

化学答案

可能用到的相对原子质量：H-1 C-12 N-7 O-16 Na-23 Al-27 S-32 Cl-35.5 Fe-56 Ni-59

7. 2022 年我国取得让世界瞩目的科技成果，化学功不可没，下列说法错误的是 ()

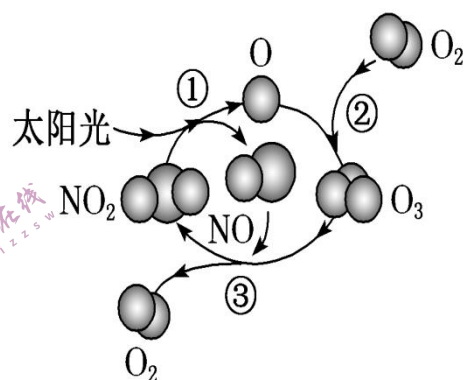
- A. 非遗文化“北京绢人”技术制作的中国娃娃入驻奥运村，可用加酶洗涤剂清洗娃娃
- B. “雷霆之星”速滑服采用银离子抗菌技术，可有效防护细菌侵入
- C. “天和核心舱”电推进系统中的腔体采用氮化硼陶瓷属于新型无机非金属材料
- D. 二氧化碳到淀粉的人工全合成技术，可减少向空气中排放 CO_2

【答案】A 【解析】A 项：“北京绢人”技术制作的中国娃娃的主要材料是丝绢，不能用加酶洗涤剂清洗，A 项错误；B 项：“雷霆之星”速滑服采用银离子抗菌技术，重金属离子能使蛋白质变性，可有效防护细菌侵入，B 正确；C 项：无机非金属材料是以某些元素的氧化物、碳化物、氮化物、卤素化合物、硼化物以及硅酸盐、铝酸盐、磷酸盐、硼酸盐等物质组成的材料，所以氮化硼陶瓷属于新型无机非金属材料，C 正确；D 项：用二氧化碳人工全合成淀粉，可将二氧化碳转化为“粮食”，从而减少向空气中排放 CO_2 ，D 正确；故选 A。

8. 臭氧已成为夏季空气污染的元凶，地表产生臭氧的机理如图所示，

N_A 代表阿伏加德罗常数的值。下列说法正确的是 ()

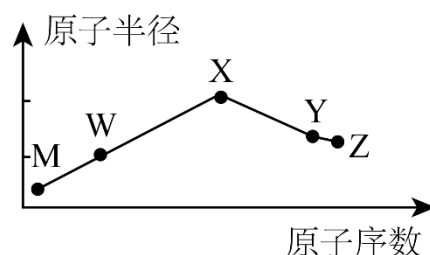
- A. 反应①②③都是氧化还原反应
- B. $17\text{ g }^{18}\text{O}_3$ 和 $^{16}\text{O}_2$ 的混合气体中所含质子数为 $8N_A$
- C. 25°C 时， $1\text{ L pH}=2$ 的 HNO_2 溶液中含 H^+ 的数目为 $0.01N_A$
- D. 25°C ， 101 kPa 下， 11.2 L 的 NO 和 O_2 混合气体中所含的原子数为 N_A



【答案】C 【解析】反应②是 O_2 与 O 反应生成 O_3 ，元素化合价不变，不是氧化还原反应，故 A 错误； $17\text{ g }^{18}\text{O}_3$ 和 $^{16}\text{O}_2$ 的混合气体不一定含有 1 mol O ，故 B 错误；不是标准状况，故 D 错误。故选 C

9. X、Y、Z、W、M 是五种常见的短周期主族元素，其原子半径随原子序数的变化如图所示，已知 Y 的原子核外电子总数是 W 的 4 倍，M、X 的最外层电子数之和与 W 的最外层电子数相等。下列说法错误的是 ()

- A. 离子半径： $\text{Y} > \text{Z} > \text{X} > \text{W}$
- B. 1 mol M 与 X 形成的化合物能与水剧烈反应，转移的电子数为 $2N_A$
- C. Y 与 Z 形成的 Y_2Z_2 分子中各原子最外层均达到 $8e^-$ 稳定结构
- D. 1 mol 离子化合物 X_2Y_5 中含有 4 mol 非极性共价键



【答案】B 【解析】Y 的原子核外电子总数是 W 的 4 倍，它们都是主族元素，假设 W 的电子总数为 3，Y 为 12，则 W 为 Li，Y 为 Mg，或 W 的电子总数为 4，Y 为 16，则 W 为 Be，Y 为 S；M、X 的最外层电子数之和与 W 的最外层电子数相等，则 W 的最外层电子数大于 1，因此 W 不可能为 Li，只能为 Be，则 M、X 的最外层电子数都是 1，则 M 为 H，X

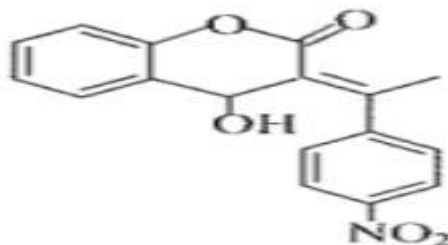
为Na, Z的原子序数比Y(S)大, 则Z为Cl; 分析可知, X为Na、Y为S、Z为Cl、W为Be、M为H元素;

A. 离子半径: $S^{2-} > Cl^- > Na^+ > Be^{2+}$, A正确; B. M与X形成的化合物NaH能与水剧烈反应生成氢氧化钠和氢气, 转移的电子数为 N_A , B错误; C. Y与Z形成的分子是 S_2Cl_2 的结构是为 $Cl-S-S-Cl$, 所以均满足 $8e^-$ 稳定结构, C正确; D. X与Y形成的化合物 Na_2S_5 含有4条S-S非极性共价键, D正确; 故选B。

10. 一种抗血栓药物新抗凝的结构如图所示, 以下说法正确的是

()

- A. 新抗凝的分子式为 $C_{17}H_{12}NO_5$, 含有苯环所以属于芳香烃
 B. 新抗凝的分子中最多8个碳原子共面
 C. 新抗凝分子的一氯代物有6种
 D. 1mol该分子可与2mol NaOH发生水解反应, 可与7mol H_2 发生加成反应



【答案】D 【解析】A. 由新抗凝结构可知其属于烃的衍生物故A错误; B. 由结构可知所有的碳原子都有可能共面故B错误; C. 由结构可知其一氯代物有8种故C错误; D. 新抗凝含有1个酯基, 水解后可生成羧酸和酚, 则1mol新抗凝含最多可与2mol NaOH发生反应, 有二个苯环和一个双键, 则1mol新抗凝含最多可与7mol H_2 发生反应故D正确;

11. 已知电离平衡常数的数据: 草酸 $K_{a1}=5.0 \times 10^{-2}$ 、 $K_{a2}=5.4 \times 10^{-5}$; 碳酸 $K_{a1}=4.4 \times 10^{-7}$ 、 $K_{a2}=4.7 \times 10^{-11}$ 。根据草酸的实验及其现象, 判断下列说法及相应的离子方程式或化学方程式都正确的是()

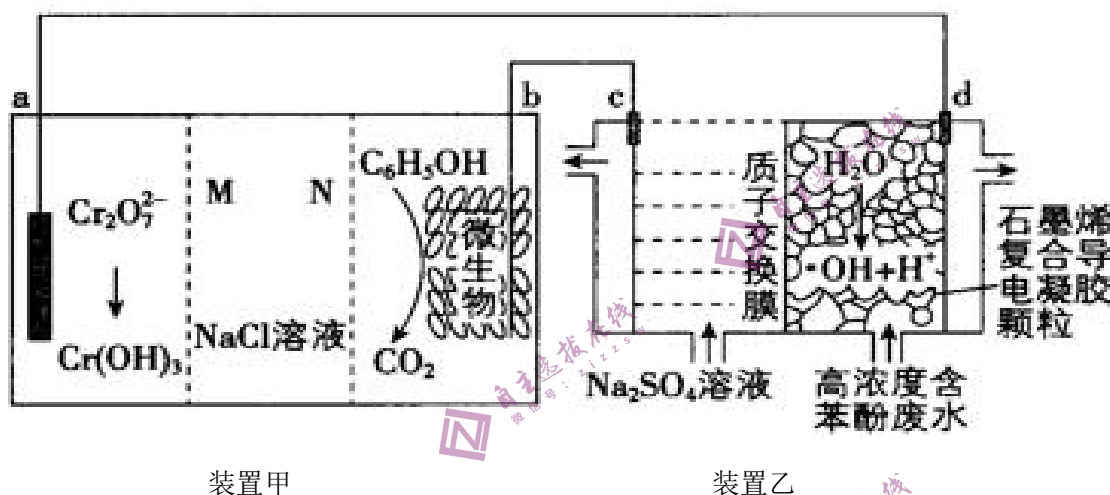
实验	装置	试剂 a	现象
①		$Ba(OH)_2$ 溶液 (含酚酞)	溶液褪色, 产生白色沉淀
②		少量 $NaHCO_3$ 溶液	产生气泡
③		酸性 $KMnO_4$ 溶液	紫色溶液褪色, 产生气泡
④		C_2H_5OH 和浓硫酸	加热后产生有香味物质

- A. 实验①可证明草酸属于二元弱酸: $Ba^{2+} + 2OH^- + H_2C_2O_4 = BaC_2O_4 \downarrow + 2H_2O$
 B. 实验②可证明草酸的酸性大于碳酸: $2HCO_3^- + H_2C_2O_4 = C_2O_4^{2-} + 2H_2O + 2CO_2 \uparrow$
 C. 实验③可证明草酸有还原性: $2MnO_4^- + 5C_2O_4^{2-} + 16H^+ = 2Mn^{2+} + 10CO_2 \uparrow + 8H_2O$
 D. 实验④可证明草酸可发生酯化反应:
- $$\begin{array}{c} COOH \\ | \\ COOH \end{array} + 2C_2H_5^{18}OH \xrightleftharpoons[\Delta]{浓硫酸} \begin{array}{c} O=C-^{18}O-C_2H_5 \\ | \\ O=C-^{18}O-C_2H_5 \end{array} + 2H_2O$$

