

2017 年 9 月高三联考试题

化学

考试时间：90 分钟 满分：100 分

可能用到的相对原子质量： H 1 O 16 S 32 Cl 35.5 Ti 48 V 51 Ni 59 Cu 64 Br 80

第 卷（选择题 共 36 分）

一、选择题（本题包括 18 小题，每小题 2 分，共 36 分。在每小题给出的四个选项中，只有一个正确选项）

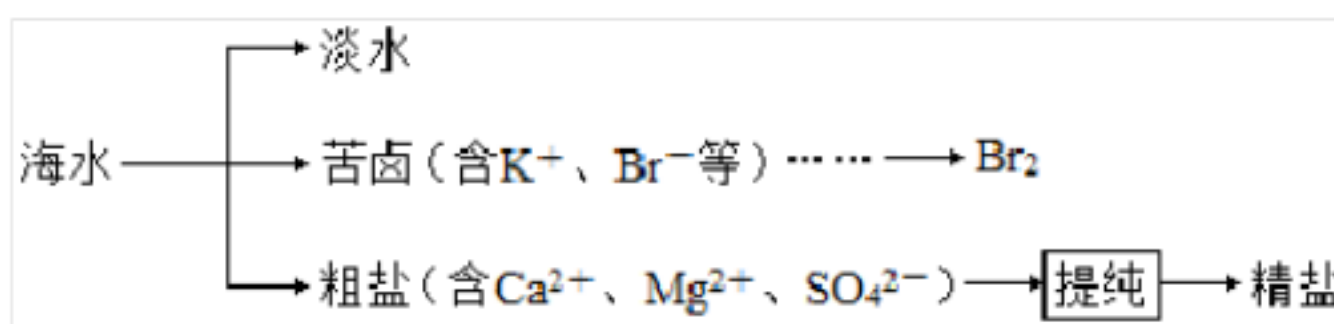
1. (原创题) 下列物质属于化合物的是

- A . 淀粉 B . 不锈钢 C . 铁红 D . 玻璃

2. (原创题) 下列说法正确的是

- A . 工业上常用铝热反应冶炼钾
B . 水晶、水玻璃、水泥均为硅酸盐产品
C . 干冰和碘化银进行人工降雨的原理不同
D . 医用酒精和葡萄糖注射液可以用丁达尔效应区分

3. (原创题) 海水资源开发利用的部分过程如图所示：



下列说法不正确 的是


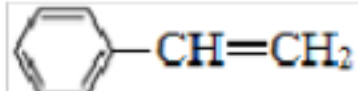
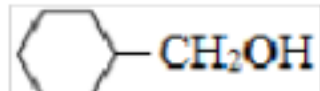
- A . 海水淡化的常用方法有蒸馏法、电渗析法和离子交换法
B . 可通过分液的方法分离溴单质和苯的混合物
C . “提纯”时，所加试剂可依次为 BaCl₂、NaOH、Na₂CO₃、盐酸
D . 精盐、NH₃和 CO₂ 是侯德榜制碱工业的主要原料

4. (原创题) 下列离子方程式正确的是

- A . FeCl₃ 溶液腐蚀铜制电路板： $\text{Fe}^{3+} + \text{Cu} = \text{Cu}^{2+} + \text{Fe}^{2+}$
B . H₂S 溶液显酸性： $\text{H}_2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{H}_3\text{O}^+ + \text{S}^{2-}$
C . 久置变黄的浓硝酸中通入空气： $4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{H}^+ + 4\text{NO}_3^-$
D . 用足量的 NaOH 溶液吸收 SO₂： $\text{OH}^- + \text{SO}_2 = \text{HSO}_3^-$

5. (原创题) 下列操作正确的是

- A . 用酸式滴定管量取 10.00 mL KMnO₄ 溶液
B . 用 pH 试纸测定某氯水的 pH 为 3
C . 取下的分液漏斗的玻璃塞应倒放在桌面上
D . 用带胶塞的试剂瓶保存 CCl₄

6. (原创题) 关于有机物 a (), b (), c () 的说法正确的是

- A . a 的分子式为 C₈H₁₆
B . 只有 b 能使酸性 KMnO₄ 溶液褪色
C . b、c 中的所有碳原子均可能处于同一平面

D. 等质量的 a、b 完全燃烧，消耗 O_2 的物质的量相等

7. (原创题) 设 N_A 为阿伏加德罗常数的值，下列说法正确的是

A. 1 mol Na 与 O_2 完全反应，转移的电子数目大于 N_A

B. 标准状况下，11.2 L $^2H_2^{16}O$ 中含有的中子数目为 $5 N_A$

C. 8.0 g CuO 和 Cu_2S 的混合物中含有铜原子的数目为 $0.1 N_A$

D. 25℃ 时，1 L pH = 1 的稀硫酸中含有的氢离子数目大于 $0.1 N_A$

8. (原创题) 过碳酸钠 ($2Na_2CO_3 \cdot 3H_2O_2$) 是无毒漂白剂和供氧剂，工业上常通过稳定剂存在下，用 Na_2CO_3 和双氧水化合制备。下列说法不正确的是

A. 过碳酸钠的水溶液显碱性

B. 制备时可选择 MnO_2 做稳定剂

C. 1 mol 过碳酸钠受热分解，转移 3 mol 电子

D. 制备过碳酸钠的化学方程式为 $2Na_2CO_3 + 3H_2O_2 \xrightarrow{\text{稳定剂}} 2Na_2CO_3 \cdot 3H_2O_2$

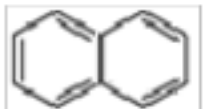

9. (原创题) 实验室用 $\rho = 1.73 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 的液态 $TiCl_4$ 配制 100 mL $3.55 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ($\rho = 1.42 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$) 的 $TiCl_4$ 溶液，下列说法不正确的是

A. 所配溶液的质量分数为 47.5%

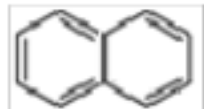
B. 应量取 38.99 mL $TiCl_4$ 液体

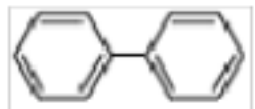
C. 可以选用一定浓度的盐酸溶解 $TiCl_4$

D. 定容时俯视刻度线会导致所配溶液浓度偏低

10. (原创题) 关于有机物  和  的说法正确的是

A. 二者互为同系物

B.  的一氯代物有 3 种

C.  的二氯代物有 12 种

D. 二者均能发生还原反应、加聚反应

11. (原创题) 短周期主族元素 X、Y、Z、W 的原子序数依次增大，X、W 同主族，且 X 的电子层数与电子总数相等；X、Y 形成的最简单化合物是目前应用广泛的一种气体燃料；Z 在地壳中的含量最大。下列说法正确的是

A. 原子半径： $X < Y < Z < W$

B. X、Y 形成的最简单化合物的球棍模型为



C. Z、W 形成的化合物中只含离子键

D. Y、Z 属于同一周期

12. (创新题) 下列溶液中的微粒浓度的关系正确的是

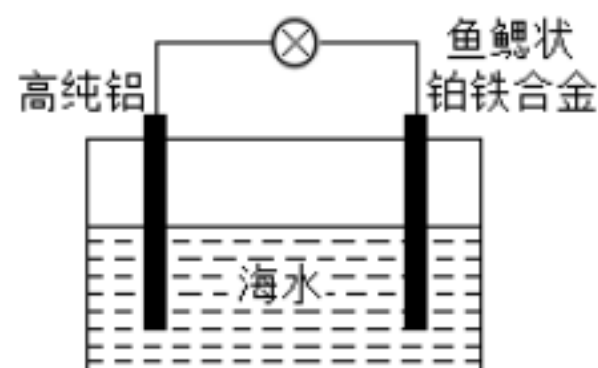
A. 常温下，pH = 5 的 $NaHSO_3$ 溶液中： $c(HSO_3^-) > c(H_2SO_3) > c(SO_3^{2-})$

B. $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $(NH_4)_2S$ 溶液中， $c(NH_4^+) = 2c(H_2S) + 2c(HS^-) + 2c(S^{2-})$

C. $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $CuSO_4$ 溶液中， $c(Cu^{2+}) + c(H^+) = c(SO_4^{2-}) + c(OH^-)$

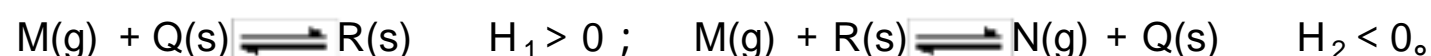
D. $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $NaHCO_3$ 溶液中， $c(H_2CO_3) + c(H^+) = c(CO_3^{2-}) + c(OH^-)$

