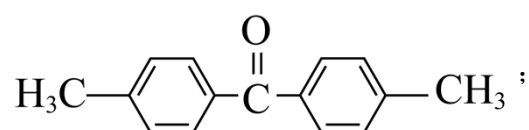


氢，故答案为：氧化反应；取代反应；

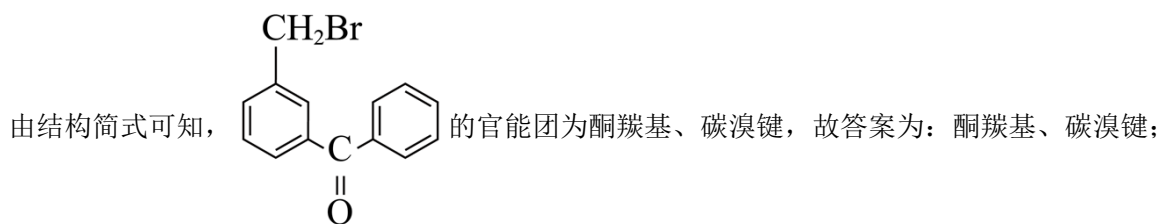
【小问 3 详解】

分子式为 $\text{C}_{15}\text{H}_{14}\text{O}$ 的 X 与 C 具有相同的官能团，分子中含有 2 个苯环说明 X 分子中含有酮羰基，比 C 分

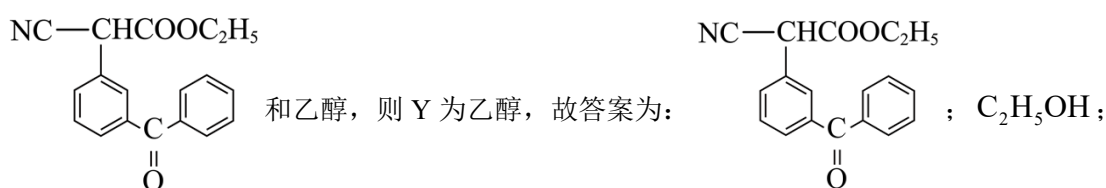
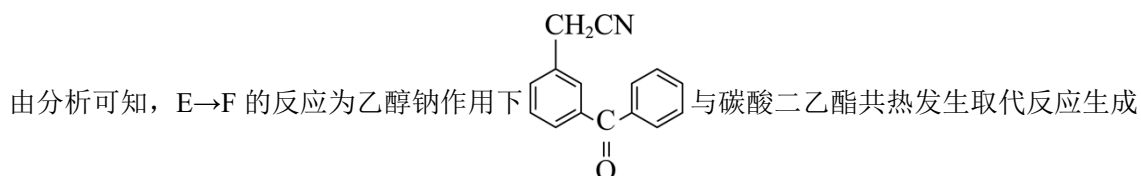
子多 1 个甲基，则核磁共振氢谱有 3 组峰的结构简式为
 
 ，故答案为：



【小问 4 详解】

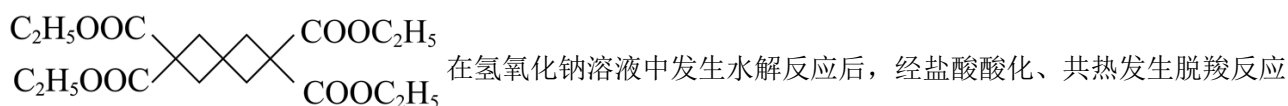
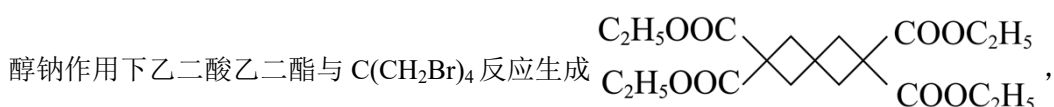


