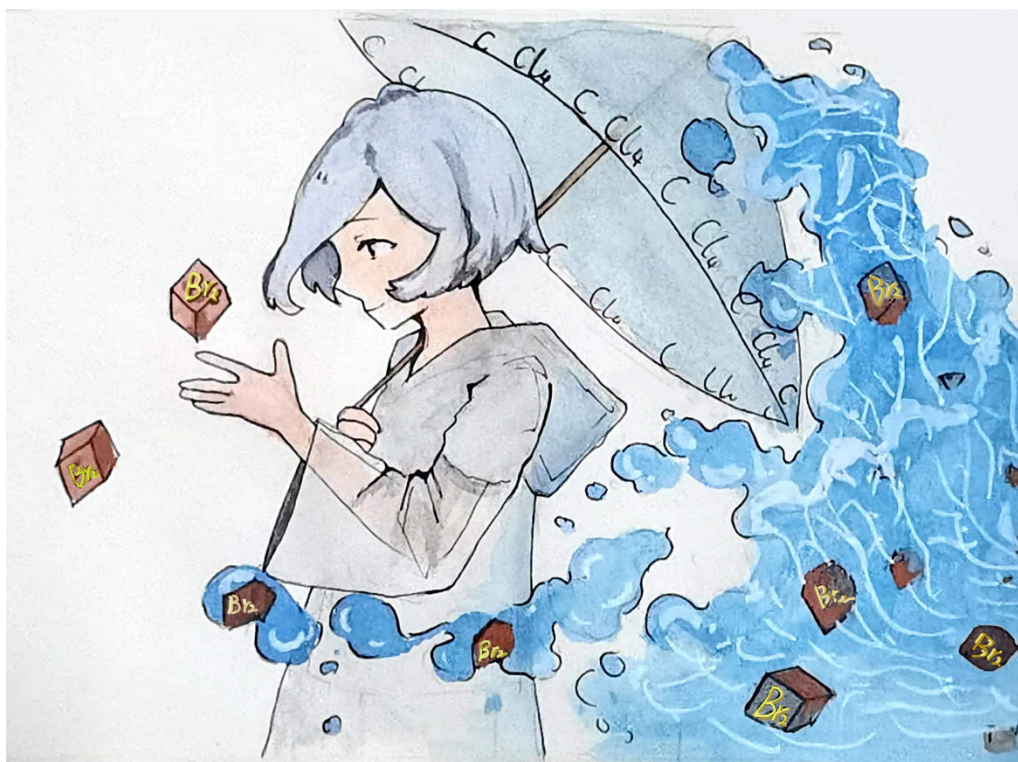




北师大二附中 2023 届高三化学学案  
《有机化学基础》  
《物质结构与性质》



教学班级： \_\_\_\_\_

姓 名： \_\_\_\_\_

学 号： \_\_\_\_\_

# 主题 有机化学基础

## 专题一 基本概念

1. 熟悉官能团、同系物、同分异构体（含顺反异构）等概念，会写出一种限定条件的同分异构体；
2. 掌握有机化合物的组成和结构，准确书写有机物的分子式、最简式（实验式）、结构式、结构简式，能看懂比例模型、球棍模型。
3. 了解有机化合物的分类，会写常见官能团的名称与结构简式，能命名简单的有机化合物；

