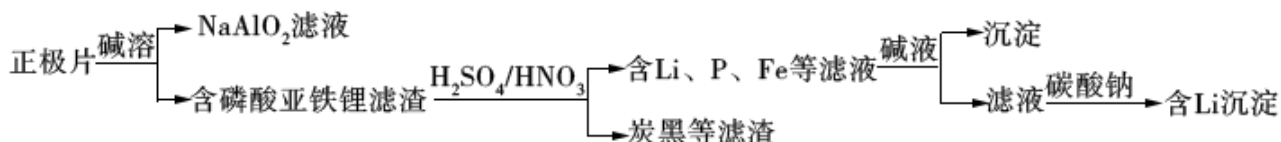


# 2018 年全国统一高考化学试卷（新课标 I）

参考答案与试题解析

## 一、选择题（共 7 小题，每小题 6 分，满分 42 分）

1. （6 分）磷酸亚铁锂（ $\text{LiFePO}_4$ ）电池是新能源汽车的动力电池之一，采用湿法冶金工艺回收废旧磷酸亚铁锂电池正极片中的金属，其流程如下：



下列叙述错误的是（ ）

- A. 合理处理废旧电池有利于保护环境和资源再利用
- B. 从“正极片”中可回收的金属元素有 Al、Fe、Li
- C. “沉淀”反应的金属离子为  $\text{Fe}^{3+}$
- D. 上述流程中可用硫酸钠代替碳酸钠

**【考点】** P8：物质分离和提纯的方法和基本操作综合应用。

**【分析】** 正极片经碱溶可得到  $\text{NaAlO}_2$ ，可说明含有 Al 元素，含有磷酸亚铁锂的滤渣加入硫酸、硝酸，可除去炭黑，得到含有 P、Fe、Li 的滤液，加入碱液，生成的沉淀为  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ，滤液加入碳酸钠，可生成碳酸锂沉淀，以此解答该题。

**【解答】** 解：A. 合理处理废旧电池，可减少污染性废水的排放，且回收含有 Al、Fe 等金属，可再利用，故 A 正确；

B. 由以上分析可知从“正极片”中可回收的金属元素有 Al、Fe、Li 等，故 B 正确；

C. 硝酸具有强氧化性，可氧化亚铁离子生成铁离子，则“沉淀”反应的金属离子为  $\text{Fe}^{3+}$ ，故 C 正确；

D. 加入硫酸钠，不能生成含 Li 沉淀，故 D 错误。

故选：D。

**【点评】** 本题为 2018 年高考全国卷，以元素化合物知识为载体考查物质的分离、提纯，有利于培养学生的分析能力和实验能力，树立积极的环境保护意识和

资源的合理运用，题目难度不大。

2. (6分) 下列说法错误的是 ( )
- A. 蔗糖、果糖和麦芽糖均为双糖
  - B. 酶是一类具有高选择催化性能的蛋白质
  - C. 植物油含不饱和脂肪酸酯，能使  $\text{Br}_2/\text{CCl}_4$  褪色
  - D. 淀粉和纤维素水解的最终产物均为葡萄糖

**【考点】** K2: 蔗糖、麦芽糖简介; K3: 淀粉的性质和用途.

**【分析】** A. 果糖为单糖;

B. 绝大多数酶是蛋白质;

C. 植物油为高级脂肪酸甘油酯，烃基含不饱和碳碳双键;

D. 多糖最终水解产物为单糖。

**【解答】** 解: A. 蔗糖和麦芽糖均为双糖，果糖为单糖，故 A 错误;

B. 绝大多数酶是蛋白质，少数具有生物催化功能的分子不是蛋白质，如复合酶，故 B 错误;

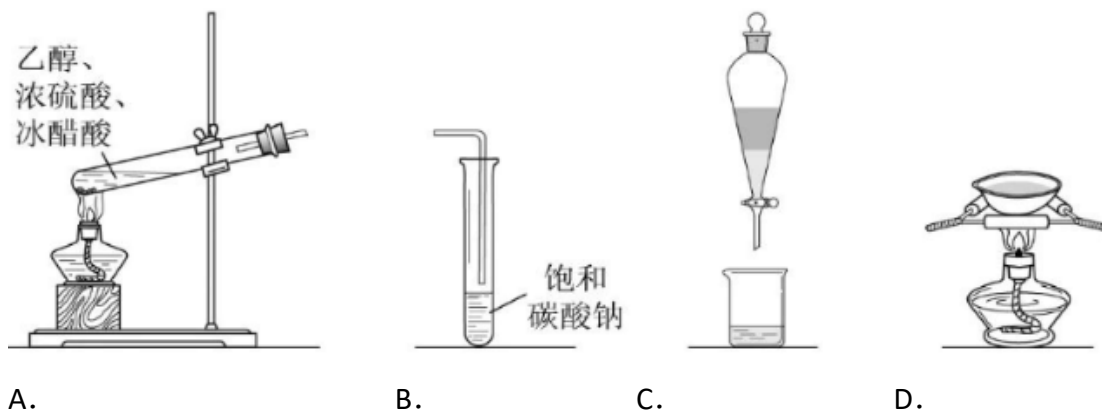
C. 植物油为液态油脂，分子的烃基中含不饱和碳碳双键，这种脂肪酸酯，能使  $\text{Br}_2/\text{CCl}_4$  褪色，发生加成反应，故 C 正确;

D. 淀粉和纤维素为多糖，一定条件下水解的最终产物均为葡萄糖，故 D 正确;

故选: AB。

**【点评】** 本题考查了物质分类、物质性质、物质结构等知识点，注意知识的积累，题目难度不大。

3. (6分) 在生成和纯化乙酸乙酯的实验过程中，下列操作未涉及的是 ( )



**【考点】** TJ: 乙酸乙酯的制取.

**【分析】** 乙酸乙酯的制备是乙醇浓硫酸和乙酸混合溶液加热生成，生成的乙酸乙酯混有乙酸、乙醇，通过饱和碳酸钠溶液吸收乙醇、中和乙酸、降低乙酸乙酯溶解度，利用分液的方法得的乙酸乙酯，蒸发皿是加热蒸发溶液得到晶体的仪器，据此分析判断。

**【解答】** 解：A. 乙酸乙酯的制备是乙醇浓硫酸和乙酸混合溶液加热生成的，选择试管中加热，故 A 不选；

B. 生成的乙酸乙酯混有乙酸、乙醇，通过饱和碳酸钠溶液吸收乙醇、中和乙酸、降低乙酸乙酯溶解度，防止倒吸导气管不能深入溶液，故 B 不选；

C. 饱和碳酸钠溶液吸收静置后，利用分液的方法分离，故 C 不选；

D. 图中是利用蒸发皿加热蒸发溶液得到溶质晶体的方法，在生成和纯化乙酸乙酯的实验过程中，操作未涉及，故 D 选；

故选：D。

**【点评】** 本题考查了乙酸乙酯的制备原理、化合物分离方法、实验基本操作等，掌握基础是解题关键，题目难度不大。

4. (6分)  $N_A$  是阿伏加德罗常数的值，下列说法正确的是 ( )

A. 16.25g  $FeCl_3$ ，水解形成的  $Fe(OH)_3$  为胶体粒子数为  $0.1N_A$

B. 22.4L (标准状况) 氩气含有的质子数为  $18N_A$

C. 92.0g 甘油 (丙三醇) 中含有羟基数为  $1.0N_A$

D. 1.0mol  $CH_4$  与  $Cl_2$  在光照下生成  $CH_3Cl$  的分子数为  $1.0N_A$

【考点】4F：阿伏加德罗常数.