【答案】D 【解析】A. $H_2C_2O_4$ 能够与 $Ba(OH)_2$ 溶液发生反应 $Ba(OH)_2 + H_2C_2O_4 = BaC_2O_4 \downarrow + 2H_2O$, 对应的离子方程式为

$\text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- + \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 = \text{BaC}_2\text{O}_4 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ，但不能证明其是二元弱酸，故 A 错误；B. 酸性 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 > \text{H}_2\text{CO}_3$ ，向少量 NaHCO_3 溶液中加入草酸会生成 CO_2 和 NaHC_2O_4 ，反应的化学方程式为 $\text{NaHCO}_3 + \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 = \text{NaHC}_2\text{O}_4 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ，故 B 错误；C. $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 有还原性，能被酸性 KMnO_4 溶液氧化生成 CO_2 ， $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 是弱电解质，离子方程式中应保留化学式，离子方程式为 $2\text{MnO}_4^- + 5\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 6\text{H}^+ = 2\text{Mn}^{2+} + 10\text{CO}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$ ，故 C 错误；D. $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 是二元羧酸，可以与乙醇发生酯化反应，其完全酯化的化学方程式为 $\text{HOCCOOH} + 2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \xrightarrow[\Delta]{\text{浓硫酸}} \text{C}_2\text{H}_5\text{OOC}-\text{COOC}_2\text{H}_5 + 2\text{H}_2\text{O}$ ，故 D 正确；故选 D。

12. 如图是一种能将苯酚氧化为 CO_2 、 H_2O 的原电池—电解池组合装置（其中 M 和 N 均为离子交换膜），该装置能实现发电环保二位一体。下列说法正确的是（ ）



- A. 装置甲为原电池，a 电极和 c 电极上发生的反应均为氧化反应
- B. 装置乙中每转移 2.1 mol 电子，c、d 两极共产生气体 33.6 L (标准状况)
- C. b 极的电极反应式为： $\text{C}_6\text{H}_6\text{O} + 28\text{e}^- + 11\text{H}_2\text{O} = 28\text{H}^+ + 6\text{CO}_2 \uparrow$
- D. 装置甲中的 M 和 N 均为阴离子交换膜

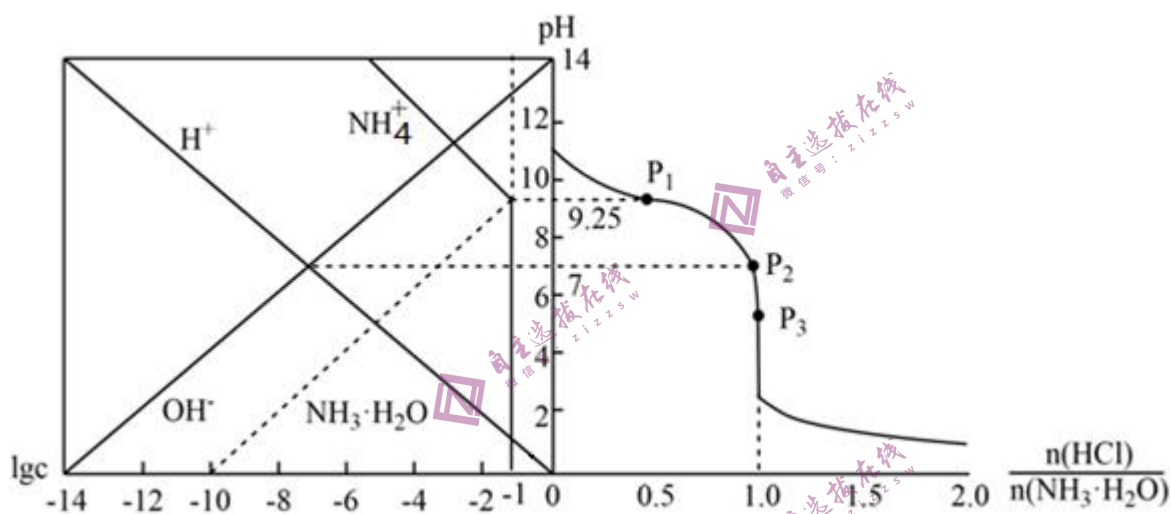
【答案】B **【解析】** 本题考查原电池-电解池组合装置。由装置图可知，左侧装置中存在自发进行的氧化还原反应，为原电池，上重铬酸根离子得电子发生还原反应，为原电池的正极，b 电极上苯酚失电子发生氧化反应，为原电池的负极；右侧装置为电解池，与 b 极相连的 c 极为阴极，溶液中氢离子得电子发生还原反应，与 a 极相连的 d 极为阳极，水失电子生成 $\cdot\text{OH}$ ， $\cdot\text{OH}$ 氧化苯酚达到处理废水的目的。根据分析可知 a 电极为正极，c 电极为阴极均发生还原反应，A 错误；羟基自由基氧化能力仅次于氟，能氧化苯酚，生成二氧化碳和水，则苯酚被氧化的化学方程式为 $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + 28\cdot\text{OH} = 6\text{CO}_2 \uparrow + 17\text{H}_2\text{O}$ ，c 极上氢离子放电，电极反应式为 $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow$ ，d 极的电极反应式为 $\text{H}_2\text{O} - \text{e}^- = \cdot\text{OH} + \text{H}^+$ ，结合苯酚的氧化过程可知，当转移 2.1mol 电子时，c 极上生成 1.05mol 氢气，d 极上生成 2.1mol 的 $\cdot\text{OH}$ ，氧化苯酚时生成 CO_2 为 0.45mol，标准状况下 c、d 两极共产生气体的体积为 $(1.05+0.45) \times 22.4=33.6\text{L}$ (标准状况下)，B 正确；b 电极上苯酚转化为二氧化碳，根据原子守恒、电荷守恒，可以写出电极反应

式为 $C_6H_5OH - 28e^- + 11H_2O = 6CO_2 \uparrow + 28H^+$, C 错误; 根据分析可知 a 电极上发生: $Cr_2O_7^{2-} + 6e^- + 8H^+ = 2Cr(OH)_3 + H_2O$,

b 电极上发生 $C_6H_5OH - 28e^- + 11H_2O = 6CO_2 \uparrow + 28H^+$, M 和 N 应该允许氢离子通过所以应该是阳离子交换膜,

D 错误

13. 25°C 时, 将 HCl 气体缓慢通入 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的氨水中 (溶液体积变化忽略不计), 溶液的 pH、体系中粒子浓度的对数值 (lgc) 与反应物的物质的量之比 $[t = \frac{n(\text{HCl})}{n(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})}]$ 的关系如下图所示。若忽略溶液体积变化, 下列说法错误的是 ()



A. 25°C 时, 若 HR 电离常数 $K_a = 10^{-3.2}$, 则 NH_4R 的水溶液呈酸性

B. $t = 0.5$ 时的溶液: $c(NH_4^+) > c(Cl^-) > c(NH_3 \cdot H_2O) > c(OH^-) > c(H^+)$

C. P_2 所示溶液呈中性且 $c(NH_3 \cdot H_2O) : c(NH_4^+) = 10^{2.25} : 1$

D. P_1 所示溶液: $c(Cl^-) > 0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$; P_3 所示溶液: $c(NH_3 \cdot H_2O) + c(NH_4^+) = c(Cl^-)$

【答案】C 【解析】由图可知 P_1 时铵根和一水合氨的浓度相同, P_2 时溶液显中性氢离子和氢氧根离子相同, 同时结

合一水合氨的电离常数的表达式, $K_b = \frac{c(NH_4^+) \cdot c(OH^-)}{c(NH_3 \cdot H_2O)}$, 以此解题。A 项: 由图可知, 图中 P_1 点 $pH = 9.25$,

$c(OH^-) = 10^{-4.75} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 此时 $c(NH_4^+) = c(NH_3 \cdot H_2O)$, 则 $NH_3 \cdot H_2O$ 的电离平衡常数 $K_b = \frac{c(NH_4^+) \cdot c(OH^-)}{c(NH_3 \cdot H_2O)} = c(OH^-) = 10^{-4.75}$, 所

以铵根水解程度大, A 正确; B 项: $t = 0.5$ 时溶质为等浓度的氯化铵和一水合氨的混合物, 由图可知溶液此时显碱性, 则一水合氨的电离大于铵根离子水解, 则此时溶液中的离子浓度大小顺序为: $c(NH_4^+) > c(Cl^-) > c(NH_3 \cdot H_2O)$

$c(OH^-) > c(H^+)$, B 正确; C 项: P_2 所示溶液 $pH = 7$, $c(OH^-) = 10^{-7} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 根据电离常数 $K_b = \frac{c(NH_4^+) \cdot c(OH^-)}{c(NH_3 \cdot H_2O)} = 10^{-4.75}$,

则 $\frac{c(\text{NH}_4^+)}{c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})} = \frac{K_b}{c(\text{OH}^-)} = \frac{10^{-4.75}}{10^{-7}} = 10^{2.25}$, 故 $c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) : c(\text{NH}_4^+) = 1 : 10^{2.25}$, C 错误; D 项: P_1 所示溶液中电荷守

恒, $c(\text{H}^+) + c(\text{NH}_4^+) = c(\text{OH}^-) + c(\text{Cl}^-)$, 由图可知 P_1 点时 $c(\text{H}^+) = 10^{-9.25} \text{ mol/L}$, 且 $c(\text{NH}_4^+) = 10^{-1} \text{ mol/L}$,