13.(创新题) 铝电池是重要的海洋电池之一，以高纯铝为负极，铂铁合金为正极，海水为电解质溶液，工作原理如图所示。下列说法正确的是

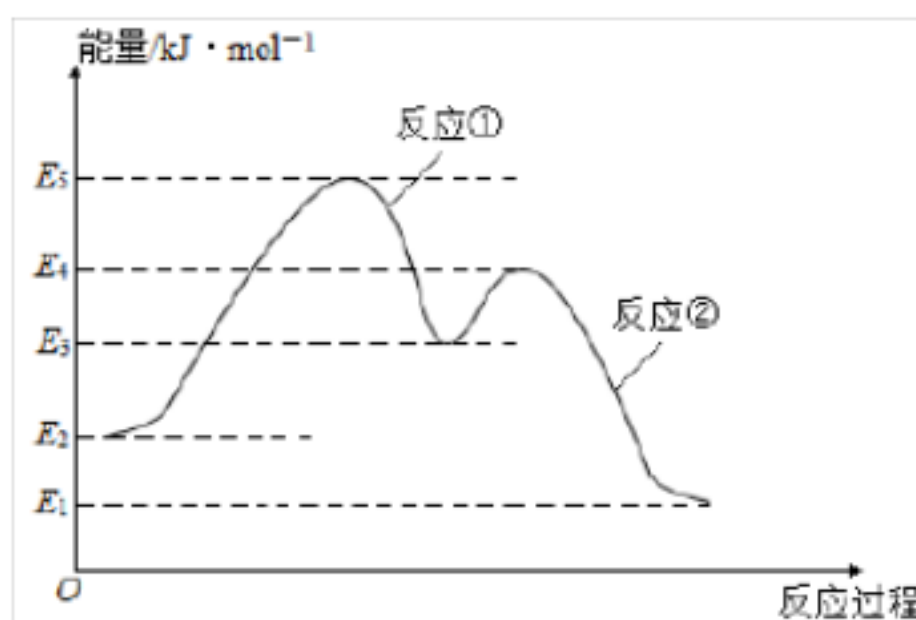


- A．正极制成鱼鳃状的目的是增大铂铁合金与海水中溶解氧的接触面积
- B．该电池工作时，铂铁合金比高纯铝更容易被腐蚀
- C．用稀硫酸代替海水有利于延长电池的使用寿命
- D．该电池可长时间进行保存

14.(原创题) M 转化为 N 分两步完成：



转化过程中的能量变化如图所示，下列说法正确的是



- A．反应 ① 的逆反应的活化能为 $E_4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- B．反应 ② 的正反应的活化能一定大于 H_1
- C．R 是该反应的催化剂
- D． $2M(g) \rightleftharpoons N(g)$ 的 $H = (E_5 - E_1) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

15.(原创题) 相同温度下，甲、乙两个容积相等且不变的密闭容器中分别加入 $1 \text{ mol NH}_2\text{COONH}_4$ 和 $2 \text{ mol NH}_2\text{COONH}_4$ ，均发生反应 $\text{NH}_2\text{COONH}_4(s) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(g) + \text{CO}_2(g)$ 。当两容器中反应均达到平衡时，下列说法不正确的是

- A． $\text{NH}_2\text{COONH}_4$ 的平衡转化率相等
- B． NH_3 的体积分数相等
- C．气体的平均相对分子质量相等
- D．平衡常数相等

16.(原创题) 某无色溶液中可能含有 K^+ 、 I^- 、 NH_4^+ 、 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 、 SO_3^{2-} 、 Cl^- 、 NO_3^- 中的一种或几种，已知：所含离子浓度均为 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。进行如下实验：

取少量溶液进行焰色反应，呈紫色；

取 10 mL 该溶液加入足量盐酸，无明显现象；

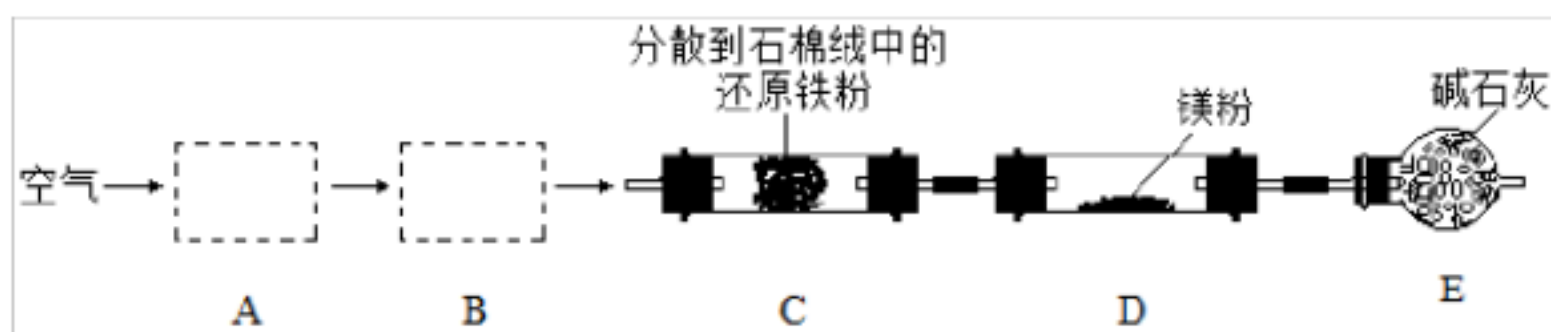
向所得溶液中通入 Cl_2 ，并加入少量 CCl_4 ，有机层呈紫红色；

分离出有机层，向水溶液加入足量 NaOH 浓溶液并加热，产生能使湿润红色石蕊试纸变蓝的气体。

下列结论正确的是

- A．原溶液中一定不含 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 、 SO_3^{2-} 、 I^-
- B．原溶液中一定含有 K^+ 、 I^- 、 NO_3^-
- C．向原溶液中加入少量 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{AgNO}_3$ 溶液，产生黄色沉淀
- D．不能确定原溶液中是否含有 Cl^-

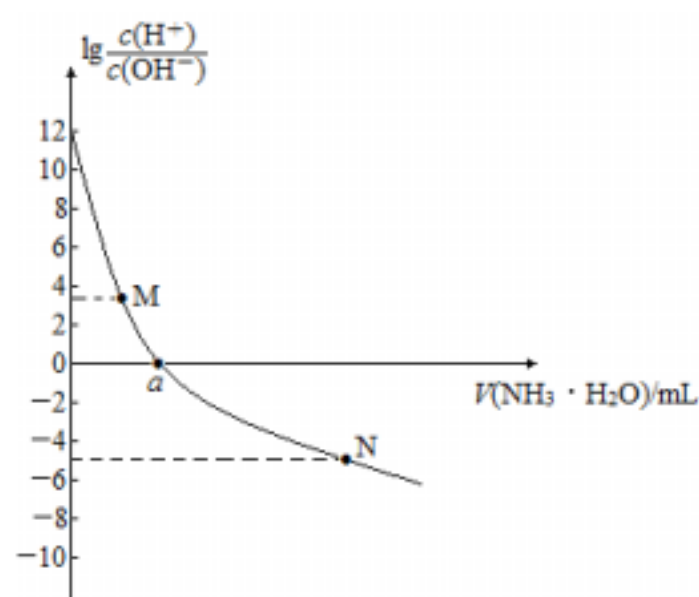
17.(原创题) 实验室以空气和镁为原料制备 Mg_3N_2 的装置如图所示（夹持和加热装置略去）：



下列说法正确的是

- A．装置 A、B 中可依次加入浓硫酸、NaOH 溶液
- B．装置 E 中碱石灰的作用是吸收尾气
- C．实验时，应先加热 C，通入一段时间空气后再加热 D
- D．若去掉装置 C，对产品纯度无影响

18.(原创题) 已知：25℃ 时， $K_b(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 1.8 \times 10^{-5}$ 。该温度下，用 $0.100 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的氨水滴定 $10.00 \text{ mL } 0.100 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的一元酸 HA 的溶液，滴定过程中加入氨水的体积 (V) 与溶液中 $\lg \frac{c(\text{H}^+)}{c(\text{OH}^-)}$ 的关系如图



- 图所示。下列说法不正确的是
- A．HA 为强酸
 - B． $a = 10$
 - C．25℃ 时， NH_4^+ 的水解平衡常数为 $\frac{5}{9} \times 10^{-9}$
 - D．当滴入 20 mL 氨水时，溶液中存在 $c(\text{NH}_4^+) > c(\text{A}^-)$

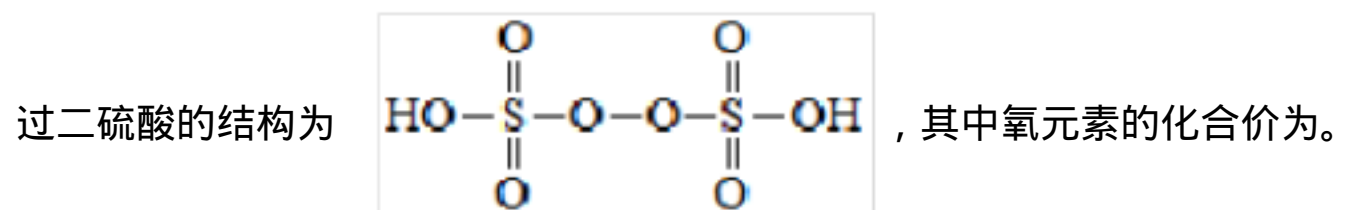
第 卷 (非选择题 共 64 分)