【分析】A. 一个胶体粒子是一个聚合体；

B.22.4L 标准状况的氩气的物质的量为 1mol，氩气是单原子气体；

C.1mol 丙三醇含有的羟基数为 3mol；

D.  $\text{CH}_4$  与  $\text{Cl}_2$  的在光照下发生的取代反应产物是混合物，不是完全生成  $\text{CH}_3\text{Cl}$ 。

【解答】解：A. 胶体粒子是一个聚合体，16.25g $\text{FeCl}_3$  的物质的量为

$$\frac{16.25\text{g}}{162.5\text{g/mol}}=0.1\text{mol}$$

水解形成  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  胶体时，多个  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  聚合为一个胶体粒子，所以形成的胶体粒子数小于 0.1mol，即  $0.1N_A$ ，故 A 错误；

B.22.4L 标准状况的氩气的物质的量为 1mol，氩气是单原子气体，所以含有 18molAr，即含有 18mol 质子，即  $18N_A$  个质子，故 B 正确；

C.92.0g 甘油（丙三醇）的物质的量为  $\frac{92\text{g}}{92\text{g/mol}}=1\text{mol}$ ，1mol 丙三醇含有 3mol 羟基，即含有羟基数为  $3N_A$ ，故 C 错误；

D.  $\text{CH}_4$  与  $\text{Cl}_2$  的在光照下发生的取代反应产物是混合物，不是完全生成  $\text{CH}_3\text{Cl}$ ，所以生成  $\text{CH}_3\text{Cl}$  的分子数不是  $1.0N_A$ ，故 D 错误，

故选：B。

【点评】本题考查阿伏伽德罗常数的简单计算，注意胶粒是聚合体，气体摩尔体积 22.4L/mol 的使用条件，甲烷与氯气的光照取代反应实质是解题的关键，考查的知识点较多，题目较为综合，总体难度不大，是基础题。

5.（6分）环之间共用一个碳原子的化合物称为螺环化合物，螺（2，2）戊烷

（）是最简单的一种，下列关于该化合物的说法错误的是（ ）

- A. 与环戊烯互为同分异构体
- B. 二氯化物超过两种
- C. 所有碳原子均处同一平面
- D. 生成 1mol $\text{C}_5\text{H}_{12}$ ，至少需要 2mol $\text{H}_2$

【考点】HD：有机物的结构和性质.

【专题】534：有机物的化学性质及推断.

**【分析】** A. 螺（2，2）戊烷、环戊烯的分子式都为  $C_5H_8$ ，分子式相同结构不同的有机物互为同分异构体；

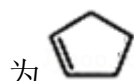



B. 螺（2，2）戊烷的二氯化物中两个氯原子可能位于 1 号碳原子上、可能位于 1 号和 2 号碳原子上、可能位于 1 号和 3 号碳原子上、可能位于 1 号和 4 号 C 原子上；

C. 该分子中中间的碳原子上具有甲烷结构特点；

D. 每个  $C_5H_{12}$  比螺（2，2）戊烷多 4 个氢原子，相当于 2 个  $H_2$ 。

**【解答】** 解：A. 螺（2，2）戊烷、环戊烯的分子式都为  $C_5H_8$ ，环戊烯结构简式



为 ，螺（2，2）戊烷、环戊烯分子式相同结构不同，所以二者互为同分异构体，故 A 正确；



B. 螺（2，2）戊烷的二氯化物中两个氯原子可能位于 1 号碳原子上、可能位于 1 号和 2 号碳原子上、可能位于 1 号和 3 号碳原子上、可能位于 1 号和 4 号 C 原子上，所以其二氯化物超过 2 种，故 B 正确；

C. 该分子中中间的碳原子上具有甲烷结构特点，甲烷为正四面体结构，所以该分子中所有 C 原子不可能共平面，故 C 错误；

D. 每个  $C_5H_{12}$  比螺（2，2）戊烷多 4 个氢原子，相当于 2 个  $H_2$ ，所以生成  $1\text{mol}C_5H_{12}$ ，至少需要  $2\text{mol}H_2$ ，故 D 正确；

故选：C。

**【点评】** 本题考查有机物结构和性质，涉及基本概念、分子空间结构等知识点，侧重考查学生对基本概念、基本知识的理解和掌握，熟练掌握基本概念及甲烷、乙烯、苯的空间结构，题目难度不大。

6. （6 分）主族元素 W、X、Y、Z 的原子序数依次增加，且均不大于 20。W、X、Z 最外层电子数之和为 10；W 与 Y 同族；W 与 Z 形成的化合物可与浓硫酸反应，其生成物可腐蚀玻璃。下列说法正确的是（ ）

A. 常温常压下 X 的单质为气态

- B. Z 的氢化物为离子化合物
- C. Y 和 Z 形成的化合物的水溶液呈碱性
- D. W 与 Y 具有相同的最高化合价

**【考点】**8F: 原子结构与元素周期律的关系.

**【分析】**W 与 Z 形成的化合物可与浓硫酸反应, 其生成物可腐蚀玻璃, 能腐蚀玻璃的是 HF, W 原子序数小于 Z, 则 W 为 F 元素, W 与 Y 同族且原子序数都不大于 20, 则 Y 为 Cl 元素, W、X、Z 最外层电子数之和为 10, 主族元素 W、X、Y、Z 的原子序数依次增加, 且均不大于 20, 则 X 为 Na 元素、Z 为 Ca 元素, 或者 X 为 Mg 元素、Z 为 K 元素;

- A. 常温下 X 单质为 Na 或 Mg 单质;
- B. Z 的氢化物是 KH 或  $\text{CaH}_2$ ;
- C. Y、Z 形成的化合物是 KCl 或  $\text{CaCl}_2$ , 为强酸强碱盐;
- D. W、Y 的最高价分别是 0、+7 价。