有机化合物类别	官能团	代表物	
烃	烷烃	—	甲烷 CH <sub>4</sub>
	烯烃	碳碳双键 $\begin{array}{c} \diagup \\ \text{C}=\text{C} \\ \diagdown \end{array}$	乙烯 CH <sub>2</sub> =CH <sub>2</sub>
	炔烃	碳碳三键 —C≡C—	乙炔 CH≡CH
	芳香烃	—	苯 
烃的衍生物	卤代烃	碳卤键 $\begin{array}{c}   \\ \text{—C—X} \\   \end{array}$	溴乙烷 CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> Br
	醇	羟基 —OH	乙醇 CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> OH
	酚	羟基 —OH	苯酚 
	醚	醚键 $\begin{array}{c}   \quad   \\ \text{—C—O—C—} \\   \quad   \end{array}$	乙醚 CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> OCH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>
	醛	醛基 $\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{—C—H} \end{array}$	乙醛 CH <sub>3</sub> CHO
	酮	酮羰基 $\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{—C—} \end{array}$	丙酮 CH <sub>3</sub> COCH <sub>3</sub>
	羧酸	羧基 $\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{—C—OH} \end{array}$	乙酸 CH <sub>3</sub> COOH
	酯	酯基 $\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{—C—O—R} \end{array}$	乙酸乙酯 CH <sub>3</sub> COOCH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>
	胺	氨基 —NH <sub>2</sub>	甲胺 CH <sub>3</sub> NH <sub>2</sub>
	酰胺	酰胺基 $\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{—C—NH}_2 \end{array}$	乙酰胺 CH <sub>3</sub> CONH <sub>2</sub>

4. 掌握研究有机物的一般步骤和方法（分离提纯、仪器分析）

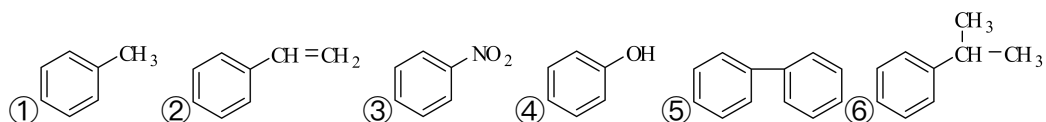
核磁共振氢谱(也称氢谱)，有几组峰，对应该物质含有几种不同位置的 H；峰面积比为不同位置的 H 的个数比。质谱法可测量相对分子质量。红外光谱可获得分子中含有何种化学键或官能团的信息。X 射线衍射：X 射线和晶体中的原子相互作用可以产生衍射图，经过计算可以从中获得分子结构的有关数据。也是区分晶体与非晶体的重要手段。

5. 掌握加成反应、取代反应和消去反应的特点，能根据反应特点判断反应类型；

6. 了解糖类、油脂、氨基酸、蛋白质、核酸的组成、结构、主要性质及其应用。

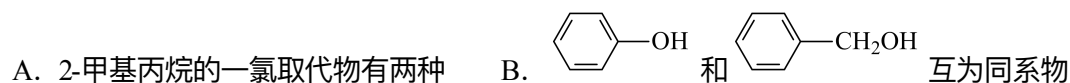
**【典型例题】**

1. 下列物质属于芳香烃，但不是苯的同系物的是 ( )

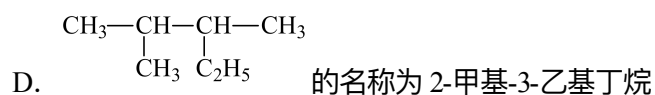


- A. ③④      B. ②⑤      C. ①②⑤⑥      D. ②③④⑤⑥

2. 下列说法正确的是 ( )

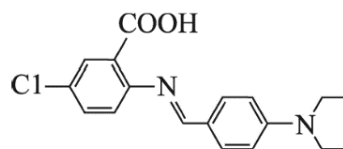


C. 顺-2-丁烯与反-2-丁烯与氢气加成的产物不相同



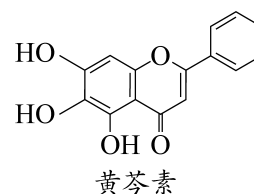
3. 我国科学家提出的聚集诱导发光机制已成为研究热点之一。一种具有聚集诱导发光性能的物质，其分子结构如图所示。下列说法不正确的是 ( )

- A. 分子中 N 原子有  $sp^2$ 、 $sp^3$  两种杂化方式  
 B. 分子中含有手性碳原子  
 C. 该物质既有酸性又有碱性  
 D. 该物质可发生取代反应、加成反应



4. 我国科研人员发现中药成分黄芩素能明显抑制新冠病毒的活性。下列有关黄芩素的说法不正确的是 ( )

- A. 分子中有3种官能团      B. 能与 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 溶液反应  
 C. 在空气中可发生氧化反应      D. 能与 $\text{Br}_2$ 发生取代反应和加成反应