【小问 5 详解】

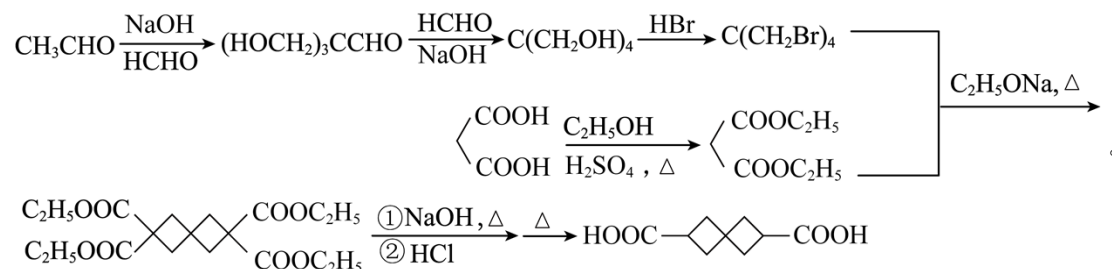


【小问 6 详解】

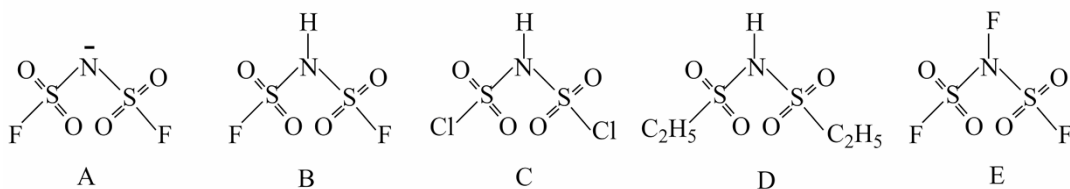
由题给信息可知，以至多 3 个碳的有机物为原料合成 $\text{HOOC}-\text{C}_4\text{H}_6-\text{COOH}$ 的合成步骤为氢氧化钠作用下乙醛与甲醛反应($\text{HOCH}_2)_3\text{CCHO}$ ，($\text{HOCH}_2)_3\text{CCHO}$ 与甲醛反应生成 $\text{C}(\text{CH}_2\text{OH})_4$ ， $\text{C}(\text{CH}_2\text{OH})_4$ 与溴化氢发生取代反应生成 $\text{C}(\text{CH}_2\text{Br})_4$ ；浓硫酸作用下乙二酸与乙醇共热发生酯化反应生成乙二酸二乙酯，乙醇钠作用下乙二酸二乙酯与 $\text{C}(\text{CH}_2\text{Br})_4$ 反应生成



生成 $\text{HOOC}-\text{C}_4\text{H}_6-\text{COOH}$ ，合成路线为



19. 锂电池是新型储能系统中的核心部件。作为锂电池中用到的电解质材料之一，Li-bfsi (阴离子 bfsi⁻ 结构见下图。A) 深受关注。



回答问题:

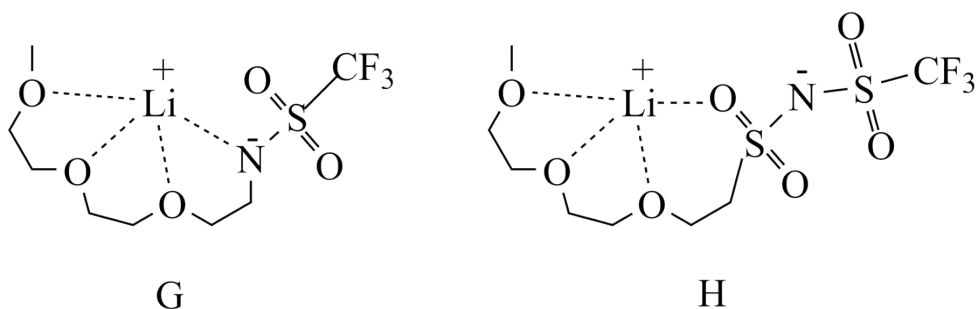
(1) Li-bfsi 的制备前体 Li-bfsi (B), 可由 C 的氟化反应得到, C 中第三周期元素有_____ (填元素符号)。

(2) C 分子中, 两个 H-N-S 键角均为 117° , S-N-S 键角为 126° , N 的原子轨道杂化类型为_____。

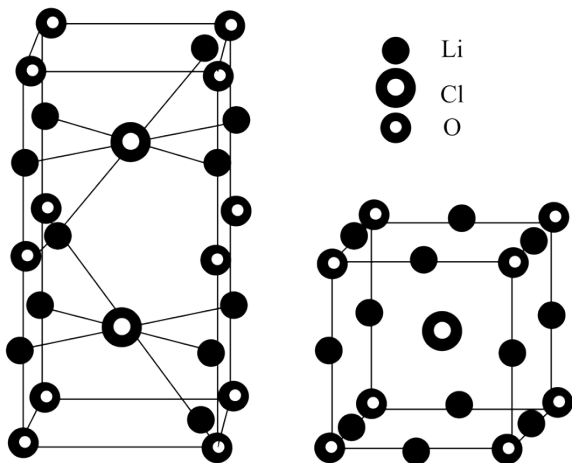
(3) B 溶于某溶剂发生自耦电离($2B \rightleftharpoons A+F$), 阳离子 F 的结构式为_____。

