

化学

注意事项:

1.答卷前,考生务必用黑色碳素笔将自己的姓名、准考证号、考场号、座位号填写在答题卡上,并认真核准条形码上的姓名、准考证号、考场号、座位号及科目,在规定的位罝贴好条形码。

2.回答选择题时,选出每小题答案后,用2B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,用黑色碳素笔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 C 12 N 14 O 16 F 19 Na 23 S 32 Cl

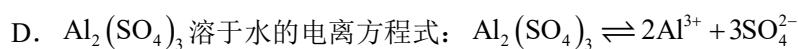
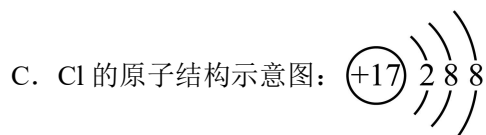
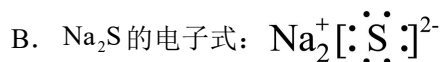
35.5 Mn 55 Fe 56 Cu 64 Sb 122

一、选择题:本题共14小题,每小题3分,共42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.画中有“化”,多彩中华。下列叙述正确的是

- A. 岩彩壁画颜料所用贝壳粉,主要成分属于硅酸盐
- B. 油画颜料调和剂所用核桃油,属于有机高分子
- C. 竹胎漆画颜料赭石的主要成分氧化铁,耐酸、碱
- D. 水墨画墨汁的主要成分碳,常温不易被氧化

2.下列化学用语或图示表示正确的是



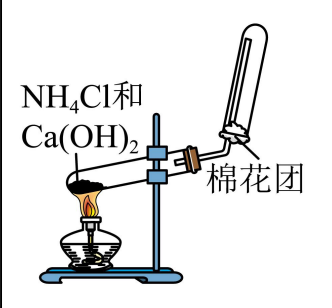
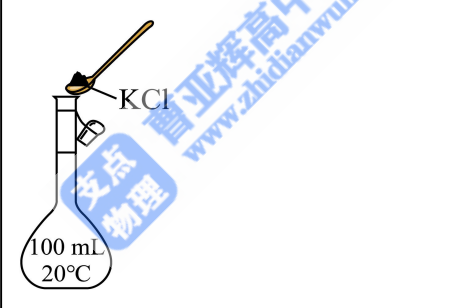
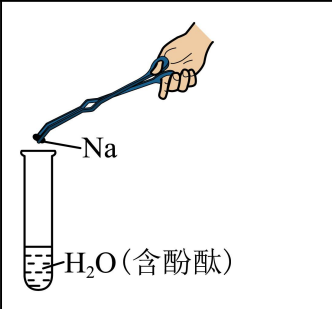
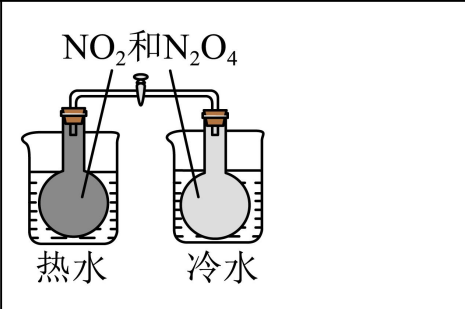
3.下列化学方程式错误的是

- A. 煤制水煤气: $C + H_2O(g) \xrightarrow{\text{高温}} CO + H_2$
- B. Na_2O_2 供氧: $2Na_2O_2 + 2CO_2 = 2Na_2CO_3 + O_2$
- C. 覆铜板制作印刷电路板: $2FeCl_3 + 3Cu = 3CuCl_2 + 2Fe$
- D. 铅酸蓄电池放电: $Pb + PbO_2 + 2H_2SO_4 = 2PbSO_4 + 2H_2O$

4. N_A 为阿伏加德罗常数的值。下列说法正确的是

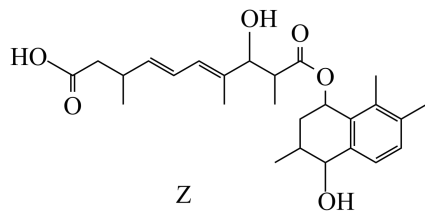
- A. 22.4L CH_4 中原子的数目为 $5N_A$
- B. $1\text{mol}^{18}O$ 所含中子的数目为 $10N_A$
- C. 28g Fe 粉和足量 S 完全反应, 转移电子的数目为 $1.5N_A$
- D. $0.1\text{L}12\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 盐酸与足量 MnO_2 反应, 生成 Cl_2 的数目为 $0.3N_A$

5. 下列装置(省略部分夹持装置)或操作正确的是

 <p>NH_4Cl 和 $Ca(OH)_2$ 棉花团</p>	 <p>KCl 100 mL 20°C</p>
A. 制备 NH_3	B. 配制 100mL $1.00\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ KCl 溶液
 <p>Na H_2O (含酚酞)</p>	 <p>NO_2 和 N_2O_4 热水 冷水</p>
C. 探究 Na 与 H_2O 反应	D. 探究温度对化学平衡的影响

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

6. 化合物 Z 是某真菌的成分之一, 结构如图。下列有关该物质说法错误的是



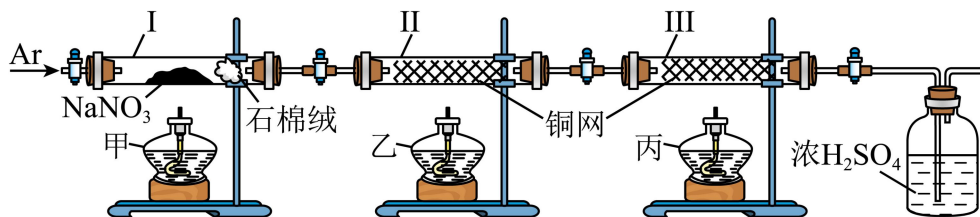
- A. 可形成分子间氢键
- B. 与乙酸、乙醇均能发生酯化反应
- C. 能与 NaHCO_3 溶液反应生成 CO_2
- D. 1molZ 与 Br_2 的 CCl_4 溶液反应消耗 5molBr_2

7. 稻壳制备纳米 Si 的流程图如下。下列说法错误的是



- A. SiO_2 可与 NaOH 溶液反应
- B. 盐酸在该工艺中体现了还原性
- C. 高纯 Si 可用于制造硅太阳能电池
- D. 制备纳米 Si: $\text{SiO}_2 + 2\text{Mg} \xrightarrow{650^\circ\text{C}} \text{Si} + 2\text{MgO}$

8. 某化学兴趣小组设计如下实验装置，通过测定反应前后质量的变化，验证 NaNO_3 固体在酒精灯加热条件下，受热分解的气态产物。



实验步骤：先缓慢通入 Ar 气，排尽装置内空气；关闭 I 左侧阀门，点燃酒精灯；一段时间后，II 中灼热的铜网变黑，熄灭酒精灯甲；再次缓慢通入 Ar 气……

下列说法错误的是

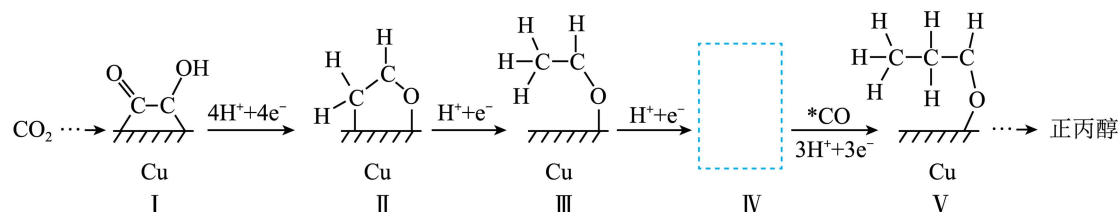
- A. 实验步骤中，点燃酒精灯的顺序为甲、乙、丙
- B. 整个过程中，若 III 中灼热的铜网未变黑，则说明生成的 O_2 在 II 中反应完全
- C. 实验结束后，若 I 中减少的质量等于 II 中增加的质量，则分解的气态产物只有 O_2
- D. NaNO_3 应远离热源、可燃物，并与还原性物质分开存放

9. 钙霞石是一种生产玻璃陶瓷的原料，所含 M、Q、R、T、X、Y、Z 为原子序数依次增大

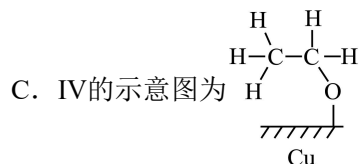
的前 20 号主族元素，M 是原子半径最小的元素，Q 是形成物质种类最多的元素，R 是地壳中含量最高的元素，T、X、Y 同周期，Q、X 均与 Y 相邻，Z 的原子序数等于 M、R 和 T 的原子序数之和。下列说法正确的是