【反馈练习】

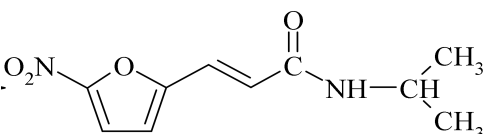
1. 下列各化合物的命名中正确的是 ( )

A.  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$  1,3-二丁烯

B.  $\begin{array}{c} \text{H}_2 \\ | \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{H}-\text{CH}_3 \\ | \\ \text{OH} \end{array}$  3-丁醇

C.  甲基苯酚

D.  $\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{H}-\text{CH}_3 \\ | \\ \text{C} \\ | \\ \text{C}_2\text{H}_5 \end{array}$  2-甲基丁烷

2. 化合物  可能发生的反应有\_\_\_\_\_。

A. 取代反应      B. 消去反应      C. 氧化反应

D. 还原反应      E. 水解反应

3. 下列说法正确的是 ( )

A.  $\text{H}-\left[ \text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}(=\text{O}) \right]_n-\text{OH}$  的结构中含有酯基

B. 顺-2-丁烯和反-2-丁烯的加氢产物不同

C. 1 mol 葡萄糖可水解生成 1 mol 乳酸 ( $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$ )

D. 油脂和蛋白质都是能发生水解反应的高分子化合物

4. 青霉素是一种良效广谱抗生素, 经酸性水解后得到青霉素氨基酸分子的结构简式如下图。

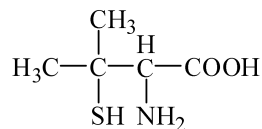
下列关于该物质的叙述不正确的是 ( )

A. 属于 $\alpha$ -氨基酸

B. 能发生加聚反应生成多肽

C. 核磁共振氢谱上共有 5 个峰

D. 青霉素过敏严重者会导致死亡, 用药前一定要进行皮肤敏感试验



5. 下列说法不正确的是 ( )

A. 麦芽糖及其水解产物均能发生银镜反应

B. 用溴水即可鉴别苯酚溶液、2, 4-己二烯和甲苯

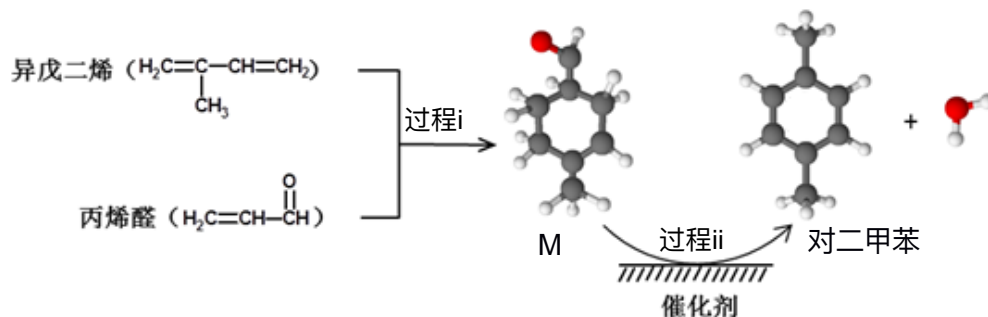
C. 在酸性条件下,  $\text{CH}_3\text{CO}^{18}\text{OC}_2\text{H}_5$  的水解产物是  $\text{CH}_3\text{CO}^{18}\text{OH}$  和  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$

D. 用甘氨酸 ( $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH}$ ) 和丙氨酸 ( $\text{H}_2\text{N}(\text{CH}_3)\text{CHCOOH}$ ) 缩合最多形成 4 种二肽

6. 下列物质用途与物质性质的对应关系中, 不正确的是 ( )

	物质用途	解释
A	家用水壶中的水垢可用白醋浸泡除去	白醋中的乙酸具有酸性
B	家用消毒柜用紫外线照射的方式对餐具进行消毒灭菌	蛋白质在紫外线照射下发生变性
C	食品工业中以植物油和氢气为原料制造氢化植物油	植物油在一定条件下能发生取代反应
D	工业上用玉米淀粉为原料制备葡萄糖	淀粉在一定条件下能水解转化成葡萄糖