二、非选择题 (包括必考题和选考题两部分。第 19 题 ~ 第 22 题为必考题，每个试题考生必须作答。第 23 题 ~ 第 24 题为选考题，考生根据要求作答)

(一) 必考题：共 49 分。

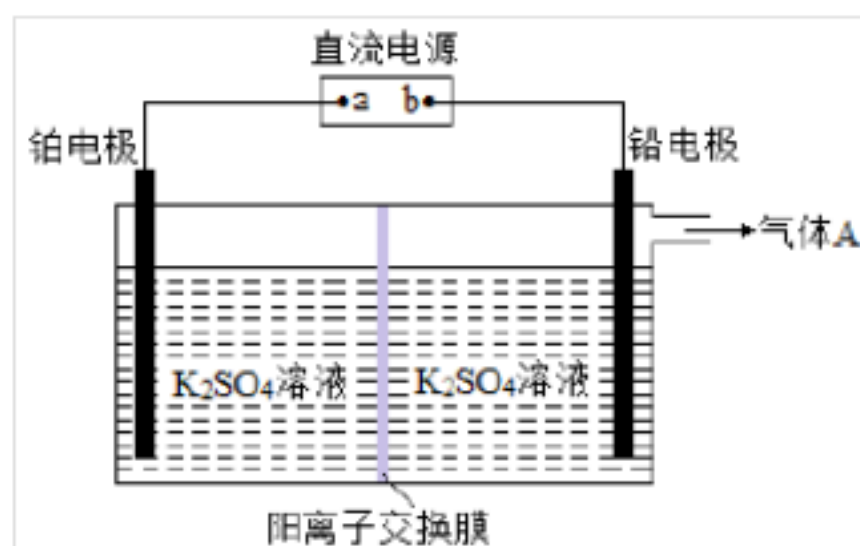
19.(原创题) (11 分) 硫元素形成的化合物有着广泛的用途。请回答下列问题：

(1) 过二硫酸及其盐在工业上常用作强氧化剂。



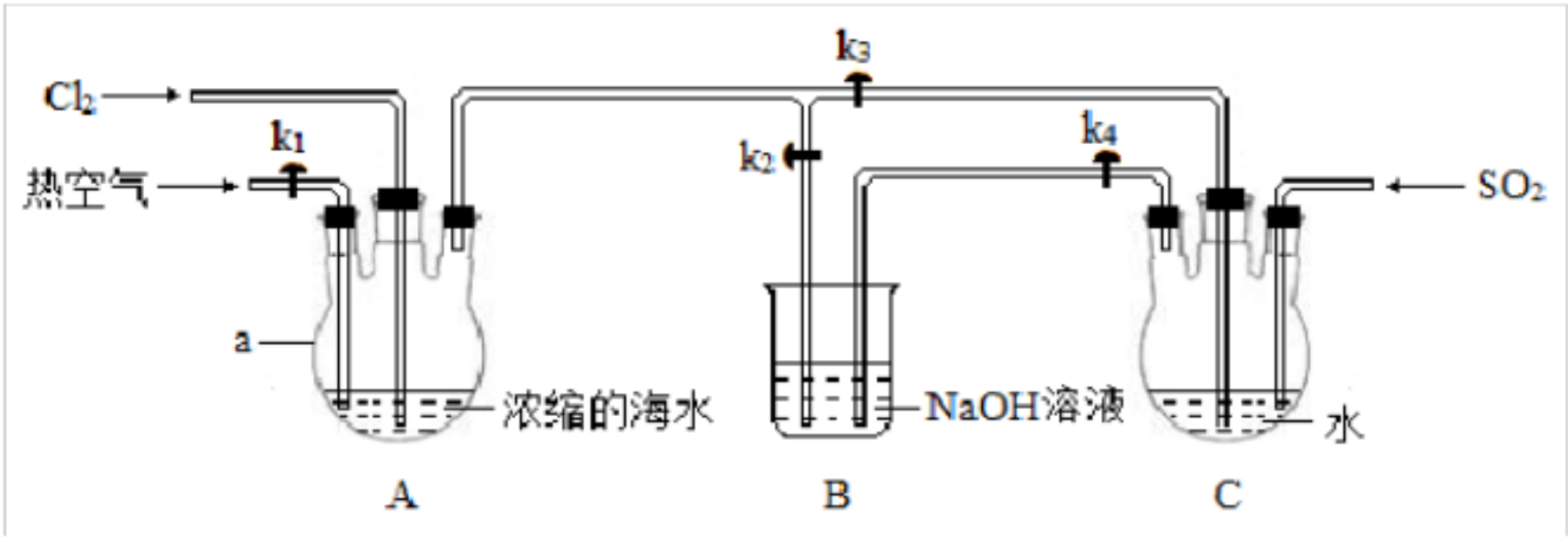
过二硫酸铵溶液可用于检验溶液中的 Mn^{2+} ，现象为溶液变为紫红色。该反应的离子方程式为。

电解法是制备过二硫酸钾的方法之一，其装置示意图如下：



则：b 为电源的极；阳极反应式为；导线中流过 1 mol 电子时，理论上通过阳离子交换膜的 K^+ 的数目为。
(2) Na_2SO_4 是重要的工业原料，检验其溶液中含有 SO_4^{2-} 的操作及现象为。

20 .(原创题) (11 分) 实验小组模拟工业上海水提溴，设计如下实验。回答下列问题：
· 利用如图所示装置富集溴：



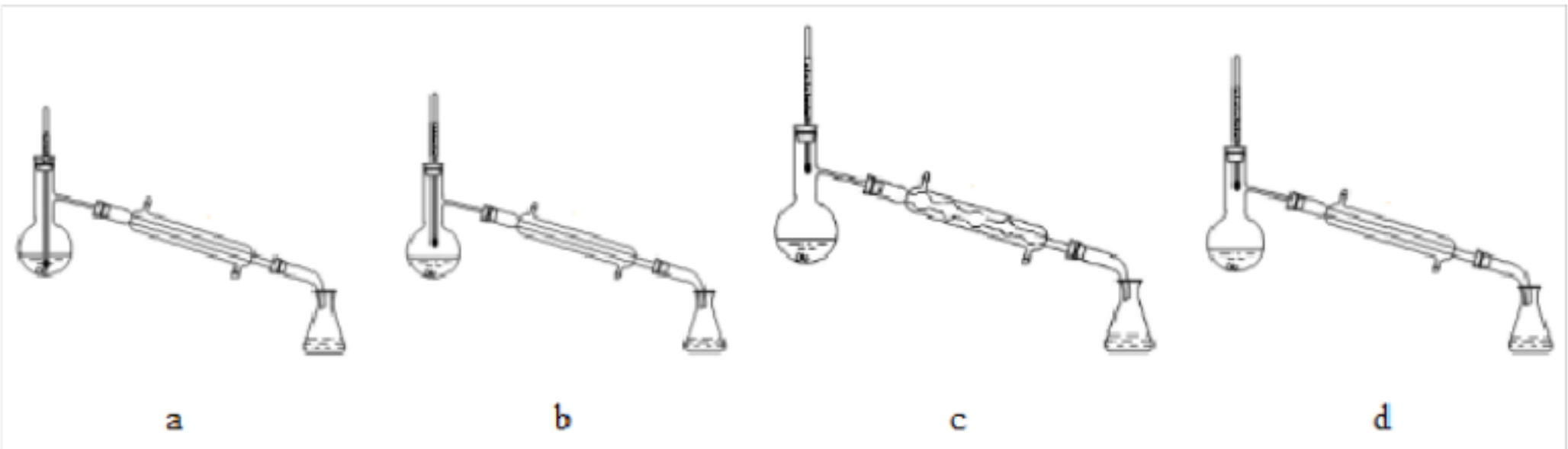
实验步骤：

关闭 k_1 、 k_3 ，打开 k_2 ，向装置 A 中通入足量 Cl_2 ，充分反应；
停止通 Cl_2 ，关闭 k_2 ，打开 k_1 、 k_3 和 k_4 ，向装置 A 中通入足量热空气，同时向装置 C 中通入足量 SO_2 ，充分反应；
停止通气体，关闭 k_1 、 k_4 。

(1) a 的名称为。
(2) 步骤 中主要反应的离子方程式为。
(3) 步骤 中通入热空气的作用为。装置 C 发生富集溴的反应中，氧化剂与还原剂的物质的量之比为；
实际参加反应的 SO_2 的物质的量大于理论值，主要原因为（用化学方程式表示）。

