

化学试题

可能用到的相对原子质量：H 1 C 12 N 14 O 16 Na 23 Mg 24 Al 27 Si 28
S 32 Cl 35.5 K 39 Ca 40 Mn 55 Fe 56 Cu 64 Zn 65 Ag 108 I 127 Ba
137

一、选择题(本大题共 25 小题，每小题 2 分，共 50 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. 水溶液呈酸性的是()

- A. NaCl B. NaHSO₄ C. HCOONa D. NaHCO₃

【答案】B

【解析】

【详解】A. NaCl 是强酸强碱盐，其不能水解，故其水溶液呈中性，A 不符合题意；

B. NaHSO₄ 是强酸的酸式盐，其属于强电解质，其在水溶液中的电离方程式为

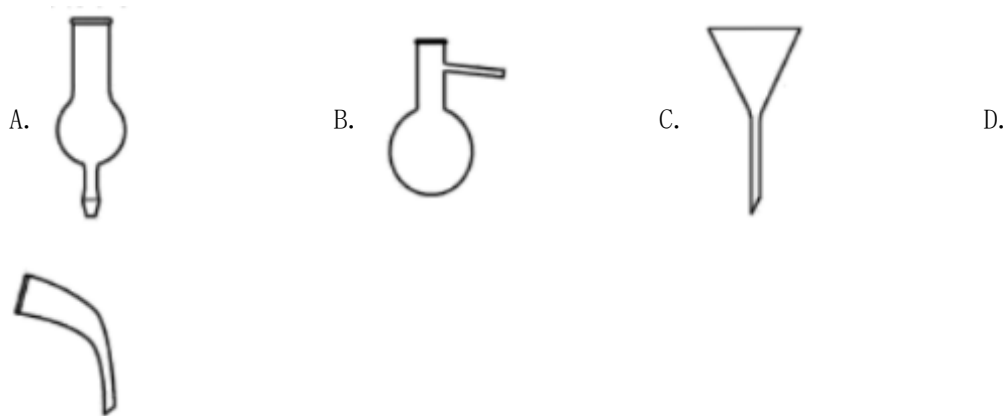
$\text{NaHSO}_4 = \text{Na}^+ + \text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$ ，故其水溶液呈酸性，B 符合题意；

C. HCOONa 属于强碱弱酸盐，其在水溶液中可以完全电离，其电离产生的 HCOO⁻ 可以发生水解，其水解的离子方程式为 $\text{HCOO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCOOH} + \text{OH}^-$ ，故其水溶液呈碱性，C 不符合题意；

D. NaHCO₃ 是强碱弱酸盐，既能发生电离又能发生水解，但其水解程度大于电离程度，故其水溶液呈碱性，D 不符合题意。

综上所述，本题答案为 B。

2. 固液分离操作中，需要用到的仪器是()



【答案】C

【解析】

【详解】A. 该仪器是干燥管，不能用于固液分离，A 不符合题意；

B. 该仪器为蒸馏烧瓶，不能用于固液分离，B 不符合题意；

C. 该仪器为普通漏斗，常用于过滤以分离固液混合物，C 符合题意；

D. 该仪器为牛角管，又叫接液管，连接在冷凝管的末端以收集蒸馏产生的蒸气所冷凝成的液体，不能用于固液分离，D 不符合题意。

综上所述，本题答案为 C。

3. 下列物质在熔融状态下不导电的是()

- A. NaOH B. CaCl₂ C. HCl D. K₂SO₄

【答案】C

【解析】

【详解】A. NaOH 属于离子化合物，其在熔融状态下能电离成自由移动的 Na⁺和 OH⁻，故其在熔融状态下能导电，A 不符合题意；

B. CaCl₂ 属于离子化合物，其在熔融状态下能电离成自由移动的 Ca²⁺和 Cl⁻，故其在熔融状态下能导电，B 不符合题意；

C. HCl 是共价化合物，其在熔融状态下不能电离成离子，故其在熔融状态下不导电，C 符合题意；

D. K₂SO₄ 属于离子化合物，其在熔融状态下能电离成自由移动的 K⁺和 SO₄²⁻，故其在熔融状态下能导电，D 不符合题意。

综上所述，本题答案为 C。

4. 下列物质对应的组成不正确的是()

- A. 干冰：CO₂ B. 熟石灰：CaSO₄·2H₂O
C. 胆矾：CuSO₄·5H₂O D. 小苏打：NaHCO₃

【答案】B

【解析】

【详解】A. 干冰为固体二氧化碳，故 A 正确；

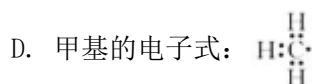
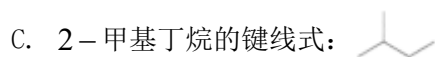
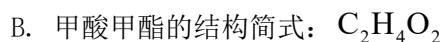
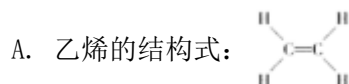
B. 熟石灰成分为 Ca(OH)₂，CaSO₄·2H₂O 为生石膏，故 B 错误；

C. 胆矾为五水合硫酸铜晶体，故 C 正确；

D. 小苏打是碳酸氢钠的俗名，故 D 正确；

答案选 B。

5. 下列表示不正确的是()



【答案】B

【解析】

【详解】A. 结构式是每一对共用电子对用一个短横来表示，乙烯分子中每个碳原子和每个氢原子形成一对共用电子对，碳原子和碳原子形成两对共用电子对，故 A 正确；

B. 结构简式中需要体现出特殊结构和官能团，甲酸甲酯中要体现出酯基，其结构简式为 $HCOOCH_3$ ，故 B 错误；

C. 键线式中每个端点为一个 C 原子，省略 C—H 键，故 C 正确；

D. 甲基中碳原子和三个氢原子形成 3 对共用电子对，还剩一个成单电子，故 D 正确；

答案选 B。

6. 下列说法不正确的是()

A. 天然气是不可再生能源

B. 用水煤气可合成液态碳氢化合物和含氧有机物

C. 煤的液化属于物理变化

D. 火棉是含氮量高的硝化纤维

【答案】C

【解析】

【详解】A. 天然气是由远古时代的动植物遗体经过漫长的时间变化而形成的，储量有限，是不可再生能源，A 选项正确；

B. 水煤气为 CO 和 H_2 ，在催化剂的作用下，可以合成液态碳氢化合物和含氧有机物(如甲醇)，B 选项正确；

C. 煤的液化是把煤转化为液体燃料，属于化学变化，C 选项错误；

D. 火棉是名为纤维素硝酸酯，是一种含氮量较高的硝化纤维，D 选项正确；

答案选 C。

7. 下列说法正确的是()

- A. ^{35}Cl 和 ^{37}Cl 是两种不同的元素
- B. 单晶硅和石英互为同素异形体
- C. HCOOH 和 HOCH_2CHO 互为同系物
- D. H 与 Na 在元素周期表中处于同一主族

【答案】D

【解析】

【详解】A. ^{35}Cl 和 ^{37}Cl 是 Cl 元素的两种不同核素，属于同种元素，A 选项错误；

B. 同素异形体是指同种元素组成的不同种单质，而单晶硅为硅单质，而石英是 SiO_2 ，两者不属于同素异形体，B 选项错误；

C. 同系物是指结构相似，分子组成上相差若干个 CH_2 的有机化合物， HCOOH 和 HOCH_2CHO 结构不相似，不属于同系物，C 选项错误；

D. H 和 Na 在元素周期表中均处于第 IA 族，D 选项正确；

答案选 D。

8. 下列说法不正确的是()

- A. Cl^- 会破坏铝表面的氧化膜
- B. NaHCO_3 的热稳定性比 Na_2CO_3 强
- C. KMnO_4 具有氧化性，其稀溶液可用于消毒
- D. 钢铁在潮湿空气中生锈主要是发生了电化学腐蚀

【答案】B

【解析】

【详解】A. Cl^- 很容易被吸附在铝表面的氧化膜上，将氧化膜中的氧离子取代出来，从而破坏氧化膜，A 选项正确；

B. 碳酸氢钠受热分解可产生碳酸钠、水和二氧化碳，则稳定性： $\text{NaHCO}_3 < \text{Na}_2\text{CO}_3$ ，B 选项错误；

C. KMnO_4 具有强氧化性，可使病毒表面的蛋白质外壳变形，其稀溶液可用于消毒，C 选项正确；

D. 钢铁在潮湿的空气中，铁和碳、水膜形成原电池，发生电化学腐蚀，腐蚀速率更快，D

选项正确；

答案选 B。

9. 下列说法不正确的是()

- A. 高压钠灯可用于道路照明
- B. SiO_2 可用来制造光导纤维
- C. 工业上可采用高温冶炼黄铜矿的方法获得粗铜
- D. BaCO_3 不溶于水，可用作医疗上检查肠胃的钡餐