7. 我国自主研发对二甲苯的绿色合成路线取得新进展, 其合成示意图如下。



下列说法不正确的是 ( )

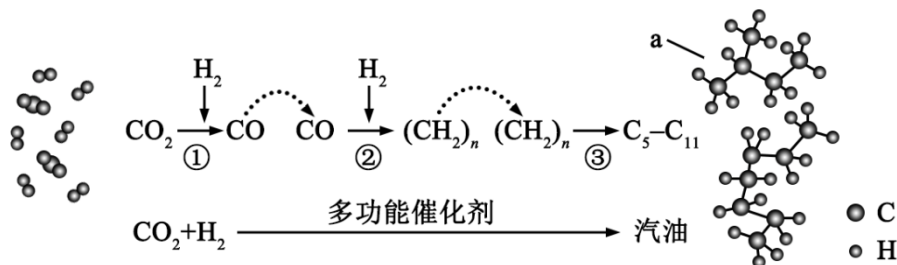
A. 过程 i 发生了加成反应

B. 中间产物 M 的结构简式为  $\text{CH}_3-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CHO}$

C. 利用相同原理以及相同原料, 也能合成邻二甲苯和间二甲苯

D. 该合成路线理论上碳原子 100% 利用, 且最终得到的产物易分离

8. 我国在  $\text{CO}_2$  催化加氢制取汽油方面取得突破性进展,  $\text{CO}_2$  转化过程示意图如下:



下列说法不正确的是 ( )

A. 反应①的产物中含有水

B. 反应②中只有碳碳键形成

C. 汽油主要是 C<sub>5</sub>~C<sub>11</sub> 的烃类混合物

D. 图中 a 的名称是 2-甲基丁烷

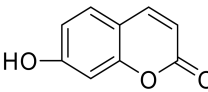
## 专题二 各类有机物的性质及转化

类别	典型性质及反应类型
烷烃	
烯烃 (含简单 二烯烃)	
炔烃	
芳香烃	

卤代烃	
醇	
酚	
醛	
酸	
酯及其衍	

生物	
----	--

**【典型例题】**

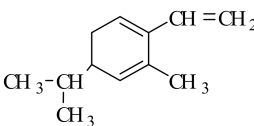
1. 取 1 mol 化合物  与 NaOH 水溶液在加热条件下充分反应, 最多消耗 NaOH \_\_\_\_\_ mol。若将该化合物直接与浓溴水充分反应, 最多消耗 Br<sub>2</sub> \_\_\_\_\_ mol, 再向产物中加入过量 NaOH 水溶液, 加热条件下充分反应, 最多消耗 NaOH \_\_\_\_\_ mol。

**【思考 1】** 哪些官能团能在 NaOH 溶液、Br<sub>2</sub> 水、KMnO<sub>4</sub> 溶液中发生反应?

**【思考 2】** 哪些官能团含 -OH 结构? 它们的性质有何不同? 为什么?

2. 若要检验出柠檬醛  $\text{CH}_3-\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CH}-\text{CHO}$  中的碳碳双键, 其正确的方法是:

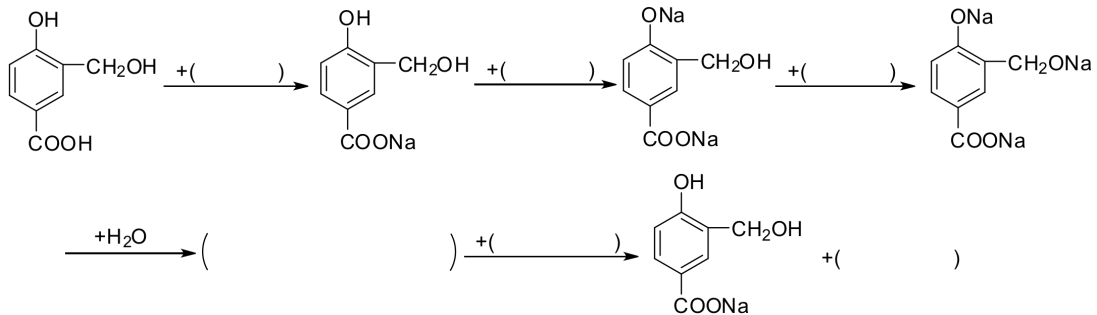
\_\_\_\_\_。

3. 1 mol  与 1 mol Br<sub>2</sub> 发生加成反应的可能产物有 \_\_\_\_\_ 种。

4. 1 mol 单官能团有机物 A 与足量的氢气发生加成反应, 其加成产物是 2,2,3-三甲基戊烷, 则此有机物 A 可能的结构简式有 \_\_\_\_\_ 种。

**【反馈练习】**

1. 在下列反应式中的括号里填上恰当的反应物



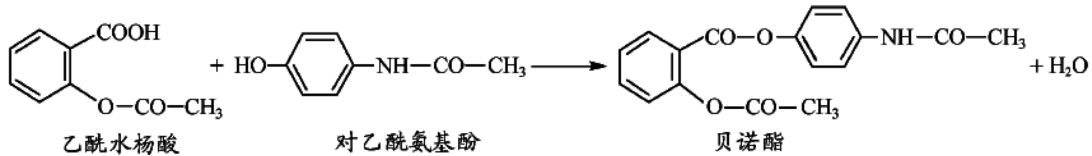
2. 下列说法正确的是 ( )

A. 室温下, 在水中的溶解度: 丙三醇 > 苯酚 > 1-氯丁烷



- B. 用核磁共振氢谱不能区分  $\text{HCOOCH}_3$  和  $\text{HCOOCH}_2\text{CH}_3$
- C. 用  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液不能区分  $\text{CH}_3\text{COOH}$  和  $\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3$
- D. 油脂在酸性或碱性条件下均能发生水解反应, 且产物相同

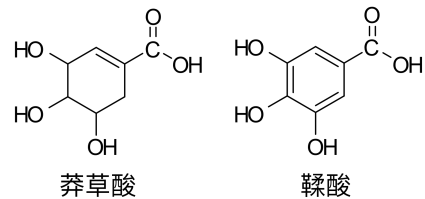
3. 药物贝诺酯可由乙酰水杨酸和对乙酰氨基酚在一定条件下反应制得:



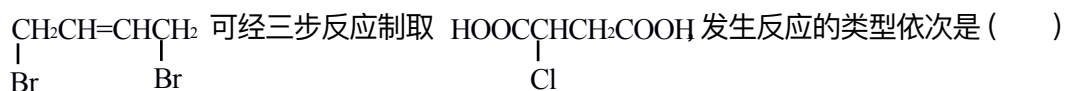
下列有关叙述正确的是 ( )

- A. 贝诺酯分子中有三种含氧官能团
- B. 可用  $\text{FeCl}_3$  溶液区别乙酰水杨酸和对乙酰氨基酚
- C. 乙酰水杨酸和对乙酰氨基酚均能与  $\text{NaHCO}_3$  溶液反应
- D. 贝诺酯与足量  $\text{NaOH}$  溶液共热, 最终生成乙酰水杨酸钠和对乙酰氨基酚钠
4. 莽草酸是合成药物达菲的原料, 鞣酸存在于植物中。下列说法正确的是 ( )

- A. 两种酸都能与溴水反应
- B. 两种酸遇三氯化铁溶液都显色
- C. 鞣酸分子与莽草酸分子相比多了两个碳碳双键
- D. 等物质的量的两种酸与足量金属钠反应产生氢气的量不相同