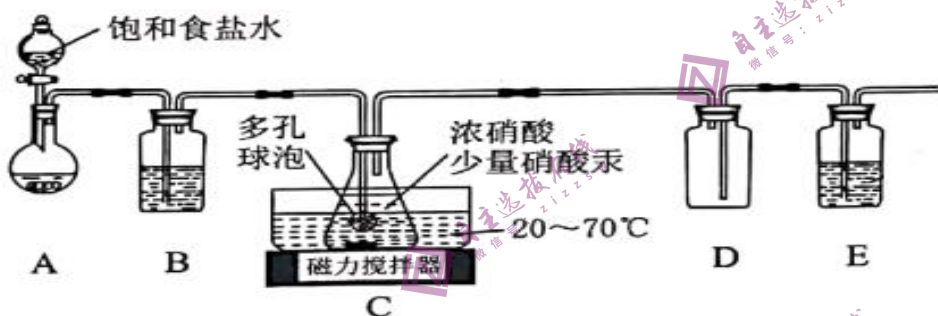
$c(\text{OH}^-) = \frac{10^{-14}}{10^{-9.25}} \text{ mol/L} = 10^{-4.75} \text{ mol/L}$, 则 $10^{-9.25} + 10^{-1} = c(\text{Cl}^-) + 10^{-4.75}$, $c(\text{Cl}^-) = 10^{-9.25} + 10^{-1} - 10^{-4.75} > 0.05 \text{ mol/L}$, P_3 所示溶液

为氯化铵溶液, 依据物料守恒得 $c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) + c(\text{NH}_4^+) = c(\text{Cl}^-)$, D 正确; 故选 C。

26. 草酸合铁(III)酸钾晶体, 即 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, 是制备某些铁触媒的主要原料。该配合物易溶于水, 难溶于乙醇, 对光敏感, 光照下即发生分解。可用如下流程来制备, 请回答下列问题:

I. 草酸的制备: 实验室可用电石(主要成分 CaC_2 , 含少量 CaS 杂质)制取草酸的装置如图所示。

(友情提示: $\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{C}_2\text{H}_2 \uparrow$)



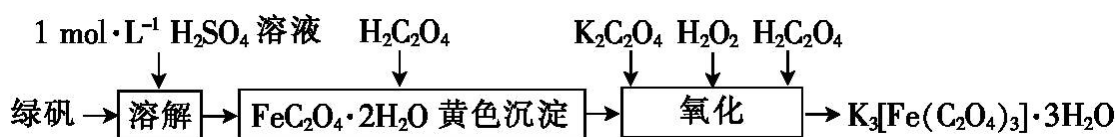
(1) 装置 C 中生成 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 的化学方程式为 _____:

(2) 有关此实验, 下列说法正确的是 ()

- A. 装置 B 和装置 E 的作用不同, 所以瓶中所添加的试剂必不相同
- B. 装置 C 中多孔球泡的作用是防止溶液倒吸
- C. 装置 D 为空载仪器, 起安全瓶的作用
- D. 要想从装置 C 中得到草酸晶体 ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), 可以蒸发至有大量晶体析出时停止加热, 即得产品

(3) 准确称取 15.0 克的草酸 ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$) 的粗产品于锥形瓶中加入适量蒸馏水溶解, 用 $2.20 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 酸性高锰酸钾标准溶液进行滴定, 消耗标准溶液 20.00 mL (假设杂质不参与反应), 产品中草酸 ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$) 的质量分数为 _____ (保留三位有效数字)。

II. 草酸合铁(III)酸钾晶体的制备



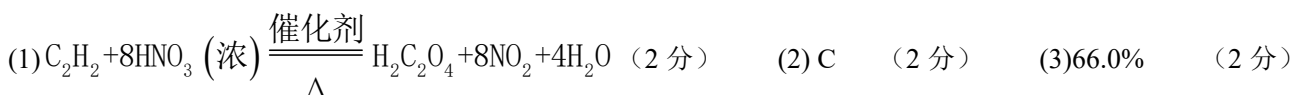
(1) “溶解”时加入硫酸的目的是 _____ (请用离子反应方程式表示):

(2) 流程的“氧化”这一步, 是依次加入试剂, 不断搅拌溶液并维持在 40°C 左右充分反应后, 沉淀溶解, 溶液的 pH

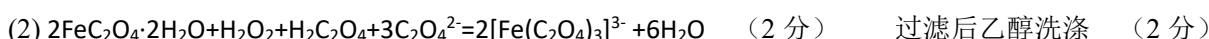
保持在 4~5 此时溶液呈翠绿色, 请写出使沉淀溶解生成翠绿色溶液的离子方程式: _____; 将得到的翠绿色溶液趁热过滤到烧杯中降温结晶, _____ (补充必要的步骤和试剂), 干燥后即得草酸合铁(III) 酸钾晶体;

(3) 草酸合铁(III) 酸钾晶体光照下立即发生分解生成两种草酸盐、 CO_2 等, 该反应中氧化产物和还原产物的物质的量之比为_____。

26 (共 14 分) 答案: I. 草酸的制备



II. 草酸合铁(III) 酸钾晶体的制备 (1) $\text{Fe}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_2 + 2\text{H}^+$ (2 分)

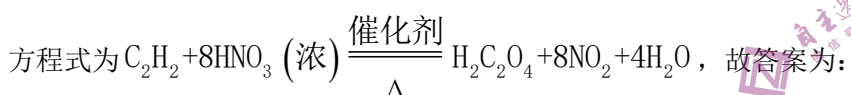


(3) 1: 1 (2 分)

I. 草酸的制备

【分析】由实验装置图可知, 装置 A 中电石和水反应生成乙炔和氢氧化钙, 同时会产生硫化氢气体, 装置 B 中盛有氢氧化钠溶液或硫酸铜溶液用于吸收硫化氢气体, 装置 C 中乙炔在硫酸汞做催化剂作用下, 与浓硝酸发生氧化还原反应生成草酸, 空载仪器装置 D 用于防止二氧化氮与氢氧化钠溶液反应产生倒吸, 装置 E 中盛有氢氧化钠溶液用于吸收二氧化氮气体, 防止污染环境。

【详解】(1) 装置 C 中发生的反应为在硫酸汞做催化剂作用下, 与浓硝酸发生氧化还原反应生成草酸, 反应的化学



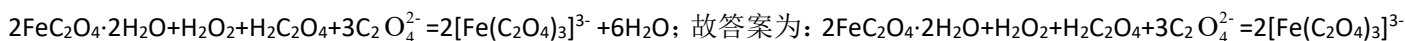
用于防止具有强还原性的硫化氢干扰乙炔与浓硝酸的反应, 装置 E 中盛有氢氧化钠溶液用于吸收二氧化氮气体, 防止污染环境, 所以均可为氢氧化钠溶液, 故 A 错误; 装置 C 中多孔球泡可以增大乙炔气体与浓硝酸的接触面积, 便于反应物充分接触, 加快反应速率使反应充分进行, 不是为了防止倒吸, 故 B 错误; 装置 D 为空载仪器, 起安全瓶的作用, 防止二氧化氮与氢氧化钠溶液反应产生倒吸, 故 C 正确; 从装置 C 中得到产品, 需经过蒸发浓缩、冷却结晶、过滤、洗涤及干燥即可得到草酸晶体, 故 D 错误。(3) 关系式 $5\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \sim 2\text{KMnO}_4$, 由题意可知高锰酸钾的物质的量 $2.20\text{mol/L} \times 20.00 \times 10^{-3}\text{L} = 4.40 \times 10^{-2}\text{mol}$, 则产品中草酸的质量分数为 $(5/2 \times 4.40 \times 10^{-2} \times 90) / 15.0 = 0.66$, 故答案为: 66.0%。

II. 草酸合铁(III) 酸钾晶体的制备

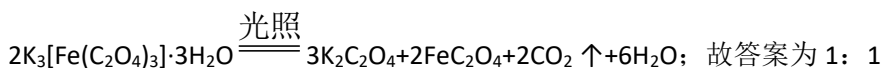
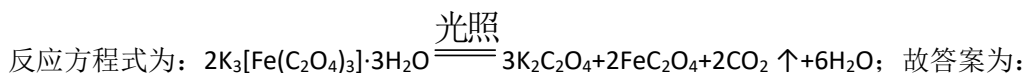
【分析】由流程可知, 绿矾用稀硫酸溶解, 目的是抑制 Fe^{2+} 水解, 加入的草酸与硫酸亚铁反应生成草酸亚铁沉淀, 用过氧化氢将草酸亚铁晶体氧化为 $\text{k}_3[\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]$, 一定条件下结晶得到草酸合铁(III)酸钾晶体;

【详解】(1) H_2SO_4 溶液不能与绿矾反应, 用硫酸溶解的目的是抑制 Fe^{2+} 水解; 故答案为: $\text{Fe}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_2 + 2\text{H}^+$ (2)

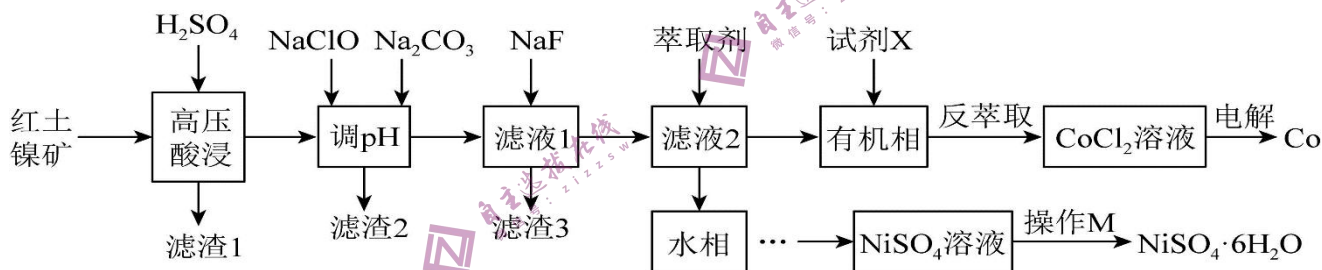
趁热将溶液过滤到烧杯中，再经过蒸发浓缩、冷却结晶、过滤、乙醇洗涤、干燥等操作得草酸合铁(III)酸晶体；
故答案为：降温结晶，过滤，乙醇洗涤干燥(或等滤液降温后加入适量的乙醇，析出晶体，过滤，乙醇洗涤，干燥)；
过氧化氢将 $\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 氧化为 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]$ ，同时过氧化氢被还原为水，反应离子方程式为：