【答案】D

【解析】

【详解】A. 高压钠灯发出的黄光射程远、透雾能力强，所以高压钠灯用于道路照明，故 A 正确；

B. 二氧化硅传导光的能力非常强，用来制造光导纤维，故 B 正确；

C. 黄铜矿高温煅烧生成粗铜、氧化亚铁和二氧化硫，故 C 正确；

D. 碳酸钡不溶于水，但溶于酸，碳酸钡在胃酸中溶解生成的钡离子为重金属离子，有毒，不能用于钡餐，钡餐用硫酸钡，故 D 错误；

答案选 D。

10. 反应 $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl}(\text{浓}) \xrightarrow{\text{加热}} \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 中，氧化产物与还原产物的物质的量之比是()

- A. 1:2
- B. 1:1
- C. 2:1
- D. 4:1

【答案】B

【解析】

【详解】由反应方程式可知，反应物 MnO_2 中的 Mn 元素的化合价为+4 价，生成物 MnCl_2 中 Mn 元素的化合价为+2 价，反应物 HCl 中 Cl 元素的化合价为-1 价，生成物 Cl_2 中 Cl 元素的化合价为 0 价，故 MnCl_2 是还原产物， Cl_2 是氧化产物，由氧化还原反应中得失电子守恒可知， $n(\text{Cl}_2): n(\text{MnCl}_2)=1: 1$ ，B 符合题意；

答案选 B。

11. 下列有关实验说法不正确的是()

- A. 萃取 Br_2 时，向盛有溴水的分液漏斗中加入 CCl_4 ，振荡、静置分层后，打开旋塞，先将

水层放出

- B. 做焰色反应前，铂丝用稀盐酸清洗并灼烧至火焰呈无色
- C. 乙醇、苯等有机溶剂易被引燃，使用时须远离明火，用毕立即塞紧瓶塞
- D. 可用 AgNO_3 溶液和稀 HNO_3 区分 NaCl 、 NaNO_2 和 NaNO_3

【答案】A

【解析】

【详解】A. CCl_4 的密度比水的密度大，故萃取 Br_2 时，向盛有溴水的分液漏斗中加入 CCl_4 ，振荡、静置分层，打开旋塞，先将 CCl_4 层放出，A 操作错误；

B. 做焰色反应前，先将铂丝用稀盐酸清洗并灼烧至无色的目的是排除铂丝上粘有其它金属元素，对待检测金属元素的干扰，B 操作正确

C. 乙醇、苯等有机溶剂属于易燃物品，故使用时必须远离明火和热源，用毕立即塞紧瓶塞，防止失火，C 操作正确；

D. 氯化银、亚硝酸银都是难溶于水的白色固体，所以硝酸银滴入氯化钠溶液和亚硝酸钠溶液中都有白色沉淀生成，但是氯化银不溶于稀硝酸，而亚硝酸银溶于稀硝酸 硝酸银溶液滴入硝酸钠溶液中没有明显现象，故 D 操作正确。

答案选 A。

12. 下列说法正确的是()

- A. Na_2O 在空气中加热可得固体 Na_2O_2
- B. Mg 加入到过量 FeCl_3 溶液中可得 Fe
- C. FeS_2 在沸腾炉中与 O_2 反应主要生成 SO_3
- D. H_2O_2 溶液中加入少量 MnO_2 粉末生成 H_2 和 O_2

【答案】A

【解析】

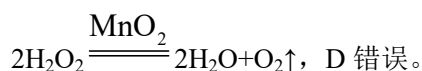
【详解】A. 无水状态下 Na_2O_2 比 Na_2O 更稳定， Na_2O 在空气中加热可以生成更稳定的 Na_2O_2 ，A 正确；

B. Mg 加入到 FeCl_3 溶液中， Mg 具有较强的还原性，先与 Fe^{3+} 反应，生成 Mg^{2+} 和 Fe^{2+} ，若 Mg 过量， Mg 与 Fe^{2+} 继续反应生成 Mg^{2+} 和 Fe ，但由于反应中 FeCl_3 过量， Mg 已消耗完，所以无 Mg 和 Fe^{2+} 反应，所以不会生成 Fe ，B 错误；

C. FeS_2 在沸腾炉中与 O_2 发生的反应为: $4\text{FeS}_2 + 11\text{O}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{SO}_2$, 产物主要是 SO_2

而不是 SO_3 , C 错误;

D. H_2O_2 溶液中加入少量 MnO_2 粉末生成 H_2O 和 O_2 , 化学方程式为:



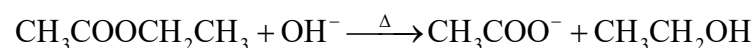
答案选 A。

13. 能正确表示下列反应的离子方程式是()

A. $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 溶液与少量 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液反应: $\text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} = \text{BaSO}_4 \downarrow$

B. 电解 MgCl_2 水溶液: $2\text{Cl}^- + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{通电}} 2\text{OH}^- + \text{Cl}_2 \uparrow + \text{H}_2 \uparrow$

C. 乙酸乙酯与 NaOH 溶液共热:



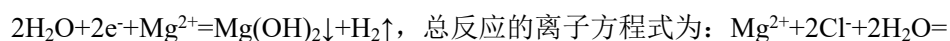
D. CuSO_4 溶液中滴加稀氨水: $\text{Cu}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow$

【答案】C

【解析】

【详解】A. $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 可以写成 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \text{FeSO}_4$, $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 溶液与少量 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液反应, OH^- 先与 Fe^{2+} 反应, 再和 NH_4^+ 反应, 由于 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 较少, NH_4^+ 不会参与反应, 离子方程式为: $\text{Fe}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Fe}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{BaSO}_4 \downarrow$, A 错误;

B. 用惰性材料为电极电解 MgCl_2 溶液, 阳极反应为: $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2 \uparrow$, 阴极反应为:



$\text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{H}_2 \uparrow + \text{Cl}_2 \uparrow$, B 错误;

C. 乙酸乙酯与氢氧化钠溶液共热时发生水解, 生成乙酸钠和乙醇, 离子方程式为:



D. 向硫酸铜溶液中滴加氨水, 氨水与硫酸铜发生复分解反应生成氢氧化铜沉淀和硫酸铵, 一水合氨为弱电解质, 在离子反应中不能拆开, 离子方程式为:



答案选 C。

14. 下列说法不正确的是()

- A. 相同条件下等质量的甲烷、汽油、氢气完全燃烧，放出的热量依次增加
- B. 油脂在碱性条件下水解生成的高级脂肪酸盐是肥皂的主要成分
- C. 根据纤维在火焰上燃烧产生的气味，可以鉴别蚕丝与棉花
- D. 淀粉、纤维素、蛋白质都属于高分子化合物

【答案】A

【解析】

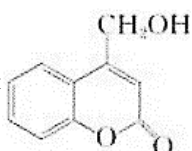
【详解】A. 由于等质量的物质燃烧放出的热量主要取决于其含氢量的大小，而甲烷、汽油、氢气中 H 的百分含量大小顺序为：汽油<甲烷<氢气，故等质量的它们放出热量的多少顺序为：汽油<甲烷<氢气，故 A 错误；

B. 油脂在碱性条件下发生水解反应生成甘油和高级脂肪酸盐，高级脂肪酸盐是肥皂的主要成分，故 B 正确；

C. 蚕丝主要成分是蛋白质，灼烧时有烧焦羽毛的气味，而棉花则属于纤维素，灼烧时则基本没有气味，故 C 正确；

D. 高分子通常是指相对分子质量在几千甚至上万的分子，淀粉、纤维素和蛋白质均属于天然高分子化合物，故 D 正确。

故答案为：D。


15. 有关  的说法正确的是()

- A. 可以与氢气发生加成反应
- B. 不会使溴水褪色
- C. 只含二种官能团
- D. 1mol 该物质与足量 NaOH 溶液反应，最多可消耗 1 mol NaOH

【答案】A


【解析】

【分析】

 中含有羟基、酯基和碳碳双键三种官能团，根据官能团的性质进行解答。

【详解】A.  分子中含有苯环和碳碳双键，都能与 H₂ 发生加成反应，A 正确；

B.  分子中含有碳碳双键，能与溴水发生加成反应导致溴水褪色，B 错误；

C.  分子中含有羟基、酯基和碳碳双键三种官能团，C 错误；

D. 1mol 该物质酯基水解后生成的酚羟基和羧基均能和 NaOH 反应，1mol 该物质与足量的 NaOH 溶液反应时最多可消耗 2molNaOH，D 错误；

故答案为：A。

16.X、Y、Z、M、Q 五种短周期元素，原子序数依次增大。Y 元素的最高正价为 +4 价，Y 元素与 Z、M 元素相邻，且与 M 元素同主族；化合物 Z_2X_4 的电子总数为 18 个；Q 元素的原子最外层电子数比次外层少一个电子。下列说法不正确的是()

- A. 原子半径：Z < Y < M
- B. 最高价氧化物对应水化物的酸性：Z > Y > M
- C. $X_2Z - ZX_2$ 易溶于水，其水溶液呈碱性
- D. X、Z 和 Q 三种元素形成的化合物一定是共价化合物