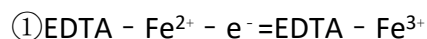
**【解答】**解: W 与 Z 形成的化合物可与浓硫酸反应, 其生成物可腐蚀玻璃, 能腐蚀玻璃的是 HF, W 原子序数小于 Z, 则 W 为 F 元素, W 与 Y 同族且原子序数都不大于 20, 则 Y 为 Cl 元素, W、X、Z 最外层电子数之和为 10, 主族元素 W、X、Y、Z 的原子序数依次增加, 且均不大于 20, 则 X 为 Na 元素、Z 为 Ca 元素, 或者 X 为 Mg 元素、Z 为 K 元素;

- A. 常温下 Na 或 Mg 单质都是固态, 故 A 错误;
- B. Z 的氢化物是 KH 或  $\text{CaH}_2$ , 二者都是离子化合物, 故 B 正确;
- C. Y、Z 形成的化合物是 KCl 或  $\text{CaCl}_2$ , 为强酸强碱盐, 其水溶液呈中性, 故 C 错误;
- D. W、Y 的最高价分别是 0、+7 价, F 元素非金属性最强, 没有正化合价, 故 D 错误;

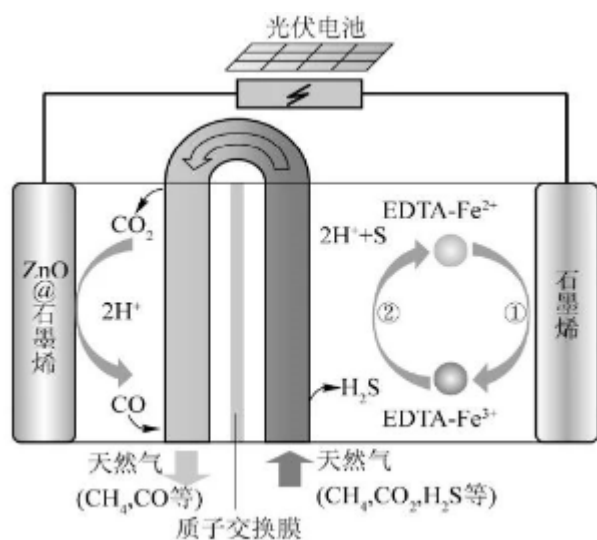
故选: B。

**【点评】**本题考查原子结构和元素周期律, 侧重考查学生分析判断能力, 正确判断 W、Z 元素是解本题关键, 明确元素周期表结构、物质结构、元素周期律即可解答, 注意规律中的特殊现象, 如 F 元素没有正化合价等。

7. (6分) 最近我国科学家设计了一种  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{S}$  协同转化装置, 实现对天然气中  $\text{CO}_2$  和  $\text{H}_2\text{S}$  的高效去除。示意图如右所示, 其中电极分别为  $\text{ZnO}@\text{石墨烯}$  (石墨烯包裹的  $\text{ZnO}$ ) 和石墨烯, 石墨烯电极区发生反应为:



②  $2\text{EDTA} - \text{Fe}^{3+} + \text{H}_2\text{S} = 2\text{H}^+ + \text{S} + 2\text{EDTA} - \text{Fe}^{2+}$  该装置工作时, 下列叙述错误的是 ( )



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

B. 协同转化总反应:  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{S} = \text{CO} + \text{H}_2\text{O} + \text{S}$

C. 石墨烯上的电势比  $\text{ZnO}@\text{石墨烯}$  上的低

D. 若采用  $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$  取代  $\text{EDTA} - \text{Fe}^{3+}/\text{EDTA} - \text{Fe}^{2+}$ , 溶液需为酸性

**【考点】** BH: 原电池和电解池的工作原理。

**【分析】** A. 根据图知,  $\text{ZnO}@\text{石墨烯}$  电极上反应物是  $\text{CO}_2$ 、 $\text{H}^+$ , 生成物是  $\text{CO}$ 、 $\text{H}_2\text{O}$ , 该电极上得电子发生还原反应;

B. 根据图中进入物质、出来物质知, 协同转化过程中反应物是  $\text{H}_2\text{S}$ 、 $\text{CO}_2$ , 生成物是  $\text{S}$ 、 $\text{CO}$ 、 $\text{H}_2\text{O}$ ;

C. 工作时石墨烯电极失电子作阳极,  $\text{ZnO}@\text{石墨烯}$  电极为阴极, 外电路中电流从高电势流向低电势;

D.  $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Fe}^{2+}$  在中性或碱性条件下产生沉淀。

**【解答】** 解: A. 根据图知,  $\text{ZnO}@\text{石墨烯}$  电极上反应物是  $\text{CO}_2$ 、 $\text{H}^+$ , 生成物是  $\text{CO}$ 、 $\text{H}_2\text{O}$ , 该电极上得电子发生还原反应, 电极反应式为  $\text{CO}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$ , 故 A 正确;

- B. 根据图中进入物质、出来物质知，协同转化过程中反应物是  $\text{H}_2\text{S}$ 、 $\text{CO}_2$ ，生成物是  $\text{S}$ 、 $\text{CO}$ 、 $\text{H}_2\text{O}$ ，电池反应式为  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{S} = \text{CO} + \text{H}_2\text{O} + \text{S}$ ，故 B 正确；
- C. 外电路中电流从高电势流向低电势，工作石墨烯电极失电子作阳极， $\text{ZnO}@\text{石墨烯}$  电极为阴极，则石墨烯电势高于  $\text{ZnO}@\text{石墨烯}$ ，故 C 错误；
- D.  $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Fe}^{2+}$  在中性或碱性条件下产生沉淀，所以溶液应该为酸性，故 D 正确；
- 故选：C。

**【点评】** 本题考查电解原理，涉及电极反应式的书写、元素化合物性质等知识点，侧重考查学生分析、判断及知识综合运用能力，C 选项联合物理知识考查电化学原理，是该题一个亮点，题目难度中等。

## 二、解答题（共 3 小题，满分 43 分）

8. （14 分）醋酸亚铬 [ $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Cr} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ] 为砖红色晶体，难溶于冷水，易溶于酸，在气体分析中用作氧气吸收剂。一般制备方法是先在封闭体系中利用金属锌作还原剂，将三价铬还原为二价铬；二价铬再与醋酸钠溶液作用即可制得醋酸亚铬。实验装置如图所示。回答下列问题：

（1）实验中所用蒸馏水均需经煮沸后迅速冷却，目的是 去除水中的溶解氧；仪器 a 的名称是 分液（滴液）漏斗。

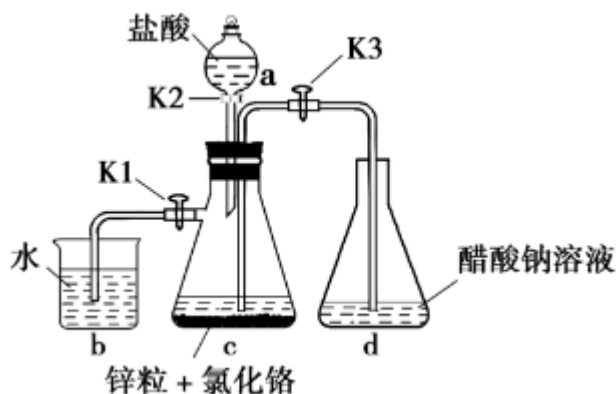
（2）将过量锌粒和氯化铬固体置于 c 中，加入少量蒸馏水，按图连接好装置。打开  $K_1$ 、 $K_2$ ，关闭  $K_3$ 。