- A. M 与 Z 可形成离子化合物
 B. 原子半径：R < T < X
 C. QR₂ 是极性分子
 D. 电负性：Y < R < Q

10. 铜催化下，由 CO₂ 电成正丙醇的关键步骤如图。下列说法正确的是

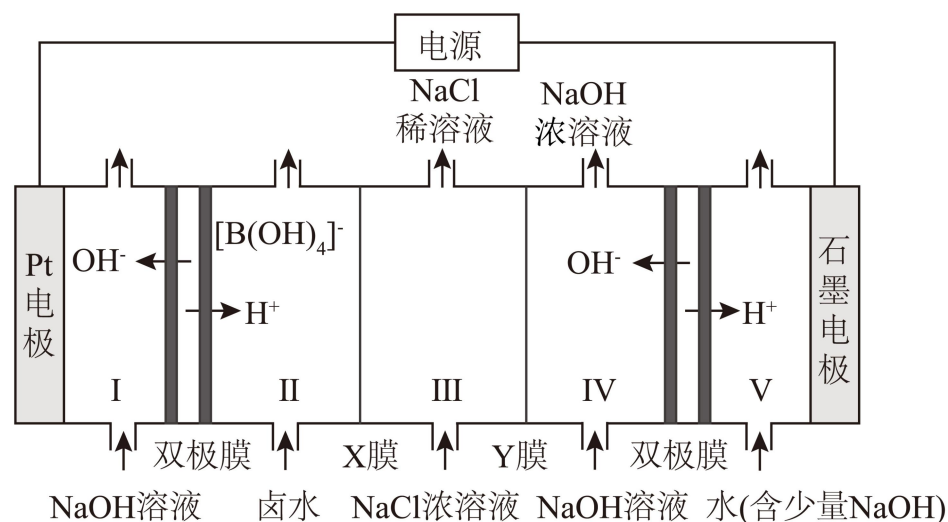


- A. I到II的过程中发生氧化反应
 B. II到III的过程中有非极性键生成



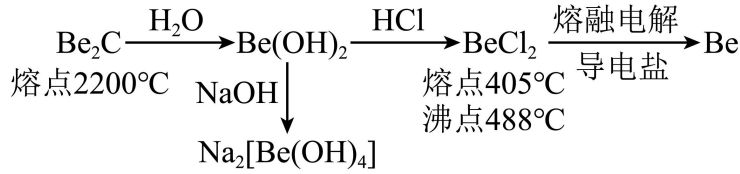
- D. 催化剂 Cu 可降低反应热

11. 一种用双极膜电渗析法卤水除硼的装置如图所示，双极膜中 H₂O 解离的 H⁺ 和 OH⁻ 在电场作用下向两极迁移。除硼原理： $[B(OH)_4]^- + H^+ = B(OH)_3 + H_2O$ 。下列说法错误的是



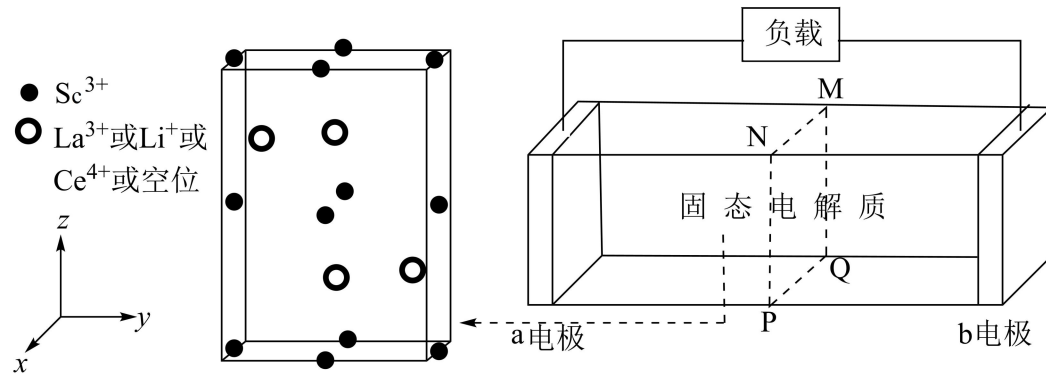
- A. Pt 电极反应： $4OH^- - 4e^- = O_2 \uparrow + 2H_2O$
 B. 外加电场可促进双极膜中水的电离
 C. III室中，X膜、Y膜分别为阳离子交换膜和阴离子交换膜
 D. IV室每生成 1mol NaOH，同时 II 室最多生成 1mol B(OH)₃

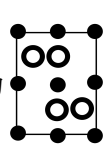
12. Be 及其化合物的转化关系如图。下列说法错误的是



- A. $\text{Be}(\text{OH})_2$ 是两性氢氧化物
- B. Be_2C 和 BeCl_2 的晶体类型相同
- C. $\text{Na}_2[\text{Be}(\text{OH})_4]$ 中 Be 原子的杂化方式为 sp^3
- D. Be_2C 与 H_2O 反应: $\text{Be}_2\text{C} + 4\text{H}_2\text{O} = 2\text{Be}(\text{OH})_2 + \text{CH}_4 \uparrow$

13. $(\text{Li}_{0.45}\text{La}_{0.85})\text{ScO}_3$ 是优良的固态电解质材料, Ce^{4+} 取代部分 La^{3+} 后产生空位, 可提升 Li^+ 传导性能。取代后材料的晶胞结构示意图(O^{2-} 未画出)及其作为电解质的电池装置如下。下列说法错误的是



- A. 每个晶胞中 O^{2-} 个数为 12
- B. 该晶胞在 yz 平面的投影为
- 
- C. Ce^{4+} 取代后, 该电解质的化学式为 $(\text{Li}_{0.45}\text{La}_{0.85-y}\text{Ce}_y)\text{ScO}_3$
- D. 若只有 Li^+ 发生迁移, 外电路转移的电子数与通过截面 MNPQ 的 Li^+ 数目相等

14. 甲醛法测定 NH_4^+ 的反应原理为 $4\text{NH}_4^+ + 6\text{HCHO} = (\text{CH}_2)_6\text{N}_4\text{H}^+ + 3\text{H}^+ + 6\text{H}_2\text{O}$ 。取含 NH_4Cl 的废水浓缩至原体积的 $\frac{1}{10}$ 后, 移取 20.00mL , 加入足量甲醛反应后, 用 $0.01000\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 NaOH 标准溶液滴定。滴定曲线如图 1, 含氮微粒的分布分数 δ 与 pH 关系如图 2[比如:

$\delta[(\text{CH}_2)_6\text{N}_4\text{H}^+] = \frac{c[(\text{CH}_2)_6\text{N}_4\text{H}^+]}{c[(\text{CH}_2)_6\text{N}_4\text{H}^+] + c[(\text{CH}_2)_6\text{N}_4]}$ 。下列说法正确的是

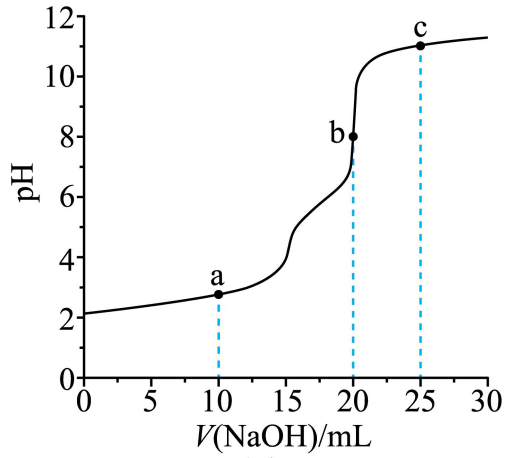


图1

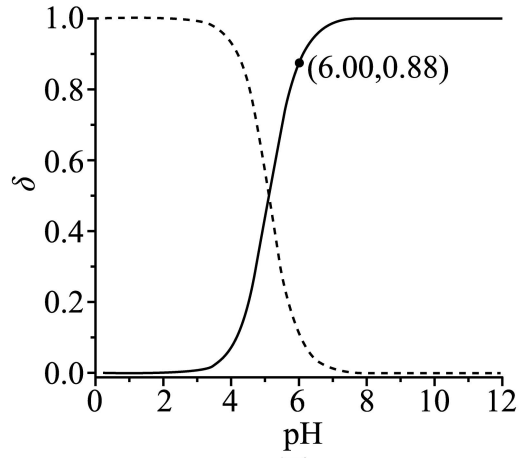
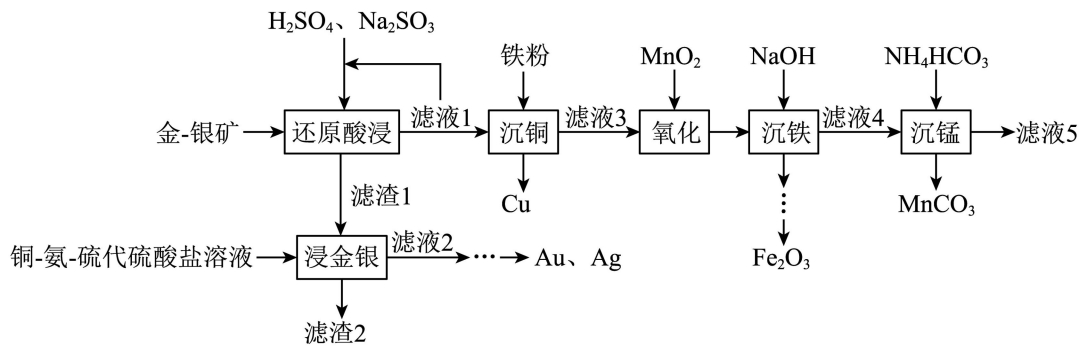