【答案】D

【解析】

【分析】

X、Y、Z、M、Q 为五种短周期元素，原子序数依次增大。Y 元素的最高正价为 +4 价，则证明该元素为第 IVA 族元素，又知 Y 元素与 Z、M 元素相邻，且与 M 同族，则在元素周期表位置应为

IVA 族	VA 族
Y	Z
M	

，故推知 Y 为 C 元素，Z 为 N 元素，M 为 Si 元素；化合物 Z_2X_4 的电子总数为 18，则推知，X 为 H，该化合物为 N_2H_4 ；Q 元素的原子最外层电子总数比次外层电子数少一个电子，推出 Q 为 Cl 元素，据此结合元素周期律与物质的结构与性质分析作答。

【详解】根据上述分析可知，X 为 H、Y 为 C 元素、Z 为 N 元素、M 为 Si 元素、Q 为 Cl 元素，则

- A. 同周期元素从左到右原子半径依次减小，同主族元素从上到下原子半径依次增大，则原子半径比较： $Z(N) < Y(C) < M(Si)$ ，故 A 正确；
- B. 同周期元素从左到右元素非金属性依次增强，同主族元素从上到下元素非金属性依次减弱，因元素的非金属性越强，最高价氧化物对应水化物的酸性越强，非金属性： $Z(N) > Y(C) > M(Si)$ ，则最高价氧化物对应水化物的酸性： $Z(N) > Y(C) > M(Si)$ ，故 B 正确；
- C. N_2H_4 的结构简式可表示为 H_2N-NH_2 ，分子中含两个氨基，可与酸反应，具有碱性，且该分子具有极性，与水分子间也存在氢键，根据相似原理可知， N_2H_4 易溶于水，故 C 正确；
- D. X、Z 和 Q 三种元素组成的化合物有很多，不一定是共价化合物，如氯化铵属于铵盐，为离子化合物，故 D 错误；

答案选 D。

17. 下列说法不正确的是()

- A. $2.0 \times 10^{-7} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的盐酸中 $c(H^+) = 2.0 \times 10^{-7} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- B. 将 KCl 溶液从常温加热至 80°C ，溶液的 pH 变小但仍保持中性
- C. 常温下，NaCN 溶液呈碱性，说明 HCN 是弱电解质
- D. 常温下，pH 为 3 的醋酸溶液中加入醋酸钠固体，溶液 pH 增大

【答案】A

【解析】

【详解】A. 盐酸的浓度为 $2.0 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$ ，完全电离，接近中性，溶剂水电离出的氢离子浓度的数量级与溶质 HCl 电离的氢离子浓度相差不大，则计算中氢离子浓度时，不能忽略水中的氢离子浓度，其数值应大于 $2.0 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$ ，故 A 错误；

B. KCl 溶液为中性溶液，常温下 $\text{pH}=7$ ，加热到 80°C 时，水的离子积 K_w 增大，对应溶液的氢离子浓度随温度升高会增大，pH 会减小，但溶液溶质仍为 KCl，则仍呈中性，故 B 正确；

C. NaCN 溶液显碱性，说明该溶质为弱酸强碱盐，即 CN^- 对应的酸 HCN 为弱电解质，故 C 正确；

D. 醋酸在溶液中会发生电离平衡： $\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$ ，向溶液中加入醋酸钠固体，根据同离子效应可知，该平衡会向生成弱电解质的方向（逆向）移动，使溶液中的氢离子浓度减小，pH 增大，故 D 正确；

答案选 A。

18.5 mL $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{KI}$ 溶液与 1 mL $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{FeCl}_3$ 溶液发生反应:

$2\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + 2\text{I}^{-}(\text{aq}) \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + \text{I}_2(\text{aq})$, 达到平衡。下列说法不正确的是()

- A. 加入苯, 振荡, 平衡正向移动
- B. 经苯 2 次萃取分离后, 在水溶液中加入 KSCN , 溶液呈血红色, 表明该化学反应存在限度
- C. 加入 FeSO_4 固体, 平衡逆向移动

D. 该反应的平衡常数 $K = \frac{c^2(\text{Fe}^{2+})}{c^2(\text{Fe}^{3+}) \times c^2(\text{I}^{-})}$

【答案】D

【解析】

【详解】A. 加入苯振荡, 苯将 I_2 萃取到苯层, 水溶液中 $c(\text{I}_2)$ 减小, 平衡正向移动, A 正确;

B. 将 5 mL 0.1mol/LKI 溶液与 1 mL 0.1mol/LFeCl_3 溶液混合, 参与反应的 Fe^{3+} 与 I^{-} 物质的量之比为 1:1, 反应后 I^{-} 一定过量, 经苯 2 次萃取分离后, 在水溶液中加入 KSCN 溶液呈血红色, 说明水溶液中仍含有 Fe^{3+} , 即 Fe^{3+} 没有完全消耗, 表明该化学反应存在限度, B 正确;

C. 加入 FeSO_4 固体溶于水电离出 Fe^{2+} , $c(\text{Fe}^{2+})$ 增大, 平衡逆向移动, C 正确;

D. 该反应的平衡常数 $K = \frac{c^2(\text{Fe}^{2+}) \cdot c(\text{I}_2)}{c^2(\text{Fe}^{3+}) \cdot c^2(\text{I}^{-})}$, D 错误;

答案选 D。

19. N_A 为阿伏加德罗常数的值。下列说法正确的是()

A. $4\text{MnO}_4^{-} + 5\text{HCHO} + 12\text{H}^{+} = 4\text{Mn}^{2+} + 5\text{CO}_2 \uparrow + 11\text{H}_2\text{O}$, $1\text{mol}[4\text{MnO}_4^{-} + 5\text{HCHO}]$

完全反应转移的电子数为 $20N_A$

B. 用电解粗铜的方法精炼铜, 当电路中通过的电子数为 N_A 时, 阳极应有 32gCu 转化为 Cu^{2+}

C. 常温下, $\text{pH} = 9$ 的 CH_3COONa 溶液中, 水电离出的 H^{+} 数为 $10^{-5}N_A$

D. 1 L 浓度为 $0.100\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 Na_2CO_3 溶液中, 阴离子数为 $0.100N_A$

【答案】A

【解析】

【详解】A. Mn 元素的化合价由+7 价降至+2 价，则 4mol MnO_4^- 完全反应转移电子物质的量为 $4\text{mol} \times [(+7) - (+2)] = 20\text{mol}$ ，即转移电子数为 $20N_A$ ，A 正确；

B. 电解精炼铜时，阳极为粗铜，阳极发生的电极反应有：比铜活泼的杂质金属失电子发生氧化反应以及 Cu 失电子的氧化反应： $\text{Cu} - 2\text{e}^- = \text{Cu}^{2+}$ ，当电路中通过的电子数为 N_A 时，即电路中通过 1mol 电子，Cu 失去的电子应小于 1mol，阳极反应的 Cu 的物质的量小于 0.5mol，则阳极反应的 Cu 的质量小于 $0.5\text{mol} \times 64\text{g/mol} = 32\text{g}$ ，B 错误；

C. 溶液的体积未知，不能求出溶液中水电离出的 H^+ 数，C 错误；

D. $n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0.100\text{mol/L} \times 1\text{L} = 0.100\text{mol}$ ，由于 CO_3^{2-} 发生水解 $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$ 、 $\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{OH}^-$ ，故阴离子物质的量大于 0.100mol，阴离子数大于 $0.100N_A$ ，D 错误；

答案选 A。

20. 一定条件下： $2\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \quad \Delta H < 0$ 。在测定 NO_2 的相对分子质量时，下列条件中，测定结果误差最小的是()

A. 温度 0°C 、压强 50 kPa

B. 温度 130°C 、压强 300 kPa

C. 温度 25°C 、压强 100 kPa

D. 温度 130°C 、压强 50 kPa

【答案】D

【解析】

【详解】测定二氧化氮的相对分子质量，要使测定结果误差最小，应该使混合气体中 NO_2 的含量越多越好，为了实现该目的，应该改变条件使平衡尽可能地逆向移动。该反应是一个反应前后气体分子数减小的放热反应，可以通过减小压强、升高温度使平衡逆向移动，则选项中，温度高的为 130°C ，压强低的为 50kPa，结合二者选 D。答案为 D。

21. 电解高浓度 RCOONa (羧酸钠)的 NaOH 溶液，在阳极 RCOO^- 放电可得到 $\text{R}-\text{R}$ (烷烃)。下列说法不正确的是()

A. 电解总反应方程式： $2\text{RCOONa} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{通电}} \text{R}-\text{R} + 2\text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2 \uparrow + 2\text{NaOH}$