① c 中溶液由绿色逐渐变为亮蓝色，该反应的离子方程式为  $\text{Zn} + 2\text{Cr}^{3+} = \text{Zn}^{2+} + 2\text{Cr}^{2+}$

② 同时 c 中有气体产生，该气体的作用是 排除 c 中空气

（3）打开  $K_3$ ，关闭  $K_1$  和  $K_2$ 。c 中亮蓝色溶液流入 d，其原因是 c 中产生的氢气使压强大于大气压；d 中析出砖红色沉淀。为使沉淀充分析出并分离，需采用的操作是 冷却、过滤 洗涤，干燥。

（4）指出装置 d 可能存在的缺点 敞开体系，可能使醋酸亚铬与空气接触



**【考点】** U3: 制备实验方案的设计.

**【分析】** 醋酸亚铬在气体分析中用作氧气吸收剂, 说明亚铬离子具有强还原性, 易与氧气反应, 则制备实验中应避免接触氧气, 实验时, 将过量锌粒和氯化铬固体置于 c 中, 加入少量蒸馏水, 按图连接好装置, 打开  $K_1$ 、 $K_2$ , 关闭  $K_3$ , 盐酸与锌反应可生成氢气, 可将装置内的空气排出, 避免亚铬离子被氧化, 且发生  $Zn+2Cr^{3+}=Zn^{2+}+2Cr^{2+}$ , 可观察到 c 中溶液由绿色逐渐变为亮蓝色, 打开  $K_3$ , 关闭  $K_1$  和  $K_2$ , c 中压强增大, 可将亮蓝色溶液流入 d, 可生成醋酸亚铬砖红色沉淀, 以此解答该题。

**【解答】** 解: (1) 为避免亚铬离子被氧化, 应除去水中的溶解氧, 则实验中所用蒸馏水均需经煮沸后迅速冷却, 由装置图可知 a 为分液漏斗或滴液漏斗, 故答案为: 去除水中的溶解氧; 分液(滴液)漏斗;

(2) ①c 中溶液由绿色逐渐变为亮蓝色, 说明生成亚铬离子, 反应的离子方程式为  $Zn+2Cr^{3+}=Zn^{2+}+2Cr^{2+}$ ,

故答案为:  $Zn+2Cr^{3+}=Zn^{2+}+2Cr^{2+}$ ;

②盐酸与锌反应可生成氢气, 可将装置内的空气排出, 避免亚铬离子被氧化, 故答案为: 排除 c 中空气;

(3) 打开  $K_3$ , 关闭  $K_1$  和  $K_2$ , c 中压强增大, 可将亮蓝色溶液流入 d, 为使沉淀充分析出并分离, 需采用的操作是冷却、过滤、洗涤, 干燥等,

故答案为: c 中产生的氢气使压强大于大气压; 冷却; 过滤;

(4) d 为敞开体系, 可能使醋酸亚铬与空气接触而被氧化, 应在密闭容器中制备,

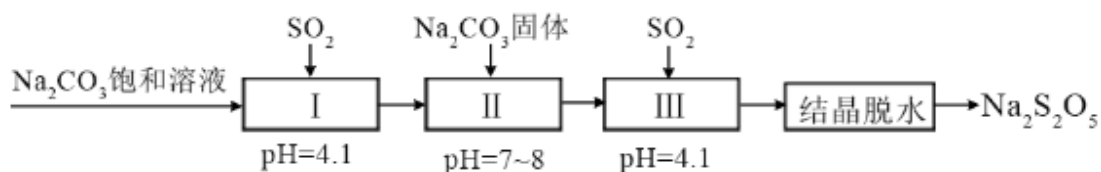
故答案为: 敞开体系, 可能使醋酸亚铬与空气接触。

**【点评】** 本题考查物质的制备，为高考常见题型和高频考点，侧重考查学生的分析能力、自学能力和实验能力，注意把握物质的性质以及题给信息，把握实验的操作方法，难度不大。

9. (14分) 焦亚硫酸钠 ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ ) 在医药、橡胶、印染、食品等方面应用广泛。回答下列问题：

(1) 生产  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ ，通常是由  $\text{NaHSO}_3$  过饱和溶液经结晶脱水制得。写出该过程的化学方程式  $2\text{NaHSO}_3 = \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O}$

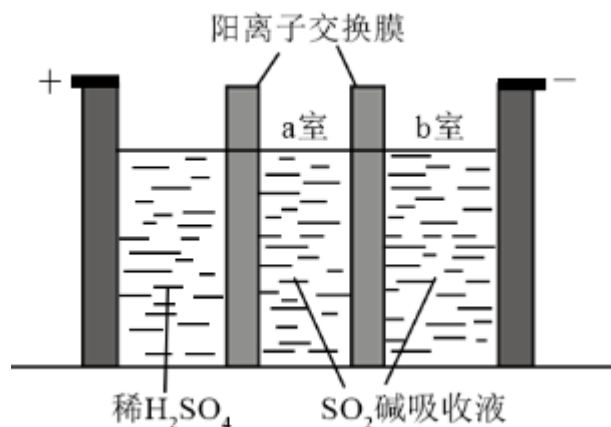
(2) 利用烟道气中的  $\text{SO}_2$  生产  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ ，的工艺为：



① pH=4.1 时，I 中为  $\text{NaHSO}_3$  溶液（写化学式）。

② 工艺中加入  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  固体，并再次充入  $\text{SO}_2$  的目的是 增大  $\text{NaHSO}_3$  浓度，形成过饱和溶液。

(3) 制备  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$  也可采用三室膜电解技术，装置如图所示，其中  $\text{SO}_2$  碱吸收液中含有  $\text{NaHSO}_3$  和  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ 。阳极的电极反应式为  $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- = \text{O}_2\uparrow + 4\text{H}^+$ 。电解后，a 室的  $\text{NaHSO}_3$  浓度增加。将该室溶液进行结晶脱水，可得到  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$



(4)  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$  可用作食品的抗氧化剂。在测定某葡萄酒中  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$  残留量时，取 50.00mL 葡萄酒样品，用  $0.01000\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的碘标准液滴定至终点，消耗 10.00mL。滴定反应的离子方程式为  $\text{S}_2\text{O}_5^{2-} + 2\text{I}_2 + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{SO}_4^{2-} + 4\text{I}^- + 6\text{H}^+$  该样

