

2024年1月浙江省普通高校招生选考科目考试

化学试题

选择题部分

一、选择题(本大题共16小题,每小题3分,共48分,每小题列出的四个备选项中只有一个是符合题目要求的,不选、多选、错选均不得分)

1. 下列物质不属于电解质的是

- A. CO_2 B. HCl C. NaOH D. BaSO_4

【答案】A

【解析】

【详解】A. CO_2 在水溶液中能导电,是生成的碳酸电离,不是自身电离,不属于电解质, A 符合题意;

B. HCl 溶于水电离出离子导电,属于电解质, B 不符合题意;

C. NaOH 在水溶液和熔融状态均能电离离子而导电,属于电解质, C 不符合题意;

D. BaSO_4 在熔融状态能电离离子而导电,属于电解质, D 不符合题意;

故选 A。

2. 工业上将 Cl_2 通入冷的 NaOH 溶液中制得漂白液,下列说法不正确的是

- A. 漂白液的有效成分是 NaClO B. ClO^- 水解生成 HClO 使漂白液呈酸性
C. 通入 CO_2 后的漂白液消毒能力增强 D. NaClO 溶液比 HClO 溶液稳定

【答案】B

【解析】

【详解】A. 漂白液的主要成分是次氯酸钠(NaClO)和氯化钠(NaCl),有效成分是次氯酸钠, A 正确;

B. ClO^- 水解生成 HClO , 水解方程式为 $\text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HClO} + \text{OH}^-$, 使漂白液呈碱性, B 错误;

C. 通入 CO_2 后, 发生反应 $\text{NaClO} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{NaHCO}_3 + \text{HClO}$, 漂白液消毒能力增强, C 正确;

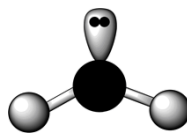
D. 次氯酸不稳定, 次氯酸盐稳定, 所以热稳定性 $\text{NaClO} > \text{HClO}$, D 正确;

答案选 B。

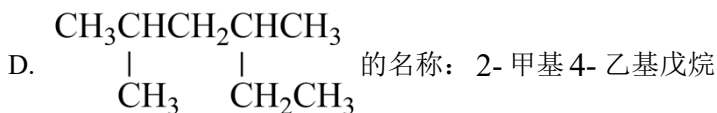
3. 下列表示不正确的是

A. 中子数为 10 的氧原子: ${}^{18}_8\text{O}$

B. SO_2 的价层电子对互斥(VSEPR)模型:



C. 用电子式表示 KCl 的形成过程: $\text{K}^\times + \cdot\ddot{\text{Cl}}: \rightarrow \text{K}^+[\ddot{\text{Cl}}:]^-$



【答案】D

【解析】

【详解】A. $^{18}_8\text{O}$ 质子数为 8，质量数为 18，根据质量数=质子数+中子数，可算得中子数为 10，A 说法正确；

B. SO_2 中心原子 S 价层电子对数： $2 + \frac{1}{2}(6 - 2 \times 2) = 3$ ，其价层电子对互斥(VSEPR)模型为平面三角形，B 说法正确；

C. KCl 为离子化合物，其电子式表示形成过程： $\text{K}^\times + \cdot\ddot{\text{Cl}}: \longrightarrow \text{K}^+[\times\ddot{\text{Cl}}:]^-$ ，C 说法正确；

D. 有机物 $\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CHCH}_2\text{CHCH}_3 \\ | \quad \quad | \\ \text{CH}_3 \quad \text{CH}_2\text{CH}_3 \end{array}$ 主链上有 6 个碳原子，第 2、4 号碳原子上连有甲基，命名为：2，4-二

甲基己烷，D 说法错误；

答案选 D。

4. 汽车尾气中的 NO 和 CO 在催化剂作用下发生反应： $2\text{NO} + 2\text{CO} \xrightarrow{\text{催化剂}} 2\text{CO}_2 + \text{N}_2$ ，列说法不正确的是
(N_A 为阿伏加德罗常数的值)

- A. 生成 1 mol CO_2 转移电子的数目为 $2N_A$ B. 催化剂降低 NO 与 CO 反应的活化能
C. NO 是氧化剂，CO 是还原剂 D. N_2 既是氧化产物又是还原产物

【答案】D

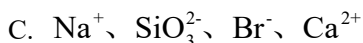
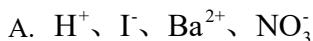
【解析】

【分析】NO 中 N 的化合价为 +2 价，降低为 0 价的 N_2 ，1 个 NO 得 2 个电子，作氧化剂，发生还原反应，CO 中 C 为 +2 价，化合价升高为 +4 价的 CO_2 ，失去 2 个电子，作还原剂发生氧化反应；

【详解】A. 根据分析，1 mol CO_2 转移 $2N_A$ 的电子，A 正确；
B. 催化剂通过降低活化能，提高反应速率，B 正确；
C. 根据分析，NO 是氧化剂，CO 是还原剂，C 正确；
D. 根据分析， N_2 为还原产物， CO_2 为氧化产物，D 错误；

故答案为：D。

5. 在溶液中能大量共存的离子组是

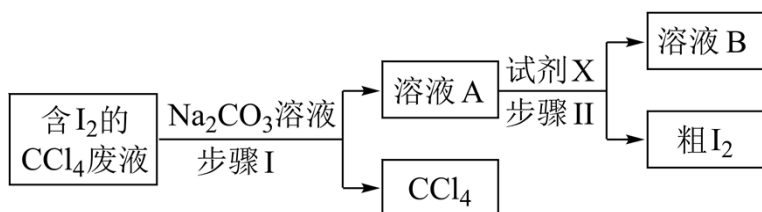


【答案】D

【解析】

【详解】A. H^+ 、 I^- 、 NO_3^- 三种离子会反生氧化还原反应而不能大量共存，故 A 不符合题意；B. Fe^{3+} 、 CN^- 会生成 $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}$ 离子而不能大量共存，故 B 不符合题意；C. SiO_3^{2-} 、 Ca^{2+} 会生成 CaSiO_3 沉淀而不能大量共存，故 C 不符合题意；D. NH_4^+ 、 CH_3COO^- 、 HCO_3^- 虽然不同程度水解，但水解是微弱的，能大量共存，故 D 符合题意；

答案 D。

6. 为回收利用含 I_2 的 CCl_4 废液，某化学兴趣小组设计方案如下所示，下列说法不正确的是A. 步骤 I 中，加入足量 Na_2CO_3 溶液充分反应后，上下两层均为无色

B. 步骤 I 中，分液时从分液漏斗下口放出溶液 A

C. 试剂 X 可用硫酸

D. 粗 I_2 可用升华法进一步提纯

【答案】B

【解析】

【分析】由题给流程可知，向碘的四氯化碳溶液中加入碳酸钠溶液，碳酸钠溶液与碘反应得到含有碘化钠和碘酸钠的混合溶液，分液得到四氯化碳和溶液 A；向溶液 A 中加入硫酸溶液，碘化钠和碘酸钠在硫酸溶液中发生归中反应生成硫酸钠和碘。

【详解】A. 由分析可知，步骤 I 中，加入足量碳酸钠溶液发生的反应为碳酸钠溶液与碘反应得到含有碘化钠和碘酸钠的混合溶液，则充分反应后，上下两层均为无色，上层为含有碘化钠和碘酸钠的混合溶液，下层为四氯化碳，故 A 正确；

B. 四氯化碳的密度大于水，加入足量碳酸钠溶液充分反应后，上下两层均为无色，上层为含有碘化钠和碘酸钠的混合溶液，下层为四氯化碳，则分液时应从分液漏斗上口倒出溶液 A，故 B 错误；

C. 由分析可知，向溶液 A 中加入硫酸溶液的的目的是使碘化钠和碘酸钠在硫酸溶液中发生归中反应生成硫酸钠和碘，则试剂 X 可用硫酸，故 C 正确；

D. 碘受热会发生升华，所以实验制得的粗碘可用升华法进一步提纯，故 D 正确；
故选 B。

7. 根据材料的组成和结构变化可推测其性能变化，下列推测不合理的是

	材料	组成和结构变化	性能变化
A	生铁	减少含碳量	延展性增强
B	晶体硅	用碳原子取代部分硅原子	导电性增强
C	纤维素	接入带有强亲水基团的支链	吸水能力提高
D	顺丁橡胶	硫化使其结构由线型转变为网状	强度提高