图2

- A. 废水中 NH_4^+ 的含量为 $20.00\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$
- B. c 点: $c[(\text{CH}_2)_6\text{N}_4\text{H}^+] + c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$
- C. a 点: $c[(\text{CH}_2)_6\text{N}_4\text{H}^+] > c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-) > c[(\text{CH}_2)_6\text{N}_4]$
- D. $(\text{CH}_2)_6\text{N}_4\text{H}^+ \rightleftharpoons (\text{CH}_2)_6\text{N}_4 + \text{H}^+$ 的平衡常数 $K \approx 7.3 \times 10^{-6}$

二、非选择题：本题共 4 小题，共 58 分。

15. 从褐铁矿型金-银矿(含 Au、Ag、 Fe_2O_3 、 MnO_2 、 CuO 、 SiO_2 等)中提取 Au、Ag，并回收其它有价金属的一种工艺如下：



已知：①金-银矿中 Cu、Mn 元素的含量分别为 0.19%、2.35%。

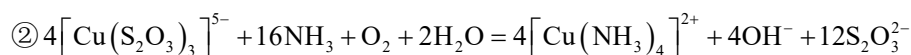
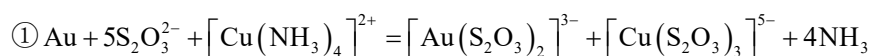
②25°C时， $\text{Mn}(\text{OH})_2$ 的 K_{sp} 为 1.9×10^{-13} 。

回答下列问题：

(1)基态 Cu 原子的价层电子排布式为_____。

(2)“还原酸浸”时， MnO_2 反应的离子方程式为_____。

(3)“浸金银”时，Au溶解涉及的主要反应如下：



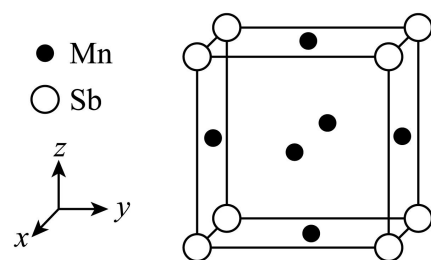
上述过程中的催化剂为_____。

(4)“沉铜”前，“滤液1”多次循环的目的为_____。

(5)根据“还原酸浸”“氧化”，推断 Fe^{3+} 、 Cu^{2+} 、 MnO_2 的氧化性由强到弱的顺序为_____。

(6)25°C“沉铁”后，调节“滤液4”的pH至8.0，无 $\text{Mn}(\text{OH})_2$ 析出，则 $c(\text{Mn}^{2+}) \leq$ _____ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

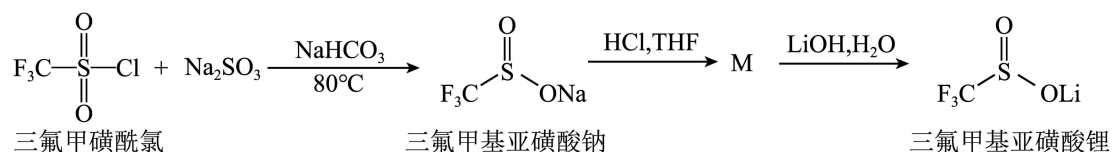
(7)一种锑锰(Mn_3Sb)合金的立方晶胞结构如图。



①该晶胞中，每个Sb周围与它最近且相等距离的Mn有_____个。

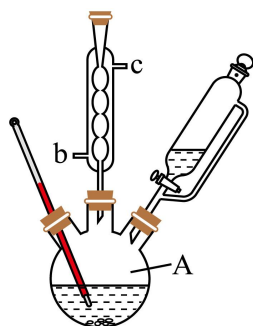
② N_A 为阿伏加德罗常数的值，晶胞边长为 $a\text{nm}$ ，则晶体的密度为_____ $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ (列出计算式即可)。

16. 三氟甲基亚磺酸锂($M_r = 140$)是我国科学家通过人工智能设计开发的一种锂离子电池补锂剂，其合成原理如下：



实验步骤如下：

I. 向A中加入3.5g NaHCO_3 、5.2g Na_2SO_3 和20.0mL蒸馏水，搅拌下逐滴加入2.1mL(3.3g)三氟甲磺酰氯($M_r = 168.5$)，有气泡产生(装置如图，夹持及加热装置省略)。80°C下反应3h后，减压蒸除溶剂得浅黄色固体。



II. 向上述所得固体中加入 10.0mL 四氢呋喃(THF)，充分搅拌后，加入无水 Na_2SO_4 ，振荡，抽滤、洗涤。将所得滤液减压蒸除 THF，得黏稠状固体。加入适量乙醇进行重结晶。

III. 将所得三氟甲基亚磺酸钠和 3.0mL THF 加入圆底烧瓶中，搅拌溶解后逐滴加入足量浓盐酸，析出白色固体。抽滤、洗涤。

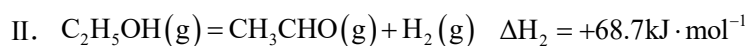
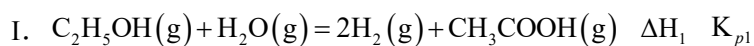
IV. 将滤液转入圆底烧瓶中，加入 2.0mL 蒸馏水和过量 LiOH。室温搅拌反应 1h 后，减压蒸除溶剂，得粗产品。加入适量乙醇进行重结晶，得产品 1.1g。

已知：THF 是一种有机溶剂，与水任意比互溶。

回答下列问题：

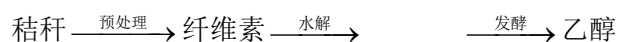
- (1) 仪器 A 的名称为_____，冷凝管中冷却水应从_____ (填“b”或“c”)口通入。
- (2) 步骤 I 反应中有气泡产生，其主要成分为_____。
- (3) 步骤 II 中第一次洗涤的目的是_____。
- (4) 步骤 III 中发生反应的化学方程式为_____，判断加入浓盐酸已足量的方法为_____。
- (5) 步骤 IV 中加入蒸馏水的作用是_____。
- (6) 三氟甲基亚磺酸锂的产率为_____ (列出计算式即可)。

17. 我国科学家研发出一种乙醇(沸点 78.5°C)绿色制氢新途径，并实现高附加值乙酸(沸点 118°C)的生产，主要反应为：



回答下列问题：

(1) 乙醇可由秸秆生产，主要过程为



(2) 对于反应 I:



$\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。

②一定温度下，下列叙述能说明恒容密闭容器中反应达到平衡状态的是_____ (填标号)。

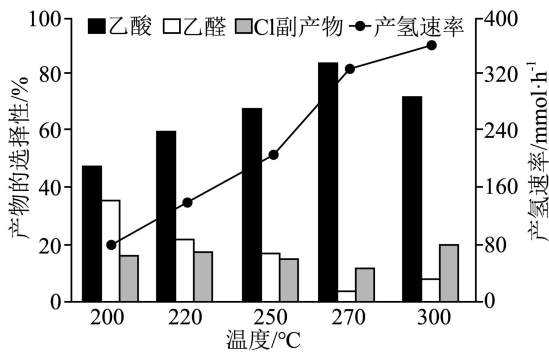
- A. 容器内的压强不再变化
- B. 混合气体的密度不再变化
- C. CH_3COOH 的体积分数不再变化
- D. 单位时间内生成 $1\text{molH}_2\text{O}$ ，同时消耗 2molH_2

③反应后从混合气体分离得到 H_2 ，最适宜的方法为_____。

(3)恒压 100kPa 下，向密闭容器中按 $n(\text{H}_2\text{O}):n(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})=9:1$ 投料，产氢速率和产物的选择性随温度变化关系如图 1，关键步骤中间体的能量变化如图 2。[比如：乙酸选择性