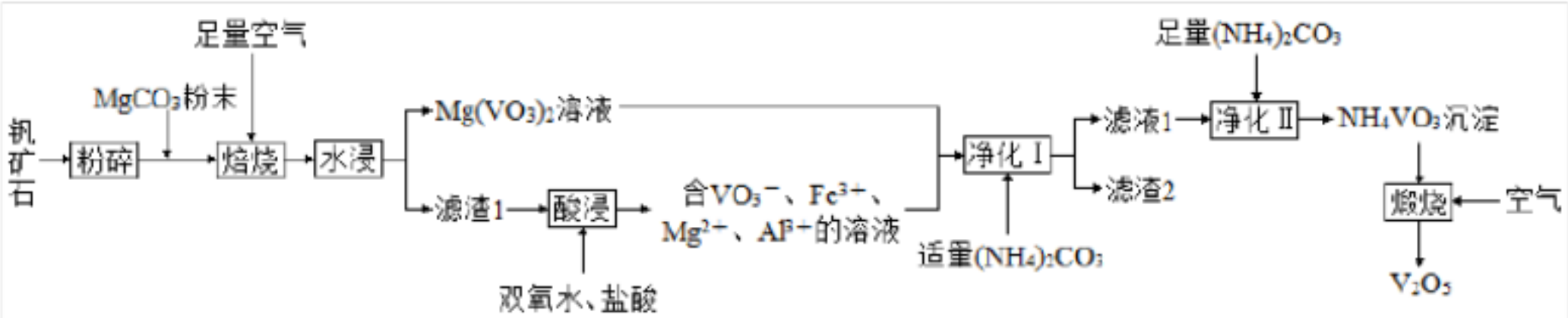
· 制备溴：
富集溴的过程结束后，继续向装置 C 中通入 Cl_2 ，充分反应后蒸馏。

(4) 下列蒸馏装置正确的是（填选项字母）。



(5) 装置 A 中加入 V mL 含 Br^- 的浓度为 $c \text{ mol} \cdot L^{-1}$ 的浓缩海水，蒸馏所得溴单质的质量为 m g，则该实验中溴单质的产率为。

21 .(原创题) (13 分) 五氧化二钒 (V_2O_5) 是重要的催化剂，可用某钒矿石（含有 V_2O_3 、Fe、 Al_2O_3 等）来制备，工艺流程如下：



请回答下列问题：

- (1) 钒矿石“粉碎”的目的为。
- (2) “滤渣 1”中除 Al_2O_3 、 $\text{Fe}(\text{VO}_3)_2$ 、 $\text{Fe}(\text{VO}_3)_3$ 外，还含有（填化学式）。
- (3) “酸浸”时，若用硝酸代替双氧水和盐酸，弊端为。
- (4) “滤渣 2”的主要成分为 MgCO_3 、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 和 $\text{Al}(\text{OH})_3$ ，其中生成 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 的离子方程式为。
- (5) 若“净化”时直接加入足量的 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ ，可能导致的后果为。
- (6) “煅烧”时，还生成参与大气循环的气体，该反应的化学方程式为。
- (7) 产品中 V_2O_5 纯度的测定：称取产品 $a\text{ g}$ ，先用硫酸溶解，得到 $(\text{VO}_2)_2\text{SO}_4$ 溶液；再加入 $V_1\text{ mL } c_1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} (\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 溶液（ $\text{VO}_2^+ + 2\text{H}^+ + \text{Fe}^{2+} = \text{VO}^{2+} + \text{Fe}^{3+} + \text{H}_2\text{O}$ ）；最后用 $c_2\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{KMnO}_4$ 溶液滴定过量的 $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 至终点，消耗 KMnO_4 标准溶液的平均体积为 $V_2\text{ mL}$ 。
- 假设杂质不参与反应，，则产品中 V_2O_5 的质量分数为 %。

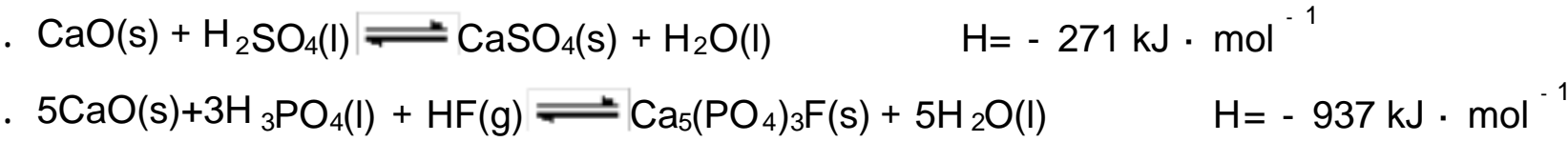
22.(原创题)(14分)磷酸是重要的化学试剂和工业原料。请回答下列问题：

- (1) 已知：25 时，磷酸和氢氟酸的电离常数如下表所示。

物质	H_3PO_4	HF
电离常数	$K_{a1} = 7.1 \times 10^{-3}$ ； $K_{a2} = 6.3 \times 10^{-8}$ ； $K_{a3} = 4.2 \times 10^{-13}$	$K_a = 6.6 \times 10^{-4}$

向 NaF 溶液中滴加少量 H_3PO_4 溶液，反应的离子方程式为。

- (2) 已知：



则：

工业上用 $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ 和硫酸反应制备磷酸的热化学方程式为。

一定条件下，在密闭容器中只发生反应，达到平衡后缩小容器容积，HF 的平衡转化率

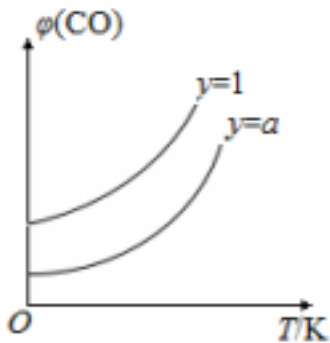
(填“增大”“减小”或“不变”，下同)；HF 的平衡浓度。

- (3) 工业上用磷尾矿制备 $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ 时生成的副产物 CO 可用于制备 H_2 ，原理为 $\text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \quad H_0$ 。

一定温度下，向 10 L 密闭容器中充入 0.5 mol CO 和 1 mol $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ ，2 min 达到平衡时，测得 0 ~ 2 min 内用 CO_2 表示的反应速率 $v(\text{CO}_2) = 0.02\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ 。则 CO 的平衡转化率 = ；该反应的平衡常数 $K =$ 。

在压强不变的密闭容器中发生上述反应，设起始的 $\frac{n(\text{CO})}{n(\text{H}_2\text{O})} = y$ ， CO 的平衡体积

分数 () 与温度 (T) 的关系如图所示。 则：该反应的 H_0 (填“>”“<”或“=”，下同)。 a1，理由为。



(二) 选考题：共 15 分。请考生从给出的两道题中任选一题作答，并用 2B 铅笔将

答题卡上所选题目对应的题号右侧方框涂黑，按所涂题号进行评分；多涂、多答、不涂，按所涂的首题进行评分。

23 .(原创题) [化学——选修 3：物质结构与性质] (15 分)

镍及其化合物在工业生产和科研领域有重要的用途。请回答下列问题：

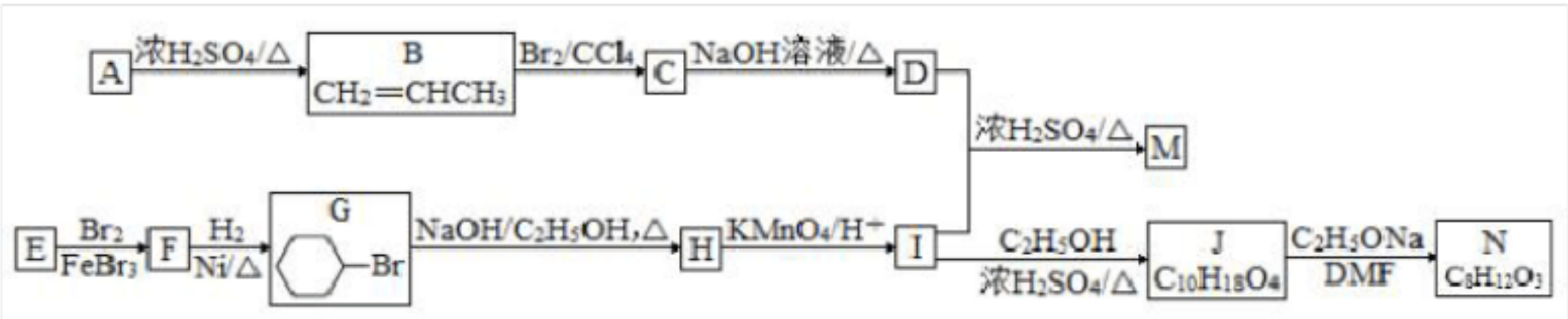
- (1) 基态 Ni 原子中，电子填充的能量最高的能级符号为，价层电子的轨道表达式为。
- (2) Ni(CO)₄ 常用作制备高纯镍粉，其熔点为 - 19.3 ，沸点为 43 。则：
Ni(CO)₄ 的熔、沸点较低的原因为。
分子中 键和 键的数目之比为。
写出一种与 CO 互为等电子体的阴离子的符号。
- (3) NiSO₄ 常用于电镀工业，其中 SO₄²⁻ 的中心原子的杂化轨道类型为，该离子中杂化轨道可用于。
- (4) 氧化镍和氯化钠的晶体结构相同，可看成镍离子替换钠离子，氧离子替换氯离子。则：
镍离子的配位数为。