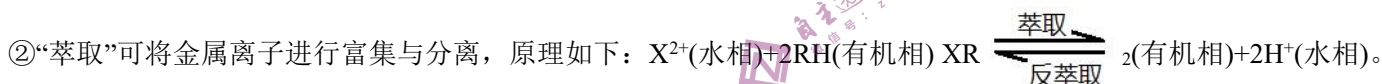
+6H₂O；(3) 草酸合铁(III)酸钾晶体光照下立即发生分解生成两种草酸盐、CO₂等，两种草酸盐为草酸钾、草酸铁，



27. (15分) 镍、钴及其化合物在工业上有广泛的应用。工业上用红土镍矿(主要成分为NiO，含CoO、FeO、Fe₂O₃、Al₂O₃、MgO、CaO和SiO₂)制备NiSO₄·6H₂O和钴的工艺流程如图所示。

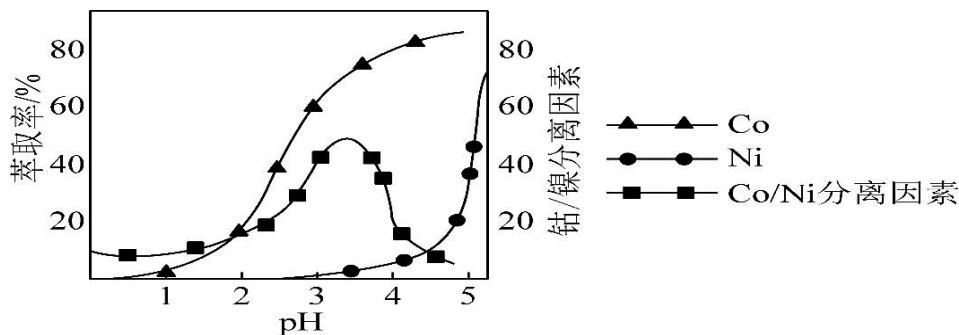


已知：①Ni、Co的化学性质与Fe相似：



回答下列问题：

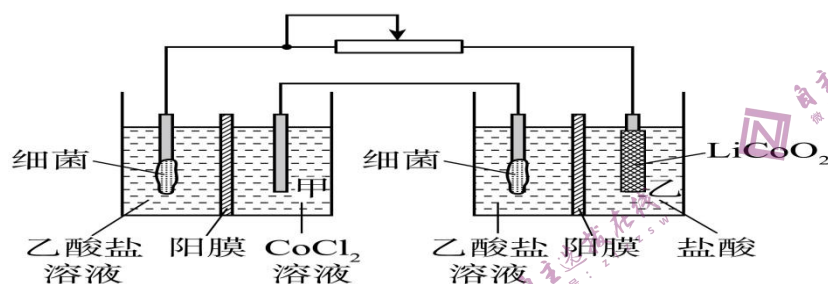
- 写出提高高压酸浸速率的方法_____ (写一条即可)，滤渣 I 的主要成分为_____ (填化学式)；
- 调 pH 的目的为沉铁和沉铝。沉铁时发生的离子方程式为_____；如何判断 NaClO 已足量：_____ (写出具体操作过程和现象)
- 滤渣 3 的成分为 MgF₂ 和 CaF₂ (已知：K_{sp}(CaF₂)=1.5×10⁻¹⁰、K_{sp}(MgF₂)=7.5×10⁻¹¹)，滤液 1 中 c(Ca²⁺)=2.0×10⁻³mol/L，加入 NaF 后除钙率为 98.5%，则滤液 2 中 c(Mg²⁺)=_____ mol/L (忽略沉淀前后溶液体积变化)，若滤液 1 中酸度过高，则 Ca²⁺和 Mg²⁺ 沉淀不完全，原因是_____。



(4)用 25%P507+5%TBP+70%磺化煤油做萃取剂, 萃取时, Co、Ni 的浸出率和钴/镍分离因素随 pH 的关系如图所示: 萃取时, 选择 pH 为_____左右, 试剂 X 为_____;

(5)用如图装置也可以回收金属钴。保持细菌所在环境 pH 稳定, 借助其降解乙酸盐生成 CO_2 , 将废旧锂离子电池的正极材料 $\text{LiCoO}_2(\text{s})$ 转化为 Co^{2+} , 工作时保持厌氧环境, 并定时将乙室溶液转移至甲室。

(友情提示: 电极材料均为石墨材质, 右侧装置为原电池)



请写出乙室电极反应式为_____。

27. (15 分) 【答案】(1)搅拌、增大硫酸的浓度等 (1 分) CaSO_4 和 SiO_2 (2 分)

(2) $2\text{Fe}^{2+} + \text{ClO}^- + 5\text{H}_2\text{O} = 2\text{Fe}(\text{OH})_3\downarrow + \text{Cl}^- + 4\text{H}^+$ 或 $2\text{Fe}^{2+} + 5\text{ClO}^- + 5\text{H}_2\text{O} = 2\text{Fe}(\text{OH})_3\downarrow + \text{Cl}^- + 4\text{HClO}$ (2 分)

取反应后少量滤液于试管中, 滴加 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 溶液, 若无蓝色沉淀产生, 说明 NaClO 已足量 (2 分)

(3) 1.5×10^{-5} (2 分) F^- 与 H^+ 结合形成弱电解质 HF 使得 F^- 浓度下降, 导致沉淀溶解平衡向右移动 (2 分)

(4)3.5 (1 分) 盐酸 (1 分) (5) $\text{LiCoO}_2 + 4\text{H}^+ + \text{e}^- = \text{Li}^+ + \text{Co}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$ (2 分)

【解析】红土镍矿: 主要成分为 NiO , 含 CoO 、 FeO 、 Fe_2O_3 、 Al_2O_3 、 MgO 、 CaO 和 SiO_2 , 向其中加入硫酸, NiO 与硫酸反应生成 NiSO_4 , CoO 与硫酸反应生成 CoSO_4 , FeO 与硫酸反应生成 FeSO_4 , Fe_2O_3 与硫酸反应生成 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, Al_2O_3 与硫酸反应生成 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, MgO 与硫酸反应生成 MgSO_4 , CaO 与硫酸反应生成 CaSO_4 , SiO_2 与硫酸不反应, 则过滤得到的滤渣 1 含 SiO_2 和 CaSO_4 ; 向滤液中加入次氯酸钠将亚铁离子氧化为铁离子, 加入碳酸钠溶液调节 pH, 将铁离子、铝离子沉淀, 过滤, 滤渣 2 含 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$; 向滤液 1 中加入氟化钠, 将镁离子转化为氟化镁沉淀, 将钙离子转化为氟化钙沉淀, 滤渣 3 含 MgF_2 、 CaF_2 ; 向滤液 2 中加入萃取剂, 将二价钴离子萃取到有机相中, 再加盐酸进行反萃取, 得到氯化钴溶液, 氯化钴溶液电解得到单质钴; 而二价镍离子在萃取的水相中, 将水相处理得到硫酸镍溶液, 硫酸镍溶液经过蒸发浓缩、冷却结晶、过滤、洗涤、干燥得到 $\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 晶体。(1)由分析可知, 滤渣 1 的主要成分是: SiO_2 和 CaSO_4 。

(2)次氯酸根离子有强氧化性, 亚铁离子有还原性, 两者发生氧化还原反应生成氯离子和铁离子, 而生成的铁离子又水解生成氢氧化铁, 依据得失电子守恒、电荷守恒和原子守恒, 沉铁时发生的氧化还原反应的离子方程式为:

$2\text{Fe}^{2+} + \text{ClO}^- + 5\text{H}_2\text{O} = 2\text{Fe}(\text{OH})_3\downarrow + \text{Cl}^- + 4\text{H}^+$ 或 $2\text{Fe}^{2+} + 5\text{ClO}^- + 5\text{H}_2\text{O} = 2\text{Fe}(\text{OH})_3\downarrow + \text{Cl}^- + 4\text{HClO}$ ；要证明次氯酸钠已足量，只需证明溶液中已经没有亚铁离子，因此方法为：取反应后少量滤液于试管中，滴加 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 溶液，若无蓝色沉淀产生，说明 NaClO 已足量。

(3) 当滤液 2 中 $c(\text{Mg}^{2+}) = 1.5 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ 时， $c^2(\text{F}^-) = \frac{K_{\text{sp}}(\text{MgF}_2)}{c(\text{Mg}^{2+})} = 5 \times 10^{-6} (\text{mol/L})^2$ ，此时溶液中

$c(\text{Ca}^{2+}) = \frac{K_{\text{sp}}(\text{CaF}_2)}{c^2(\text{F}^-)} = 3 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ ，除钙率为 $=(2 \times 10^{-3} - 3 \times 10^{-5}) / 2 \times 10^{-3} = 0.985$ 。这步目的是将镁离子和钙离子生成沉淀

除去，若溶液酸度过高，对沉淀 Mg^{2+} 影响是 Mg^{2+} 沉淀不完全，因为 F^- 与 H^+ 结合形成弱电解质 HF ，反应 $\text{MgF}_2(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{F}^-(\text{aq})$ 平衡向右移动，故答案为： F^- 与 H^+ 结合形成弱电解质 HF 使得 F^- 浓度下降，导致 $\text{MgF}_2(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{F}^-(\text{aq})$ 平衡向右移动；