选择性随温度变化关系如图 1，关键步骤中间体的能量变化如图 2。[比如：乙酸选择性

$$= \frac{n(\text{生成的乙酸})}{n(\text{转化的乙醇})} \times 100\%$$



注：Cl副产物指 CH_4 、 CO 、 CO_2 混合气体
图1

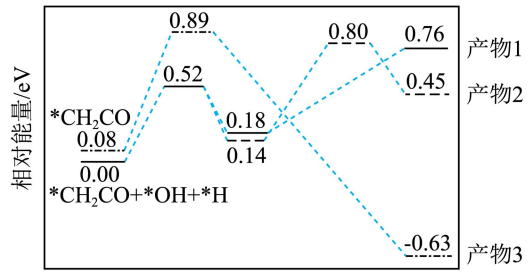


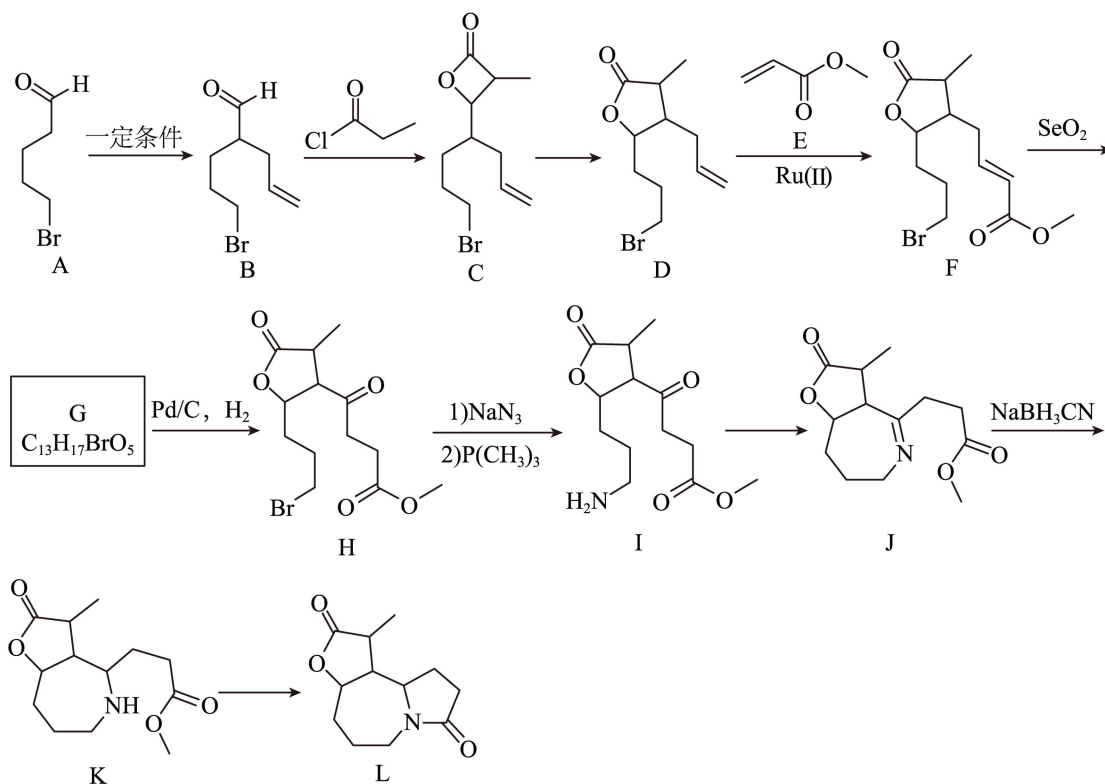
图2

①由图 1 可知，反应I最适宜的温度为 270°C ，原因为_____。

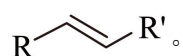
②由图中信息可知，乙酸可能是_____ (填“产物 1”“产物 2”或“产物 3”)。

③ 270°C 时，若该密闭容器中只发生反应I、II，平衡时乙醇的转化率为 90% ，乙酸的选择性为 80% ，则 $p(\text{CH}_3\text{COOH}):p(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})=_____$ ，平衡常数 $K_{p1}=_____ \text{kPa}$ (列出计算式即可；用平衡分压代替平衡浓度计算，分压=总压 \times 物质的量分数)。

18. 化合物 L 是某中药的活性成分。一种合成路线如下(略去部分试剂与反应条件，忽略立体化学)。

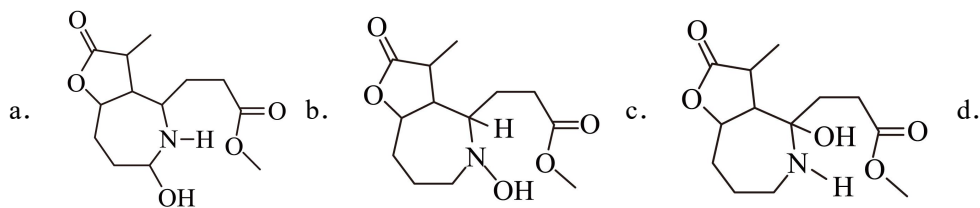


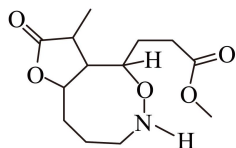
已知：在 Ru(II) 的催化下，端烯炔 $R-\text{CH}=\text{CH}-\text{C}\equiv\text{C}-R'$ 和 $R'-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}=\text{CH}-R$ 生炔烯复分解反应得到产物



回答下列问题：

- (1) A 中含氧官能团的名称为_____。
- (2) 对比 C 和 D 的结构，可以推知 C 和 D 的_____ (填标号) 不相同。
 - a. 分子式
 - b. 质谱图中的碎片峰
 - c. 官能团
- (3) D→F 中另一产物的化学名称为_____。
- (4) E 发生加聚反应，产物的结构简式为_____。
- (5) F→G 的反应类型为_____。
- (6) 羰基具有较强的极性。I→J 经历了加成和消去的过程，其中间体的结构简式为_____ (填标号)。





(7) $K \rightarrow L$ 的化学方程式为_____。

(8) 写出一种满足下列条件的 L 的同分异构体的结构简式_____ (不考虑立体异构)。

① 能与 $FeCl_3$ 发生显色反应；1 mol 该物质与足量 NaOH 溶液反应，消耗 3 mol NaOH。

② 核磁共振氢谱显示 6 组峰，且峰面积比为 9:2:2:2:1:1。

③ 含有酯基和氨基(或取代的氨基， $-NR''R'''$ ， R'' 和 R''' 可以是 H 或烃基)。

1. D

【详解】A. 贝壳粉的主要成分是碳酸钙，属于碳酸盐，A 错误；

B. 核桃油属于油脂，分子量较小，不属于有机高分子，B 错误；

C. 氧化铁（ Fe_2O_3 ）能与酸反应，不耐酸，C 错误；

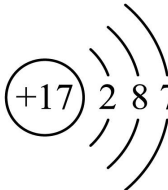
D. 碳在常温下化学性质稳定，不易被氧化，D 正确；

故选 D。

2. A

【详解】A. NH_3 的中心原子价层电子对数为 $3 + \frac{1}{2}(5 - 3 \times 1) = 4$ ，且含有 1 个孤电子对，VSEPR 模型为四面体形，A 正确；

B. 硫化钠是离子化合物，电子式： $\text{Na}^+[\text{:}\ddot{\text{S}}\text{:}]^{2-}\text{Na}^+$ ，B 错误；

C. 氯是第 17 号元素，Cl 原子结构示意图为：，C 错误；

D. $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 是强电解质，溶于水完全电离，电离方程式： $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 = 2\text{Al}^{3+} + 3\text{SO}_4^{2-}$ ，D 错误；

故选 A。

3. C

【详解】A. 煤在高温下与水蒸气反应生成 CO 和 H_2 ，方程式正确，A 正确；

B. 过氧化钠与二氧化碳反应生成碳酸钠和氧气，方程式书写正确，B 正确；

C. FeCl_3 与 Cu 反应时， Fe^{3+} 被还原为 Fe^{2+} 而非单质 Fe，正确反应为 $2\text{FeCl}_3 + \text{Cu} = 2\text{FeCl}_2 + \text{CuCl}_2$ ，C 错误；