5. 已知: 乙醇可被强氧化剂氧化为乙酸。



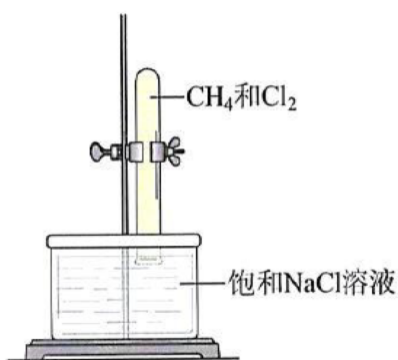
- A. 水解反应、加成反应、氧化反应                      B. 加成反应、水解反应、氧化反应
- C. 水解反应、氧化反应、加成反应                      D. 加成反应、氧化反应、水解反应
6. 以下说法正确的是 ( )
- A. 用酸性高锰酸钾溶液鉴别苯、甲苯、正己烷
- B. 可以用氯化铁和溴水鉴别甲苯、乙酸乙酯及苯酚溶液
- C. 可以用溴水鉴别己烯、四氯化碳、乙酸乙酯和苯酚溶液
- D. 酸性高锰酸钾溶液和溴水都既能鉴别出甲烷和乙烯又能除去甲烷中含有的乙烯
7. 下列说法正确的是 ( )

- A. 天然植物油常温下一般呈液态, 难溶于水, 有恒定的熔点、沸点

- B. 麦芽糖与蔗糖的水解产物均含葡萄糖，故两者均为还原型二糖
- C. 若两种二肽互为同分异构体，则二者的水解产物不一致
- D. 乙醛、氯乙烯和乙二醇均可作为合成聚合物的单体

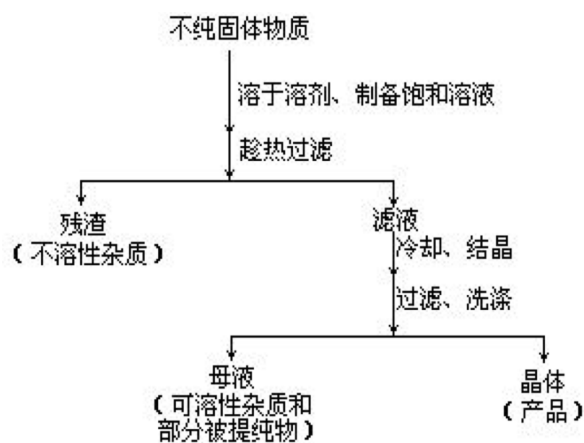
### 专题三 教材中的实验

#### 1. 甲烷与氯气反应



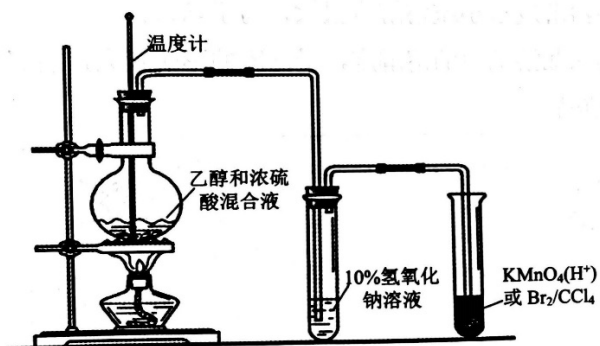
#### 2. 苯甲酸的重结晶

重结晶：将已知的晶体用蒸馏水溶解，经过滤、蒸发、冷却等步骤，再次析出晶体，得到更纯净的晶体的过程。

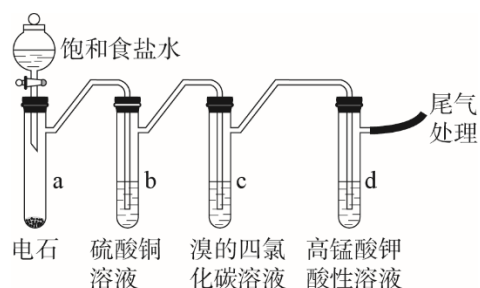


#### 3. 实验室制乙烯

在长颈圆底烧瓶中加入 5mL 95%乙醇，再滴加 15mL 浓硫酸（没过温度计下端），边加边搅拌，冷却。放入沸石或碎瓷片。点燃酒精灯加热混合液，使液体温度迅速升至 170℃。