品中  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$  的残留量为 0.128  $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  (以  $\text{SO}_2$  计)

**【考点】** 54: 物质的量的相关计算; DI: 电解原理.

**【分析】** (1) 由  $\text{NaHSO}_3$  过饱和溶液经结晶脱水制得  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ , 据此写出反应方程式;

- (2) ①向 I 中通入  $\text{SO}_2$  使溶液 pH 变为 4.1, 说明溶液显酸性, 据此分析;  
②工艺中加入  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  固体, 并再次充入  $\text{SO}_2$ , 考虑到后续操作步骤是结晶脱水制取  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ , 发生这一步需要过饱和的  $\text{NaHSO}_3$  溶液;  
(3) 电解池阳极为稀硫酸溶液, 电解质溶液显酸性, 电解池阳极发生氧化反应, 溶液中分隔各个室的膜为阳离子交换膜, 阳离子向阴极移动, 据此分析;  
(4)  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$  可用作食品的抗氧化剂, 说明  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$  具有一定的还原性, 能被碘标准液滴定, 说明发生氧化还原反应产生  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{I}_2$  被还原为  $\text{I}^-$ , 根据方程式计算。

**【解答】** 解: (1) 由  $\text{NaHSO}_3$  过饱和溶液经结晶脱水制得  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ , 所以发生反应的化学方程式为  $2\text{NaHSO}_3 \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O}$ ,

故答案为:  $2\text{NaHSO}_3 \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O}$ ;

(2) ①向 I 中通入  $\text{SO}_2$  使溶液 pH 变为 4.1, 说明溶液显酸性,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  显碱性,  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  显碱性,  $\text{NaHCO}_3$  显碱性, 而  $\text{NaHSO}_3$  显酸性, 说明反应产生了  $\text{NaHSO}_3$ , I 中的溶液应为  $\text{NaHSO}_3$  溶液,

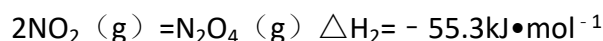
故答案为:  $\text{NaHSO}_3$ ;

②工艺中加入  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  固体, 并再次充入  $\text{SO}_2$ , 考虑到后续操作步骤是结晶脱水制取  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ , 发生这一步需要过饱和的  $\text{NaHSO}_3$  溶液, 由此判断, 再通入  $\text{SO}_2$  的目的应为: 增大  $\text{NaHSO}_3$  浓度, 形成过饱和溶液,

故答案为: 增大  $\text{NaHSO}_3$  浓度, 形成过饱和溶液;

(3) 电解池阳极为稀硫酸溶液, 电解质溶液显酸性, 电解池阳极发生氧化反应, 所以应为  $\text{H}_2\text{O}$  放电, 产生  $\text{O}_2$  和  $\text{H}^+$ , 则电极反应为:  $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- \rightleftharpoons \text{O}_2 \uparrow + 4\text{H}^+$ , 溶液中分隔各个室的膜为阳离子交换膜, 阳离子向阴极移动,  $\text{H}^+$  向右移动, 在 b 室则发生反应:  $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2 \uparrow$ , 所以 b 室较 a 室  $\text{H}^+$  浓度有所降低, 因此电解后, a 室的  $\text{NaHSO}_3$  浓度增加,





则反应  $\text{N}_2\text{O}_5(\text{g}) = 2\text{NO}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g})$  的  $\Delta H = \underline{+33.3} \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

②研究表明,  $\text{N}_2\text{O}_5(\text{g})$  分解的反应速率  $v = 2 \times 10^{-3} \times P_{\text{N}_2\text{O}_5} \text{ kPa} \cdot \text{min}^{-1}$ ,  $t = 62 \text{ min}$  时, 测得体系中  $P_{\text{O}_2} = 2.9 \text{ kPa}$ , 则此时的  $P_{\text{N}_2\text{O}_5} = \underline{30.0} \text{ kPa}$ ,  $v = \underline{6.0 \times 10^{-2}} \text{ kPa} \cdot \text{min}^{-1}$ 。

③若提高反应温度至  $35^\circ\text{C}$ , 则  $\text{N}_2\text{O}_5(\text{g})$  完全分解后体系压强  $P_\infty(35^\circ\text{C})$  大于  $63.1 \text{ kPa}$  (填“大于”“等于”或“小于”), 原因是 温度升高, 容器容积不变, 总压强提高, 且二氧化氮二聚为放热反应, 温度提高, 平衡左移, 体系物质的量增加, 总压强提高

④  $25^\circ\text{C}$  时  $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$  反应的平衡常数  $K_p = \underline{13.4} \text{ kPa}$  ( $K_p$  为以分压表示的平衡常数, 计算结果保留 1 位小数)。

(3) 对于反应  $2\text{N}_2\text{O}_5(\text{g}) \rightarrow 4\text{NO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ , R. A. Ogg 提出如下反应历程:

第一步:  $\text{N}_2\text{O}_5 \rightleftharpoons \text{NO}_2 + \text{NO}_3$       快速平衡

第二步  $\text{NO}_2 + \text{NO}_3 \rightarrow \text{NO} + \text{NO}_2 + \text{O}_2$       慢反应

第三步  $\text{NO} + \text{NO}_3 \rightarrow 2\text{NO}_2$       快反应

其中可近似认为第二步反应不影响第一步的平衡。下列表述正确的是 AC (填标号)

- A.  $v$  (第一步的逆反应)  $> v$  (第二步反应)
- B. 反应的中间产物只有  $\text{NO}_3$
- C. 第二步中  $\text{NO}_2$  与  $\text{NO}_3$  的碰撞仅部分有效
- D. 第三步反应活化能较高

**【考点】** BE: 热化学方程式; CP: 化学平衡的计算.

**【分析】** (1) 干燥的氯气通过干燥的硝酸银, 得到  $\text{N}_2\text{O}_5$ , 氯气是氧化剂, 还原产物应为  $\text{AgCl}$ , 硝酸银是还原剂, 根据还原剂失去电子转化为氧化产物判断:

(2) ①已知: i、 $2\text{N}_2\text{O}_5(\text{g}) = 2\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \quad \Delta H_1 = -4.4 \text{ kJ/mol}$

ii、 $2\text{NO}_2(\text{g}) = \text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \quad \Delta H_2 = -55.3 \text{ kJ/mol}$

根据盖斯定律可知  $i \div 2 - ii$  即得到  $N_2O_5(g) = 2NO_2(g) + 1/2O_2(g)$ ，据此计算  $\Delta H$  的值；