B. RCOO^- 在阳极放电，发生氧化反应

C. 阴极的电极反应： $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = 2\text{OH}^- + \text{H}_2 \uparrow$

D. 电解 CH_3COONa 、 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COONa}$ 和 NaOH 混合溶液可得到乙烷、丙烷和丁烷

【答案】A

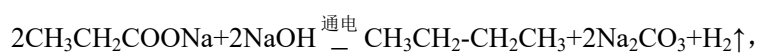
【解析】

【详解】A. 因为阳极 RCOO^- 放电可得到 R-R (烷烃) 和产生 CO_2 ，在强碱性环境中， CO_2 会与 OH^- 反应生成 CO_3^{2-} 和 H_2O ，故阳极的电极反应式为 $2\text{RCOO}^- - 2\text{e}^- + 4\text{OH}^- = \text{R-R} + 2\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$ ，阴极上 H_2O 电离产生的 H^+ 放电生成 H_2 ，同时生成 OH^- ，阴极的电极反应式为 $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = 2\text{OH}^- + \text{H}_2 \uparrow$ ，因而电解总反应方程式为 $2\text{RCOONa} + 2\text{NaOH} \xrightarrow{\text{通电}} \text{R-R} + 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2 \uparrow$ ，故 A 说法不正确；

B. RCOO^- 在阳极放电，电极反应式为 $2\text{RCOO}^- - 2\text{e}^- + 4\text{OH}^- = \text{R-R} + 2\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$ ， $-\text{COO}^-$ 中碳元素的化合价由 +3 价升高为 +4 价，发生氧化反应，烃基 -R 中元素的化合价没有发生变化，故 B 说法正确；

C. 阴极上 H_2O 电离产生的 H^+ 放电生成 H_2 ，同时生成 OH^- ，阴极的电极反应为 $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = 2\text{OH}^- + \text{H}_2 \uparrow$ ，故 C 说法正确；

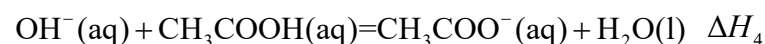
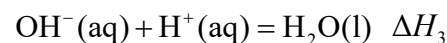
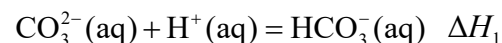
D. 根据题中信息，由上述电解总反应方程式可以确定下列反应能够发生：



CH_3COONa 、 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COONa}$ 和 NaOH 的混合溶液可得到乙烷、丙烷和丁烷，D 说法正确。

答案为 A。

22. 关于下列 ΔH 的判断正确的是()



- A. $\Delta H_1 < 0$ $\Delta H_2 < 0$ B. $\Delta H_1 < \Delta H_2$ C. $\Delta H_3 < 0$ $\Delta H_4 > 0$ D.

$$\Delta H_3 > \Delta H_4$$

【答案】B

【解析】

【详解】碳酸氢根的电离属于吸热过程，则 $\text{CO}_3^{2-}(\text{aq}) + \text{H}^+(\text{aq}) = \text{HCO}_3^-(\text{aq})$ 为放热反应，所以 $\Delta H_1 < 0$ ；

$\text{CO}_3^{2-}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{HCO}_3^-(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$ 为碳酸根的水解离子方程式， CO_3^{2-} 的水解反应为吸热反应，所以 $\Delta H_2 > 0$ ；

$\text{OH}^-(\text{aq}) + \text{H}^+(\text{aq}) = \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 表示强酸和强碱的中和反应，为放热反应，所以 $\Delta H_3 < 0$ ；

醋酸与强碱的中和反应为放热反应，所以 $\Delta H_4 < 0$ ；

但由于醋酸是弱酸，电离过程中会吸收部分热量，所以醋酸与强碱反应过程放出的热量小于强酸和强碱反应放出的热量，则 $\Delta H_4 > \Delta H_3$ ；

综上所述，只有 $\Delta H_1 < \Delta H_2$ 正确，故答案为 B。

23. 常温下，用 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 氨水滴定 10 mL 浓度均为 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 HCl 和 CH_3COOH 的混合液，下列说法不正确的是()

- A. 在氨水滴定前， HCl 和 CH_3COOH 的混合液中 $c(\text{Cl}^-) > c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$
- B. 当滴入氨水 10 mL 时， $c(\text{NH}_4^+) + c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = c(\text{CH}_3\text{COO}^-) + c(\text{CH}_3\text{COOH})$
- C. 当滴入氨水 20 mL 时， $c(\text{CH}_3\text{COOH}) + c(\text{H}^+) = c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) + c(\text{OH}^-)$
- D. 当溶液呈中性时，氨水滴入量大于 20 mL ， $c(\text{NH}_4^+) < c(\text{Cl}^-)$

【答案】D

【解析】

【分析】

根据弱电解质的电离和盐类水解知识解答。

【详解】A. 未滴定时，溶液溶质为 HCl 和 CH_3COOH ，且浓度均为 0.1 mol/L ， HCl 为强电解质，完全电离， CH_3COOH 为弱电解质，不完全电离，故 $c(\text{Cl}^-) > c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$ ，A 正确；

B. 当滴入氨水 10 mL 时， $n(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = n(\text{CH}_3\text{COOH})$ ，则在同一溶液中 $c(\text{NH}_4^+) + c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = c(\text{CH}_3\text{COOH}) + c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$ ，B 正确；

C. 当滴入氨水 20mL 时, 溶液溶质为 NH_4Cl 和 $\text{CH}_3\text{COONH}_4$, 质子守恒为

$c(\text{CH}_3\text{COOH})+c(\text{H}^+)=c(\text{NH}_4^+)+c(\text{OH}^-)$, C 正确;

D. 当溶液为中性时, 电荷守恒为: $c(\text{NH}_4^+)+c(\text{H}^+)=c(\text{CH}_3\text{COO}^-)+c(\text{Cl}^-)+c(\text{OH}^-)$, 因为溶液为中性, 则 $c(\text{H}^+)=c(\text{OH}^-)$, 故 $c(\text{NH}_4^+)>c(\text{Cl}^-)$, D 不正确;

故选 D。

24. Ca_3SiO_5 是硅酸盐水泥的重要成分之一, 其相关性质的说法不正确的是()

A. 可发生反应: $\text{Ca}_3\text{SiO}_5 + 4\text{NH}_4\text{Cl} \xrightarrow{\Delta} \text{CaSiO}_3 + 2\text{CaCl}_2 + 4\text{NH}_3 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

B. 具有吸水性, 需要密封保存

C. 能与 SO_2 , 反应生成新盐

D. 与足量盐酸作用, 所得固体产物主要为 SiO_2

【答案】D

【解析】

【分析】

将 Ca_3SiO_5 改写为氧化物形式后的化学式为: $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$, 性质也可与 Na_2SiO_3 相比较, 据此解答。

【详解】A. Ca_3SiO_5 与 NH_4Cl 反应的方程式为: $\text{Ca}_3\text{SiO}_5 + 4\text{NH}_4\text{Cl} \xrightarrow{\Delta}$

$\text{CaSiO}_3 + 2\text{CaCl}_2 + 4\text{NH}_3 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$, A 正确;

B. CaO 能与水反应, 所以需要密封保存, B 正确;

C. 亚硫酸的酸性比硅酸强, 当二氧化硫通入到 Ca_3SiO_5 溶液时, 发生反应: $3\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} +$

$\text{Ca}_3\text{SiO}_5 = 3\text{CaSO}_3 + \text{H}_2\text{SiO}_3$, C 正确;

D. 盐酸的酸性比硅酸强, 当盐酸与 Ca_3SiO_5 反应时, 发生反应: $6\text{HCl} +$

$\text{Ca}_3\text{SiO}_5 = 3\text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{SiO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$, D 不正确;

故选 D。

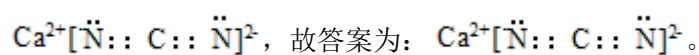
25. 黄色固体 X, 可能含有漂白粉、 FeSO_4 、 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 、 CuCl_2 、 KI 之中的几种或全部。

将 X 与足量的水作用, 得到深棕色固体混合物 Y 和无色碱性溶液 Z。下列结论合理的是()

A. X 中含 KI , 可能含有 CuCl_2

【详解】(1)由于原子半径 $F < Cl$ ，故键长： $F-H < Cl-H$ ，键能： $F-H > Cl-H$ ，所以 HF 比 HCl 稳定，故答案为：原子半径 $F < Cl$ ，键能 $F-H > Cl-H$ 。

(2) $CaCN_2$ 是离子化合物，则阳离子为 Ca^{2+} 、 CN_2^{2-} 为阴离子；Ca 原子最外层有 2 个电子，易失去最外层的 2 个电子达到 8 电子的稳定结构；N 原子最外层有 5 个电子，易得到 3 个电子或形成 3 对共用电子对达到 8 电子的稳定结构；C 原子最外层有 4 个电子，通常形成 4 对共用电子对达到 8 电子的稳定结构，则每个 N 原子分别得到 Ca 失去的 1 个电子、与 C 原子形成两对共用电子对，Ca、C、N 都达到 8 电子的稳定结构， $CaCN_2$ 的电子式为



(3)乙醇和氯乙烷都属于极性分子，但乙醇与水分子之间形成氢键，而氯乙烷不能与水分子形成氢键，故常温下在水中的溶解度乙醇大于氯乙烷，故答案为：乙醇与水分子之间形成氢键而氯乙烷没有。