A. A

B. B

C. C

D. D

【答案】B

【解析】

【详解】A. 较低的碳含量赋予材料更好的延展性和可塑性，A 正确；

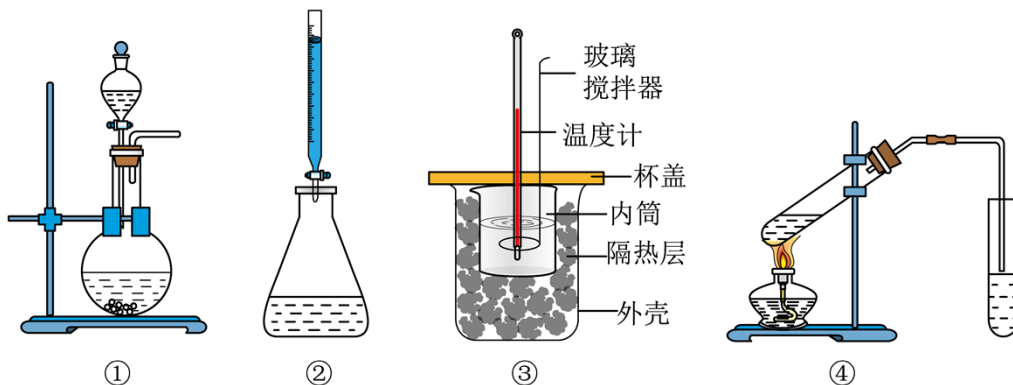
B. 晶体硅和金刚石、碳化硅均为共价晶体，且硅为半导体材料，金刚石态的碳不具有导电性，故碳的导电性比硅差，导电能力会下降，B 错误；

C. 淀粉、纤维素的主链上再接上带有强亲水基团的支链(如丙烯酸钠)，在交联剂作用下形成网状结构可以提高吸水能力，C 正确；

D. 在橡胶中加入硫化剂和促进剂等交联助剂，在一定的温度、压力条件下，使线型大分子转变为三维网状结构，网状结构相对线性结构具有更大的强度，D 正确；

故选 B。

8. 下列实验装置使用不正确的是



- ① ② ③ ④
- A. 图①装置用于二氧化锰和浓盐酸反应制氯气
 B. 图②装置用于标准酸溶液滴定未知碱溶液
 C. 图③装置用于测定中和反应的反应热
 D. 图④装置用于制备乙酸乙酯

【答案】A

【解析】

- 【详解】A. 图①装置没有加热装置，不适用于二氧化锰和浓盐酸反应制氯气，A 错误；
 B. 利用酸式滴定管中装有的标准酸溶液滴定未知碱溶液，装置和操作正确，B 正确；
 C. 图③装置用于测定中和反应的反应热，温度计测温度、玻璃搅拌器起搅拌作用，装置密封、隔热保温效果好，C 正确；
 D. 图④装置用于制备乙酸乙酯，导管末端不伸入液面下，利用饱和碳酸钠收集乙酸乙酯，D 正确；
 答案选 A。

9. 关于有机物检测，下列说法正确的是

- A. 用浓溴水可鉴别溴乙烷、乙醛和苯酚
 B. 用红外光谱可确定有机物的元素组成
 C. 质谱法测得某有机物的相对分子质量为 72，可推断其分子式为 C_5H_{12}
 D. 麦芽糖与稀硫酸共热后加 NaOH 溶液调至碱性，再加入新制氢氧化铜并加热，可判断麦芽糖是否水解

【答案】A

【解析】

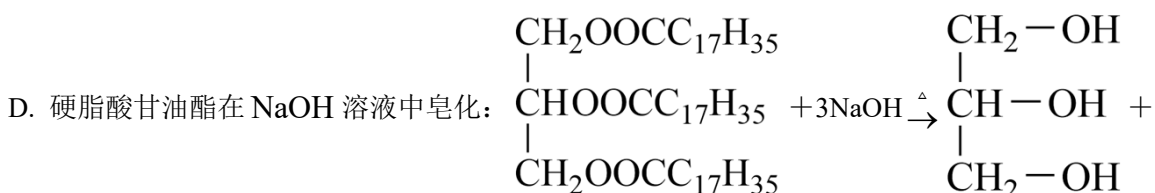
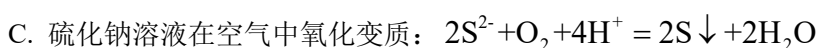
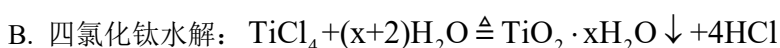
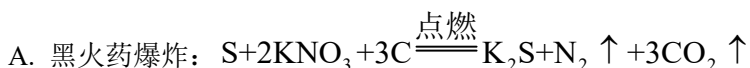
- 【详解】A. 溴乙烷可萃取浓溴水中的溴，出现分层，下层为有色层，溴水具有强氧化性、乙醛具有强还原性，乙醛能还原溴水，溶液褪色，苯酚和浓溴水发生取代反应产生三溴苯酚白色沉淀，故浓溴水可鉴别溴乙烷、乙醛和苯酚，A 正确；
 B. 红外吸收峰的位置与强度反映了分子结构的特点，红外光谱可确定有机物的基团、官能团等，元素分析仪可以检测样品中所含有的元素，B 错误；

C. 质谱法测得某有机物的相对分子质量为 72，不可据此推断其分子式为 C_5H_{12} ，相对分子质量为 72 的还可以是 C_4H_8O 、 $C_3H_4O_2$ 等，C 错误；

D. 麦芽糖及其水解产物均具有还原性，均能和新制氢氧化铜在加热反应生成砖红色沉淀 Cu_2O ，若按方案进行该实验，不管麦芽糖是否水解，均可生成砖红色沉淀，故不能判断麦芽糖是否水解，D 错误；

答案选 A。

10. 下列化学反应与方程式不相符的是



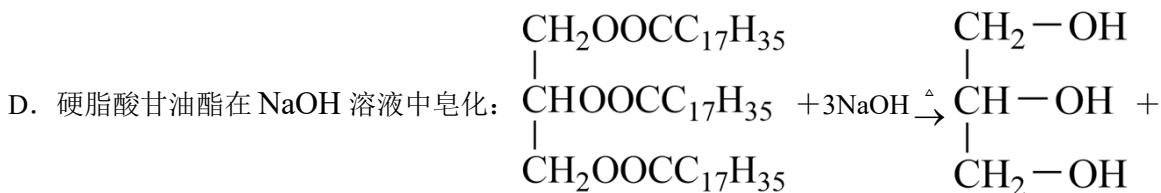
【答案】C

【解析】

【详解】A. 黑火药爆炸： $S+2KNO_3+3C \xrightarrow{\text{点燃}} K_2S+N_2 \uparrow +3CO_2 \uparrow$ ，A 正确；

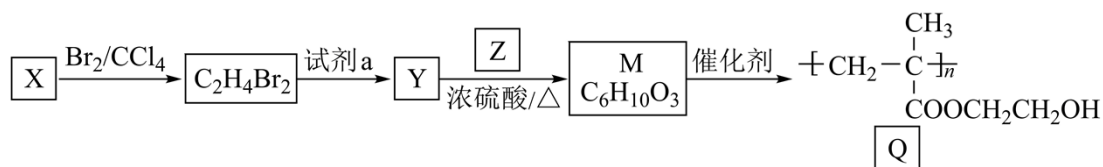
B. 四氯化钛水解： $TiCl_4+(x+2)H_2O \triangleq TiO_2 \cdot xH_2O \downarrow +4HCl$ ，B 正确；

C. 硫化钠强碱弱酸盐，溶液呈碱性，在空气中氧化变质： $2S^{2-}+O_2+2H_2O = 2S \downarrow +4OH^-$ ，C 错误；



答案选 C。

11. 制造隐形眼镜的功能高分子材料 Q 的合成路线如下：



下列说法不正确的是

A. 试剂 a 为 NaOH 乙醇溶液

B. Y 易溶于水

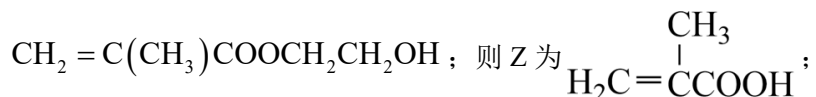
C. Z 的结构简式可能为 $\text{H}_2\text{C}=\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}\text{COOH}$