②根据阿伏加德罗定律可知，在恒温恒容条件下，气体的压强与物质的量成正比；

③根据温度对压强和平衡状态的影响分析；

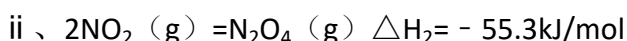
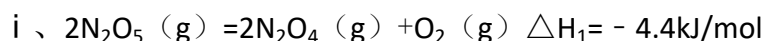
④根据五氧化二氮完全分解时的压强计算出二氧化氮、氧气的压强，然后再根据二氧化氮转化的方程式计算平衡时二氧化氮、四氧化二氮的压强；

(3) 化学反应的速率由慢反应过程决定，并根据三步反应的特点分析判断。

**【解答】**解：(1) 氯气在反应中得到电子作氧化剂，硝酸银中只有氧元素化合价会升高，所以氧化产物是氧气，分子式为  $O_2$ ，

故答案为： $O_2$ ；

(2) ①已知：



根据盖斯定律可知  $i \div 2 - ii$  即得到  $N_2O_5(g) = 2NO_2(g) + 1/2O_2(g) \quad \Delta H = +53.1 \text{ kJ/mol}$ ，

故答案为： $+53.1$ ；

②根据方程式可知氧气与消耗五氧化二氮的物质的量之比是  $1:2$ ，又因为压强之比是物质的量之比，所以消耗五氧化二氮减少的压强是  $2.9 \text{ kPa} \times 2 = 5.8 \text{ kPa}$ ，则此时五氧化二氮的压强是  $35.8 \text{ kPa} - 5.8 \text{ kPa} = 30.0 \text{ kPa}$ ，因此此时反应速率  $v = 2.0 \times 10^{-3} \times 30 = 6.0 \times 10^{-2} \text{ (kPa} \cdot \text{min}^{-1})$ ，

故答案为： $30.0$ ； $6.0 \times 10^{-2}$ ；

③由于温度升高，容器容积不变，总压强提高，且二氧化氮二聚为放热反应，温度提高，平衡左移，体系物质的量增加，总压强提高，所以若提高反应温度至  $35^\circ\text{C}$ ，则  $N_2O_5(g)$  完全分解后体系压强  $p_\infty(35^\circ\text{C})$  大于  $63.1 \text{ kPa}$ ，

故答案为：温度升高，容器容积不变，总压强提高，且二氧化氮二聚为放热反应，温度提高，平衡左移，体系物质的量增加，总压强提高；大于；

④根据表中数据可知五氧化二氮完全分解时的压强是  $63.1 \text{ kPa}$ ，根据方程式可知完全分解时最初生成的二氧化氮的压强是  $35.8 \text{ kPa} \times 2 = 71.6 \text{ kPa}$ ，氧气是  $35.8 \text{ kPa} \div 2 = 17.9 \text{ kPa}$ ，总压强应该是  $71.6 \text{ kPa} + 17.9 \text{ kPa} = 89.5 \text{ kPa}$ ，平衡后压强

减少了  $89.5 \text{ kPa} - 63.1 \text{ kPa} = 26.4 \text{ kPa}$ ，所以根据方程式  $2\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$  可知平衡时四氧化二氮对应的压强是  $26.4 \text{ kPa}$ ，二氧化氮对应的压强是  $71.6$

$\text{kPa} - 26.4 \text{ kPa} \times 2 = 18.8 \text{ kPa}$ ，则反应的平衡常数  $K = \frac{18.8^2}{26.4} \text{ kPa} \approx 13.4 \text{ kPa}$ ，

故答案为：13.4；

(3) A. 第一步反应快，所以第一步的逆反应速率大于第二步的逆反应速率，故 A 正确；

B. 根据第二步和第三步可知中间产物还有 NO，故 B 错误；

C. 根据第二步反应生成物中有  $\text{NO}_2$  可知  $\text{NO}_2$  与  $\text{NO}_3$  的碰撞仅部分有效，故 C 正确；

D. 第三步反应快，所以第三步反应的活化能较低，故 D 错误；

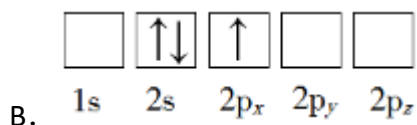
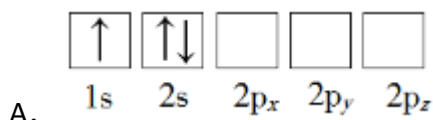
故选：AC。

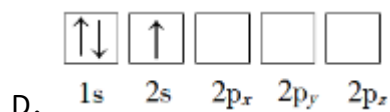
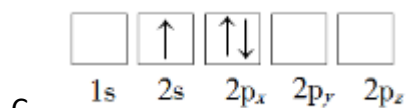
**【点评】** 本题主要是考查化学反应原理，侧重于化学反应速率与化学平衡的有关分析与计算，题目难度较大。试题设计新颖，陌生感强，计算量较大，对学生的要求较高。压强和平衡常数的计算是解答的难点，注意从阿伏加德罗定律的角度去理解压强与气体物质的量之间的关系，注意结合反应的方程式和表中数据的灵活应用。

### [化学一选修 3：物质结构与性质]

11. (15 分) Li 是最轻的固体金属，采用 Li 作为负极材料的电池具有小而轻、能量密度大等优良性能，得到广泛应用。回答下列问题：

(1) 下列 Li 原子电子排布图表示的状态中，能量最低和最高的分别为 D、C (填标号)



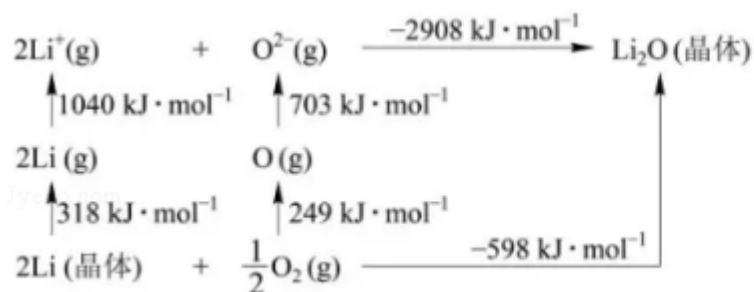


(2)  $\text{Li}^+$ 与 $\text{H}^-$ 具有相同的电子构型， $r(\text{Li}^+)$ 小于 $r(\text{H}^-)$ ，原因是  $\text{Li}^+$ 核电荷数较大。

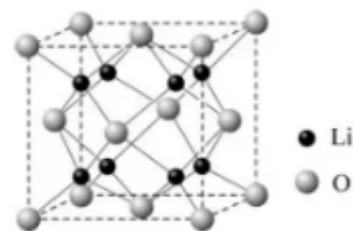
(3)  $\text{LiAlH}_4$ 是有机合成中常用的还原剂， $\text{LiAlH}_4$ 中的阴离子空间构型是 正四面体 中心原子的杂化形式为  $\text{sp}^3$ 。 $\text{LiAlH}_4$ 中，存在 AB (填标号)。