【点睛】 CN_2^{2-} 与 CO_2 互为等电子体，可以根据 CO_2 的电子式，结合等电子原理书写 CN_2^{2-} 的电子式。

27.100 mL $0.200 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{CuSO}_4$ 溶液与 1.95g 锌粉在量热计中充分反应。测得反应前温度为 20.1°C ，反应后最高温度为 30.1°C 。

已知：反应前后，溶液的比热容均近似为 $4.18 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$ 、溶液的密度均近似为

$1.00 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ，忽略溶液体积、质量变化和金属吸收的热量。请计算：

(1)反应放出的热量 $Q = \underline{\hspace{2cm}}$ J。

(2)反应 $\text{Zn(s)} + \text{CuSO}_4(\text{aq}) = \text{ZnSO}_4(\text{aq}) + \text{Cu(s)}$ 的 $\Delta H = \underline{\hspace{2cm}}$ $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ (列式计算)。

【答案】 (1). 4.18×10^3 (2). $-\frac{4.18 \times 10^3 / 1000}{0.100 \times 0.200} = -209$

【解析】

【分析】

(1)根据中和滴定实验的原理可知，该反应放出的热量可根据 $Q = cm \Delta t$ 计算；

(2)结合焓变的概念及其与化学计量数之间的关系列式计算。

【详解】(1)100mL 0.200 mol/L CuSO_4 溶液与 1.95g 锌粉发生反应的化学方程式为：

$\text{CuSO}_4 + \text{Zn} = \text{ZnSO}_4 + \text{Cu}$ ，忽略溶液体积、质量变化可知，溶液的质量

$m = \rho V = 1.00 \text{ g/cm}^3 \times 100 \text{ mL (cm}^3) = 100 \text{ g}$, 忽略金属吸收的热量可知, 反应放出的热量

$Q = cm \Delta t = 4.18 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{°C}^{-1} \times 100 \text{ g} \times (30.1 - 20.1) \text{ °C} = 4.18 \times 10^3 \text{ J}$, 故答案为: 4.18×10^3 ;

(2) 上述反应中硫酸铜的物质的量 $n(\text{CuSO}_4) = 0.200 \text{ mol/L} \times 0.100 \text{ L} = 0.020 \text{ mol}$, 锌粉的物质的量

$n(\text{Zn}) = \frac{m}{M} = \frac{1.95 \text{ g}}{65 \text{ g/mol}} = 0.030 \text{ mol}$, 由此可知, 锌粉过量。根据题干与第(1)问可知, 转化

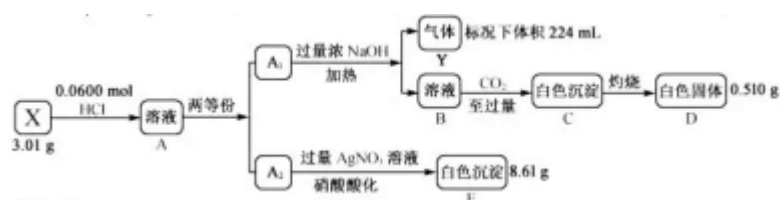
0.020 mol 硫酸铜所放出的热量为 $4.18 \times 10^3 \text{ J}$, 又因为该反应中焓变 ΔH 代表反应 1 mol 硫酸铜参加反应放出的热量, 单位为 kJ/mol, 则可列出计算式为:

$$\Delta H = -\frac{4.18 \times 10^3 \text{ J} \div 1000 \text{ J/kJ}}{0.100 \text{ L} \times 0.200 \text{ mol/L}} = -\frac{4.18 \times 10^3 / 1000}{0.100 \times 0.200} = -209 \text{ kJ/mol}$$
, 故答案为:

$$-\frac{4.18 \times 10^3 / 1000}{0.100 \times 0.200} = -209$$
 (答案符合要求且合理即可)。

【点睛】该题的难点是第(2)问, 要求学生对反应焓变有充分的理解, 抓住锌粉过量这个条件是解题的突破口, 题目计算量虽不大, 但要求学生有较好的思维与辨析能力。

28. I. 化合物 X 由四种短周期元素组成, 加热 X, 可产生使湿润的红色石蕊试纸变蓝的气体 Y, Y 为纯净物; 取 3.01 g X, 用含 HCl 0.0600 mol 的盐酸完全溶解得溶液 A, 将溶液 A 分成 A_1 和 A_2 两等份, 完成如下实验(白色沉淀 C 可溶于 NaOH 溶液):



请回答:

(1) 组成 X 的四种元素是 N、H 和 _____ (填元素符号), X 的化学式是 _____。

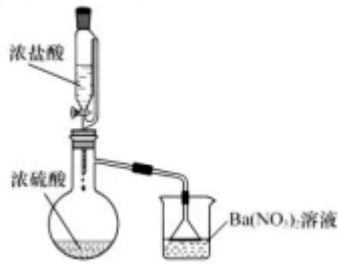
(2) 溶液 B 通入过量 CO_2 得到白色沉淀 C 的离子方程式是 _____。

(3) 写出一个化合反应(用化学方程式或离子方程式表示) _____。要求同时满足:

① 其中一种反应物的组成元素必须是 X 中除 N、H 外的两种元素;

② 反应原理与“ $\text{HCl} + \text{NH}_3 = \text{NH}_4\text{Cl}$ ”相同。

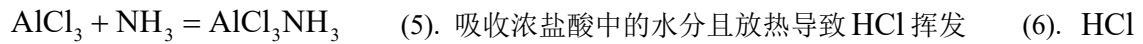
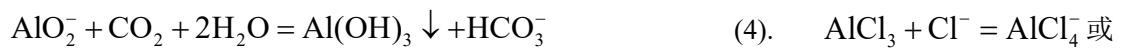
II. 某兴趣小组为验证浓硫酸的性质进行实验, 如图。实验中观察到的现象有: 锥形瓶内有白雾, 烧杯中出现白色沉淀。请回答:



(1)将浓硫酸和浓盐酸混合可产生 HCl 气体的原因是_____。

(2)烧杯中出现白色沉淀的原因是_____。

【答案】 (1). Al Cl (2). AlCl_3NH_3 (3).



气体会将 H_2SO_4 带出, 与 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 作用生成 BaSO_4

【解析】

【分析】

根据题干可知, 加热 X 可产生能使湿润的红色石蕊试纸变蓝的纯净物气体 Y, 故 Y 为 NH_3 , 由实验流程图中分析可知, 结合 B 中通入过量的 CO_2 产生能溶于 NaOH 溶液的白色沉淀 C, 故 C 为 $\text{Al}(\text{OH})_3$, 则 D 为 Al_2O_3 , E 是 AgCl , 结合图中数据利用原子守恒, 可以计算出各自元素的物质的量, 求出 X 的化学式, 再根据物质性质进行解答。

【详解】I. (1) 由分析可知, Y 为 NH_3 , 由实验流程图中分析可知, 结合 B 中通入过量的 CO_2 产生能溶于 NaOH 溶液的白色沉淀 C, 故 C 为 $\text{Al}(\text{OH})_3$, 则 D 为 Al_2O_3 , E 是 AgCl , 利用原子守恒可知: A_1 溶液中含有 N 原子的物质的量为:

$$n(\text{N}) = n(\text{NH}_3) = \frac{V}{V_m} = \frac{224\text{mL}}{22400\text{mL} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.01\text{mol}, \text{ Al 原子的物质的量为:}$$

$$n(\text{Al}) = 2n(\text{Al}_2\text{O}_3) = 2 \times \frac{m}{M} = 2 \times \frac{0.51\text{g}}{102\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.01\text{mol}, \text{ A}_2 \text{ 溶液中含有的 Cl 的物质的量为:}$$

$$n(\text{Cl}^-) = n(\text{AgCl}) - \frac{0.06\text{mol}}{2} = \frac{m}{M} - \frac{0.06\text{mol}}{2} = \frac{8.61\text{g}}{143.5\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}} - \frac{0.06\text{mol}}{2} = 0.03\text{mol};$$

故一半溶液中含有的 H 原子的物质的量为:

$$n(\text{H}) = \frac{3.01\text{g} - 0.01\text{mol} \cdot 14\text{g} \cdot \text{mol}^{-1} - 0.01\text{mol} \cdot 27\text{g} \cdot \text{mol}^{-1} - 0.03\text{mol} \times 35.5\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}}{1\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.03\text{mol}$$

，故 X 中含有四种元素即 N、H、Al、Cl，其个数比为：

$n(\text{N}):n(\text{H}):n(\text{Al}):n(\text{Cl})=0.01\text{mol}:0.03\text{mol}:0.01\text{mol}:0.03\text{mol}=1:3:1:3$ ，故 X 的化学式为：

AlCl_3NH_3 ，故答案为： $\text{Al Cl AlCl}_3 \text{NH}_3$ ；

(2) 根据分析 (1) 可知，溶液 B 中通入过量的 CO_2 所发生的离子方程式为：

$\text{AlO}_2^- + \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{HCO}_3^-$ ，故答案为：