天然的和人工合成的氧化镍常存在各种缺陷，某缺陷氧化镍的组成为 Ni_{0.97}O，其中 Ni 元素只有 + 2 和 + 3 两种价态，两种价态的镍离子数目之比为；若阿伏加德罗常数的值为 N_A，晶体密度为 g · cm⁻³，则该晶胞中最近的 O²⁻ 之间的距离为 pm。

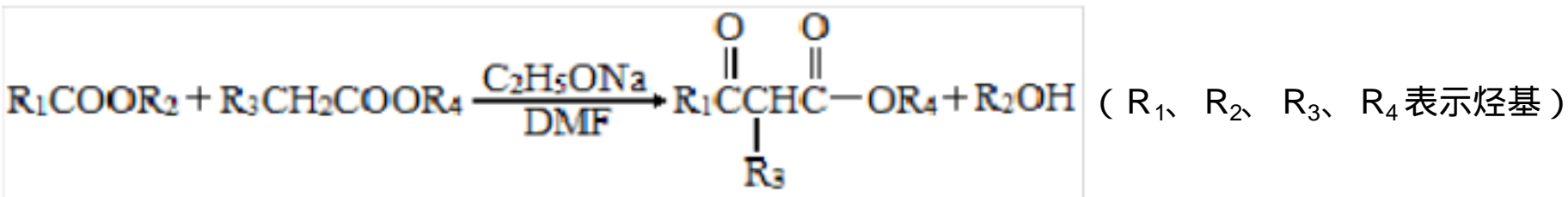
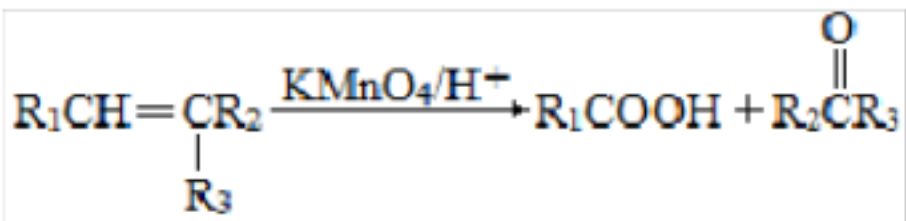
24 .(原创题) [化学 ——选修 5：有机化学基础] (15 分)

实验室以有机物 A、E 为原料，制备聚酯纤维 M 和药物中间体 N 的一种合成路线如下：

从



已知： A 的核磁共振氢谱有 3 组峰



请回答下列问题：

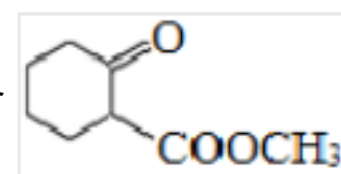
- (1) A 的化学名称为。
- (2) J 的结构简式为。
- (3) B C、G H 的反应类型分别为、 。
- (4) D + I M 的化学方程式为。
- (5) 同时满足下列条件的 N 的同分异构体有种 (不考虑立体异构) ，其中任意一种的结构简式为。
饱和五元碳环上连有两个取代基

能与 NaHCO_3 溶液反应

能发生银镜反应

(6) 参照上述合成路线和信息，以环庚醇和甲醇为有机原料（无机试剂任选）

，设计制备



的合成路线。

参考答案及解析

1. C【解析】淀粉的组成表示为 $(C_6H_{10}O_5)_n$ ，其 n 值不定，属于混合物，A 项错误；不锈钢为多种金属单质与非金属单质形成的混合物，B 项错误；铁红的成分为 Fe_2O_3 ，属于化合物，C 项正确；玻璃属于混合物，D 项错误。

2. C【解析】铝不能置换出钾，A 项错误；水晶的主要成分为 SiO_2 ，不属于硅酸盐产品，B 项错误；干冰人工降雨的原理为干冰升华吸热，碘化银人工降雨时发生分解反应，C 项正确；医用酒精和葡萄糖注射液均属于溶液，不可以用丁达尔效应区分，D 项错误。

3. B【解析】蒸馏法、电渗析法和离子交换法是海水淡化的常用方法，A 项正确；溴单质与苯能互溶，不能通过分液进行分离，B 项错误；粗盐提纯时， $BaCl_2$ 除去 SO_4^{2-} 、 $NaOH$ 除去 Mg^{2+} 、 Na_2CO_3 除去 Ca^{2+} 和 Ba^{2+} ，过滤后用盐酸除去 CO_3^{2-} 和 OH^- ，C 项正确；侯德榜制碱的原理为 $NaCl + NH_3 + CO_2 + H_2O = NaHCO_3 + NH_4Cl$ ，故精盐、 NH_3 和 CO_2 是侯德榜制碱工业的主要原料，D 项正确。

4. C【解析】 $FeCl_3$ 溶液腐蚀铜制电路板的原理为 $2Fe^{3+} + Cu = Cu^{2+} + 2Fe^{2+}$ ，A 项错误； H_2S 在水中分步电离，B 项错误；久置的浓硝酸显黄色的原因是溶解有 NO_2 ，故通空气发生的离子反应为 $4NO_2 + O_2 + 2H_2O = 4H^+ + 4NO_3^-$ ，C 项正确；足量的 $NaOH$ 溶液吸收 SO_2 时，反应的离子方程式为 $2OH^- + SO_2 = SO_3^{2-} + H_2O$ ，D 项错误。


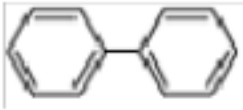
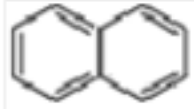

5. A【解析】酸式滴定管的精确度为 0.01 mL ，且可用于量取酸性溶液、强氧化性溶液、有机液体等，A 项正确；氯水中次氯酸有漂白性，不能用 pH 试纸测定其 pH，B 项错误；分液漏斗的玻璃塞应悬挂在分液漏斗口的位置，C 项错误； CCl_4 腐蚀橡胶，D 项错误。


6. D【解析】a 的分子式为 C_8H_8 ，A 项错误；b、c 均能使酸性 $KMnO_4$ 溶液褪色，B 项错误；c 中碳碳间均成单键，为四面体构型，所有碳原子不可能处于同一平面，C 项错误；a、b 的碳、氢的质量分数分别相等，故等质量的 a、b 完全燃烧，消耗 O_2 的物质的量相等，D 项正确。

7. C【解析】 1 mol Na 与 O_2 完全反应，失去 1 mol 电子，故转移的电子数目等于 N_A ，A 项错误；标准状况下，水为液体，B 项错误； CuO 和 Cu_2S 中金属元素与非金属元素的质量比均为 $4:1$ ，故 8.0 g CuO 和 Cu_2S 的混合物中含有铜原子的数目为 $0.1 N_A$ ，C 项正确； 25°C 时， $1\text{ L pH} = 1$ 的稀硫酸中含有的氢离子数目为 $1\text{ L} \times 0.1\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times N_A = 0.1 N_A$ ，D 项错误。

8. B【解析】过碳酸钠溶于水后， CO_3^{2-} 水解显碱性，A 项正确； MnO_2 能做 H_2O_2 分解的催化剂，不能作稳定剂，B 项错误； 1 mol 过碳酸钠含有 3 mol H_2O_2 ，受热分解时生成 1.5 mol O_2 ，转移 3 mol 电子，C 项正确；由信息， Na_2CO_3 和双氧水通过化合反应制备过碳酸钠，D 项正确。

9. D【解析】所配溶液的质量分数为 $\frac{3.55\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 190\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{1000\text{ mL} \cdot \text{L}^{-1} \times 1.42\text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}} \times 100\% = 47.5\%$ ，A 项正确；所需 $TiCl_4$ 液体的体积为 $0.1\text{ L} \times 3.55\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 190\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \div 1.73\text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} = 38.99\text{ mL}$ ，B 项正确； $TiCl_4$ 易水解，故可选用一定浓度的盐酸溶解 $TiCl_4$ 以抑制其水解，C 项正确；定容时俯视刻度线会导致所配溶液体积偏小，浓度偏高，D 项错误。

10. C【解析】 和  的分子式分别为 $C_{10}H_8$ 、 $C_{12}H_{10}$ ，不符合同系物概念，A 项错误； 的一氯代物有 2 种，B 项错误； 的二氯代物有 12 种，C 项正确；二者不能发生加聚反应，D 项错误。

11. D【解析】由题中信息推知：X、Y、Z、W 分别为 H、C、O、Na。原子半径： $H < O < C < Na$ ，A 项错误； CH_4 的比例模型为 ，B 项错误； Na_2O_2 中含有非极性键，C 项错误；C、O 属于同一周期，D 项正确。

12 .D【解析】常温下，pH = 5 的 NaHSO_3 溶液中， HSO_3^- 的电离程度大于水解程度，故 $c(\text{SO}_3^{2-}) > c(\text{H}_2\text{SO}_3)$ ，A 项错误；由物料守恒， $c(\text{NH}_4^+) + c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 2c(\text{H}_2\text{S}) + 2c(\text{HS}^-) + 2c(\text{S}^{2-})$ ，B 项错误；由电荷守恒， $2c(\text{Cu}^{2+}) + c(\text{H}^+) = 2c(\text{SO}_4^{2-}) + c(\text{OH}^-)$ ，C 项错误；由电荷守恒式 $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{OH}^-) + 2c(\text{CO}_3^{2-})$ 和物料守恒式 $c(\text{Na}^+) = c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{H}_2\text{CO}_3) + c(\text{CO}_3^{2-})$ ，可得 $c(\text{H}_2\text{CO}_3) + c(\text{H}^+) = c(\text{CO}_3^{2-}) + c(\text{OH}^-)$ ，D 项正确。