(4) 由图示可知， pH 为 3.5 左右时， Co/Ni 分离因素最高，钴和镍的萃取率相差较大，因此，萃取时，选择 pH 为 3.5 左右。由图示可知，反萃取后得到氯化钴溶液，再结合已知信息③，因此试剂 X 为盐酸。

(5) 乙室溶液呈酸性，所以相应的电极反应方程式为： $\text{LiCoO}_2 + 4\text{H}^+ + \text{e}^- = \text{Li}^+ + \text{Co}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$

28. (14 分) 中国首次实现利用二氧化碳合成淀粉，合成过程的关键步骤是利用二氧化碳制备甲醇。 CO_2 催化加氢制 CH_3OH 的主要反应为 $\text{CO}_2 + 3\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$ 。

(1) 已知 25°C 时，相关物质的燃烧热数据如表：

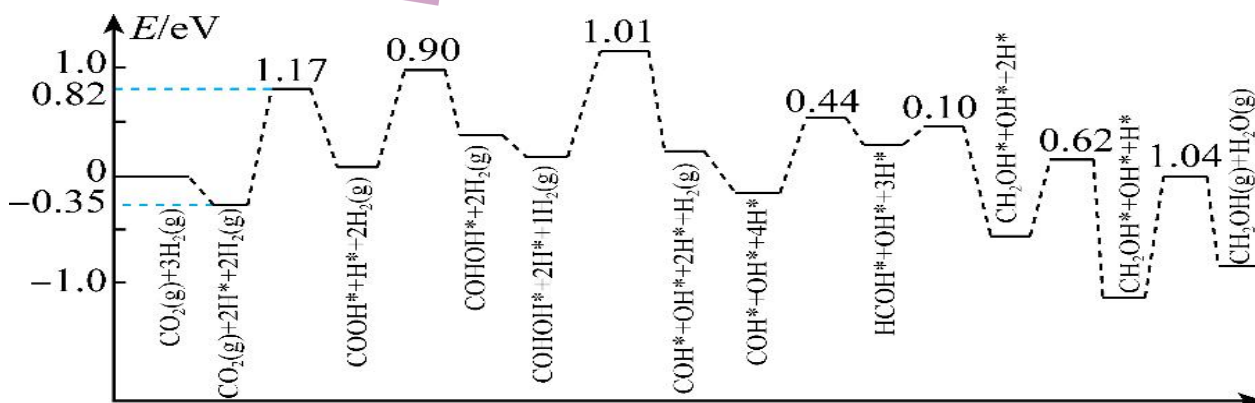
物质	$\text{H}_2(\text{g})$	$\text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$
燃烧热 $\Delta H(\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1})$	-285.0	-764.0

又知 $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 的汽化热是 $44.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ，则反应

$\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 的 $\Delta H =$ _____；

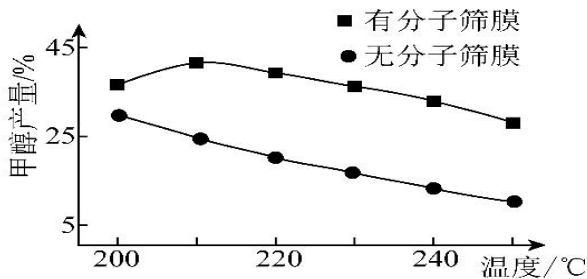
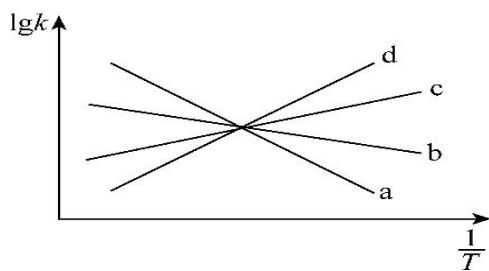
该反应在 _____ (填“高温”“低温”或“任何温度”) 下可自发进行；

(2) CO_2 催化加氢制 CH_3OH 的一种反应机理历程如下图所示(吸附在催化剂表面的物质用*标注，如 CO_2^* 表示 CO_2 吸附在催化剂表面)



据图可知对该反应的反应速率影响最大的基元反应方程式为 _____；

(3) 已知化学反应速率方程 $k_{\text{正}}$ 、 $k_{\text{逆}}$ 是正逆反应 $v_{\text{正}} = k_{\text{正}} \cdot c(\text{CO}_2) \cdot c^3(\text{H}_2)$ ， $v_{\text{逆}} = k_{\text{逆}} \cdot c(\text{CH}_3\text{OH}) \cdot c(\text{H}_2\text{O})$ 的速率常数，只受温度影响。如图表示速率常数的对数 $\lg k$ 与温度的倒数 $\frac{1}{T}$ 之间的关系，则 $k_{\text{逆}}$ 对应的曲线是 _____；



(4) CO_2 和 H_2 起始物质的量之比为 1:3 时, 该反应在有、无分子筛膜时甲醇的平衡产率随温度的变化如图所示(分子筛膜能选择性分离出 H_2O)。有分子筛膜时, 温度高于 210°C 后甲醇平衡产率下降的原因是_____;

(5) 一定条件下, 向 1L 恒容密闭容器中充入 1molCO_2 和 3molH_2 , 发生反应 $\text{CO}_2(\text{g})+3\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CH}_3\text{OH}(\text{g})+\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 。已知容器内起始压强为 300 kPa, 5min 后反应达平衡时容器内压强为 225 kPa, 请计算该温度下甲醇的化学反应速率为_____ , 反应的分压平衡常数 $K_p=$ _____ (写出计算式即可, 不用计算结果)。

28. (14 分) 【答案】(1) $-47.0\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ (2 分) 低温 (2 分)

(2) $\text{CO}_2(\text{g})+\text{H}^*=\text{COOH}^*$ (2 分) (3) a (2 分)

(4) 温度高于 210°C 时温度升高使平衡向逆方向移动的影响大于分子筛膜分离出 H_2O 使平衡向正方向移动的影响, 所以甲醇产率下降

(5) $0.1\text{mol}/(\text{L}\cdot\text{min})$ (37.5×37.5)/(37.5×112.5³)

【解析】(1) 根据题目所给信息可得热化学方程式: ① $\text{H}_2(\text{g})+\frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g})=\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ $\Delta H=-285.0\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 、② $\text{CH}_3\text{OH}(\text{g})+\frac{3}{2}\text{O}_2(\text{g})=2\text{H}_2\text{O}(\text{l})+\text{CO}_2(\text{g})$ $\Delta H=-764.0\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 、③ $\text{H}_2\text{O}(\text{l})=\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ $\Delta H=44.0\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, 根据盖斯定律①×3-②+③可得 $\text{CO}_2(\text{g})+3\text{H}_2(\text{g})\rightarrow\text{CH}_3\text{OH}(\text{g})+\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 的 $\Delta H=(-285.0\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1})\times 3-(-764.0\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1})+44.0\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}=-47.0\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$; 该反应为气体系数之和减小的反应, 所以 $\Delta S < 0$, 所以在低温条件下满足 $\Delta H-T\Delta S < 0$, 反应可以自发;

(2) 活化能越大, 反应速率越慢, 慢反应决定整体反应速率, 据图可知决速步骤为

$\text{CO}_2(\text{g})+2\text{H}^*+2\text{H}_2(\text{g})=\text{COOH}^*+\text{H}^*+2\text{H}_2(\text{g})$ 或 $\text{CO}_2(\text{g})+2\text{H}^*=\text{COOH}^*+\text{H}^*$ 或 $\text{CO}_2(\text{g})+\text{H}^*=\text{COOH}^*$;

(3) 温度升高反应速率加快, 所以 $\frac{1}{T}$ 越小, k 越大, 即 $\lg k$ 越大, 而该反应为放热反应, 升高温度平衡逆向移动, 说明温度对 $k_{\text{逆}}$ 的影响更大, 所以 $k_{\text{正}}$ 对应的曲线是 b, $k_{\text{逆}}$ 对应的曲线是 a;

(4) 温度低于 210°C 时, 随温度升高, 分子筛膜分离出 H_2O 使平衡向正方向移动的影响大于温度升高使平衡向你方向移动的影响, 产率增大; 温度高于 210°C 时温度升高使平衡向逆方向移动的影响大于分子筛膜分离出 H_2O 使平衡向正方向移动的影响, 产率下降;

(5) 设平衡时 CH_3OH 的物质的量为 x, 列三段式有: $\text{CO}_2(\text{g})+3\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CH}_3\text{OH}(\text{g})+\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 。

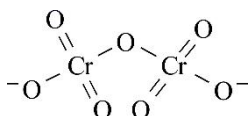
起始:	1	3	0	0
反应:	x	3x	x	x
平衡:	1-x	3-3x	x	x

恒容密闭容器中压强之比等于气体的物质的量之比，所以有 $(1+3):(4-2x)=300:225$ ，解得 $x=0.5$ ，所以甲醇的化学反应速率为： $0.5/(1 \times 5) = 0.1 \text{ mol}/(\text{L} \cdot \text{min})$ ；所以平衡时 $\text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$ 的分压为 $1/6 \times 225 \text{ kPa} = 37.5 \text{ kPa}$ ，同理可以求出 CO_2 、 H_2 、 H_2O 的分压分别为 37.5 kPa 、 112.5 kPa 、 37.5 kPa ，所以 $K_p = (37.5 \times 37.5)/(37.5 \times 112.5^3)$

选做：35. (15分) 聚合物锂离子电池具有超薄化特征，适用于多种设备，电极材料涵盖 LiFePO_4 、 LiNiO_2 、 LiPF_6 、 LiAsF_6 等物质。