D. M 分子中有 3 种官能团

【答案】A

【解析】

【分析】X 可与溴的四氯化碳溶液反应生成 $\text{C}_2\text{H}_4\text{Br}_2$ ，可知 X 为乙烯； $\text{C}_2\text{H}_4\text{Br}_2$ 发生水解反应生成 $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ ，在浓硫酸加热条件下与 Z 发生反应生成单体 M，结合 Q 可反推知单体 M 为



【详解】A. 根据分析可知，1,2-二溴乙烷发生水解反应，反应所需试剂为 NaOH 水溶液，A 错误；

B. 根据分析可知，Y 为 $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ ，含羟基，可与水分子间形成氢键，增大在水中溶解度，B 正确；

C. 根据分析可知 Z 的结构简式可能为 $\text{H}_2\text{C}=\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}\text{COOH}$ ，C 正确；

D. M 结构简式： $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{COOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ ，含碳碳双键、酯基和羟基 3 种官能团，D 正确；

答案选 A。

12. X、Y、Z、M 和 Q 五种主族元素，原子序数依次增大，X 原子半径最小，短周期中 M 电负性最小，Z 与 Y、Q 相邻，基态 Z 原子的 s 能级与 p 能级的电子数相等，下列说法不正确的是

A. 沸点： $\text{X}_2\text{Z} > \text{X}_2\text{Q}$

B. M 与 Q 可形成化合物 M_2Q 、 M_2Q_2

C. 化学键中离子键成分的百分数： $\text{M}_2\text{Z} > \text{M}_2\text{Q}$

D. YZ_3 与 QZ_3^{2-} 离子空间结构均为三角锥形

【答案】D

【解析】

【分析】X 半径最小为 H，短周期电负性最小则 M 为 Na，Z 原子的 s 能级与 p 能级的电子数相等，则 Z 为 O，Z 与 Y、Q 相邻，Y 为 N，Q 为 S，以此分析；

【详解】A. H_2O 中含有氢键，则沸点高于 H_2S ，A 正确；

B. Na 与 O 形成 Na_2O 、 Na_2O_2 ，则 O 与 S 同族化学性质性质相似，B 正确；

C. Na_2O 的电子式为 $Na^+ [:\ddot{O}:]^{2-} Na^+$ ， Na_2S 的电子式为 $Na^+ [:\ddot{S}:]^{2-} Na^+$ ，离子键百分比 = (电负性差值 / 总电负性差值)，O 的电负性大于 S，则 Na_2O 离子键成分的百分数大于 Na_2S ，C 正确；

D. NO_3^- 为 sp^2 杂化，孤电子对为 0，为平面三角形， SO_3^{2-} 为 sp^3 杂化，孤电子对为 1，三角锥形，D 错误；

故答案为：D。

13. 破损的镀锌铁皮在氨水中发生电化学腐蚀，生成 $[Zn(NH_3)_4]^{2+}$ 和 H_2 ，下列说法不正确的是

A. 氨水浓度越大，腐蚀趋势越大

B. 随着腐蚀的进行，溶液 pH 变大

C. 铁电极上的电极反应式为： $2NH_3 + 2e^- = 2NH_2 + H_2 \uparrow$

D. 每生成标准状况下 224 mL H_2 ，消耗 0.010 mol Zn

【答案】C

【解析】

【详解】A. 氨水浓度越大，越容易生成 $[Zn(NH_3)_4]^{2+}$ ，腐蚀趋势越大，A 正确；

B. 腐蚀的总反应为 $Zn + 4NH_3 \cdot H_2O = [Zn(NH_3)_4]^{2+} + H_2 \uparrow + 2H_2O + 2OH^-$ ，有 OH^- 离子生成，溶液 pH 变大，B 正确；

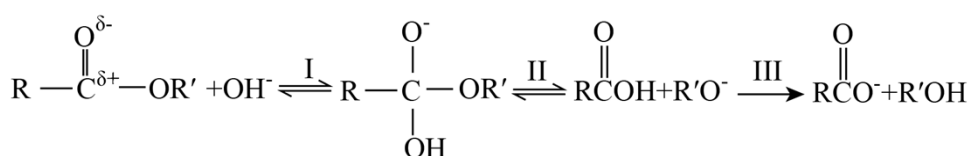
C. 该电化学腐蚀中 Zn 作负极，Fe 作正极，正极上氢离子得电子生成氢气，铁电极上的电极反应式为：
 $2H_2O + 2e^- = H_2 \uparrow + 2OH^-$ ，C 错误；

D. 根据得失电子守恒，每生成标准状况下 224 mL H_2 ，转移电子数为 $\frac{0.224L \times 2}{22.4L/mol} = 0.02mol$ ，消耗

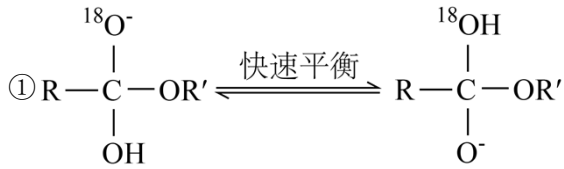
0.010 mol Zn，D 正确；

故选 C

14. 酯在 NaOH 溶液中发生水解反应，历程如下：



已知：



② $\text{RCOOCH}_2\text{CH}_3$ 水解相对速率与取代基 R 的关系如下表：

取代基 R	CH_3	ClCH_2	Cl_2CH
水解相对速率	1	290	7200

下列说法不正确的是

- A. 步骤 I 是 OH^- 与酯中 $\text{C}^{\delta+}$ 作用
- B. 步骤 III 使 I 和 II 平衡正向移动，使酯在 NaOH 溶液中发生的水解反应不可逆
- C. 酯的水解速率： $\text{FCH}_2\text{COOCH}_2\text{CH}_3 > \text{ClCH}_2\text{COOCH}_2\text{CH}_3$



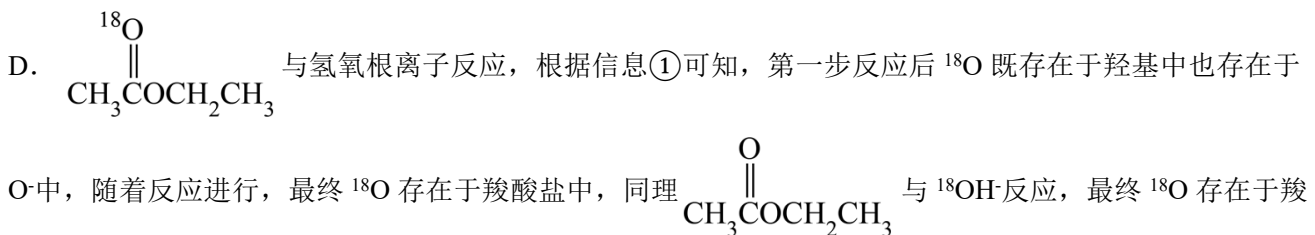
【答案】D

【解析】

【详解】A. 步骤 I 是氢氧根离子与酯基中的 $\text{C}^{\delta+}$ 作用生成羟基和 O^- ，A 正确；

B. 步骤 I 加入氢氧根离子使平衡 I 正向移动，氢氧根离子与羧基反应使平衡 II 也正向移动，使得酯在 NaOH 溶液中发生的水解反应不可逆，B 正确；

C. 从信息②可知，随着取代基 R 上 Cl 个数的增多，水解相对速率增大，原因为 Cl 电负性较强，对电子的吸引能力较强，使得酯基的水解速率增大，F 的电负性强于 Cl， FCH_2 对电子的吸引能力更强，因此酯的水解速率 $\text{FCH}_2\text{COOCH}_2\text{CH}_3 > \text{ClCH}_2\text{COOCH}_2\text{CH}_3$ ，C 正确；



故答案选 D。

15. 常温下、将等体积、浓度均为 $0.40 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{BaCl}_2$ 溶液与新制 H_2SO_3 溶液混合，出现白色浑浊；再滴加过量的 H_2O_2 溶液，振荡，出现白色沉淀。