#### 4. 实验室制乙炔



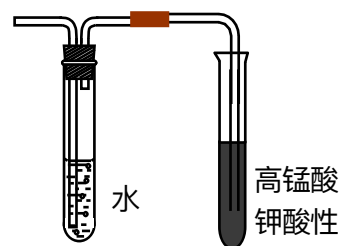
#### 5. 溴乙烷取代反应、消去反应产物

##### (1) 验证卤代烃中的卤素种类

取少量卤代烃置于试管中，加入 NaOH 溶液；②加热试管内混合物至沸腾；③冷却，加入稀硝酸酸化；④加入硝酸银溶液，观察沉淀的颜色。

类似的还有淀粉（或蔗糖）水解产物的检验：淀粉水解是在酸性条件下进行的，检验葡萄糖的醛基却要在碱性条件下，因此加银氨液或新制氢氧化铜之前必须先加氢氧化钠溶液中和过量的酸。

(2) 在溴乙烷与氢氧化钠乙醇溶液的消去反应中可以观察到有气体生成。用高锰酸钾酸性溶液检验乙烯气体前，必须通过装有加水的试管除去可能含有的乙醇，因为乙醇能够被高锰酸钾氧化而使溶液褪色，或直接通入溴水检验。



#### 6. —CHO 的检验

(1) 在洁净的试管中加入 1mL 2% 的硝酸银溶液，然后边振荡试管边逐滴滴入 2% 的稀氨水，直到最初产生的沉淀恰好溶解为止，制得银氨溶液。向银氨溶液中再滴入 3 滴乙醛，振荡后把试管放在热水浴中温热。

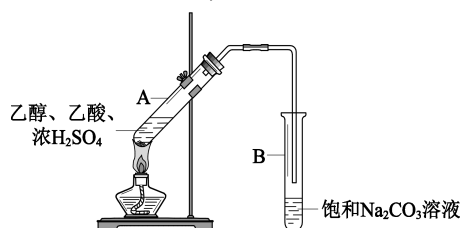
(2) 向试管加入 10% NaOH 溶液 2mL，滴入 2% CuSO<sub>4</sub> 溶液 4~6 滴，得到新制 Cu(OH)<sub>2</sub>。振荡后向上述新制 Cu(OH)<sub>2</sub> 中加入乙醛溶液 0.5mL，加热。观察现象。

#### 7. 验证乙酸、碳酸、苯酚溶液的酸性强弱



## 8. 乙酸乙酯的制备

在一支试管中先加入 3mL 乙醇，然后边振荡边慢慢加入 2mL 浓硫酸和 2mL 乙酸。用酒精灯缓慢加热，将产生的蒸气经导管通到饱和碳酸钠溶液的液面上方。



## 9. 蛋白质的性质:

盐析实验：盐析主要用试剂：饱和 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 、 $\text{Na}_2\text{SO}_4$ 、 $\text{NaCl}$  溶液，加蒸馏水沉淀会溶解，说明盐析可逆。

变性实验：能使蛋白质变性的化学方法有加强酸、强碱、重金属盐、乙醇等；能使蛋白质变性的物理方法有加热(高温)、紫外线及 X 射线照射等。变性不可逆。

蛋白质的灼烧、颜色反应（硝酸与蛋白质反应，可以使蛋白质变黄）。

### 【反馈练习】

1. 乙酰苯胺是一种具有解热镇痛作用的白色晶体， $20^\circ\text{C}$ 时在乙醇中的溶解度为36.9 g，在水中的溶解度如下表：

温度/ $^\circ\text{C}$	25	50	80	100
溶解度/g	0.56	0.84	3.5	5.5

某种乙酰苯胺样品中混入了少量氯化钠杂质，下列提纯乙酰苯胺的方法正确的是（ ）

已知：氯化钠可分散在乙醇中形成胶体

- A. 用水溶解后分液  
B. 用乙醇溶解后过滤  
C. 用水做溶剂进行重结晶  
D. 用乙醇做溶剂进行重结晶
2. 除去下列物质中的少量杂质（括号内为杂质），所用试剂或操作方法不正确的（ ）
- A. 苯（苯酚）：溴水，过滤  
B. 溴苯（溴）：氢氧化钠溶液，分液  
C. 乙烯（二氧化硫）：氢氧化钠溶液，洗气  
D. 乙酸乙酯（乙酸）：饱和碳酸钠溶液，分液
3. 下表中的实验操作不能达到实验目的的是（ ）