(1) 基态 As 原子的最高能级组轨道表达式为_____。

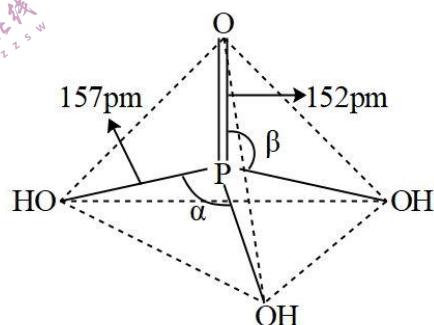
(2) 重铬酸铵 $[(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7]$ 为桔黄色单斜结晶，常用作有机合成催化剂， $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 的结构如图。 $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 中 N、O、Cr 三种元素第一电离能由大到小的顺序是__(填元素符号)，1mol 该物质中含 σ 键的数目为__ N_A 。

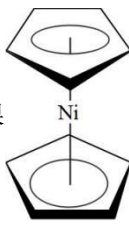


(3) 磷酸为磷的最高价含氧酸，其空间结构如图：

①键角大小比较： α _____ β (填“大于”“等于”或“小于”)。

②纯净的磷酸黏度极大，随温度升高黏度迅速下降，原因是_____。



(4) 二茂镍  是具有导电性的有机配合物。x 个原子共用 y 个

电子可表示为 Π_x^y ，则环戊二烯离子 (C_5H_5^-) 中的大 π 键可表示为_____。

(5) 图 1 为 NiO 晶胞，与 O^{2-} 距离最近的 O^{2-} 有_____个。

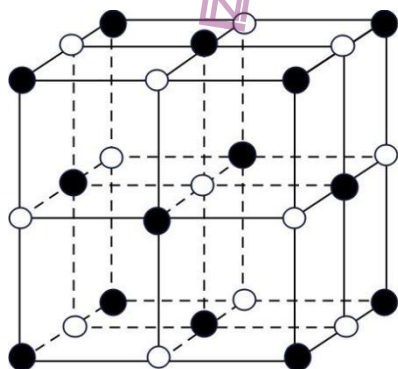


图1

○ 氧
● 镍

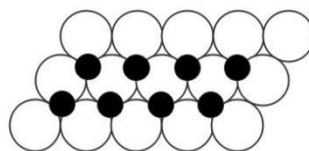
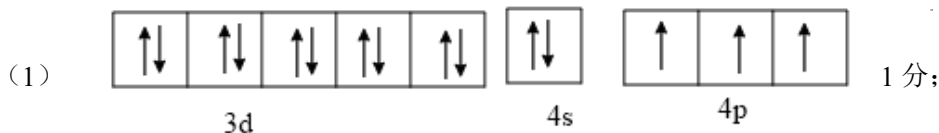


图2

一定温度下，NiO 晶体可以自发地分散并形成“单分子层”，可以认为 O^{2-} 作密置单层排列， Ni^{2+} 填充其中(如图 2)，该“单分子层”面积密度为 $m \text{ g} \cdot \text{cm}^{-2}$ ，则 O^{2-} 的半径为_____ nm。(用 m 、 N_A 表示)

【答案】



(2) $N > O > Cr$ 2分; 16 2分;

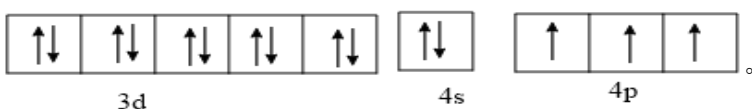
(3) ①小于 2分; ②温度升高, 磷酸分子间氢键被破坏 2分;

(4) Π_5^6 2分

(4) 12 2分; $\sqrt{\frac{75}{2\sqrt{3}mN_A}} \times 10^7$ 2分。

【解析】

(1) 基态 As 原子的最高能级组包括 4s、3d、4p 三个能级, 轨道排布式为



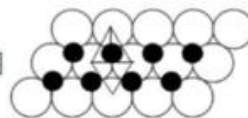
(2) N 为半满稳定结构, 其第一电离能大于 O, N、O 为非金属, 第一电离能均大于金属, 所以 N、O、Cr 三种元素第一电离能由大到小的顺序是 $N > O > Cr$; 1 个 $Cr_2O_7^{2-}$ 含有 8 个 σ 键, 1 个铵根离子中含有 4 个 σ 键, 故 1mol 该物质中含有 σ 键数目为: $(4 \times 2 + 8) N_A = 16 N_A$;

(3) ① $P=O$ 键和 $P-O$ 键的排斥力大于 $P-O$ 键和 $P-O$ 键之间的排斥力, 所以键角 α 小于 β 。

② 磷酸分子间有氢键, 温度升高, 氢键被破坏, 所以纯净的磷酸黏度极大, 随温度升高黏度迅速下降;

(4) 环戊二烯离子 ($C_5H_5^-$) 中 5 个原子共用 6 个电子, 其大 π 键可表示为 Π_5^6 。

由晶胞图以体心的 O^{2-} 分析, 与氧离子距离最近的氧离子有 12 个; 根据图



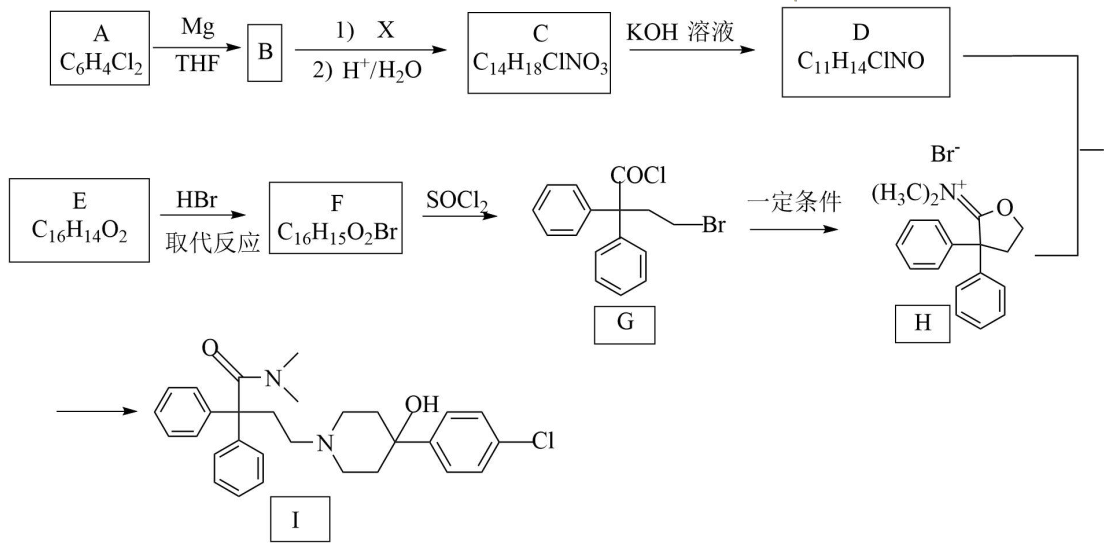
子层重复单元呈平行四边形, 是相邻四个球中心的连线, 每个重复单元包括一个 O^{2-} 和一个 Ni^{2+} , 作三角形, 设 O^{2-} 的半径为 anm , 三角形高为 $\sqrt{3}anm$, 三角形面积为

(5) $\frac{1}{2} \times 2a \times 10^{-7} cm \times \sqrt{3}a \times 10^{-7} cm = \sqrt{3}a^2 \times 10^{-14} cm^2$, 平行四边形面积为 $2\sqrt{3}a^2 \times 10^{-14} cm^2$, NiO 的相对分子质量

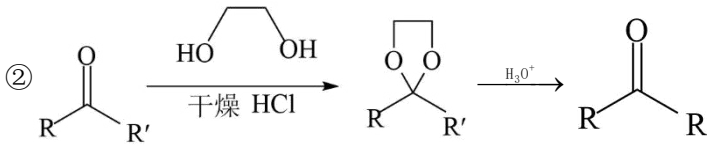
为 75, 每平方厘米面积上分散的该晶体的质量为“单分子层”面积密度 $\frac{75g \cdot mol^{-1}}{N_A mol^{-1}}$ $\frac{75g \cdot mol^{-1}}{N_A mol^{-1}} \div \frac{2\sqrt{3}a^2 \times 10^{-14} cm^2}{2\sqrt{3}a^2 \times 10^{-14} cm^2} = m g \cdot cm^{-2}$, 则

O^{2-} 的半径为 $a = \sqrt{\frac{75}{2\sqrt{3}mN_A}} \times 10^7 nm$; 故答案为: 12; $\sqrt{\frac{75}{2\sqrt{3}mN_A}} \times 10^7$ 。

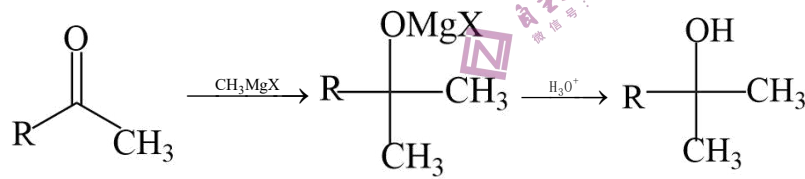
36. (15 分) 洛哌丁胺(I)可用于腹泻的治疗, 其一种合成路线如图:



已知：①C 反应生成 D 的同时生成碳酸钾和一种常见的醇



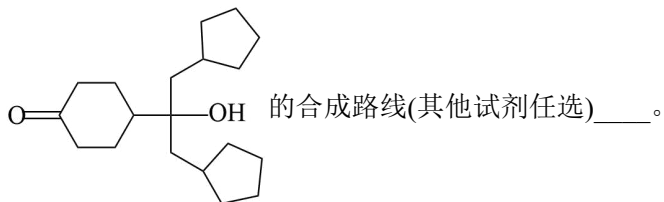
③有关格氏试剂的反应： $\text{R}-\text{X} \xrightarrow[\text{THF}]{\text{Mg}} \text{R}-\text{MgX}$ (X 代表卤素原子，下同)