已知： H_2SO_3 $K_{a1}=1.4 \times 10^{-2}$ ， $K_{a2}=6.0 \times 10^{-8}$

$K_{sp}(\text{BaSO}_3)=5.0 \times 10^{-10}$ ， $K_{sp}(\text{BaSO}_4)=1.1 \times 10^{-10}$

下列说法不正确的是

- A. H_2SO_3 溶液中存在 $c(\text{H}^+) > c(\text{HSO}_3^-) > c(\text{SO}_3^{2-}) > c(\text{OH}^-)$
- B. 将 $0.40 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{H}_2\text{SO}_3$ 溶液稀释到 $0.20 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ， $c(\text{SO}_3^{2-})$ 几乎不变
- C. BaCl_2 溶液与 H_2SO_3 溶液混合后出现的白色浑浊不含有 BaSO_3
- D. 存在反应 $\text{Ba}^{2+} + \text{H}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}_2 = \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{H}^+ + \text{H}_2\text{O}$ 是出现白色沉淀的主要原因

【答案】C

【解析】

【详解】A. 亚硫酸是二元弱酸，存在二次电离，电离方程式为： $\text{H}_2\text{SO}_3 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HSO}_3^-$ ，

$\text{HSO}_3^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{SO}_3^{2-}$ ，则溶液中 $c(\text{H}^+) > c(\text{HSO}_3^-) > c(\text{SO}_3^{2-}) > c(\text{OH}^-)$ ，A 正确；

B. 亚硫酸根离子是其二级电离产生的，则稀释的时候对氢离子的影响较大，稀释的时候，亚硫酸的浓度变为原来的一半，另外稀释的平衡常数不变，对二级电离影响很小，则稀释时亚硫酸根浓度基本不变，B 正确；

C. 加入双氧水之前，生成的白色浑浊为 BaSO_3 沉淀，C 错误；

D. 过氧化氢具有强氧化性，可以将+4 价硫氧化为+6 价硫酸根离子，则存在反应，

$\text{BaSO}_3 + \text{H}_2\text{O}_2 = \text{BaSO}_4 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ ，则出现白色沉淀的主要原因生成 BaSO_4 沉淀，D 正确；

故答案为：C。

16. 根据实验目的设计方案并进行实验，观察到相关现象，其中方案设计或结论不正确的是

	实验目的	方案设计	现象	结论
A	探究 Cu 和浓 HNO_3 反应后	将 NO_2 通入下列溶液至饱和；	①无色变黄色	Cu 和浓 HNO_3 反应后溶液呈绿色的主要原因

	溶液呈绿色的原因	①浓 HNO_3 ② $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 和 HNO_3 , 混合溶液	②蓝色变绿色	是溶有 NO_2
B	比较 F^- 与 SCN^- 结合 Fe^{3+} 的能力	向等物质的量浓度的 KF 和 KSCN 混合溶液中滴加几滴 FeCl_3 溶液, 振荡	溶液颜色无明显变化	结合 Fe^{3+} 的能力: $\text{F}^- > \text{SCN}^-$
C	比较 HF 与 H_2SO_3 的酸性	分别测定等物质的量浓度的 NH_4F 与 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$ 溶液的 pH	前者 pH 小	酸性: $\text{HF} > \text{H}_2\text{SO}_3$
D	探究温度对反应速率的影响	等体积、等物质的量浓度的 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 与 H_2SO_4 溶液在不同温度下反应	温度高的溶液中先出现浑浊	温度升高, 该反应速率加快

A. A

B. B

C. C

D. D

【答案】C

【解析】

【详解】A. Cu 和浓 HNO_3 反应后生成二氧化氮, 探究其溶液呈绿色的原因可以采用对比实验, 即将 NO_2 通入①浓 HNO_3 , ② $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 和 HNO_3 混合溶液至饱和, 现象与原实验一致, 可以说明 Cu 和浓 HNO_3 反应后溶液呈绿色的主要原因是溶有 NO_2 , 故 A 正确;

B. 向等物质的量浓度的 KF 和 KSCN 混合溶液中滴加几滴 FeCl_3 溶液, 振荡, 溶液颜色无明显变化, 铁没有与 SCN^- 结合而与 F^- 结合, 说明结合 Fe^{3+} 的能力: $\text{F}^- > \text{SCN}^-$, 故 B 正确;

C. 不应该分别测定等物质的量浓度的 NH_4F 与 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$ 溶液的 pH, 因为铵根离子也要水解, 且同浓度 NH_4F 与 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$ 的铵根离子浓度不等, 不能比较, 并且亚硫酸的酸性大于氢氟酸, 结论也不对, 故 C 错误;

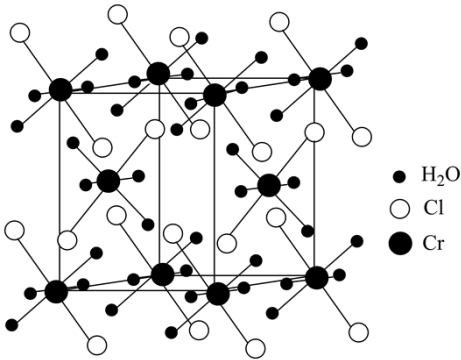
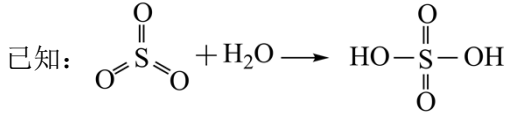
D. 探究温度对反应速率的影响, 只保留温度一个变量, 温度高的溶液中先出现浑浊, 能说明温度升高, 反应速率加快, 故 D 正确;

故选 C。

非选择题部分

二、非选择题(本大题共 5 小题, 共 52 分)

17. 氮和氧是构建化合物的常见元素。



请回答:

(1) 某化合物的晶胞如图, 其化学式是_____ , 晶体类型是_____。

(2) 下列说法正确的是_____。

A. 电负性: $\text{B} > \text{N} > \text{O}$

B. 离子半径: $\text{P}^{3-} < \text{S}^{2-} < \text{Cl}^-$

C. 第一电离能: $\text{Ge} < \text{Se} < \text{As}$

D. 基态 Cr^{2+} 的简化电子排布式: $[\text{Ar}]3d^4$

(3) ① $\text{H}_2\text{N-NH}_2 + \text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{N-NH}_3^+$, 其中 $-\text{NH}_2$ 的 N 原子杂化方式为_____ ; 比较键角

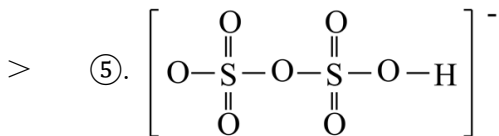
$\angle\text{HNH}$: $\text{H}_2\text{N-NH}_2$ 中的 $-\text{NH}_2$ _____ $\text{H}_2\text{N-NH}_3^+$ 中的 $-\text{NH}_3^+$ (填“>”、“<”或“=”), 请说明理由_____。

② 将 HNO_3 与 SO_3 按物质的量之比 1:2 发生化合反应生成 A, 测得 A 由 2 种微粒构成, 其中之一是

NO_2^+ 。比较氧化性强弱: NO_2^+ _____ HNO_3 (填“>”、“<”或“=”); 写出 A 中阴离子的结构式_____。

【答案】 (1) ①. $\text{CrCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ②. 分子晶体 (2) CD

(3) ①. sp^3 ②. < ③. $-\text{NH}_2$ 有孤电子对, 孤电子对对成键电子排斥力大, 键角变小 ④.