D. 铅酸蓄电池放电时，Pb 和 PbO_2 与硫酸反应生成 PbSO_4 和 H_2O ，方程式正确，D 正确；

故选 C。

4. B

【详解】A. 未指明气体是否处于标准状况，22.4L CH_4 的物质的量无法确定为 1mol，因此原子数目无法确定为 $5N_A$ ，A 错误；

B. ^{18}O 的中子数为 $18 - 8 = 10$ ，1mol ^{18}O 含 10mol 中子，数目为 $10N_A$ ，B 正确；

C. 28g Fe (0.5mol) 与 S 反应生成 FeS，Fe 的氧化态为 +2，转移电子数为 $0.5 \times 2 = 1\text{mol} = 1N_A$ ，

而非 $1.5N_A$ ，C 错误；

D. 浓盐酸与 MnO_2 反应时，随反应进行浓度降低，反应停止，实际生成 Cl_2 的物质的量小于理论值 $0.3mol$ ，D 错误；

故选 B。

5. D

【详解】A. NH_4Cl 和 $Ca(OH)_2$ 固体混合物加热制取氨气，试管口要略向下倾斜，A 错误；

B. 配制 $100mL 1.00mol \cdot L^{-1} KCl$ 溶液，应在烧杯中溶解 KCl 固体，B 错误；

C. 金属钠与水反应剧烈，不能在试管中进行，应在烧杯中进行，且烧杯不能盛满水，C 错误；

D. 两个烧杯中分别盛有热水和冰水，可以通过观察气体的颜色深浅来探究温度对 $2NO_2$ (红棕色) $\rightleftharpoons N_2O_4$ (无色) 平衡的影响，D 正确；

故选 D。

6. D

【详解】A. 分子中存在 $-OH$ 和 $-COOH$ ，可以形成分子间氢键 $-O-H \cdots O$ ，A 正确；

B. 含有醇 $-OH$ ，可以和乙酸发生酯化反应，含有 $-COOH$ ，可以和乙醇发生酯化反应，B 正确；

C. 分子中含有 $-COOH$ ，可以和 $NaHCO_3$ 反应产生 CO_2 ，C 正确；

D. 分子中只有碳碳双键能和 Br_2 的 CCl_4 溶液中的 Br_2 反应，分子中含 2 个碳碳双键， $1mol Z$ 可以和 Br_2 的 CCl_4 反应消耗 $2mol Br_2$ ，D 错误；

答案选 D。

7. B

【分析】稻壳在一定条件下制备纳米 SiO_2 ，纳米 SiO_2 和 Mg 在 $650^\circ C$ 发生置换反应生成 MgO 和纳米 Si ，加盐酸将 MgO 转化为 $MgCl_2$ ，过滤、洗涤、干燥得到纳米 Si 。

【详解】A. SiO_2 是酸性氧化物，与 $NaOH$ 反应生成 Na_2SiO_3 和 H_2O ，A 正确；

B. 盐酸参与的反应为： $MgO + 2HCl = MgCl_2 + H_2O$ ，该反应是非氧化还原反应，盐酸体现酸性，没有体现还原性，B 错误；

C. 高纯硅可以将太阳能转化为电能，故可用于制硅太阳能电池，C 正确；

D. SiO_2 和 Mg 在 $650^\circ C$ 条件下发生置换反应得到 MgO 和纳米 Si ，反应的化学方程式为

$SiO_2 + 2Mg \xrightarrow{650^\circ C} Si + 2MgO$ ，D 正确；

答案选 B。

8. A

【分析】先缓慢通入 Ar 气，排尽装置内空气，防止对实验造成干扰，关闭 I 左侧阀门，先后点燃乙、丙、甲处酒精灯，一段时间后，I 中灼热的铜网变黑，说明 NaNO_3 分解产生了 O_2 ，熄灭酒精灯甲，再次缓慢通入 Ar 气，使 NaNO_3 分解产生的气态产物全部排尽，浓硫酸用于防止空气中的水蒸气进入装置干扰实验。

【详解】A. 一段时间后，II 中灼热的铜网变黑，说明 NaNO_3 分解产生了 O_2 ，为确保能准确测定产生的氧气的质量，应先点燃乙处酒精灯，再点燃丙处酒精灯，最后点燃甲处酒精灯，A 错误；

B. II、III 中 Cu 均能和氧气反应生成黑色的 CuO ，整个过程中，若 II 中灼热的铜网未变黑，则说明生成的 O_2 在 II 中反应完全，B 正确；

C. II 中的 Cu 只能吸收 O_2 ，实验结束后，若 I 中减少的质量等于 I 中增加的质量，则分解的气态产物只有 O_2 ，C 正确；

D. 由该实验可知 NaNO_3 受热易分解产生氧化剂、助燃性气体 O_2 ，故 NaNO_3 应远离热源、可燃物，并与还原性物质分开存放，D 正确；

答案选 A。

9. A

【分析】M 是原子半径最小的为 H，Q 是形成物质种类最多，则为 C，R 是地壳中含量最高，为 O，T、X、Y 同周期且原子序数递增。Q (C) 和 X 均与 Y 相邻，结合 Z 的原子序数 $Z = M + R + T = 1 + 8 + T$ ， $Z \leq 20$ ，得 $T = 11$ (Na)， $Z = 20$ (Ca)。又因为 T、X、Y 同周期，Q、X 均与 Y 相邻，可推出 Q (C) 与 Y (Si) 同主族相邻，X (Al) 与 Y (Si) 相邻且 T (Na)、X (Al)、Y (Si) 同属第三周期，故推出 M 为 H、Q 为 C、R 为 O、T 为 Na、X 为 Al、Y 为 Si、Z 为 Ca，据此解答。

【详解】A. H 与 Ca 形成 CaH_2 ，为活泼金属形成的氢化物，为离子化合物，A 正确；

B. 同周期原子半径从左到右逐渐减小，同主族原子半径从上到下逐渐增大，R 为 O、T 为 Na、X 为 Al，则它们的原子半径大小为 $\text{O} < \text{Al} < \text{Na}$ ，即 $\text{R} < \text{X} < \text{T}$ ，B 错误；

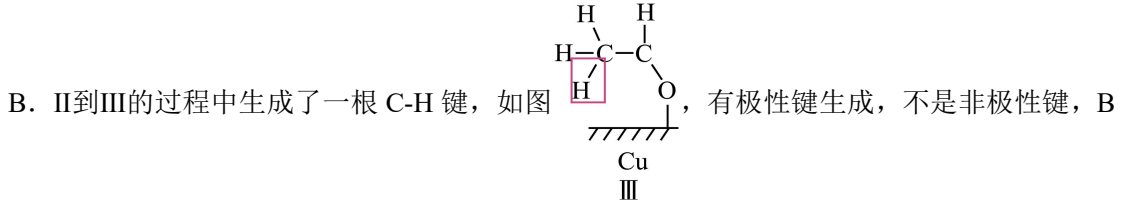
C. QR_2 为 CO_2 ，为直线型的非极性分子，C 错误；

D. 同周期电负性从左到右逐渐增大，同主族电负性从下到上逐渐增大，Q 为 C、R 为 O、Y 为 Si，则电负性 $\text{Si} < \text{C} < \text{O}$ ，正确顺序为 $\text{Y} < \text{Q} < \text{R}$ ，D 错误；

故选 A。

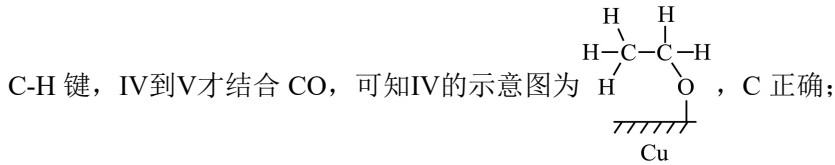
10. C

【详解】A. 由图可知，I到II的过程中消耗了氢离子和电子，属于还原反应，A 错误；



错误；

C. II到III的过程中生成了一根 C-H 键，由III结合氢离子和电子可知，III到IV也生成了一根



D. 催化剂可改变活化能，加快反应速率，不能改变反应热，D 错误；

故选 C。

11. C

【分析】由图中氢离子和氢氧根的流向，可推出左侧 Pt 电极为阳极，右侧石墨电极为阴极，阳极发生的反应为： $4\text{OH}^- - 4\text{e}^- = \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ，阴极发生的反应为： $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow$ ，III 室中氯化钠浓度降低了，说明钠离子往阴极方向移动，氯离子往阳极反向移动，据此解答。

【详解】A. 由分析可知，Pt 电极为阳极，阳极发生的反应为： $4\text{OH}^- - 4\text{e}^- = \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ，

A 正确；

B. 水可微弱的电离出氢离子和氢氧根，在外加电场作业下，使氢离子和氢氧根往两侧移动，降低了浓度，可促进双极膜中水的电离，B 正确；

C. 由分析可知，III 室中氯化钠浓度降低了，说明钠离子往阴极方向移动，氯离子往阳极反向移动，即钠离子往右侧移动，通过 Y 膜，则 Y 膜为阳离子交换膜，氯离子往左侧移动，通过 X 膜，则 X 膜为阳离子交换膜，C 错误；

D. IV 室每生成 1mol NaOH ，则转移 1mol 电子，有 1mol 氢离子移到 II 室中，生成 $1\text{mol B}(\text{OH})_3$ ，

D 正确；

故选 C。

12. B

【详解】A. 由图中转化信息可知, $\text{Be}(\text{OH})_2$ 既能与盐酸反应生成盐和水, 又能与氢氧化钠反应生成盐, 因此其是两性氢氧化物, A 正确;