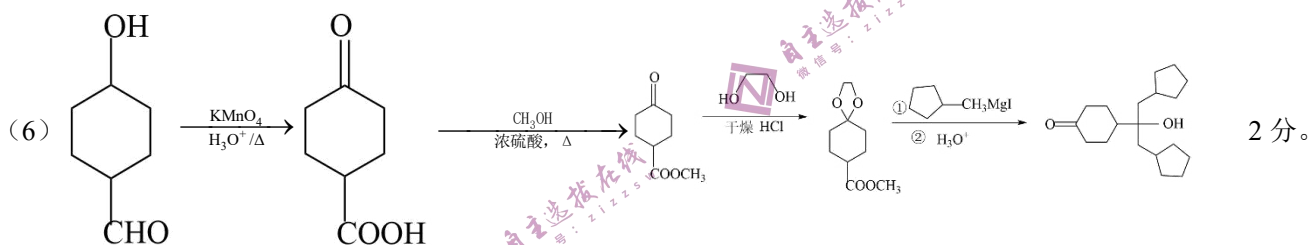
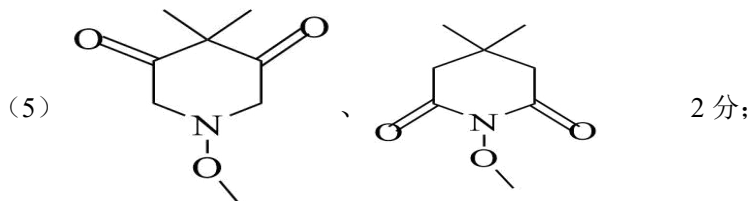
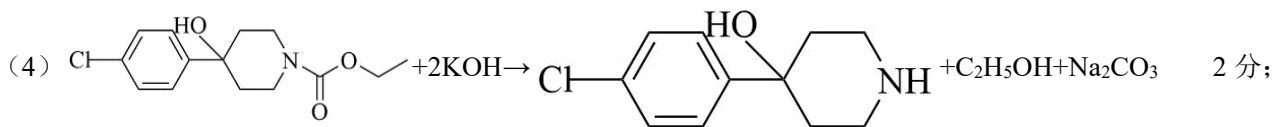
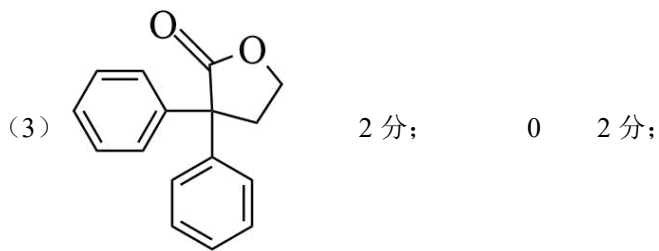
- (1) A 的名称为___；
- (2) C→D 的反应类型为___；F 中官能团名称为___；
- (3) E 的结构简式为___；其中含有___个手性碳原子。
- (4) 写出 C→D 的化学方程式 ___；
- (5) 写出符合下列条件的 X 的两种同分异构体___。

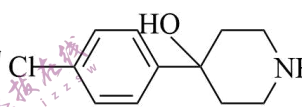
①含有一个六元环，无其他环状结构②核磁共振氢谱为 3 组峰

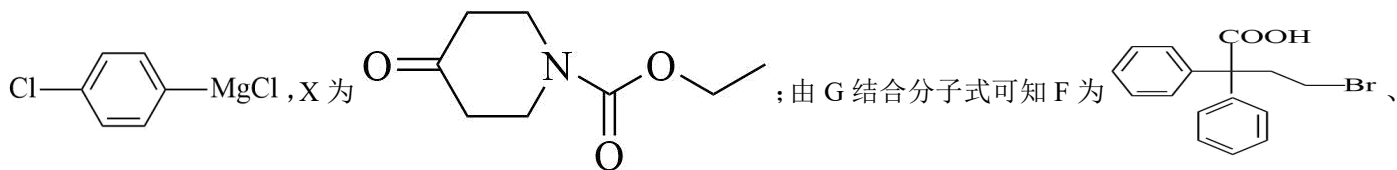
(6) 已知羟基能与格氏试剂发生反应。写出以 $\text{HO}-\text{C}_6\text{H}_{10}-\text{CHO}$ 、 CH_3OH 、 $\text{C}_5\text{H}_9\text{Br}$ 和乙二醇为原料制备

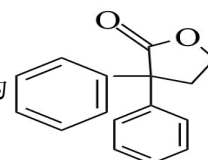
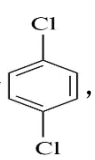


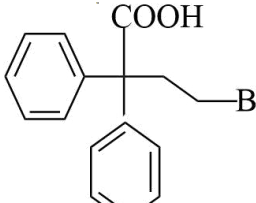
【答案】(1) 对二氯苯 1 分；(2) 取代反应 2 分； 溴原子、羧基 2 分；

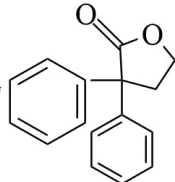


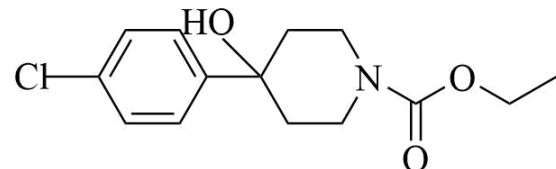
【解析】根据 D 的分子式、I 的结构简式以及翻译 D+H→I 逆推，D 为 ，根据题给信息①，推测 C 生成 D 的反应为肽键和酯基在碱性条件下的水解，结合 C 的分子式，可知 C 的结构简式为：

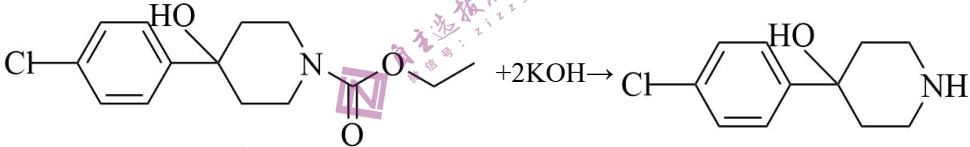


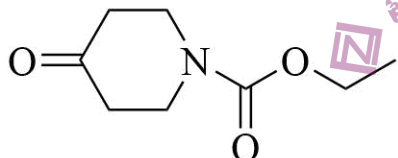
结合分子式和流程推知 E 为  以此解题。(1) 据分析 A 的结构简式为 ，为对二氯苯；(2) C

生成 D 的反应为肽键和酯基在碱性条件下的水解，为取代反应；F 为 ，官能团为溴原子和羧基；

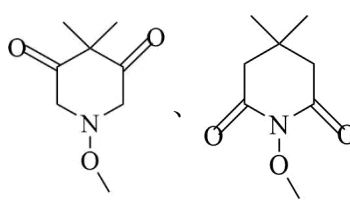
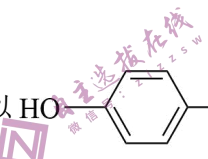
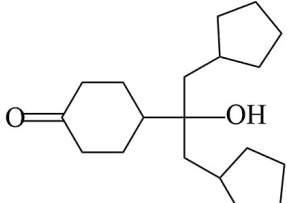
基；(3) E 的结构简式为 ，其中无手性碳原子；

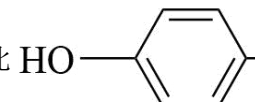
(4) C 的结构简式为：，C 生成 D 的反应为肽键和酯基在碱性条件下

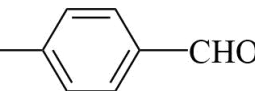
下的水解，故对应的方程式为：
 $+C_2H_5OH + K_2CO_3$;

(5) X 为 ；X 的两种同分异构体符合下列条件：①含有一个六元环，无其他环

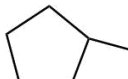
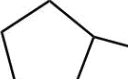
状结构②核磁共振氢谱为 3 组峰、则分子内有 3 种氢原子，考虑对称性可得：

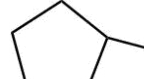
；(6) 以 -CHO 为主要原料合成 ，目标产物

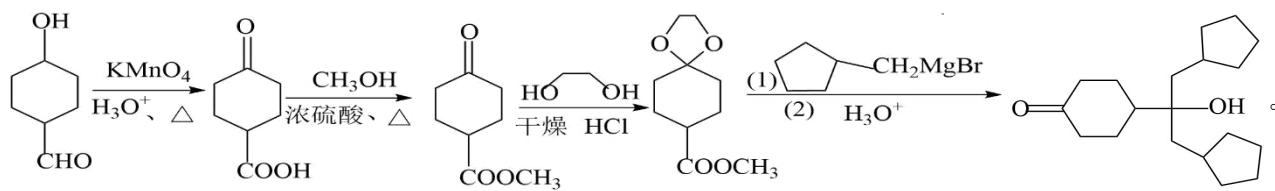
含有 2 个五元环，因此从原料到目标产物，因此 -CHO 上的醛基不能直接与格氏试剂反应，

只能利用根信息反应②进行合成，故先将 -CHO 氧化，羟基转变为酮羰基、醛基转变为羧基，

再发生酯化反应后生成酯基，由于羰基、酯基均能与格氏试剂反应，因此需利用信息反应把羰基保护起来，等酯基

与 -CH₂MgI 反应引入 2 个五元环后再水解重新生成羰基，-CH₂MgBr 由

-Br 制成，故目标产物的合成路线为：



自主选拔在线
微信号: zizzsw

自主选拔在线
微信号: zizzsw

自主选拔在线
微信号: zizzsw

自主选拔在线
微信号: zizzsw



生物参考答案

一、选择题

A D B C C B

二、非选择题

29 (共 9 分, 除标注外每空 2 分)