【解析】

【小问 1 详解】

由晶胞图可知，化学式为 $\text{CrCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ；由晶胞图可知构成晶胞的粒子为 $\text{CrCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 分子，故为分子晶体；

【小问 2 详解】

A 同一周期，从左到右，电负性依次增强，故顺序为 $\text{O} > \text{N} > \text{B}$ ，A 错误；

B 核外电子排布相同，核电荷数越大，半径越小，故顺序为 $\text{P}^{3-} > \text{S}^{2-} > \text{Cl}^-$ ，B 错误；

C 同一周期，从左到右，电离能增大的趋势，VA 族和 VIA 族相反，故顺序为 $\text{Ge} < \text{Se} < \text{As}$ ，C 正确；

D 基态 Cr 的简化电子排布式： $[\text{Ar}]3\text{d}^5 4\text{s}^1$ ， Cr^{2+} 的简化电子排布式为 $[\text{Ar}]3\text{d}^4$ ，D 正确；

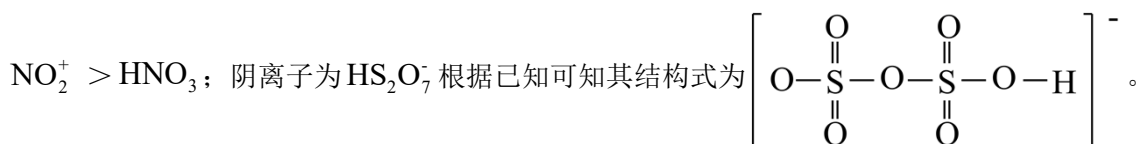
故选 CD；

【小问 3 详解】

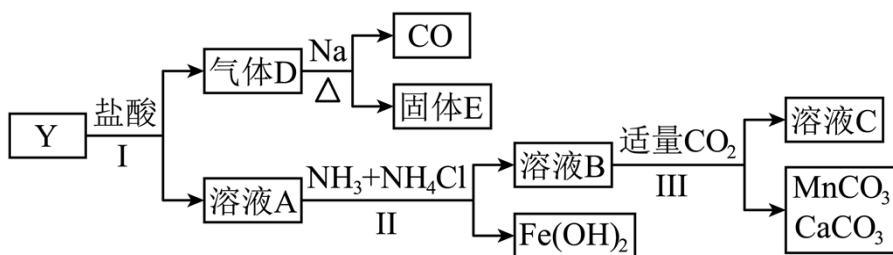
① $-\text{NH}_2$ 的价层电子对数 $3 + \frac{5-1 \times 3}{2} = 4$ ，故杂化方式为 sp^3 ； $-\text{NH}_2$ 价层电子对数为 4，有一对孤电子对， $-\text{NH}_3^+$ 价层电子对数 $4 + \frac{5-1-1 \times 4}{2} = 4$ ，无孤对电子，又因为孤电子对对成键电子的排斥力大于成键电子对成键电子的排斥力，故键角 $\angle \text{HNH} : \text{H}_2\text{N} - \text{NH}_2$ 中的 $-\text{NH}_2 < \text{H}_2\text{N} - \text{NH}_3^+$ 中的 $-\text{NH}_3^+$ ；

② 将 HNO_3 与 SO_3 按物质的量之比 1:2 发生化合反应生成 A，测得 A 由 2 种微粒构成，其中之一是

NO_2^+ ，则 A 为 $\text{NO}_2\text{HS}_2\text{O}_7$ ， NO_2^+ 为硝酸失去一个 OH^- ，得电子能力更强，氧化性更强，故氧化性强弱：



18. 固态化合物 Y 的组成为 $\text{MgCaFeMn}(\text{CO}_3)_4$ ，以 Y 为原料实现如下转化。



已知： NH_3 与溶液 A 中金属离子均不能形成配合物。

请回答：

(1) 依据步骤 III， MnCO_3 、 CaCO_3 和 MgCO_3 中溶解度最大的是_____。写出溶液 C 中的所有阴离子_____。步骤 II 中，加入 NH_4Cl 的作用是_____。

(2) 下列说法正确的是_____。

- A. 气体 D 是形成酸雨的主要成分
B. 固体 E 可能含有 Na_2CO_3
C. $\text{Mn}(\text{OH})_2$ 可溶于 NH_4Cl 溶液
D. 碱性: $\text{Ca}(\text{OH})_2 < \text{Fe}(\text{OH})_2$

(3) 酸性条件下, 固体 NaBiO_3 (微溶于水, 其还原产物为无色的 Bi^{3+}) 可氧化 Mn^{2+} 为 MnO_4^- , 根据该反应原理, 设计实验验证 Y 中含有 Mn 元素_____; 写出 Mn^{2+} 转化为 MnO_4^- 的离子方程式_____。

【答案】(1) ①. MgCO_3 ②. CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 、 OH^- 、 Cl^- ③. 调节溶液 pH 值, 防止钙离子、镁离子、锰离子转化为氢氧化物的沉淀 (2) BC

(3) ①. 取一定量 Y 于试管中, 加入适量硝酸溶解, 再加入适量 NaBiO_3 , 观察到溶液变为紫红色, 则证明 Y 中含有锰元素 ②. $5\text{NaBiO}_3 + 14\text{H}^+ + 2\text{Mn}^{2+} = 2\text{MnO}_4^- + 5\text{Bi}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O} + 5\text{Na}^+$

【解析】

【分析】Y 中加入盐酸将碳酸根转化为二氧化碳, 溶液 A 中主要有镁离子、锰离子、钙离子、亚铁离子, 氯离子, 若酸过量, 还有 H^+ , 加入氨气和氯化铵将亚铁离子转化为氢氧化亚铁, 溶液 B 中主要含有镁离子、锰离子、钙离子、铵根离子, 氯离子, III 中又通入 CO_2 将钙离子与锰离子转化为沉淀, 据此回答。

【小问 1 详解】

① MnCO_3 、 CaCO_3 和 MgCO_3 是同种类型的沉淀, 溶解度大的最后沉淀出来, 由于通入二氧化碳, 生成的沉淀是 CaCO_3 和 MgCO_3 , 所以 MgCO_3 溶解度最大;

② 溶液中加入盐酸引入阴离子氯离子, III 中又通入 CO_2 引入碳酸根离子, 溶液中还有碳酸氢根和氢氧根;

【小问 2 详解】

A. 气体是 CO_2 不是形成酸雨的主要成分, 故 A 错误;

B. 固体 E 可能含有 Na_2CO_3 , 当二氧化碳过量时反应方程式为: $2\text{CO}_2 + 2\text{Na} \triangleq \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}$, 当二氧化碳少量时 $\text{CO}_2 + 2\text{Na} \triangleq \text{Na}_2\text{O} + \text{CO}$, 所以可能含有 Na_2CO_3 , 故 B 正确;

C. $\text{Mn}(\text{OH})_2$ 可溶于 NH_4Cl 溶液, 由于 NH_4Cl 溶液呈酸性, NH_4Cl 水解产生的 H^+ 与 $\text{Mn}(\text{OH})_2$ 反应, 故 C 正确;

D. 碱性是 $\text{Ca}(\text{OH})_2 > \text{Fe}(\text{OH})_2$, 氢氧化钙是强碱, 氢氧化亚铁是弱碱, 故 D 错误;

故选 BC。

【小问 3 详解】

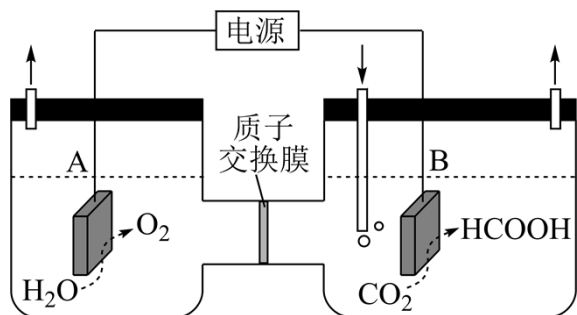
① 酸性条件下, 固体 NaBiO_3 可氧化 Mn^{2+} 为 MnO_4^- , 取一定量 Y 于试管中, 加入适量硝酸溶解, 再加入适量 NaBiO_3 , 观察到溶液变为紫红色, 则证明 Y 中含有锰元素;

②根据题目信息可知 $5\text{NaBiO}_3 + 14\text{H}^+ + 2\text{Mn}^{2+} = 2\text{MnO}_4^- + 5\text{Bi}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O} + 5\text{Na}^+$ 。

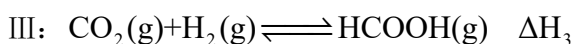
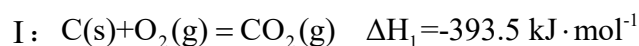
19. 通过电化学、热化学等方法，将 CO_2 转化为 HCOOH 等化学品，是实现“双碳”目标的途径之一。请回答：

(1) 某研究小组采用电化学方法将 CO_2 转化为 HCOOH ，装置如图。电极 B 上的电极反应式是

_____。



(2) 该研究小组改用热化学方法，相关热化学方程式如下：



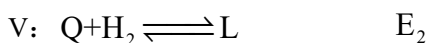
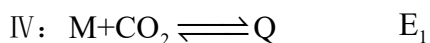
① $\Delta H_3 = \text{_____} \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