$\text{AlO}_2^- + \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{HCO}_3^-$ ；

(3) 结合题给的两个条件，再分析化合物 X (AlCl_3NH_3) 是 NH_3 和 AlCl_3 通过配位键结合成的化合物，不难想到类似于 NH_3 和 H_2O 反应，故可以很快得出该反应的离子方程式为

$\text{AlCl}_3 + \text{Cl}^- = \text{AlCl}_4^-$ 或者 $\text{AlCl}_3 + \text{NH}_3 = \text{AlCl}_3\text{NH}_3$ ，故答案为： $\text{AlCl}_3 + \text{Cl}^- = \text{AlCl}_4^-$ 或者

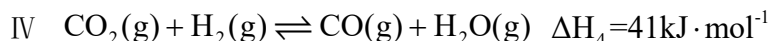
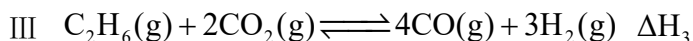
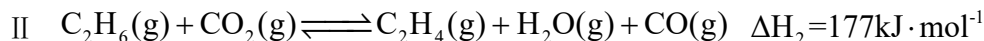
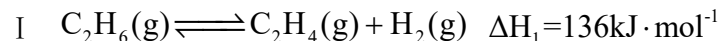
$\text{AlCl}_3 + \text{NH}_3 = \text{AlCl}_3\text{NH}_3$ ；

II.(1) 由于浓硫酸具有吸水性且浓硫酸稀释是个放热过程，而且 HCl 的挥发性随浓度增大而增大，随温度升高而增大，从而得出用浓硫酸和浓盐酸混合制备 HCl 的原理是浓硫酸吸收浓盐酸中的水分且放热，使浓盐酸的挥发性增强，使 HCl 挥发出来，故答案为：浓硫酸吸收浓盐酸中的水分且放热，使浓盐酸的挥发性增强，使 HCl 挥发出来；

(2) 浓硫酸虽然难挥发，但也会随 HCl 气流而带出少量的 H_2SO_4 分子，与 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 反应生成硫酸钡白色沉淀，故答案为：HCl 气体能够带出 H_2SO_4 分子，与 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 反应生成 BaSO_4 沉淀。

【点睛】本题为实验题结合有关物质的量计算，只要认真分析题干信息，利用 (元素) 原子守恒就能较快求出化合物 X 的化学式，进而推导出整个流程过程。

29. 研究 CO_2 氧化 C_2H_6 制 C_2H_4 对资源综合利用有重要意义。相关的主要化学反应有：



已知：298K 时，相关物质的相对能量(如图 1)。

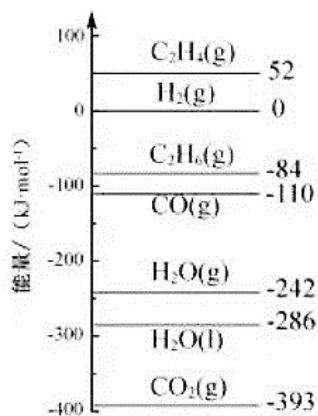
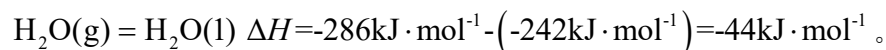


图 1

可根据相关物质的相对能量计算反应或变化的 ΔH (ΔH 随温度变化可忽略)。例如:



请回答:

(1)①根据相关物质的相对能量计算 $\Delta H_3 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

②下列描述正确的是_____

- A 升高温度反应 I 的平衡常数增大
- B 加压有利于反应 I、II 的平衡正向移动
- C 反应 III 有助于乙烷脱氢, 有利于乙烯生成
- D 恒温恒压下通水蒸气, 反应 IV 的平衡逆向移动

③有研究表明, 在催化剂存在下, 反应 II 分两步进行, 过程如下:

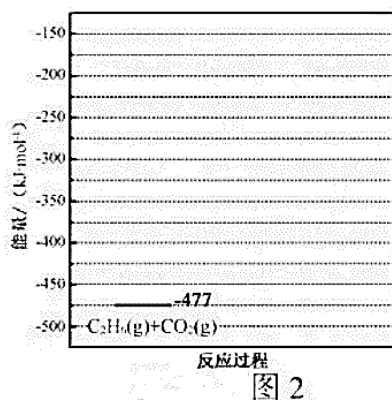


$\rightarrow \text{【C}_2\text{H}_4(\text{g}) + \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})\text{】}$, 且第二步速率较慢(反应活化能为 $210 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$)。根

据相关物质的相对能量, 画出反应 II 分两步进行的“能量-反应过程图”, 起点从

$\text{【C}_2\text{H}_6(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g})\text{】}$ 的能量 $-477 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 开始(如图 2)_____

。



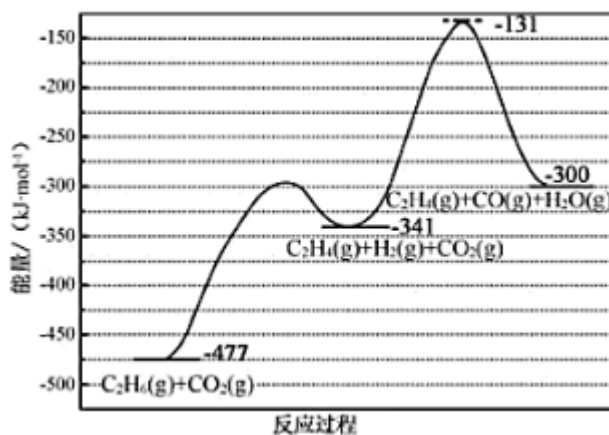
(2)① CO_2 和 C_2H_6 按物质的量 1:1 投料, 在 923K 和保持总压恒定的条件下, 研究催化剂 X 对“ CO_2 氧化 C_2H_6 制 C_2H_4 ”的影响, 所得实验数据如下表:

催化剂	转化率 $\text{C}_2\text{H}_6 / \%$	转化率 $\text{CO}_2 / \%$	产率 $\text{C}_2\text{H}_4 / \%$
催化剂 X	19.0	37.6	3.3

结合具体反应分析, 在催化剂 X 作用下, CO_2 氧化 C_2H_6 的主要产物是_____, 判断依据是_____。

②采用选择性膜技术(可选择性地让某气体通过而离开体系)可提高 C_2H_4 的选择性(生成 C_2H_4 的物质的量与消耗 C_2H_6 的物质的量之比)。在 773K, 乙烷平衡转化率为 9.1%, 保持温度和其他实验条件不变, 采用选择性膜技术, 乙烷转化率可提高到 11.0%。结合具体反应说明乙烷转化率增大的原因是_____。

【答案】 (1). 430 (2). AD (3).



(4). CO (5). C_2H_4 的产率低, 说明催化剂 X 有利于提高反应III速率 (6). 选择性膜

吸附 C_2H_4 ，促进反应 II 平衡正向移动

【解析】

【分析】

根据题中信息用相对能量求反应热；根据平衡移动原理分析温度、压强和反应物的浓度对化学平衡的影响，并作出相关的判断；根据相关物质的相对能量和活化能算出中间产物、过渡态和最终产物的相对能量，找到画图的关键数据；催化剂的选择性表现在对不同反应的选择性不同；选择性膜是通过吸附目标产品而提高目标产物的选择性的，与催化剂的选择性有所区别。

【详解】(1)①由图 1 的数据可知， $C_2H_6(g)$ 、 $CO_2(g)$ 、 $CO(g)$ 、 $H_2(g)$ 的相对能量分别为 $-84kJ\cdot mol^{-1}$ 、 $-393 kJ\cdot mol^{-1}$ 、 $-110 kJ\cdot mol^{-1}$ 、 $0 kJ\cdot mol^{-1}$ 。由题中信息可知， $\Delta H = \text{生成物的相对能量} - \text{反应物的相对能量}$ ，因此， $C_2H_6(g) + 2CO_2(g) \rightleftharpoons 4CO(g) + 3H_2(g)$ $\Delta H_3 = (-110 kJ\cdot mol^{-1}) \times 4 - (-84kJ\cdot mol^{-1}) - (-393 kJ\cdot mol^{-1}) \times 2 = 430 kJ\cdot mol^{-1}$ 。

②A. 反应 I 为吸热反应，升高温度能使其化学平衡向正反应方向移动，故其平衡常数增大，A 正确；

B. 反应 I 和反应 II 的正反应均为气体分子数增大的反应，增大压强，其化学平衡均向逆反应方向移动，B 不正确；

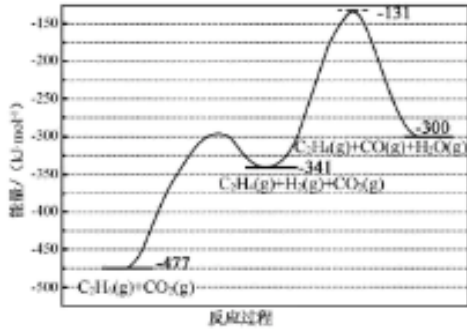
C. 反应 III 的产物中有 CO，增大 CO 的浓度，能使反应 II 的化学平衡向逆反应方向移动，故其不利于乙烷脱氢，不利于乙烯的生成，C 不正确；