A. 离子键 B.  $\sigma$ 键 C.  $\pi$ 键 D. 氢键

(4)  $\text{Li}_2\text{O}$ 是离子晶体，其晶格能可通过图(a)的Born-Haber循环计算得到。



图(a)



图(b)

可知，Li原子的第一电离能为 520  $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ， $\text{O}=\text{O}$ 键键能为 498  $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ， $\text{Li}_2\text{O}$ 晶格能为 2908  $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。

(5)  $\text{Li}_2\text{O}$ 具有反萤石结构，晶胞如图(b)所示。已知晶胞参数为0.4665nm，

阿伏加德罗常数的值为 $N_A$ ，则 $\text{Li}_2\text{O}$ 的密度为  $\frac{\frac{30}{N_A} \times 4}{(0.4665 \times 10^{-7})^3} \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$

(列出计算式)。

**【考点】** 8B: 元素电离能、电负性的含义及应用; 98: 判断简单分子或离子的构型; 9I: 晶胞的计算.

**【专题】** 51D: 化学键与晶体结构.

**【分析】** (1) 原子核外电子排布中，如果电子所占的轨道能级越高，该原子能量越高;

(2) 电子层结构相同的离子，离子核电荷数越大，其吸引电子能力越大;

(3)  $\text{LiAlH}_4$  中的阴离子中 Al 原子价层电子对个数  $=4 + \frac{3+1-4 \times 1}{2} = 4$  且不含孤电子

对, 根据价层电子对互斥理论判断其空间构型及中心原子杂化方式;  $\text{LiAlH}_4$  中, 阴阳离子之间存在离子键、Al 和 H 原子之间存在极性共价单键、配位键;

(4) Li 原子的第一电离能为 Li 原子失去 1 个电子所需要的能量;  $\text{O}=\text{O}$  键键能为氧气分子变为氧原子所需能量; 晶格能是气态离子形成 1mol 离子晶体释放的能量;

(5) 晶胞中  $\text{Li}^+$  个数是 8、 $\text{O}^{2-}$  个数  $=8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$ , 晶胞体积  $= (0.4665 \times 10^{-7} \text{ cm})^3$ , 晶胞密度  $= \frac{m}{V}$ 。

**【解答】**解: (1) 原子核外电子排布中, 如果电子所占的轨道能级越高, 该原子能量越高, 根据图知, 电子排布能量最低的是 1s、2s 能级, 能量最高的是 2s、2p 能级,

故答案为: D、C;

(2)  $\text{Li}^+$  与  $\text{H}^-$  具有相同的电子构型, 离子核电荷数:  $\text{Li}^+ > \text{H}^-$ , 其吸引电子能力:  $\text{Li}^+ > \text{H}^-$ , 导致其半径越小,

故答案为:  $\text{Li}^+$  核电荷数较大;

(3)  $\text{LiAlH}_4$  中的阴离子中 Al 原子价层电子对个数  $=4 + \frac{3+1-4 \times 1}{2} = 4$  且不含孤电子

对, 根据价层电子对互斥理论判断其空间构型及中心原子杂化方式分别为正四面体形、 $\text{sp}^3$  杂化;  $\text{LiAlH}_4$  中, 阴阳离子之间存在离子键、Al 和 H 原子之间存在极性共价单键、配位键, 所以含有的化学键为离子键、 $\sigma$  键、配位键,

故答案为: 正四面体;  $\text{sp}^3$ ; AB;

(4) Li 原子的第一电离能为 Li 原子失去 1 个电子所需要的能量, 所以其第一电离能为  $\frac{1040}{2} \text{ kJ/mol} = 520 \text{ kJ/mol}$ ;  $\text{O}=\text{O}$  键键能为氧气分子变为氧原子所需能量, 其键能  $= 2 \times 249 \text{ kJ/mol} = 498 \text{ kJ/mol}$ ; 晶格能是气态离子形成 1mol 离子晶体释放的能量, 所以其晶格能为 2908 kJ/mol,

故答案为: 520; 498; 2908;

(5) 晶胞中  $\text{Li}^+$  个数是 8、 $\text{O}^{2-}$  个数  $=8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$ , 晶胞体积  $= (0.4665 \times 10^{-7}$

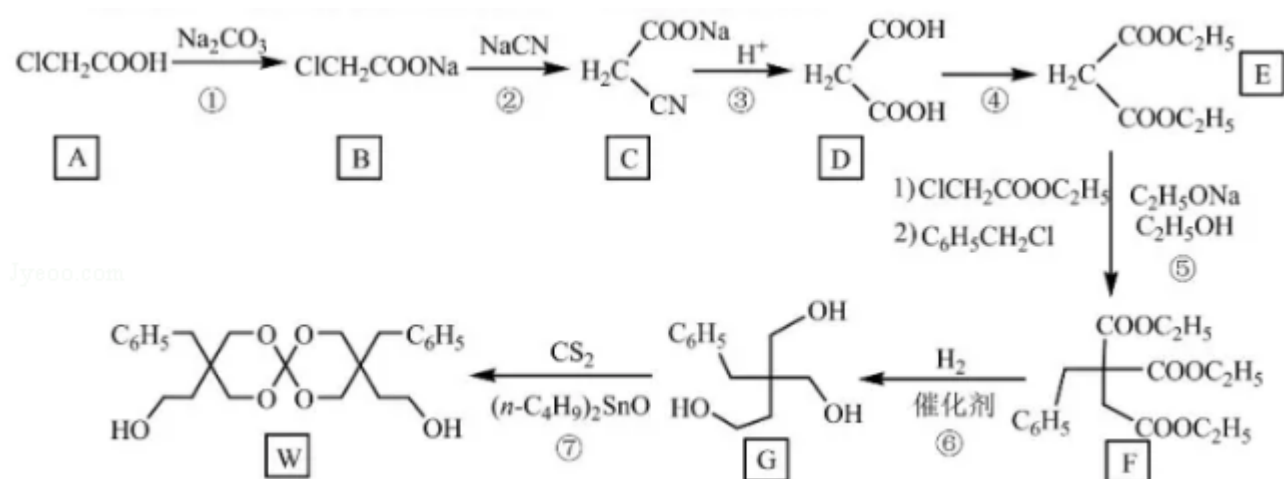
$$\text{cm})^3, \text{晶胞密度} = \frac{m}{V} = \frac{\frac{30}{N_A} \times 4}{(0.4665 \times 10^{-7})^3} \text{g/cm}^3,$$

故答案为:  $\frac{\frac{30}{N_A} \times 4}{(0.4665 \times 10^{-7})^3}$ 。

**【点评】** 本题考查物质结构和性质, 涉及晶胞计算、微粒空间构型判断、原子杂化方式判断等知识点, 侧重考查基本知识及基本原理, 侧重考查学生公式运用、空间想像及数学运算能力, 难点是晶胞计算方法, 题目难度中等。

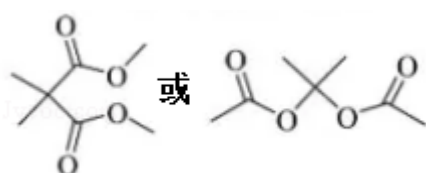
[化学一选修 5: 有机化学基础] (15 分)