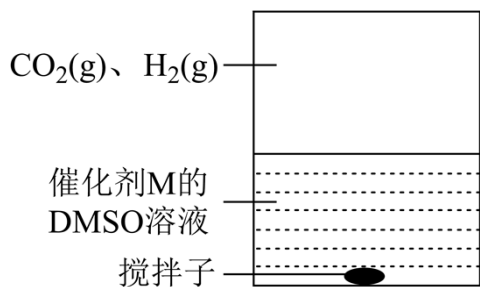
②反应III在恒温、恒容的密闭容器中进行， CO_2 和 H_2 的投料浓度均为 $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，平衡常数

$K = 2.4 \times 10^{-8}$ ，则 CO_2 的平衡转化率为_____。

③用氨水吸收 HCOOH ，得到 $1.00 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 氨水和 $0.18 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 甲酸铵的混合溶液，298 K 时该混合溶液的 $\text{pH} = \text{_____}$ 。[已知：298 K 时，电离常数 $K_b(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 1.8 \times 10^{-5}$ 、 $K_a(\text{HCOOH}) = 1.8 \times 10^{-4}$]

(3) 为提高效率，该研究小组参考文献优化热化学方法，在如图密闭装置中充分搅拌催化剂 M 的 DMSO (有机溶剂) 溶液， CO_2 和 H_2 在溶液中反应制备 HCOOH ，反应过程中保持 $\text{CO}_2(\text{g})$ 和 $\text{H}_2(\text{g})$ 的压强不变，总反应 $\text{CO}_2 + \text{H}_2 \rightleftharpoons \text{HCOOH}$ 的反应速率为 v ，反应机理如下列三个基元反应，各反应的活化能 $E_2 < E_1 \ll E_3$ (不考虑催化剂活性降低或丧失)。

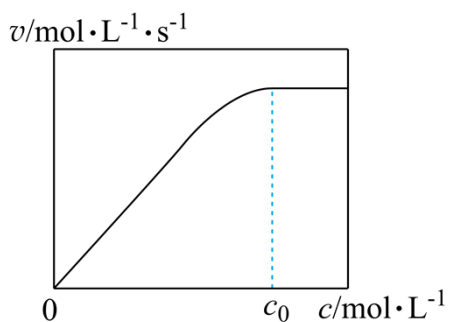




①催化剂 M 足量条件下，下列说法正确的是_____。

- A. v 与 $\text{CO}_2(\text{g})$ 的压强无关 B. v 与溶液中溶解 H_2 的浓度无关
 C. 温度升高， v 不一定增大 D. 在溶液中加入 $\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_3)_3$ ，可提高 CO_2 转化率

②实验测得：298 K， $p(\text{CO}_2)=p(\text{H}_2)=2\text{MPa}$ 下， v 随催化剂 M 浓度 c 变化如图。 $c \leq c_0$ 时， v 随 c 增大而增大； $c > c_0$ 时， v 不再显著增大。请解释原因_____。



【答案】(1) $\text{CO}_2 + 2\text{e}^- + 2\text{H}^+ = \text{HCOOH}$

(2) ①. +14.8 ②. 2.4×10^{-8} ③. 10.00

(3) ①. CD ②. 当 $c \leq c_0$ 时， v 随 c 增大而增大，因 M 是基元反应 IV 的反应物(直接影响基元反应 VI 中反应物 L 的生成)； $c > c_0$ 时， v 不再显著增加，因受限于 $\text{CO}_2(\text{g})$ 和 $\text{H}_2(\text{g})$ 在溶液中的溶解速度(或浓度)

【解析】

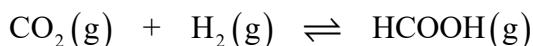
【小问 1 详解】

①电极 B 是阴极，则电极反应式是 $\text{CO}_2 + 2\text{e}^- + 2\text{H}^+ = \text{HCOOH}$ ；

【小问 2 详解】

① $\Delta H_3 = \Delta H_2 - \Delta H_1 = -378.7 \text{ kJ/mol} + 393.5 \text{ kJ/mol} = +14.8 \text{ kJ/mol}$ ；

②根据三段式，设转化的 CO_2 为 x ，则：



起始(mol/L)	1	1	0	, 则 $K = \frac{x}{(1-x)^2} = 2.4 \times 10^{-8}$,
转化(mol/L)	x	x	x	
平衡(mol/L)	1-x	1-x	x	

$$x \approx 2.4 \times 10^{-8} \text{ mol/L}, \text{ 则转化率} = \frac{2.4 \times 10^{-8}}{1} \times 100\% = 2.4 \times 10^{-6}\%$$

③用氨水吸收 HCOOH, 得到 $1.00 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 氨水和 $0.18 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 甲酸铵的混合溶液, 得出 $c(\text{NH}_4^+)$

$$= 0.18 \text{ mol/L}, \text{ 根据 } K_b = \frac{c(\text{OH}^-) \cdot c(\text{NH}_4^+)}{c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})}, \text{ 则 } c(\text{OH}^-) = \frac{c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) \cdot K_b}{c(\text{NH}_4^+)} = \frac{1 \times 1.8 \times 10^{-5}}{0.18} = 10^{-4} \text{ mol/L},$$

$$\text{pOH} = 4, \text{ pH} = 14 - 4 = 10;$$

【小问 3 详解】

①A. v 与 $\text{CO}_2(\text{g})$ 的压强有关, 压强越大, 溶液中 CO_2 的浓度越大, v 越大, A 错误;

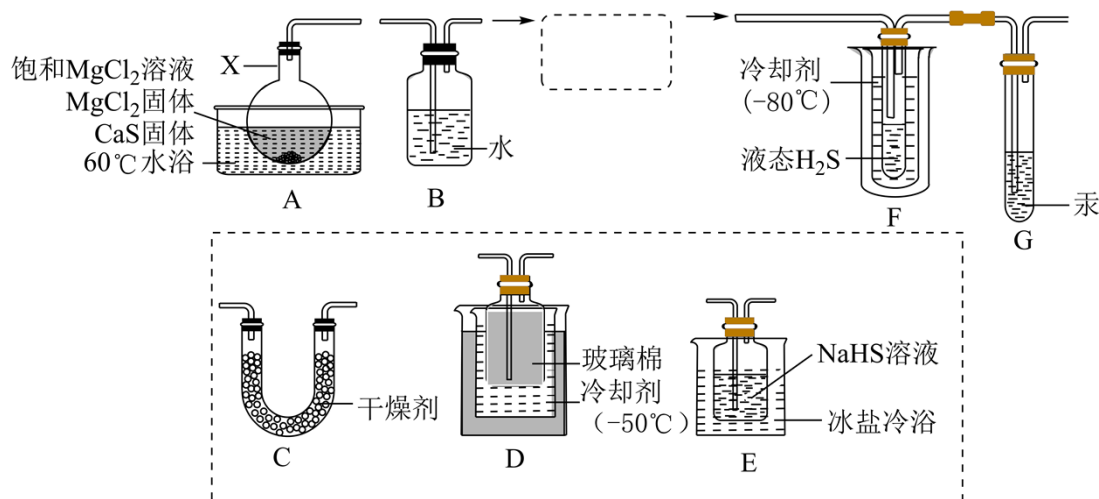
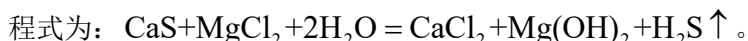
B. v 与溶液中溶解 H_2 的浓度有关, 氢气浓度越大, 速率越快, B 错误;

C. 温度升高, v 不一定增大, 反应IV和V是快反应, 而VI是慢反应(决速步骤), 若IV和V是放热反应且可以快速建立平衡状态, 则随着温度升高 L 的浓度减小, 若 L 的浓度减小对反应速率的影响大于温度升高对总反应速率的影响, 则总反应速率减小, 故总反应的速率不一定增大, C 错误;

D. 在溶液中加入的 $\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_3)_3$ 会与 HCOOH 反应, 使得三个平衡正向移动, 可提高 CO_2 转化率, D 正确; 故选 CD。

②当 $c \leq c_0$ 时, v 随 c 增大而增大, 因 M 是基元反应 IV 的反应物(直接影响基元反应 VI 中反应物 L 的生成); $c > c_0$ 时, v 不再显著增加, 因受限于 $\text{CO}_2(\text{g})$ 和 $\text{H}_2(\text{g})$ 在溶液中的溶解速度(或浓度)。