B. 由题中信息可知, Be_2C 的熔点远远高于 BeCl_2 的, 因此 Be_2C 不可能是分子晶体, 而 BeCl_2 的熔点和沸点均较低, 其为分子晶体, 因此两者的晶体类型不相同, B 错误;

C. $\text{Na}_2[\text{Be}(\text{OH})_4]$ 中 Be 原子与 4 个羟基形成 4 个 σ 键, 没有孤电子对, 只有 4 个成键电子对, 因此, 其杂化方式为 sp^3 , C 正确;

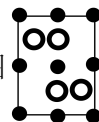
D. Be_2C 中的 Be 化合价为 +2, C 的化合价为 -4, 因此其与 H_2O 反应生成 $\text{Be}(\text{OH})_2$ 和 CH_4 , 该反应的化学方程式为 $\text{Be}_2\text{C} + 4\text{H}_2\text{O} = 2\text{Be}(\text{OH})_2 + \text{CH}_4 \uparrow$, D 正确;

综上所述, 本题选 B。

13. C

【详解】A. 由晶胞结构可知, Sc 原子分布在晶胞的 8 个棱心和 4 个面心, 由均摊法算出其原子个数为 $8 \times \frac{1}{4} + 4 \times \frac{1}{2} = 4$, 由晶体的化学式 $(\text{Li}_{0.45}\text{La}_{0.85})\text{ScO}_3$ 可知, O 原子的个数是 Sc 的 4 倍, 因此, 每个晶胞中 O^{2-} 个数为 12, A 正确;

B. 由晶胞结构可知, 该晶胞在 yz 平面的投影就是其前视图



, B 正确;

C. Ce^{4+} 取代 La^{3+} 后, Li^+ 数目减小并产生空位, 因此, 根据化合价的代数和为 0 可知, 取代后该电解质的化学式为 $(\text{Li}_{0.45-y}\text{La}_{0.85-y}\text{Ce}_y)\text{ScO}_3$, C 错误;

D. Li^+ 与电子所带的电荷数目相同, 只是电性不同, 原电池中内电路和外电路通过的电量相等, 因此, 若只有 Li^+ 发生迁移, 外电路转移的电子数与通过截面 MNPQ 的 Li^+ 数目相等, D 正确;

综上所述, 本题选 C。

14. D

【详解】A. 由图 1 中的信息可知, 当加入 NaOH 标准溶液的体积为 20.00mL 时到达滴定终点, 由关系式 $4\text{NH}_4^+ \sim [(\text{CH}_2)_6\text{N}_4\text{H}^+ + 3\text{H}^+] \sim 4\text{OH}^-$ 可知, 由于待测液的体积和标准溶液的体积相同, 因此, 浓缩后的 20.00mL 溶液中 $c(\text{NH}_4^+) = c(\text{OH}^-) = 0.01000\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则原废水中

$c(\text{NH}_4^+) = 0.01000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times \frac{1}{10} = 0.001000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，因此，废水中 NH_4^+ 的含量为

$0.001000 \text{ mol} \times 18000 \text{ mg} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{L}^{-1} = 18.00 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ，A 错误；

B. c 点加入 NaOH 标准溶液的体积过量，且只过量了 $\frac{1}{5}$ ，由电荷守恒可知，

$c[(\text{CH}_2)_6\text{N}_4\text{H}^+] + c(\text{H}^+) + c(\text{Na}^+) = c(\text{OH}^-) + c(\text{Cl}^-)$ ，浓缩后的废水中 NH_4Cl 的浓度是

NaOH 标准溶液浓度的 4 倍， Cl^- 和 Na^+ 均不参与离子反应，可以估算 c 点 $c(\text{Cl}^-) > c(\text{Na}^+)$ ，

$c[(\text{CH}_2)_6\text{N}_4\text{H}^+] + c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$ ，B 错误；

C. $(\text{CH}_2)_6\text{N}_4\text{H}^+$ 在溶液中水解使溶液显酸性，类比 NH_3 可知 $(\text{CH}_2)_6\text{N}_4$ 在溶液中与水作用发生电离而使溶液显碱性；a 点为半滴定点，由其纵坐标可知溶液显酸性，说明 $(\text{CH}_2)_6\text{N}_4\text{H}^+$ 的水解作用强于 $(\text{CH}_2)_6\text{N}_4$ 的电离作用，可知溶液中相关粒子的浓度的大小关系为

$c[(\text{CH}_2)_6\text{N}_4] > c[(\text{CH}_2)_6\text{N}_4\text{H}^+]$ ，C 错误；

D. 由图 1 和图 2 可知，当 $\text{pH}=6.00$ 时， $(\text{CH}_2)_6\text{N}_4$ 占比较高， $\delta[(\text{CH}_2)_6\text{N}_4] = 0.88$ ，则由氮守恒可知， $\delta[(\text{CH}_2)_6\text{N}_4\text{H}^+] = 0.12$ ，两种粒子的浓度之比等于其分布分数之比，则

$(\text{CH}_2)_6\text{N}_4\text{H}^+ \rightleftharpoons (\text{CH}_2)_6\text{N}_4 + \text{H}^+$ 的平衡常数

$$K = \frac{c[(\text{CH}_2)_6\text{N}_4] \cdot c(\text{H}^+)}{c[(\text{CH}_2)_6\text{N}_4\text{H}^+]} = \frac{0.88 \times 10^{-6}}{0.12} \approx 7.3 \times 10^{-6}$$
，D 正确；

综上所述，本题选 D。

15. (1) $3d^{10}4s^1$

(2) $\text{MnO}_2 + \text{SO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{Mn}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$

(3) $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$

(4) 大幅度降低硫酸和亚碳酸钠的消耗成本，同时减少废水产生量及处理成本，并通过持续去除杂质提高金银的富含度

(5) $\text{MnO}_2 > \text{Fe}^{3+} > \text{Cu}^{2+}$

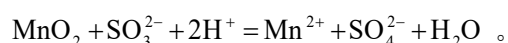
(6) 0.19

(7) 12 $\frac{122 + 55 \times 3}{N_A \times a^3 \times 10^{-21}}$

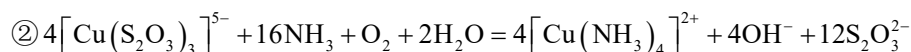
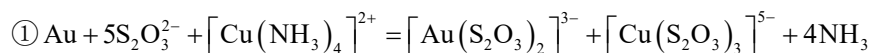
【分析】由流程可知，矿石经“还原酸浸”， Fe_2O_3 、 MnO_2 被还原为 Fe^{2+} 和 Mn^{2+} ， CuO 被溶解为 Cu^{2+} ， Au 、 Ag 、 SiO_2 不溶进入“滤渣 1”；“沉铜”时， Cu^{2+} 被铁粉还原为 Cu ；“氧化时” Fe^{2+} 被氧化为 Fe^{3+} ；“沉铁”时， Fe^{3+} 转化为沉淀，后续转化为氧化铁；“沉锰”时， Mn^{2+} 沉淀为碳酸锰。“浸金银”时， Au 、 Ag 被混合液浸出，后续提炼出 Au 、 Ag 。

【详解】(1) Cu 为29号元素，基态 Cu 原子的核外电子排布属于洪特规则的特例，其价电子数为11，其价层电子排布式为 $3d^{10}4s^1$ 。

(2) “还原酸浸”时， MnO_2 被亚硫酸钠还原为 Mn^{2+} ，该反应的离子方程式为



(3) “浸金银”时， Au 溶解涉及的主要反应如下：



分析以上两反应可知， $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 参与了反应①，但在反应②又重新生成，其质量和性质在反应前后没发生变化，因此，上述过程中的催化剂为 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 。

(4) “还原酸浸”所得“滤液 1”中含有一定浓度的未反应的硫酸和亚硫酸钠，多次循环利用“滤液 1”对矿石进行“还原酸浸”可以充分利用其中的有效成分，大大减少了原料的浪费，从而有效降低成本；其次，持续地将杂质元素溶解并带出矿石体系，可以使矿石中的金银的相对品位得到提升，为后续提纯工序创造更好的条件；第三，还可以减少废水的排放量和处理成本；第四，可以回收更多的有价值的溶解成分。综上所述，“沉铜”前，“滤液 1”多次循环的目的为：大幅度降低硫酸和亚硫酸钠的消耗成本，同时减少废水产生量及处理成本，并通过持续去除杂质提高金银的富含度。