D. 反应 IV 的反应前后气体分子数不变，在恒温恒压下向平衡体系中通入水蒸气，体系的总体积变大，水蒸气的浓度变大，其他组分的浓度均减小相同的倍数，因此该反应的浓度商变大（大于平衡常数），化学平衡向逆反应方向移动，D 正确。

综上所述，描述正确的是 AD。

③由题中信息可知，反应 II 分两步进行，第一步的反应是 $C_2H_6(g) + CO_2(g) \rightarrow C_2H_4(g) + H_2(g) + CO_2(g)$ ， $C_2H_4(g)$ 、 $H_2(g)$ 、 $CO_2(g)$ 的相对能量之和为 $52 kJ\cdot mol^{-1} + 0 + (-393 kJ\cdot mol^{-1}) = -341 kJ\cdot mol^{-1}$ ；第二步的反应是 $C_2H_4(g) + H_2(g) + CO_2(g) \rightarrow C_2H_4(g) + H_2O(g) + CO(g)$ ，其活化能为 $210 kJ\cdot mol^{-1}$ ，故该反应体系的过渡态的相对能量又升高了 $210 kJ\cdot mol^{-1}$ ，过渡态的相对能量变为 $-341 kJ\cdot mol^{-1} + 210 kJ\cdot mol^{-1} = -131 kJ\cdot mol^{-1}$ ，最终生成物 $C_2H_4(g)$ 、 $H_2O(g)$ 、 $CO(g)$ 的相对能量之和为 $(52 kJ\cdot mol^{-1}) + (-242 kJ\cdot mol^{-1}) + (-110 kJ\cdot mol^{-1}) = -300 kJ\cdot mol^{-1}$ 。根据题中信息，第一步的活化能较小，第二步的活化能较大，故反应 II 分两步进行的“能量—反应过程图”可以表示如

下:

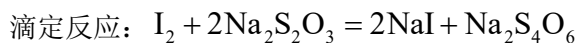
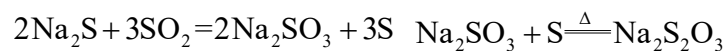
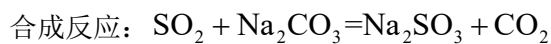
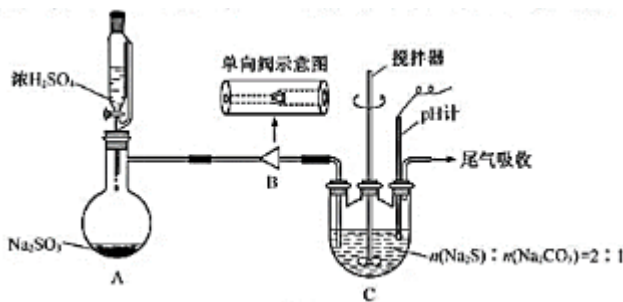


(2)①由题中信息及表中数据可知, 尽管 CO_2 和 C_2H_6 按物质的量之比 1:1 投料, 但是 C_2H_4 的产率远远小于 C_2H_6 的转化率, 但是 CO_2 的转化率高于 C_2H_6 , 说明在催化剂 X 的作用下, 除了发生反应 II, 还发生了反应 III, 而且反应物主要发生了反应 III, 这也说明催化剂 X 有利于提高反应 III 速率, 因此, CO_2 氧化 C_2H_6 的主要产物是 CO 。故答案为: CO ; C_2H_4 的产率低说明催化剂 X 有利于提高反应 III 速率。

②由题中信息可知, 选择性膜技术可提高 C_2H_4 的选择性, 由反应 II $\text{C}_2\text{H}_6(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{CO}(\text{g})$ 可知, 该选择性应具体表现在选择性膜可选择性地让 C_2H_4 通过而离开体系, 即通过吸附 C_2H_4 减小其在平衡体系的浓度, 从而促进化学平衡向正反应方向移动, 因而可以提高乙烷的转化率。故答案为: 选择性膜吸附 C_2H_4 , 促进反应 II 平衡向正反应方向移动。

【点睛】本题“能量—反应过程图”是难点。一方面数据的数据处理较难, 要把各个不同状态的相对能量算准, 不能遗漏某些物质; 另一方面, 还要考虑两步反应的活化能不同。这就要求考生必须有耐心和细心, 准确提取题中的关键信息和关键数据, 才能做到完美。

30. 硫代硫酸钠在纺织业等领域有广泛应用。某兴趣小组用下图装置制备 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 。



已知： $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 易溶于水，难溶于乙醇， 50°C 开始失结晶水。

实验步骤：

I. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 制备：装置 A 制备的 SO_2 经过单向阀通入装置 C 中的混合溶液，加热、搅拌，至溶液 pH 约为 7 时，停止通入 SO_2 气体，得产品混合溶液。

II. 产品分离提纯：产品混合溶液经蒸发浓缩、冷却结晶、过滤洗涤、干燥，得到 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 产品。

III. 产品纯度测定：以淀粉作指示剂，用 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 产品配制的溶液滴定碘标准溶液至滴定终点，计算 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 含量。

请回答：

(1) 步骤 I：单向阀的作用是_____；装置 C 中的反应混合溶液 pH 过高或过低将导致产率降低，原因是_____。

(2) 步骤 II：下列说法正确的是_____。

- A 快速蒸发溶液中水分，可得较大晶体颗粒
- B 蒸发浓缩至溶液表面出现晶膜时，停止加热
- C 冷却结晶后的固液混合物中加入乙醇可提高产率
- D 可选用冷的 Na_2CO_3 溶液作洗涤剂

(3) 步骤 III

① 滴定前，有关滴定管的正确操作为(选出正确操作并按序排列)：

检漏→蒸馏水洗涤→()→()→()→()→()→开始滴定。

A 烘干 B 装入滴定液至零刻度以上 C 调整滴定液液面至零刻度或零刻度以下 D 用洗耳球吹出润洗液 E 排除气泡 F 用滴定液润洗 2 至 3 次 G 记录起始读数

② 装标准碘溶液的碘量瓶(带瓶塞的锥形瓶)在滴定前应盖上瓶塞，目的是_____。

③ 滴定法测得产品中 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 含量为 100.5%，则 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 产品中可能混有的物质是_____。

【答案】 (1). 防止倒吸 (2). pH 过高， Na_2CO_3 、 Na_2S 反应不充分；pH 过低，

导致 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 转化为 S 和 SO_2 (3). BC (4). F (5). B (6). E (7). C (8). G

(9). 防止碘挥发损失 (10). Na_2SO_3 、失去部分结晶水的 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

【解析】

【分析】

本实验的目的是制备 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ，首先装置 A 中利用浓硫酸和亚硫酸钠固体反应生成二氧化硫，将 SO_2 通入装置 C 中的混合溶液，加热搅拌，发生题目所给合成反应，使用单向阀可以防止倒吸；为了使 Na_2CO_3 、 Na_2S 充分反应，同时又不因酸性过强使 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 发生歧化反应，至溶液 pH 约为 7 时，停止通入 SO_2 气体，得到产品的混合溶液，之后经蒸发浓缩，冷却结晶、过滤、洗涤、干燥得到产品，已知 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 难溶于乙醇，冷却结晶后可以加入适量乙醇降低 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 的溶解度，析出更多的晶体。

【详解】(1) SO_2 会与装置 C 中混合溶液发生反应，且导管进入液面以下，需要防倒吸的装置，单向阀可以防止发生倒吸； Na_2CO_3 、 Na_2S 水解都会使溶液显碱性，所以 pH 过高，说明 Na_2CO_3 、 Na_2S 反应不充分；而 pH 过低，又会导致 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 发生歧化反应转化为 S 和 SO_2 ，所以 pH 过高或过低都会导致产率降低；

(2) A. 蒸发结晶时，快速蒸发溶液中的水分，可以得到较小的晶体颗粒，故 A 错误；

B. 为防止固体飞溅，蒸发浓缩至溶液表面出现晶膜时，停止加热，故 B 正确；

C. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 难溶于乙醇，所以冷却结晶后的固液混合物中可以加入适量乙醇降低 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 的溶解度，析出更多的晶体，提高产率，故 C 正确；

D. 用碳酸钠溶液洗涤会使晶体表面附着碳酸钠杂质， $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 难溶于乙醇，可以用乙醇作洗涤剂，故 D 错误；

综上所述选 BC；

(3) ① 滴定前应检查滴定管是否漏液，之后用蒸馏水洗涤滴定管，为防止稀释滴定液使测定结果不准确，需用滴定液润洗 2 至 3 次，之后装入滴定液至零刻度以上，排除装置中的气泡，然后调整滴定液液面至零刻度或零刻度以下，并记录起始读数，开始滴定，所以正确的操作和顺序为：检漏→蒸馏水洗涤→F→B→E→C→G→开始滴定；