- (1) 降低 (1 分) CO_2 不足 (或 CO_2 浓度降低)
- (2) 原因一 (1 分) 在 10: 00~14: 00 时间段内, 气孔限制值升高, 胞间 CO_2 浓度降低
- (3) 该时间段内, 光照强度降低, 导致实际光合速率下降, 呼吸速率加快 (或变化不大)
- (4) 自然选择 (1 分)

30. (共 9 分, 除标注外每空 2 分)

- (1) 免疫器官、免疫细胞和免疫活性物质 (1 分)
- (2) 体液免疫和细胞免疫 (1 分) 浆细胞 (1 分) B 细胞和记忆细胞 (1 分)
- (3) 大脑皮层 (1 分) (疫苗引起代谢加快) 产热量大于散热量
- (4) 康复病人的血浆中含有能与新冠病毒结合的特异性抗体

31. (共 11 分, 除标注外每空 2 分)

- (1) 雄性体细胞中没有巴氏小体, 雌性体细胞中 2 条 X 染色体, 其中一条高度螺旋化为巴氏小体, 所以雌性体细胞中有 (1 个) 巴氏小体
- (2) $\text{X}^{\text{A}}\text{X}^{\text{a}}\text{Y}$ 雄性个体在产生配子时, 同源染色体未分离
- (3) 雌性 (1 分) 黄色 1/16

32. (10 分)

- (1) 空间结构 (垂直结构) 鹅的粪便可作为植物的有机肥料, 粪便被微生物分解后, 可为梨树提供无机盐等营养物质, 增加二氧化碳浓度 (3 分) 不能 (1 分)
- (2) 套种多种植物的梨园生态系统增加了生物种类, 营养结构更复杂 (2 分)
- (3) (负) 反馈 (1 分)
- (4) 可适当增加梨木天敌寄生蜂和瓢虫的数量进行生物防治, 生物防治可减少环境污染、减少农药残留、避免害虫产生抗药性等。(合理即可, 3 分)

37. (共 15 分, 除标注外每空 2 分)

- (1) 半乳糖醛酸 温度、pH、酶的抑制剂 果汁体积达到最大值时所对应的酶用量
- (2) 避免温度过高导致花青素分解 (或使花青素失效)
- (3) 让酵母菌在有氧条件下大量繁殖 绝大多数微生物在缺氧、酸性环境中生长受抑制 缺少 (1 分)
- (4) 发酵前后的 pH

38 (共 15 分, 除标注外每空 2 分)

- (1) 动物细胞培养、动物细胞融合 加强免疫, 刺激小鼠机体产生更多已免疫的 B 淋巴细胞 (3 分)
- (2) 聚乙二醇 (PEG) 或灭活病毒 细胞融合是随机的 克隆化培养、抗体检测
- (3) 血清和抗生素
- (4) 抗原—抗体杂交



物理答案

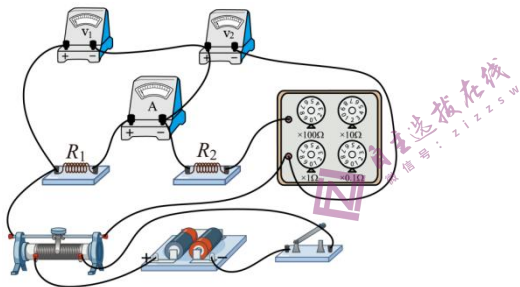
14	15	16	17	18	19	20	21
C	D	B	B	C	AB	BCD	BD

22. (6分)

- (1) 匀速 (2) $mgh = \frac{1}{2}(2M+m)\left(\frac{H_2}{t}\right)^2$ (3) 摩擦阻力和空气阻力对系统做负功

23. (9分)

(1) 根据电路图，实物图连接如图所示



(2) $R_2 = \frac{U}{I} - R$

(3) $\frac{R-R'}{2}$ (或 $\frac{U'}{I'} + R - \frac{U}{I} - R'$ 、 $\frac{U}{I} - \frac{U'}{I'}$)

24. (14分)

(1) $v_1 = \frac{mgR}{B^2L^2}$ (2) $v_2 = \frac{3mgR}{2B^2L^2}$

(1) 闭合开关 S，金属棒下落的过程中受竖直向下的重力、竖直向上的安培力作用，当重力与安培力大小相等时，金属棒的加速度为零，速度最大，则

$$mg = BI_1L$$

由法拉第电磁感应定律得

$$E_1 = BLv_1$$

由欧姆定律得

$$I_1 = \frac{E_1}{R}$$

解得

$$v_1 = \frac{mgR}{B^2 L^2}$$

(2) 由第 (1) 问得

$$I_1 = \frac{mg}{BL}$$

由于

$$I_0 < I_1$$

断开开关 S 后，当金属棒的速度达到最大时，元件 Z 两端的电压恒为

$$U_m = \frac{mgR}{2BL}$$

此时定值电阻两端的电压为

$$U_R = BLv_2 - U_m$$

回路中的电流为

$$I_2 = I_1$$

又由欧姆定律得

$$I_2 = \frac{U_R}{R}$$

解得

$$v_2 = \frac{3mgR}{2B^2 L^2}$$

25. (18 分)

(1) $\sqrt{2}$ s; (2) 4m; (3) 21J

(1) 对木板由牛顿第二定律得

$$a_2 = \frac{F - \mu mg}{M} = 4\text{m/s}^2$$

由运动学公式

$$L = \frac{1}{2} a_2 t_1^2$$

得

$$t_1 = \sqrt{\frac{2L}{a_2}} = \sqrt{2}\text{s}$$

(2) 对物块由牛顿第二定律得

$$a_1 = \mu g = 2\text{m/s}^2$$

物块从开始运动到刚要进入磁场

$$L = \frac{1}{2}a_1 t^2$$

对木板

$$L + \Delta x = \frac{1}{2}a_2 t^2$$

解得

$$t = 2\text{s}$$

$$\Delta x = 4\text{m}$$

(3) 物块刚要进入磁场时速度

$$v_1 = a_1 t = 4\text{m/s}$$

此时木板的速度

$$v_2 = a_2 t = 8\text{m/s}$$

进入磁场后，物块做加速度减小的加速运动，木板做加速度减小的减速运动，假设能共速，则在水平方向上由动量守恒得

$$mv_1 + Mv_2 = (m + M)v$$

解得

$$v = \frac{16}{3}\text{m/s}$$

若物块的洛伦兹力与重力平衡，则有

$$qv'_1 B = mg$$

解得

$$v'_1 = 5\text{m/s} < \frac{16}{3}\text{m/s}$$

所以不能共速，在水平方向由动量守恒得

$$mv_1 + Mv_2 = mv'_1 + Mv'_2$$

解得

$$v_2' = 6\text{m/s}$$

由能量守恒得

$$Q = \mu mg \Delta x + \frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}Mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1'^2 - \frac{1}{2}Mv_2'^2$$

解得

$$Q = 21\text{J}$$

33.(15分) (1) ACE

(2) (i) 气体做等温变化, 初状态

$$p_{A1} = p_0 + \rho gh_A = (75 + 5)\text{cmHg} = 80\text{cmHg}$$

$$V_{A1} = 6S$$

末状态

$$V_{A2} = 5S$$

根据玻意耳定律

$$p_{A1}V_{A1} = p_{A2}V_{A2}$$

代入数据得

$$p_{A2} = 96\text{cmHg}$$

气体的压强增大, 则两部分的液面差增大, 所以 B 管应向上移动。

上述操作中 B 管应向上移动

$$\Delta h = (96 - 75) - (5 - 1) = 17\text{cm}$$

(ii) 使 A 管中气柱长度恢复到 6cm, 末状态的压强

$$p_{A3} = p_0 + \rho gh_3 = (75 + 23)\text{cmHg} = 98\text{cmHg}$$

由查理定律

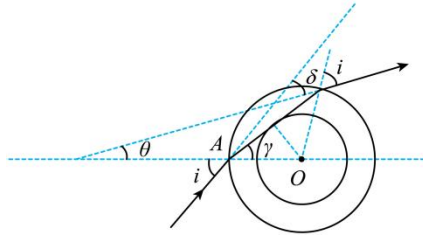
$$\frac{p_{A1}}{T_1} = \frac{p_{A3}}{T_3}$$

代入数据得

$$T_3 = 367.5\text{K} = 94.5^\circ\text{C}$$

34. (15分) (1) CDE

(2) (i) 若入射光线与直线 AO 的夹角 $i=53^\circ$ ，经一次折射后恰好与内球面相切，作出光路图如图：



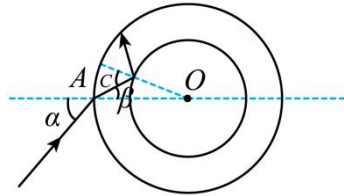
由图可得 $\sin \gamma = \frac{r}{R} = \frac{3}{5}$

由几何关系可得 $\delta = 2(i - \gamma)$

又 $i=53^\circ$

联立解得单色光在透明材料中经两次折射后的出射光线与直线 AO 的夹角 $\theta = 21^\circ$

(ii) 若入射光线在该材料的内球面恰好发生全反射，作出光路图如图：



则有 $n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$

由几何关系可知 $\frac{3}{\sin \beta} = \frac{5}{\sin C}$

由 (1) 可得 $n = \frac{\sin i}{\sin \gamma} = \frac{4}{3}$

又 $\sin C = \frac{1}{n}$

联立以上各式可得 $\sin \alpha = \frac{3}{5}$

解得从 A 点射入的光线与直线 AO 的夹角

$$\alpha = 37^\circ$$