20. H_2S 可用于合成光电材料。某兴趣小组用 CaS 与 MgCl_2 反应制备液态 H_2S , 实验装置如图, 反应方



已知：① H_2S 的沸点是 -61°C ，有毒：

②装置 A 内产生的 H_2S 气体中含有酸性气体杂质。

请回答：

(1) 仪器 X 的名称是_____。

(2) 完善虚框内的装置排序： $\text{A}\rightarrow\text{B}\rightarrow$ _____ $\rightarrow\text{F}+\text{G}$

(3) 下列干燥剂，可用于装置 C 中的是_____。

A. 氢氧化钾 B. 五氧化二磷 C. 氯化钙 D. 碱石灰

(4) 装置 G 中汞的两个作用是：①平衡气压：②_____。

(5) 下列说法正确的是_____。

A. 该实验操作须在通风橱中进行

B. 装置 D 的主要作用是预冷却 H_2S

C. 加入的 MgCl_2 固体，可使 MgCl_2 溶液保持饱和，有利于平稳持续产生 H_2S

D. 该实验产生的尾气可用硝酸吸收

(6) 取 0.680 g H_2S 产品，与足量 CuSO_4 溶液充分反应后，将生成的 CuS 置于已恒重、质量为 31.230 g 的坩埚中，煅烧生成 CuO ，恒重后总质量为 32.814 g 。产品的纯度为_____。

【答案】(1) 圆底烧瓶

(2) $\text{E}\rightarrow\text{C}\rightarrow\text{D}$ (3) BC (4) 液封 (5) ABC (6) 99%

【解析】

【分析】A 作为 H_2S 的发生装置，由于不能骤冷，所以 D、E 都是冷却 H_2S 的装置，C 装置干燥 H_2S ，F 冷却并收集 H_2S ，G 作为平衡气压和尾气处理装置，据此回答。

【小问 1 详解】

仪器 X 的名称是圆底烧瓶；

【小问 2 详解】

制备气体的装置包括发生装置，除杂装置，收集装置和尾气处理，由于不能骤冷，要逐步冷却，所以 B 连 E，E 连 C，C 连 D，D 连 F；

【小问 3 详解】

H_2S 是酸性气体，不可以用碱性干燥剂，所以不可以用氢氧化钾和碱石灰，故选 BC；

【小问 4 详解】

装置 G 中汞的两个作用是：①平衡气压：②液封；

【小问 5 详解】

- A. H_2S 有毒，该实验操作须在通风橱中进行，故 A 正确；
 B. 气体不能骤冷，装置 D 的主要作用是预冷却 H_2S ，故 B 正确；
 C. 加入的 $MgCl_2$ 固体，可使 $MgCl_2$ 溶液保持饱和，有利于平稳持续产生 H_2S ，故 C 正确；
 D. 该实验产生的尾气不可用硝酸吸收，硝酸的氧化性虽然可以把 H_2S 氧化为 S 单质，但是稀硝酸产生的 NO 或者浓硝酸产生的 NO_2 ，会污染空气，故 D 错误；

故选 ABC。

【小问 6 详解】

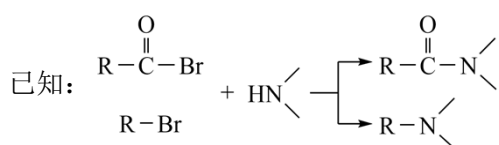
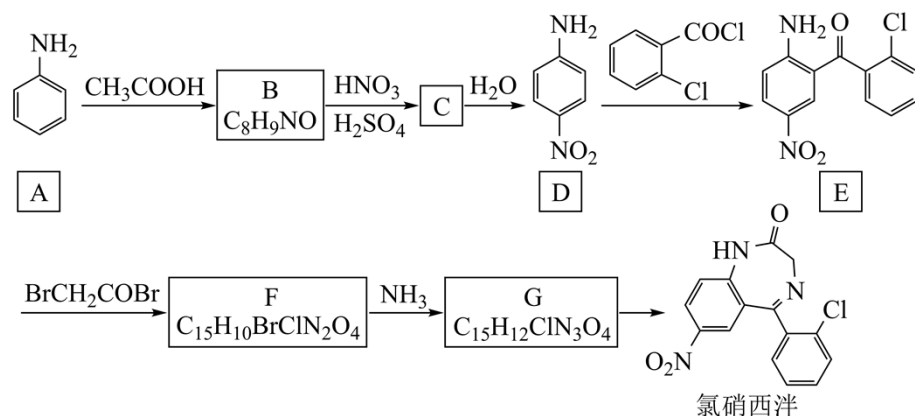
根据铜守恒，氧化铜的质量为 $32.814\text{ g} - 31.230\text{ g} = 1.584\text{ g}$ ，则氧化铜物质的量为 0.0198 mol ，



1 1 ，硫化铜物质的量为 0.0198 mol ，则 H_2S 物质的量为 0.0198 mol ， H_2S 的质量为 $n \times 0.0198\text{ mol}$

0.6732 g ，产品纯度为 $\frac{0.6732\text{ g}}{0.680} \times 100\% = 99\%$ 。

21. 某研究小组通过下列路线合成镇静药物氯硝西洋。

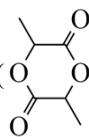


请回答：

- (1) 化合物 E 的含氧官能团的名称是_____。
 - (2) 化合物 C 的结构简式是_____。
 - (3) 下列说法不正确的是_____。
- A. 化合物 A→D 的过程中，采用了保护氨基的方法
 B. 化合物 A 的碱性比化合物 D 弱
 C. 化合物 B 在氢氧化钠溶液加热的条件下可转化为化合物 A

D. 化合物 G → 氯硝西洋的反应类型为取代反应

(4) 写出 F → G 的化学方程式_____。

(5) 聚乳酸($\text{HO} \left[\text{C} \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C}-\text{CH}-\text{O} \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array} \right]_n \text{H}$)是一种可降解高分子, 可通过化合物 X()开环聚合得到, 设计以乙

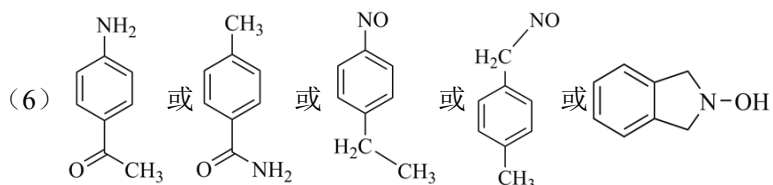
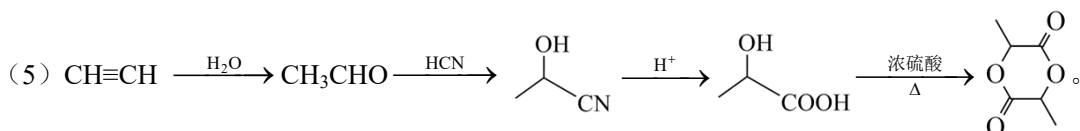
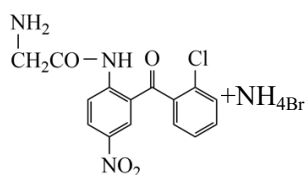
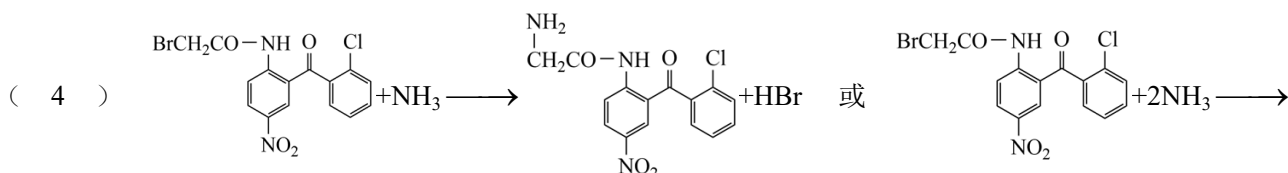
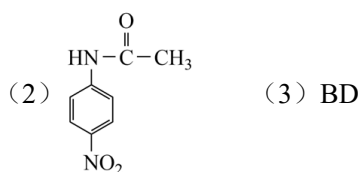
炔为原料合成 X 的路线_____ (用流程图表示, 无机试剂任选)。