13 . A 【解析】正极由氧气参加反应，海水中溶解氧与正极的接触面积越大，放电效率越高，A 项正确；高纯铝作负极，发生氧化反应被消耗，B 项错误；稀硫酸能腐蚀铝使电池使用寿命短，C 项错误；该电池的负极为活泼金属易被腐蚀，正极为合金容易在潮湿空气中形成微小电池也易损耗，故不宜较长时间保存，D 项错误。

14 . B 【解析】反应 的逆反应的活化能为 $(E_4 - E_1) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ，A 项错误；由图象和信息可知，反应 为吸热反应，正反应的活化能一定大于 H_1 ，B 项正确；R 是该反应的中间产物，C 项错误； $2\text{M}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}(\text{g})$ 的 $H = (E_1 - E_2) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ，D 项错误。

15 . A 【解析】乙容器中的压强大于甲容器， $\text{NH}_2\text{COONH}_4$ 的平衡转化率小，A 项错误；两容器中起始只加入 $\text{NH}_2\text{COONH}_4$ ，生成 NH_3 和 CO_2 的物质的量之比均为 2:1， NH_3 的体积分数相等，B 项正确；同理，气体的平均相对分子质量相等，C 项正确；平衡常数只与温度有关，温度相等则平衡常数相等，D 项正确。

16 . C 【解析】由题中信息知无色溶液中不含 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ；由实验 知含有 K^+ ，由实验 知溶液中不含 SO_3^{2-} ， I^- 和 NO_3^- 至少有一种不存在；由实验 知溶液中含 I^- 则不含 NO_3^- ，则 A、B 项错误；溶液中含有 I^- ，加入少量 AgNO_3 溶液生成黄色沉淀 AgI ，C 项正确；由实验 知溶液中含有 NH_4^+ ，根据电荷守恒知溶液中含有 Cl^- ，D 项错误。

17 . C 【解析】应先用 NaOH 溶液除去空气中的 CO_2 ，再用浓硫酸除去水蒸气，A 项错误；装置 E 中碱石灰的作用是阻止空气中的 CO_2 和水蒸气进入，避免对反应物和产物产生干扰，B 项错误；先加热 C 除去空气中的 O_2 ，可避免空气中的 O_2 与镁反应而影响产品纯度，同时可用净化后的空气排尽装置中的空气，C 项正确；去掉装置 C，空气中的 O_2 与镁反应而影响产品纯度，D 项错误。

18 . B 【解析】由图中信息， $0.100 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 一元酸 HA 的 $\lg \frac{c(\text{H}^+)}{c(\text{OH}^-)} = 12$ ， $K_w = 1.0 \times 10^{-14}$ ，则其 $c(\text{H}^+) =$

$0.100 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，HA 为强酸，A 项正确； $\lg \frac{c(\text{H}^+)}{c(\text{OH}^-)} = 0$ 时溶液显中性，而 $a = 10$ 时溶液中的溶质为 NH_4A ，

溶液显酸性，B 项错误； NH_4^+ 的水解平衡常数为 $\frac{K_w}{K_b(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})} = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{1.8 \times 10^{-5}} = \frac{5}{9} \times 10^{-9}$ ，C 项正确；当

滴入 20 mL 氨水时，溶液中的溶质为物质的量浓度之比为 1:1 的 NH_4A 和 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ， $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 的电离程度大于 NH_4^+ 的水解程度，溶液显碱性，根据电荷守恒知 $c(\text{NH}_4^+) > c(\text{A}^-)$ ，D 项正确。

19 . (11 分)

(1) - 2 价和 - 1 价 (2 分) $5\text{S}_2\text{O}_8^{2-} + 2\text{Mn}^{2+} + 8\text{H}_2\text{O} = 2\text{MnO}_4^- + 10\text{SO}_4^{2-} + 16\text{H}^+$ (2 分)

负 (1 分) $2\text{SO}_4^{2-} - 2e^- = \text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ (2 分) N_A 或 6.02×10^{23} (2 分)

(2) 取待测液少量于洁净试管中，加入足量稀盐酸无明显现象，再加 BaCl_2 溶液产生白色沉淀，则溶液中含有 SO_4^{2-} (2 分，其他合理答案也给分)

【解析】(1) 由过二硫酸的结构式，过氧根中的氧元素为 - 1 价，其余氧元素为 - 2。

由信息， $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ 能将 Mn^{2+} 氧化为 MnO_4^- ，本身被还原为 SO_4^{2-} ，结合电子守恒、电荷守恒和原子守恒可得离子方程式。

由装置图可知气体 A 为 H_2 ，则铅电极为阴极，b 为电源的负极。阳极发生 SO_4^{2-} 失电子转化为 $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ 的反应，电极反应式为 $2\text{SO}_4^{2-} - 2e^- = \text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ 。导线中流过 1 mol 电子时，消耗 1 mol SO_4^{2-} 同时生成 0.5 mol

$\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ ，结合溶液显电中性的原则，需有 1 mol K^+ 通过阳离子交换膜。

(2) 检验某溶液中含有 SO_4^{2-} 时可先用稀盐酸排除干扰，再用 BaCl_2 溶液检验 SO_4^{2-} 。

20.(13分)

(1) 三颈烧瓶(1分)

(2) $2\text{Br}^- + \text{Cl}_2 = \text{Br}_2 + 2\text{Cl}^-$ (2分)

(3) 将生成的 Br_2 吹入装置 C 中(2分) 1:1(2分) $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_2\text{SO}_4$ (2分)

(4) d(2分)

(5) $\frac{12.5m}{cV} \times 100\%$ (2分，其他合理答案也给分)

【解析】(1) 由装置图可知，a 的名称为三颈瓶或三颈烧瓶。

(2) 步骤 中通入 Cl_2 的主要目的是将 Br^- 转化为 Br_2 ，可得离子方程式。

(3) 步骤 中通入热空气可将 Br_2 吹入装置 C 中与 SO_2 和水反应。由反应方程式 $\text{SO}_2 + \text{Br}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{HBr} + \text{H}_2\text{SO}_4$ 知，氧化剂与还原剂的物质的量之比为 1:1。热空气将 Br_2 吹入装置 C 中与 SO_2 和水反应，同时空气中的 O_2 也会消耗部分 SO_2 。

(4) 蒸馏装置的温度计水银球应置于蒸馏烧瓶支管口附近，用直形冷凝管冷凝并导出液体，故选 d。

(5) 产率 = $\frac{\text{实际产量}}{\text{理论产量}} \times 100\% = \frac{\frac{mg}{80\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}}}{c\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \cdot V\text{ mL} \times 10^{-3}\text{ L}\cdot\text{mL}^{-1}} \times 100\% = \frac{12.5m}{cV} \times 100\%$ 。

21.(14分)

(1) 增大钒矿石的比表面积，加快焙烧速率，使焙烧充分(2分)

(2) MgO (2分)

(3) 生成氮的氧化物等有毒气体，污染环境(2分，其他合理答案也给分)

(4) $2\text{Al}^{3+} + 3\text{CO}_3^{2-} + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{CO}_2$ (2分)

(5) 生成 NH_4VO_3 沉淀，使钒的利用率降低(2分，其他合理答案也给分)

(6) $4\text{NH}_4\text{VO}_3 + 3\text{O}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{V}_2\text{O}_5 + 2\text{N}_2 + 8\text{H}_2\text{O}$ (2分)

(7) $\frac{9.1(c_1V_1 - 5c_2V_2)}{a}$ (2分，其他合理答案也给分)

【解析】(1) 将钒矿石“粉碎”可增大钒矿石的比表面积，加快焙烧速率，使焙烧充分。

(2) 由流程图中信息知，“焙烧”后 V_2O_3 转化为 $\text{Fe}(\text{VO}_3)_2$ 、 $\text{Fe}(\text{VO}_3)_3$ 、 $\text{Mg}(\text{VO}_3)_2$ ，部分 MgCO_3 分解成 MgO ， Al_2O_3 不参加反应，“水浸”后 $\text{Mg}(\text{VO}_3)_2$ 进入滤液。故“滤渣 1”中除 Al_2O_3 、 $\text{Fe}(\text{VO}_3)_2$ 、 $\text{Fe}(\text{VO}_3)_3$ 外，还含有 MgO 。(3) 硝酸被还原生成氮的氧化物污染环境。(4) Al^{3+} 与 CO_3^{2-} 能发生双水解生成 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 和 CO_2 。