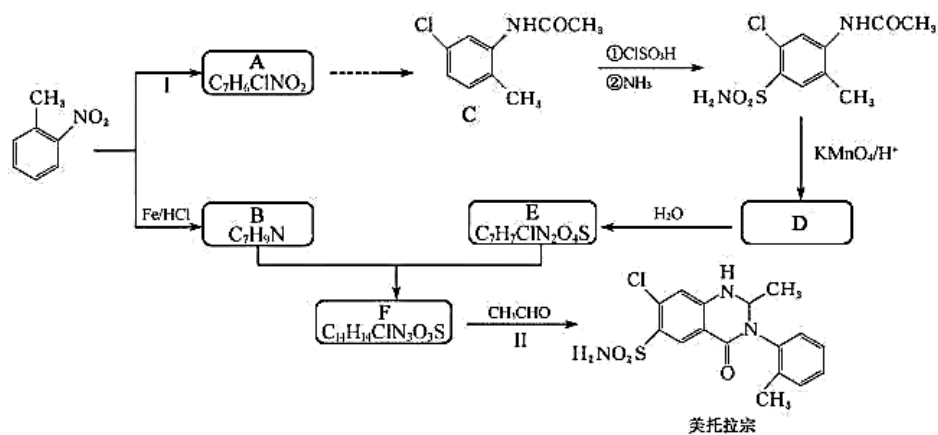
② 碘容易挥发，所以装标准碘溶液的碘量瓶在滴定前应盖上瓶塞，防止碘挥发损失；

③ 测定的产品中 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 含量大于 100%，说明产品中混有失去部分结晶水的 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 。

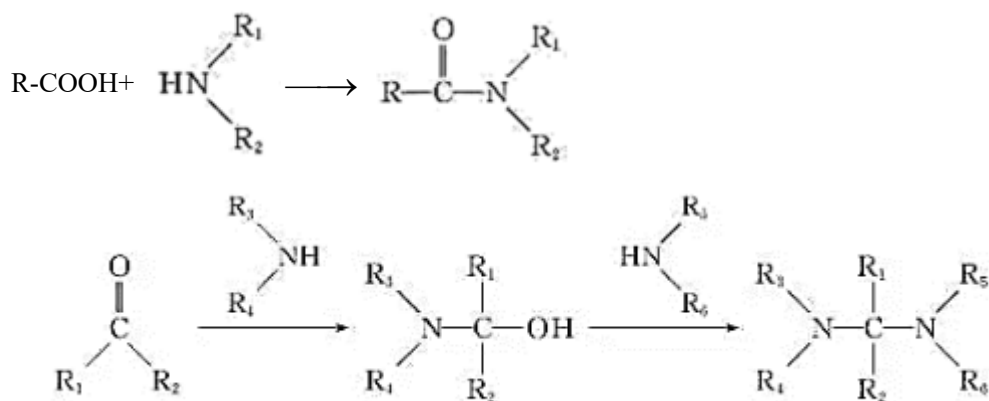
【点睛】蒸发结晶或冷却结晶时，溶质的溶解度越小或溶液的浓度越大，溶剂的蒸发速度越

快或溶剂冷却得越快，析出的晶体颗粒就越小，反之则越大。

31. 某研究小组以邻硝基甲苯为起始原料，按下列路线合成利尿药美托拉宗。



已知：



请回答：

(1) 下列说法正确的是_____。

A 反应 I 的试剂和条件是 Cl_2 和光照 B 化合物 C 能发生水解反应

C 反应 II 涉及到加成反应、取代反应 D 美托拉宗的分子式是 $\text{C}_{16}\text{H}_{14}\text{ClN}_3\text{O}_3\text{S}$

(2) 写出化合物 D 的结构简式_____。

(3) 写出 $\text{B} + \text{E} \rightarrow \text{F}$ 的化学方程式_____。

(4) 设计以 A 和乙烯为原料合成 C 的路线(用流程图表示，无机试剂任选)_____。

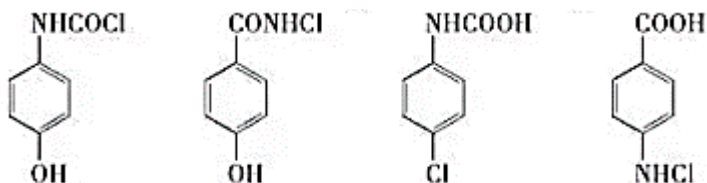
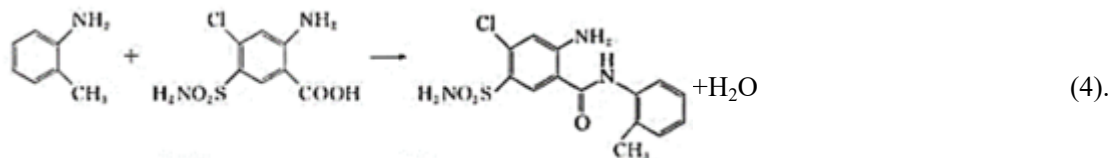
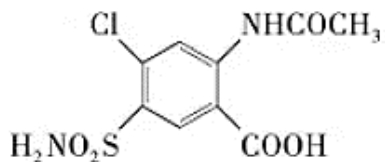
(5) 写出化合物 A 同时符合下列条件的同分异构体的结构简式_____。

$^1\text{H-NMR}$ 谱和 IR 谱检测表明：①分子中共有 4 种氢原子，其中环上的有 2 种；②有碳氧双键，无氮氧键和 $-\text{CHO}$ 。

【答案】

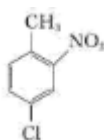
(1). BC

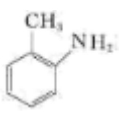
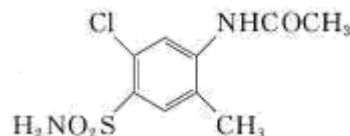
(2).

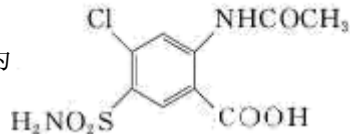


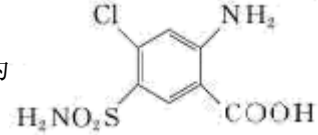
【解析】

【分析】

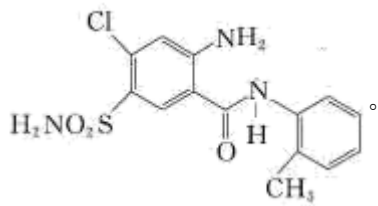
结合邻硝基甲苯、C的结构简式以及B的分子式，可以推测出A的结构简式为 、B

的结构简式为 ，被酸性的高锰酸钾溶液氧化为D，D

的结构简式为 ，D分子中含有肽键，一定条件下水解生成E，结

合E的分子式可知，E的结构简式为 ，结合E的结构简式、美托

拉宗的结构简式、F的分子式、题给已知可知，F的结构简式为



【详解】(1) A. 由 , 与甲基对位的苯环上的氢原子被氯原子代替, 故

反应I试剂是液氯、 FeCl_3 , 其中 FeCl_3 作催化剂, A 错误;

B. 化合物 C 中含有肽键, 可以发生水解, B 正确;

C. 结合 F 的结构简式和 CH_3CHO 、美托拉宗的结构简式以及已知条件, 反应II涉及到加成反应、取代反应, C 正确;

D. 美托拉宗的分子式为 $\text{C}_{16}\text{H}_{16}\text{ClN}_3\text{O}_3\text{S}$, D 错误;

答案选 BC。

(2) 由分析知化合物 D 的结构简式为 ;

(3) 由分析可知, B 的结构简式为 , E 的结构简式为 ,

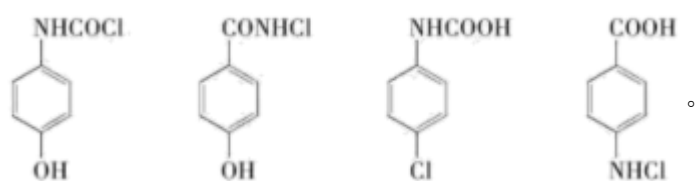
F 的结构简式为 , B 和 E 发生取代反应生成 F, 其反应方程式

为: + H_2O ;

(4) 乙烯与水发生加成反应生成乙醇, 乙醇被氧化为乙酸, 在一定条件下被还原



(5) 分子中有 4 种氢原子并且苯环上有 2 种, 分子中含有碳氧双键, 不含—CHO 和氮氧键, 故分子中苯环上含有两个取代基, 满足条件的它们分别为



【点睛】 本题考查有机物的推断和合成, 涉及官能团的性质、有机物反应类型、同分异构体的书写、合成路线设计等知识, 利用已经掌握的知识来考查有机合成与推断、反应条件的选择、物质的结构简式、化学方程式、同分异构体的书写的知识。考查学生对知识的掌握程度、自学能力、接受新知识、新信息的能力; 考查了学生应用所学知识进行必要的分析来解决实际问题的能力。难点是设计合成路线图时有关信息隐含在题干中的流程图中, 需要学生自行判断和灵活应用。