(4) B 和 D 水溶液均呈酸性, 相同温度下, K_a 值大小关系: B_____D (填 “>” 或 “<”); 沸点大小关系: B(170°C)>E(60.8°C), 其原因是_____。

(5) 研究表明, 某有机溶剂中, 相同浓度的 G 溶液和 H 溶液, 前者电导率显著低于后者, 原因是_____。



(6) $\text{Li}_2(\text{OH})\text{Cl}$ 在固体离子电导方面具有潜在的应用前景。其两种晶型中, 一种取长方体形晶胞(图 1, 长方体棱长为 a、b、c), 另一种取立方体形晶胞(图 2, Cl 居于立方体中心, 立方体棱长为 d)。图中氢原子皆已隐去。



①立方体形晶胞所代表的晶体中部分锂离子(\bullet Li)位置上存在缺位现象, 锂离子的总缺位率为_____; 该晶型中氯离子周围紧邻的锂离子平均数目为_____。

②两种晶型的密度近似相等, 则 $c =$ _____。(以含 a 、 b 和 d 的代数式表达)

【答案】(1) Cl、S

(2) sp^2



(5) G 中正、负电荷距离更近, G 中 N 原子的配位能力强于 H 中磺酰基上的 O 原子, G 溶液中阴阳离子浓度小于 H 溶液

(6) ①. $\frac{1}{3}$ ②. 8 ③. $\frac{2d^3}{ab}$

【解析】

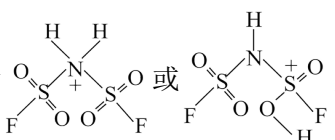
【小问 1 详解】

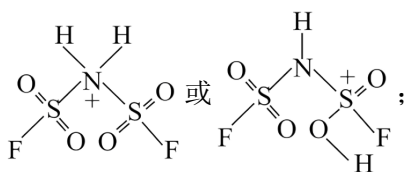
由图可知, C 中第三周期元素为氯元素和硫元素, 故答案为: Cl、S;

【小问 2 详解】

由键角可知, C 中氮原子的价层电子对数为 3, 原子的杂化方式为 sp^2 杂化, 故答案为: sp^2 ;

【小问 3 详解】

由原子个数和电荷总数守恒可知, 阳离子 F 的结构式可能为 , 故答案为:



【小问 4 详解】

氟原子是吸电子基, 会使氮氢键的极性增强, 电离出氢离子的能力增大, 乙基是供电子基, 会使氮氢键的极性减弱, 电离出氢离子的能力减弱, 则 b 的酸性强于 D; 由图可知, B 分子能形成分子间氢键, E 分子不能形成分子间氢键, 所以 B 的分子间作用力强于 E, 沸点强于 E, 故答案为: B 分子间存在氢键;

【小问 5 详解】

由图可知, G 中正、负电荷距离更近, G 中 N 原子的配位能力强于 H 中磺酰基上的 O 原子, G 溶液中阴阳离子浓度小于 H 溶液, 所以有机溶剂中, 相同浓度的 G 溶液和 H 溶液, 前者电导率显著低于后者, 故

答案为：G 中正、负电荷距离更近，G 中 N 原子的配位能力强于 H 中磺酰基上的 O 原子，G 溶液中阴阳离子浓度小于 H 溶液；

【小问 6 详解】

①由晶胞结构可知，晶胞中位于体心的氯离子个数为 1，位于顶点的氧离子个数为 $8 \times \frac{1}{8} = 1$ ，位于棱上的锂离子个数为 $12 \times \frac{1}{4} = 3$ ，由化合价代数和为 0 可知，晶胞中锂离子的个数为 2，则锂离子的总缺位率为 $\frac{3-2}{3} = \frac{1}{3}$ ；晶胞中位于体心的氯离子与位于棱上的锂离子距离最近，其中上下棱上的锂离子为两个立方体

所共有，则氯离子周围紧邻的锂离子平均数目为 $4 + 8 \times \frac{1}{2} = 4$ ；故答案为： $\frac{1}{3}$ ；4；

②设 $\text{Li}_2(\text{OH})\text{Cl}$ 的相对分子质量为 M，由晶胞结构可知，长方体形晶胞的密度为 $\frac{2M}{abcN_A}$ ，立方体形晶胞

$\frac{M}{d^3N_A}$ ，由两种晶型的密度近似相等可知， $c = \frac{2d^3}{ab}$ ，故答案为： $\frac{2d^3}{ab}$ 。