12. 化合物 W 可用作高分子膨胀剂, 一种合成路线如下:



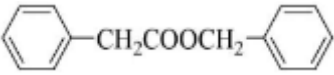
回答下列问题

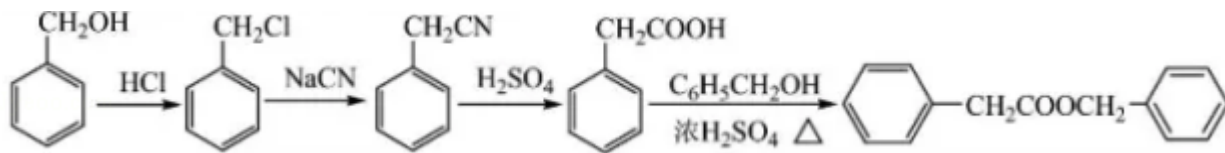
- (1) A 的化学名称为 一氯乙酸。
- (2) ② 的反应类型是 取代反应。
- (3) 反应④ 所需试剂, 条件分别为 乙醇、浓硫酸和加热。
- (4) G 的分子式为 C<sub>12</sub>H<sub>18</sub>O<sub>3</sub>。
- (5) W 中含氧官能团的名称是 醚键、羟基。
- (6) 写出与 E 互为同分异构体的酯类化合物的结构简式



(核磁共振氢谱为两组峰, 峰面积比为 1:

1)

(7) 苯乙酸苄酯 () 是花香型香料, 设计由苯甲醇为起始原料制备苯乙酸苄酯的合成路线\_\_

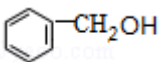
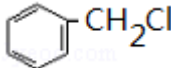
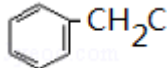


\_\_ (无机试剂任选)。

**【考点】**HC: 有机物的合成.

**【专题】**534: 有机物的化学性质及推断.

**【分析】**羧基和碳酸钠反应生成羧酸钠, B 发生取代反应生成 C, C 酸化得到 D, 根据 DE 结构简式知, D 和  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$  发生酯化反应生成 E, E 发生取代反应生成 F, G 发生取代反应生成 W;

(7)  和 HCl 发生取代反应生成 ,  和 NaCN

反应生成 ,  酸化得到 ,  和苯甲醇发生酯化反应生成 。

**【解答】**解: 羧基和碳酸钠反应生成羧酸钠, B 发生取代反应生成 C, C 酸化得到 D, 根据 DE 结构简式知, D 和  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$  发生酯化反应生成 E, E 发生取代反应生成 F, G 发生取代反应生成 W;

(1) A 的化学名称为一氯乙酸,

故答案为: 一氯乙酸;

(2) B 中的 Cl 原子被 -CN 取代, 所以②的反应类型是取代反应,

故答案为: 取代反应;

(3) 反应④为羧酸和乙醇的酯化反应, 该反应所需试剂、条件分别为乙醇、浓

硫酸和加热，

故答案为：乙醇、浓硫酸和加热；

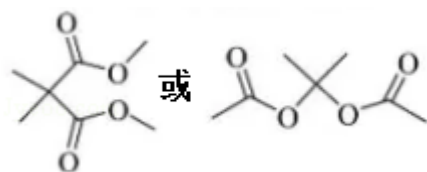
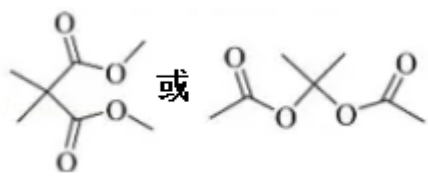
(4) G 的分子式为  $C_{12}H_{18}O_3$ ，

故答案为：  $C_{12}H_{18}O_3$ ；

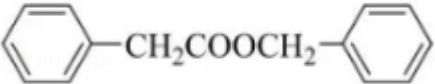
(5) W 中含氧官能团的名称是醚键、羟基，

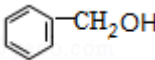
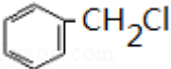
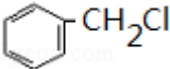
故答案为：醚键、羟基；

(6) E 为  $CH_3CH_2OOCCH_2COOCH_2CH_3$ ，与 E 互为同分异构体的酯类化合物说明含有酯基，核磁共振氢谱为两组峰，峰面积比为 1:1，说明该分子结构对称，其结构简式为

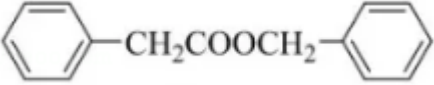


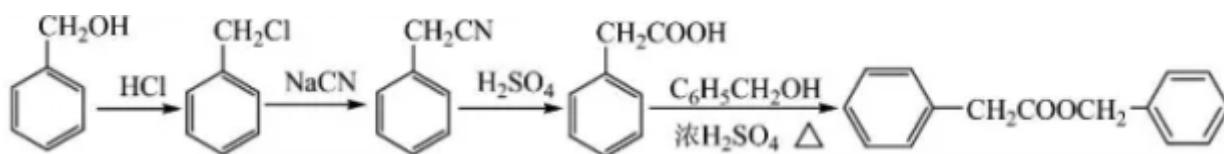
故答案为：

(7) 苯乙酸苄酯 (  ) 是花香型香料，设计由苯甲醇为起始原料制备苯乙酸苄酯的合成路线 (无机试剂任选)。(7)

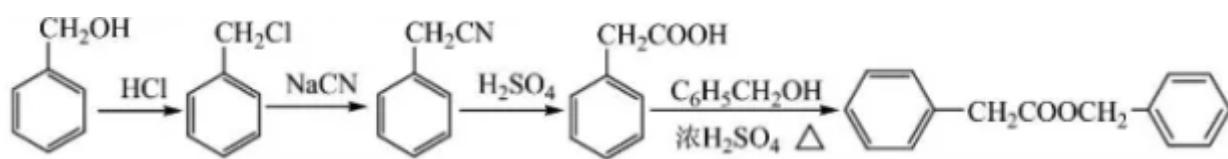
 和 HCl 发生取代反应生成  ，  和 NaCN 反

应生成  ，  酸化得到  ，  和苯

甲醇发生酯化反应生成  ，其合成路线为



故 答 案 为 :



。

**【点评】** 本题考查有机物推断和合成，侧重考查学生分析推断及知识综合运用能力，根据反应前后物质结构变化确定反应类型，熟练掌握常见官能团及其物质之间的转化关系，题目难度不大。