(5) “还原酸浸”时， Fe_2O_3 和 CuO 可以被硫酸溶解转化为 Fe^{3+} 和 Cu^{2+} ，亚硫酸钠将 Fe^{3+} 还原为 Fe^{2+} ，而 Cu^{2+} 并未被还原，因此， Fe^{3+} 的氧化性强于 Cu^{2+} ；“氧化”时， Fe^{2+} 被 MnO_2 氧化为 Fe^{3+} ，因此， MnO_2 的氧化性强于 Fe^{3+} 。综上所述，根据“还原酸浸”“氧化”，推断 Fe^{3+} 、 Cu^{2+} 、 MnO_2 的氧化性由强到弱的顺序为 $\text{MnO}_2 > \text{Fe}^{3+} > \text{Cu}^{2+}$ 。

(6) 25°C “沉铁”后，调节“滤液 4”的 pH 至8.0，此时 $c(\text{OH}^-) = 10^{-6} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，无 $\text{Mn}(\text{OH})_2$ 析

出, 根据 $\text{Mn}(\text{OH})_2$ 的 K_{sp} 为 1.9×10^{-13} , 则 $c(\text{Mn}^{2+}) \leq \frac{1.9 \times 10^{-13}}{(10^{-6})^2} = 0.19 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

(7) 由晶胞结构可知, 该晶胞为面心立方, Sb 位于晶胞的顶点, 其与邻近的 3 个面的面心上的 Mn 距离最近且距离相等, 每个顶点参与形成 8 个晶胞, 而每个面心参与形成 2 个晶胞, 因此, 该晶胞中, 每个 Sb 周围与它最近且相等距离的 Mn 有 $\frac{3 \times 8}{2} = 12$ 个。

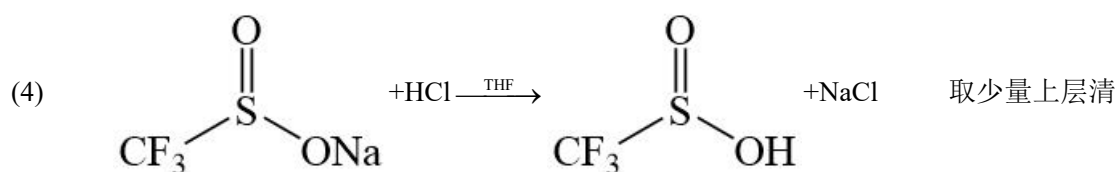
②由晶胞结构和均摊法可知, 该晶胞中平均占有 1 个 Sb 和 3 个 Mn, 因此, 该晶胞的质量为 $\frac{122 + 55 \times 3}{N_{\text{A}}}$ g, 该晶胞的体积为 $(anm)^3 = a \times 10^{-21} \text{ cm}^3$, 晶体的密度为

$$\frac{(122 + 55 \times 3) \text{ g}}{N_{\text{A}} \times a^3 \times 10^{-21} \text{ cm}^3} = \frac{122 + 55 \times 3}{N_{\text{A}} \times a^3 \times 10^{-21}} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}。$$

16. (1) 三颈烧瓶 b

(2) 二氧化碳

(3) 将吸附在滤渣上的产品尽可能全部转入滤液中, 提高产率



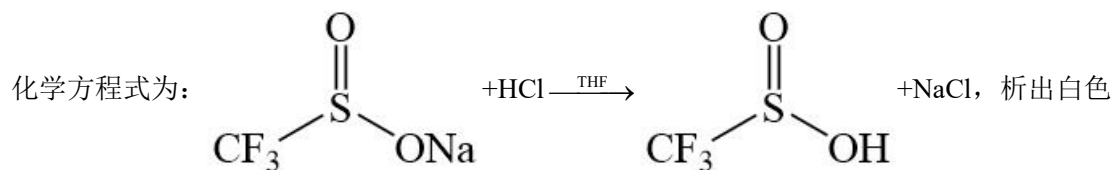
液于小试管中, 滴加浓盐酸, 若无白色沉淀, 则浓盐酸已足量

(5) 作为溶剂, 溶解后加快反应速率

(6) 40%

【分析】

向 A 中加入 3.5 g NaHCO_3 、 $5.2 \text{ g Na}_2\text{SO}_3$ 和 20.0 mL 蒸馏水, 搅拌下逐滴加入 2.1 mL (3.3 g) 三氟甲磺酰氯 ($M_r = 168.5$), 生成了三氟甲基亚磺酸钠, 硫酸钠和氯化氢, 碳酸氢钠与氯化氢反应生成二氧化碳, 所以有气泡产生, 80°C 下反应 3 h 后, 减压蒸除溶剂得浅黄色固体。向上述所得固体中加入 10.0 mL 四氢呋喃 (THF), 充分搅拌后, 加入无水 Na_2SO_4 , 可促进硫酸钠结晶析出, 振荡, 抽滤, 除去硫酸钠, 洗涤可将吸附在滤渣上的产品尽可能全部转入滤液中, 提高产率。将所得滤液减压蒸除 THF, 得黏稠状固体。加入适量乙醇进行重结晶。将所得三氟甲基亚磺酸钠和 3.0 mL THF 加入圆底烧瓶中, 搅拌溶解后逐滴加入足量浓盐酸, 发生的



固体。抽滤、洗涤。将滤液转入圆底烧瓶中，加入 2.0mL 蒸馏水和过量 LiOH，水可作为溶剂，溶解后加快反应速率，室温搅拌反应 1h 后，减压蒸除溶剂，得粗产品。加入适量乙醇进行重结晶，得产品 1.1g，据此解答。

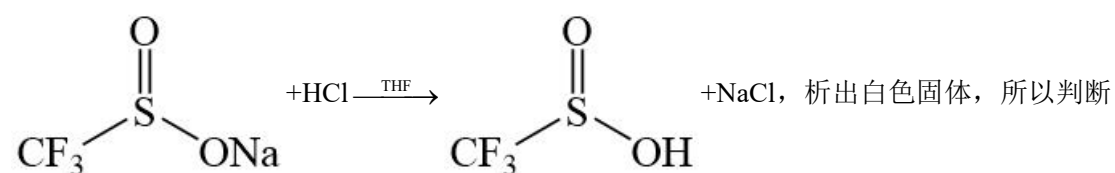
【详解】(1) 由图可知，A 为三颈烧瓶，中间为冷凝管，为了提高冷凝效果，冷却水从 b 口通入，c 口流出，故答案为：三颈烧瓶；b；

(2) 向 A 中加入 3.5gNaHCO₃、5.2gNa₂SO₃ 和 20.0mL 蒸馏水，搅拌下逐滴加入 2.1mL(3.3g) 三氟甲磺酰氯 (M_r = 168.5)，生成了三氟甲基亚磺酸钠，硫酸钠和氯化氢，碳酸氢钠与氯化氢反应生成二氧化碳，所以有气泡产生，故答案为：二氧化碳；

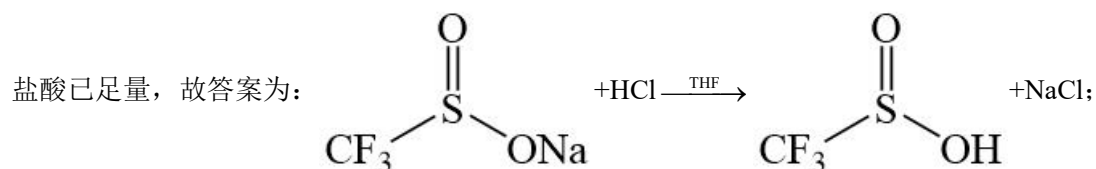
(3) A 中反应生成了三氟甲基亚磺酸钠，硫酸钠和氯化氢等，上述所得固体中加入 10.0mL 四氢呋喃(THF)，充分搅拌后，加入无水 Na₂SO₄，可促进硫酸钠结晶析出，振荡，抽滤除去硫酸钠等固体、洗涤，洗涤可将吸附在滤渣上的产品尽可能全部转入滤液中，提高产率，故答案为：将吸附在滤渣上的产品尽可能全部转入滤液中，提高产率；

(4)

由分析可知，将所得三氟甲基亚磺酸钠和 3.0mLTHF 加入圆底烧瓶中，搅拌溶解后逐滴加入足量浓盐酸，发生的化学方程式为：



加入盐酸已足量的方法为：取少量上层清液于小试管中，滴加浓盐酸，若无白色沉淀，则浓



取少量上层清液于小试管中，滴加浓盐酸，若无白色沉淀，则浓盐酸已足量；

(5) 将滤液转入圆底烧瓶中，加入 2.0mL 蒸馏水和过量 LiOH，水可作为溶剂，溶解后加快反应速率，故答案为：作为溶剂，溶解后加快反应速率；

(6) 已知向 A 中加入 3.5gNaHCO_3 、 $5.2\text{gNa}_2\text{SO}_3$ ， $2.1\text{mL}(3.3\text{g})$ 三氟甲磺酰氯 ($M_r = 168.5$)，