(5) 由流程图中信息知，第二次加入 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 的作用是将 VO_3^- 转化为溶解度较小的 NH_4VO_3 ，故“净化”时直接加入足量的 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ ，将生成 NH_4VO_3 沉淀，使钒的利用率降低。(6) NH_4VO_3 在通入空气的条件下煅烧生成 V_2O_5 ，空气中的 O_2 可将氮元素氧化为 N_2 ，同时生成水，根据氧化还原反应的配平原则可得化学方程式。

(7) 根据离子方程式： $\text{VO}_2^+ + 2\text{H}^+ + \text{Fe}^{2+} = \text{VO}^{2+} + \text{Fe}^{3+} + \text{H}_2\text{O}$ ； $5\text{Fe}^{2+} + 8\text{H}^+ + \text{MnO}_4^- = 5\text{Fe}^{3+} + \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$ 得关系式 $\text{V}_2\text{O}_5 \sim 2\text{Fe}^{2+}$ ； $5\text{Fe}^{2+} \sim \text{MnO}_4^-$ ， KMnO_4 溶液消耗的 $n(\text{Fe}^{2+}) = V_2\text{ mL} \times 10^{-3}\text{ L}\cdot\text{mL}^{-1} \times c_2\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \times 5$ ，则 VO_2^+ 消耗的 $n(\text{Fe}^{2+}) = V_1\text{ mL} \times 10^{-3}\text{ L}\cdot\text{mL}^{-1} \times c_1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} - V_2\text{ mL} \times 10^{-3}\text{ L}\cdot\text{mL}^{-1} \times c_2\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \times 5$ ，由此得 $n(\text{V}_2\text{O}_5) = (V_1\text{ mL} \times 10^{-3}\text{ L}\cdot\text{mL}^{-1} \times c_1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} - V_2\text{ mL} \times 10^{-3}\text{ L}\cdot\text{mL}^{-1} \times c_2\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \times 5) \times \frac{1}{2}$ 。

$\times c_2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 5) \times \frac{1}{2} = \frac{c_1 V_1 - 5c_2 V_2}{2000} \text{ mol}$ ，其质量为 $\frac{182(c_1 V_1 - 5c_2 V_2)}{2000} \text{ g}$ ，计算得产品中 V_2O_5 的质量分数为 $\frac{9.1(c_1 V_1 - 5c_2 V_2)}{a} \%$ 。

22. (14 分)

(1) $\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{F}^- = \text{H}_2\text{PO}_4^- + \text{HF}$ (2 分)

(2) $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}(\text{s}) + 5\text{H}_2\text{SO}_4(\text{l}) \rightleftharpoons 3\text{H}_3\text{PO}_4(\text{l}) + \text{HF}(\text{g}) + 5\text{CaSO}_4(\text{s})$ $H = -418 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ (2 分)

增大 (1 分) 不变 (1 分)

(3) 80% (2 分) $\frac{8}{3}$ (2 分) < (1 分) < (1 分) 相同温度下， $\frac{n(\text{CO})}{n(\text{H}_2\text{O})}$ 越小，CO 的转化

率越大，其平衡体积分数越小 (2 分)

【解析】(1) 由信息，HF 的电离常数介于 H_3PO_4 的第一步电离常数和第二步电离常数之间，故少量 H_3PO_4 溶液滴入 NaF 溶液中转化为 H_2PO_4^- ，反应的离子方程式为 $\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{F}^- = \text{H}_2\text{PO}_4^- + \text{HF}$ 。

(2) 由信息知，目标反应 = 反应 $\times 5$ - 反应，则可得 $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}(\text{s}) + 5\text{H}_2\text{SO}_4(\text{l}) \rightleftharpoons 3\text{H}_3\text{PO}_4(\text{l}) + \text{HF}(\text{g}) + 5\text{CaSO}_4(\text{s})$ 。反应为气体分子总数减小的反应，增大压强，平衡正向移动，HF 的平衡转化率增大。

该反应的平衡常数 $K = \frac{1}{c(\text{HF})}$ ，平衡常数只受温度影响，增大压强平衡常数不变，故 HF 的平衡浓度不变。

(3) 0~2 min 内用 CO_2 表示的反应速率 $v(\text{CO}_2) = 0.02 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ，推知生成 CO_2 的物质的量为 0.4 mol，则生成 H_2 的物质的量为 0.4 mol，消耗 $\text{CO}(\text{g})$ 和 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 的物质的量均为 0.4 mol，平衡时 CO 、 H_2O 、 CO_2 、 H_2 的物质的量分别为 0.1 mol、0.6 mol、0.4 mol、0.4 mol。由此，CO 的平衡转化率 $= \frac{0.4 \text{ mol}}{0.5 \text{ mol}} \times$

100% = 80%。该反应的平衡常数 $K = \frac{\frac{0.4 \text{ mol}}{10 \text{ L}} \times \frac{0.4 \text{ mol}}{10 \text{ L}}}{\frac{0.1 \text{ mol}}{10 \text{ L}} \times \frac{0.6 \text{ mol}}{10 \text{ L}}} = \frac{8}{3}$ 。由图象知，当 $\frac{n(\text{CO})}{n(\text{H}_2\text{O})}$ 一定时，随着温度升

高，CO 的平衡体积分数增大，平衡逆向移动，该反应为放热反应， $H < 0$ 。相同温度下， $\frac{n(\text{CO})}{n(\text{H}_2\text{O})}$ 越小，

CO 的转化率越大，其平衡体积分数越小，故 $a < 1$ 。

23. (12 分)

(1) 3d (1 分)  (1 分)

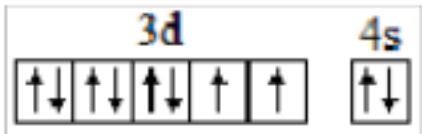
(2) $\text{Ni}(\text{CO})_4$ 属于分子晶体，分子间的范德华力容易被破坏 (1 分) 1:1 (1 分)

CN^- 或 C_2^{2-} (1 分，其他合理答案也给分)

(3) sp^3 (1 分) 形成 键 (1 分，其他合理答案也给分)

(4) 6 (1 分) 91:6 或 6:91 (2 分) $\frac{\sqrt{2}}{2} \times \sqrt[3]{\frac{292.92}{\rho N_A}} \times 10^{10}$ (2 分)

【解析】(1) 基态 Ni 原子的电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^8 4s^2$ ，故其电子填充的能量最高的能级符号为

3d，其价层电子的轨道表达式为 。

(2) 通过 $\text{Ni}(\text{CO})_4$ 的熔、沸点推断该晶体为分子晶体，分子间以范德华力结合，容易被破坏。

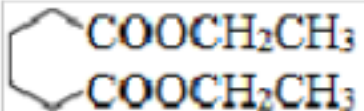
$\text{Ni}(\text{CO})_4$ 分子中 Ni 原子与 CO 间以 σ 键结合, 每个 CO 分子中含有 1 个 σ 键和 2 个 π 键, 故 σ 键和 π 键的数目之比为 1:1。根据等电子体的含义, 可知与 CO 互为等电子体的阴离子的符号为 CN^- 或 C_2^{2-} 。(3) SO_4^{2-} 中 S 原子的电子对数目为 4, 孤电子对数目为 0, 则价层电子对数目为 4, 杂化轨道类型为 sp^3 。杂化轨道的作用为形成 σ 键或容纳孤电子对, SO_4^{2-} 中 S 原子不含孤电子对, 故杂化轨道的作用为形成 σ 键。

(4) 根据信息和晶体结构可知, 每个镍离子周围距离最近的氧离子数目为 6, 故 Ni 离子的配位数为 6。

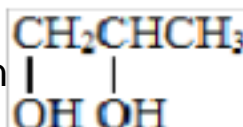
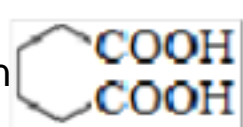

晶体组成为 $\text{Ni}_{0.97}\text{O}$, 设 1 mol $\text{Ni}_{0.97}\text{O}$ 中 +2、+3 的镍离子的数目分别为 x、y, 列式得 $2x + 3y = 2$ 、 $x + y = 0.97$, 解得 $x = 0.91$ 、 $y = 0.06$ 。故 +2 和 +3 价的镍离子的数目之比为 91:6。设晶胞的边长为 a cm, 由题中数据信息知, $\rho = \frac{292.92}{a^3 N_A}$, 则 $a = \sqrt[3]{\frac{292.92}{\rho N_A}}$ cm。晶胞中最近的 O^{2-} 之间的距离为晶胞面对角线的 $\frac{1}{2}$, 故晶胞中最近的 O^{2-} 之间的距离为 $\frac{\sqrt{2}}{2} \times \sqrt[3]{\frac{292.92}{\rho N_A}} \times 10^{10}$ pm。

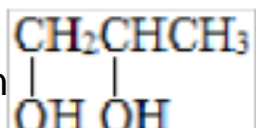
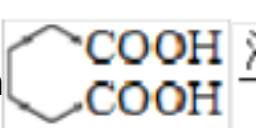

24. (12 分)、

(1) 2-丙醇 (1 分)