(6) 写出同时符合下列条件的化合物 B 的同分异构体的结构简式_____。

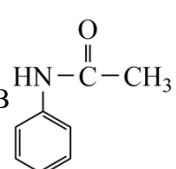
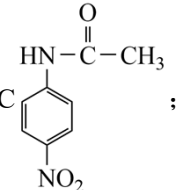
① 分子中含有二取代的苯环。

② $^1\text{H-NMR}$ 谱和 IR 谱检测表明: 分子中共有 4 种不同化学环境的氢原子, 无碳氧单键。

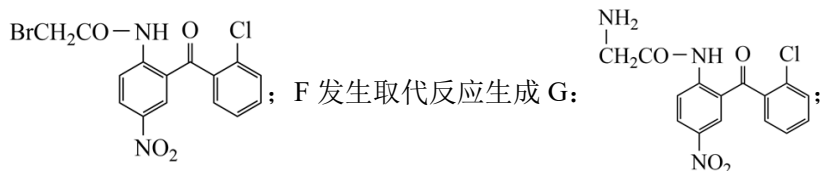
【答案】(1) 硝基、羰基(或酮羰基、酮基)



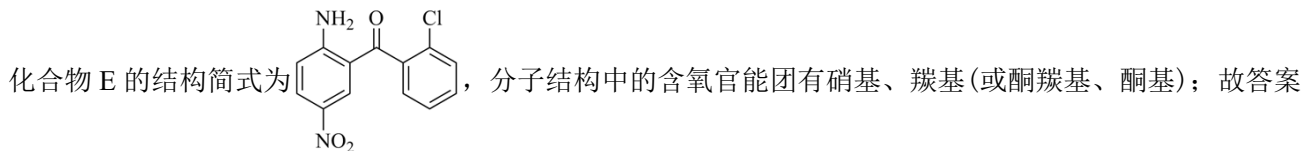
【解析】

【分析】A 发生取代反应生成 B , B 在硫酸作用下与硝酸发生对位取代生成 C  ;

C 水解生成 D, D 取代生成 E, E 发生取代反应生成 F, 结合已知信息, 根据其分子式, 可推出 F 为:

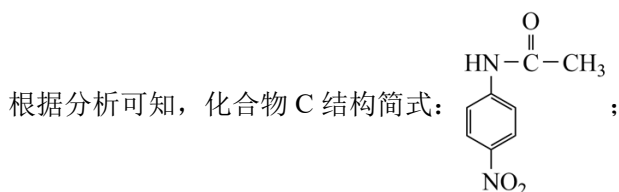


【小问 1 详解】



为: 硝基、羰基(或酮羰基、酮基)。

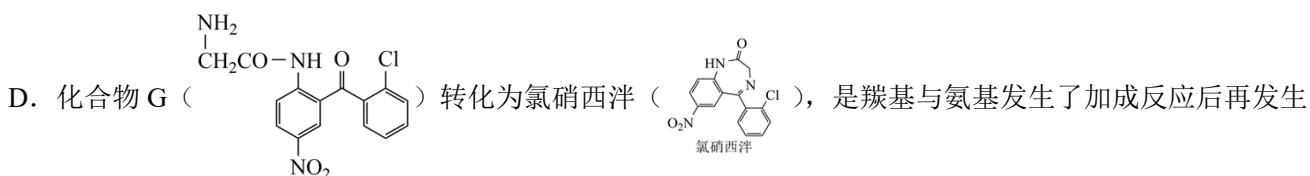
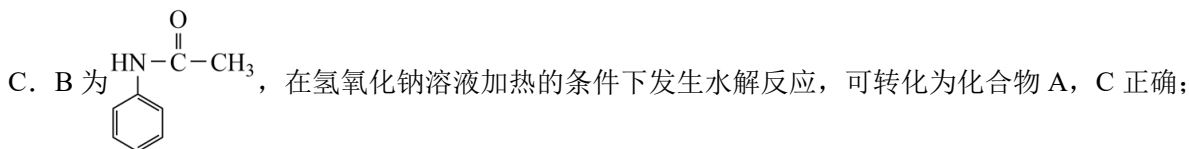
【小问 2 详解】



【小问 3 详解】

A. 氨基易被氧化, 在进行硝化反应前, 先将其转化为稳定的酰胺基, 硝化反应后再水解出氨基, 属于氨基的保护, A 正确;

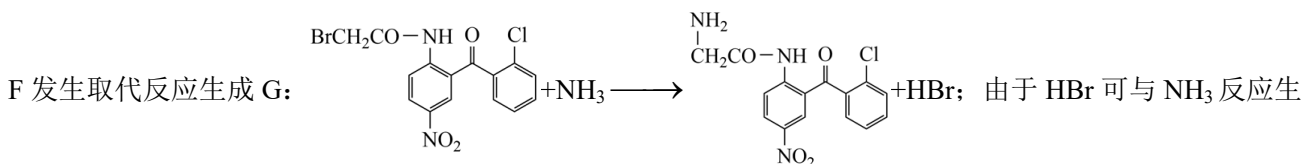
B. 硝基为吸电子基团, 硝基的存在会导致 N 原子结合质子能力减弱, 所以碱性: $A > D$, B 错误;

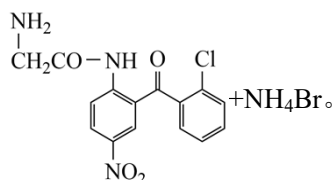
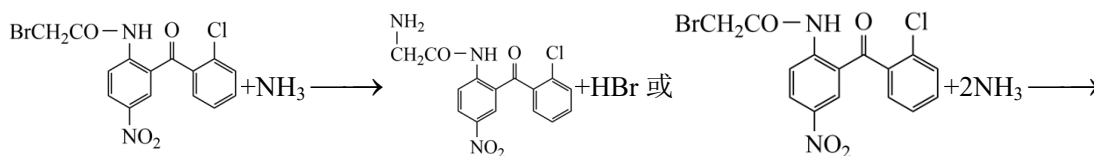
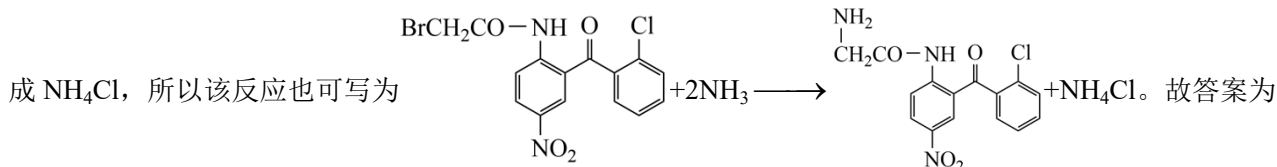


消去反应, D 错误;

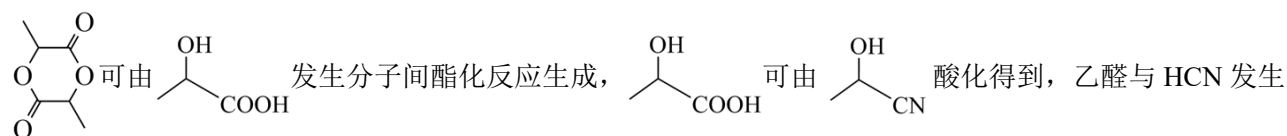
故答案选 BD;

【小问 4 详解】

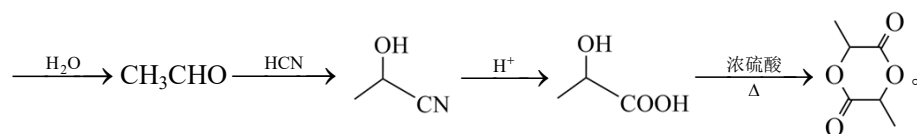




【小问 5 详解】



加成反应生成 $\text{CH}_3\text{C}(\text{OH})(\text{CN})\text{CHO}$ ，而乙炔与 H_2O 发生加成反应生成乙醛 (CH_3CHO)，故合成路线为 $\text{CH}\equiv\text{CH}$



【小问 6 详解】

B 为 $\text{C}_6\text{H}_5\text{NHCOCH}_3$ ，其同分异构体分子中含有二取代的苯环；分子中共有 4 种不同化学环境的氢原子，无