三氟甲磺酰氯量不足，以三氟甲磺酰氯计算理论产量为： $\frac{140 \times 3.3}{168} \text{g} = 2.75\text{g}$ ，氟甲基亚磺酸

锂的产率为 $\frac{1.1\text{g}}{2.75\text{g}} \times 100\% = 40\%$ ，故答案为：40%。

17. (1)葡萄糖

(2) +44.4 AC 降温冷凝后收集气体

(3) 乙酸选择性最大且反应速率较快 产物 1 36:5 $\frac{0.72 \times 100 \times 1.62^2}{0.1 \times 8.28 \times 10.9}$

【详解】(1) 纤维素水解得到葡萄糖，葡萄糖发酵产生二氧化碳和乙醇；

(2) ①反应 I-反应 II 得到“已知反应”，根据盖斯定律 $\Delta H_1 = \Delta H + \Delta H_2 = -24.3\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1} + 68.7\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = +44.4\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ；

②恒温恒容下发生 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) = 2\text{H}_2(\text{g}) + \text{CH}_3\text{COOH}(\text{g})$ ：

A. 该反应是气体总物质的量增大的反应，容器内的压强不再变化，说明气体总物质的量不再改变，说明反应达到平衡状态，A 符合题意；

B. 体积自始至终不变，气体总质量自始至终不变，则气体密度不是变量，混合气体的密度不再变化，不能说明反应是否达到平衡状态，B 不符合题意；

C. CH_3COOH 的体积分数不再变化，说明其物质的量不再改变，反应已达平衡，C 符合题意；

D. 单位时间内生成 $1\text{molH}_2\text{O}$ ，同时消耗 2molH_2 均是逆反应速率，不能说明反应是否达到平衡状态，D 不符合题意；

答案选 AC；

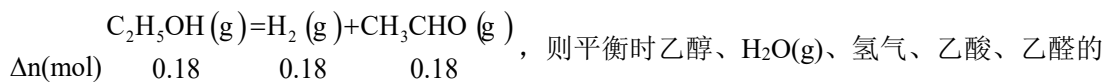
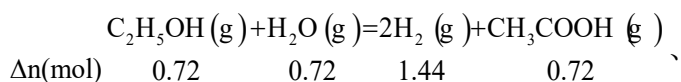
③可利用混合体系中各物质的沸点差异分离出氢气，最适宜的方法为降温冷凝后收集气体；

(3) ①由图 1 可知，反应 I 最适宜的温度为 270°C ，原因为乙酸选择性最大且反应速率较快；

②由图 2 可知关键步骤中生成产物 1 的最大能垒为 0.58eV ，生成产物 2 的最大能垒为 0.66eV ，生成产物 3 的最大能垒为 0.81eV ，图 1 中乙酸的选择性最大，说明相同条件下生成乙酸的反应速率最大，则乙酸可能是产物 1；

③设投料 $n(\text{H}_2\text{O}) = 9\text{mol}$ ， $n(\text{乙醇}) = 1\text{mol}$ ，密闭容器中只发生反应 I、II，平衡时乙醇的转化率为 90%，乙酸的选择性为 80%，则平衡时生成的乙酸的物质的量 $= 90\% \times 80\% \times 1 = 0.72\text{mol}$ ， $n_{\text{平}}(\text{乙醇}) = 1\text{mol} \times 10\% = 0.1\text{mol}$ ，恒温恒压下，压强比 = 物质的量之比，故

$p(\text{CH}_3\text{COOH}) : p(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 0.72 : 0.1 = 36 : 5$; 列三段式



物质的量分别为 0.1mol、8.28mol、1.62mol、0.72mol、0.18mol, 气体总物质的量为

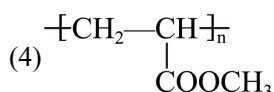
$0.1\text{mol} + 8.28\text{mol} + 1.62\text{mol} + 0.72\text{mol} + 0.18\text{mol} = 10.9\text{mol}$, 则

$$K_{p1} = \frac{100\text{kPa} \times \frac{0.72}{10.9} \times (100\text{kPa} \times \frac{1.62}{10.9})^2}{100\text{kPa} \times \frac{0.1}{10.9} \times 100\text{kPa} \times \frac{8.28}{10.9}} = \frac{0.72}{10.9} \times 100 \times (\frac{1.62}{10.9})^2}{\frac{0.1}{10.9} \times \frac{8.28}{10.9}} = \frac{0.72 \times 100 \times 1.62^2}{0.1 \times 8.28 \times 10.9} \text{kPa}$$

18. (1)醛基

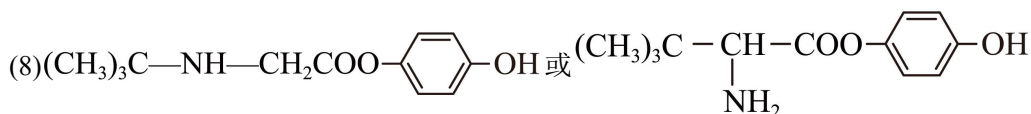
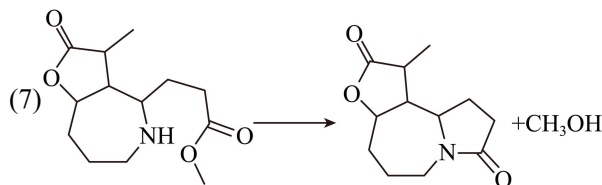
(2)b

(3)乙烯

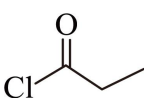


(5)氧化反应

(6)c



【分析】

A 发生取代反应生成 B, B 与  发生反应生成 C, C 发生反应生成 D, D 与 E 在

$\text{Ru}(\text{II})$ 作用下发生已知信息的反应生成 F, F 在 SeO_2 作用下生成 G, G 比 F 多了一个氧原子,

截个 H 的结构简式可知, G 的结构简式为  , G 发生还原反应生成 H, H 发

生取代反应生成 I, I 中氨基与酮羰基先发生加成反应, 再发生消去反应生成 J, J 发生还原反应生成 K, K 发生取代反应生成 L, 据此解答。

【详解】(1) 由 A 结构简式可知, A 中含氧官能团名称为醛基;

(2) 观察结构可知, C 和 D 的分子式相同, 结构不同, 互为同分异构体, 其官能团也是相同的, 排除 a、c, 两种分子因结构差异导致断裂偏好不同, 所形成的碎片种类或丰度显著不同, 故其质谱图中碎片峰会不同, 故选 b;

(3) 结合烯烃复分解反应规律可知, 其另一种产物是乙烯;

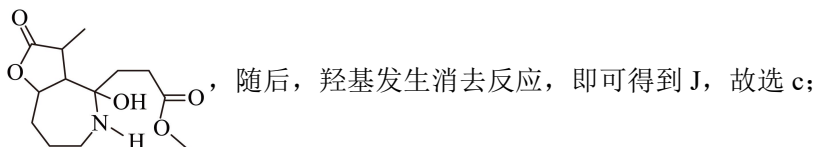
(4)

E 中含有碳碳双键, 能发生加聚反应, 产物的结构简式为 $\text{-(CH}_2\text{-CH(COOCH}_3\text{))}_n\text{-}$;

(5) K→G 的反应是加氧的反应, 反应类型是氧化反应;

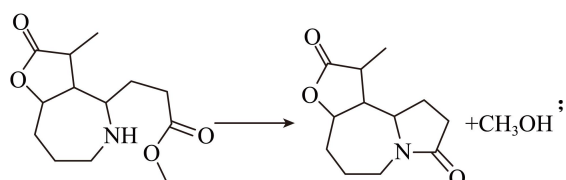
(6)

I→J 的反应为氨基和酮羰基的加成反应, 形成七元环和羟基, 得到的产物结构简式为

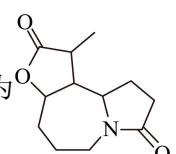


(7)

K 发生取代反应生成 L, 同时会生成甲醇, 化学方程式为



(8)

L 结构简式为  , 分子中不饱和度为 5, 碳原子数为 12, 氧原子数为 3, 氮原

子数为 1, 满足下列条件:

① 能与 FeCl_3 发生显色反应，说明其含有酚羟基，苯环占了 4 个不饱和度，说明其余结构还剩余 1 个不饱和度， 1mol 该物质与足量氢氧化钠反应，消耗 3molNaOH ，则其结构中应含有酚羟基形成的酯基，刚好消耗 1 个不饱和度，结构中含有氨基，且核磁共振氢谱为 9: 2: 2: 2: 1: 1，说明其含有三个等效的甲基，其核磁共振氢谱没有出现 3，说明不含有单独的甲基，满足条件的结构简式为