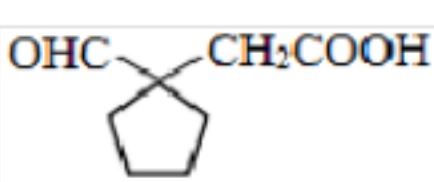
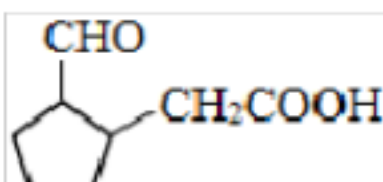
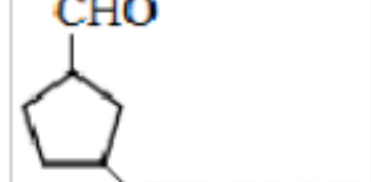
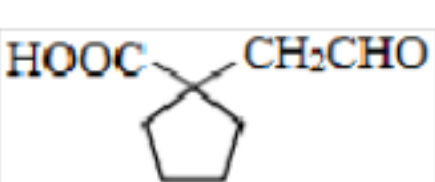
(2)  (1 分)

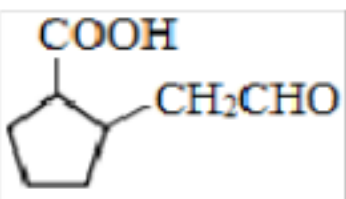
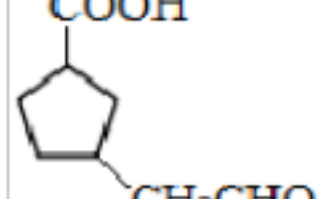
(3) 加成反应 (1 分) 消去反应 (1 分)

(4) n  + n  $\xrightarrow[\Delta]{\text{浓硫酸}}$  + $(2n - 1)\text{H}_2\text{O}$ 或

n  + n  $\xrightarrow[\Delta]{\text{浓硫酸}}$  + $(2n - 1)\text{H}_2\text{O}$

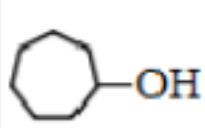

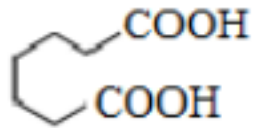
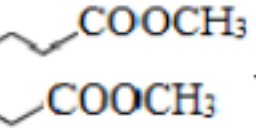
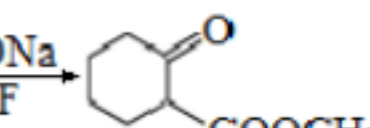
(2 分, 任写一个即可得分)

(5) 6 (2 分) 、、、、

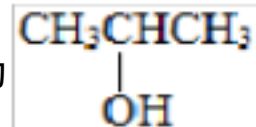
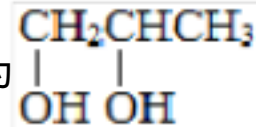

、

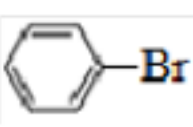

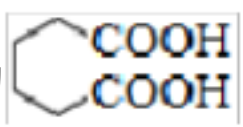
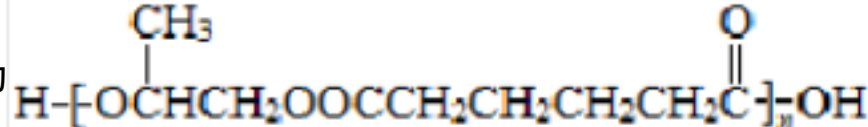
中的任意一种即可得分 (1 分)

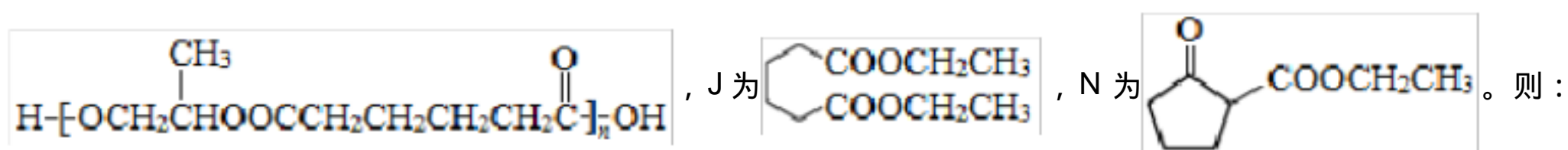
(6)

 $\xrightarrow{\text{浓硫酸}/\Delta}$  $\xrightarrow{\text{KMnO}_4/\text{H}^+}$  $\xrightarrow[\text{浓硫酸}/\Delta]{\text{CH}_3\text{OH}}$  $\xrightarrow[\text{DMF}]{\text{C}_2\text{H}_5\text{ONa}}$ 

(3 分)

【解析】由题中信息推知: A 为  , C 为 $\text{CH}_2\text{BrCHBrCH}_3$, D 为  , E 为  , F 为

 , H 为  , I 为  , M 为  或

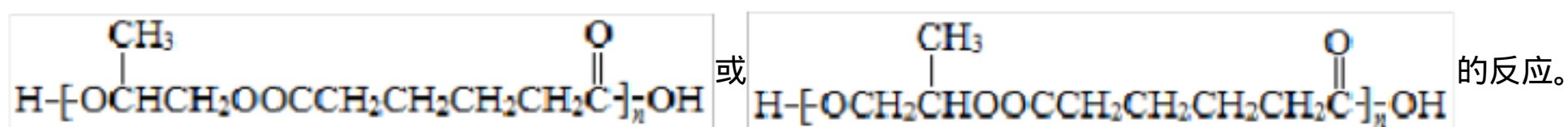


(1) A 的化学名称为 2-丙醇。

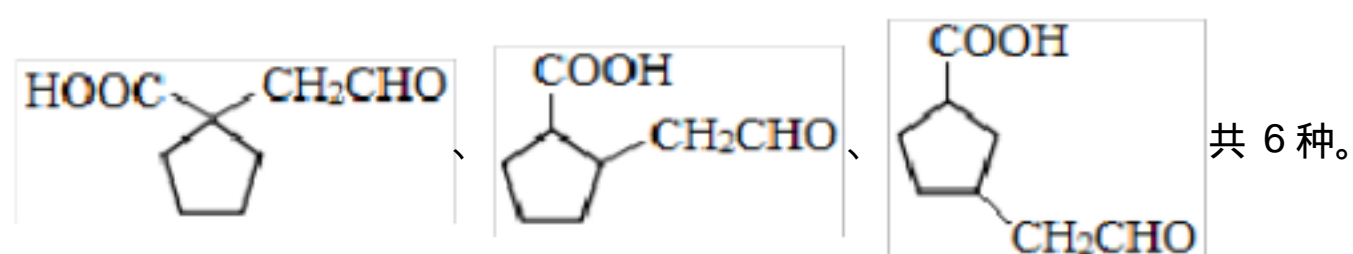
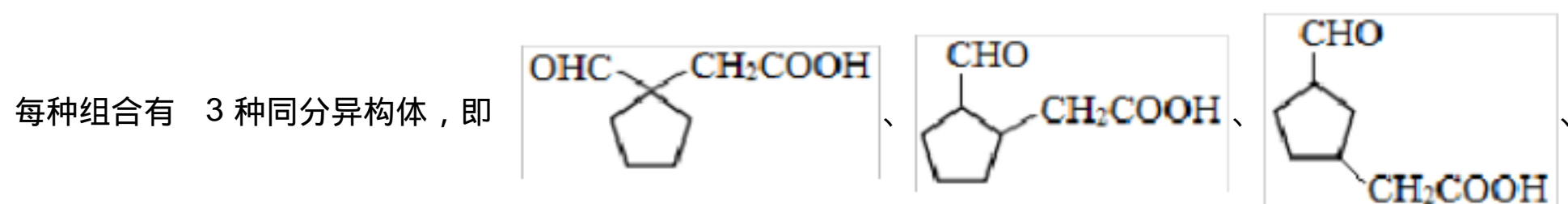
(2) J 的结构简式为
$$\text{C}_6\text{H}_{10}(\text{COOCH}_2\text{CH}_3)_2$$
。

(3) B → C 为丙烯与溴单质的加成反应； G → H 为一溴环己烷的消去反应。

(4) D + I → M 为
$$\text{CH}_2\text{CHCH}_3$$
 与
$$\text{C}_6\text{H}_{10}(\text{COOH})_2$$
 发生缩聚反应生成



(5) 由信息，饱和五元碳环上所连两个取代基可能为一 CHO 和一 CH₂COOH 或一 CH₂CHO 和一 COOH，



(6) 用逆推法，可用
$$\text{C}_6\text{H}_{10}(\text{COOCH}_3)_2$$
 合成
$$\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}(\text{COOCH}_3)_2$$
；
$$\text{C}_6\text{H}_{10}(\text{COOCH}_3)_2$$
 可通过
$$\text{C}_6\text{H}_{10}(\text{COOH})_2$$
 与

CH₃OH 发生酯化反应生成；环庚烯氧化可得
$$\text{C}_7\text{H}_{12}\text{O}_2(\text{COOH})_2$$
；环庚醇发生消去反应得环庚烯。由此，可得

合成路线。