选项	实验目的	实验操作
A	鉴别苯和甲苯	分别加入酸性高锰酸钾酸性溶液，观察颜色变化
B	检验溴乙烷中的溴元素	将溴乙烷与 $\text{NaOH}$ 溶液混合加热，静置，待溶液分层后，取上层清液用稀硝酸酸化，再加入 $\text{AgNO}_3$ 溶液
C	分离甲醇（沸点 $65^\circ\text{C}$ ）、正丙醇（沸点 $97^\circ\text{C}$ ）、正戊醇（沸点 $138^\circ\text{C}$ ）	将混合溶液放入蒸馏烧瓶进行加热，分别收集相应的馏分

D	比较乙酸、碳酸、苯酚的酸性强弱	向碳酸钠固体中加入乙酸,将产生的气体通入苯酚钠溶液中
---	-----------------	----------------------------

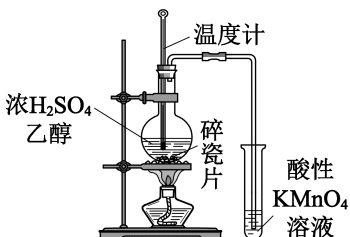
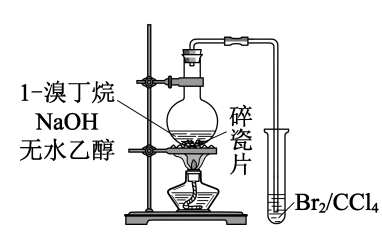
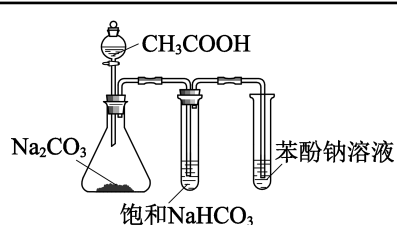
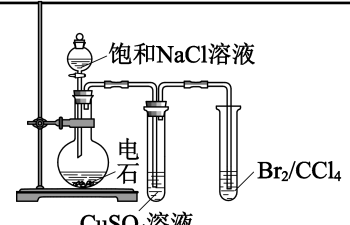
4. 有机化合物分子中原子(或原子团)间的相互影响会导致其化学性质发生变化。下列事实不能说明上述观点的是( )

- A. 乙醇能发生消去反应,甲醇不能发生消去反应
- B. 乙苯能使酸性高锰酸钾溶液褪色,乙烷不能使酸性高锰酸钾溶液褪色
- C. 苯酚能与 NaOH 溶液反应,乙醇不能与 NaOH 溶液反应
- D. 乙醛能与氢气发生加成反应,乙酸不能与氢气发生加成反应

5. 下列实验操作能达到实验目的的是( )

选项	实验目的	实验操作
A	除去苯中含有的少量苯酚	加入足量的溴水,过滤
B	比较水和乙醇中羟基氢的活泼性	向乙醇和水中分别加入少量 Na
C	检验溴乙烷中的溴原子	先加入适量 NaOH 溶液,振荡,加热,再滴加少量 AgNO <sub>3</sub> 溶液
D	验证淀粉能发生水解反应	将淀粉和稀硫酸混合后,水浴加热,冷却后加入新制 Cu(OH) <sub>2</sub> 悬浊液,加热

6. 下列实验方案不能达到实验目的的是( )

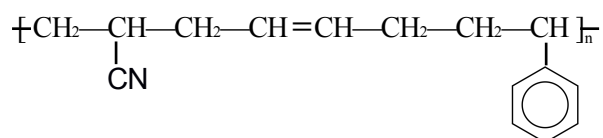
<p>A. 检验乙醇与浓硫酸共热生成乙烯</p> 	<p>B. 检验 1-溴丁烷发生消去反应生成丁烯</p> 
<p>C. 验证乙酸、碳酸、苯酚的酸性强弱</p> 	<p>D. 检验电石与水反应生成乙炔</p> 

## 专题四 高分子化合物的合成

总结：合成高分子化合物的常用方法

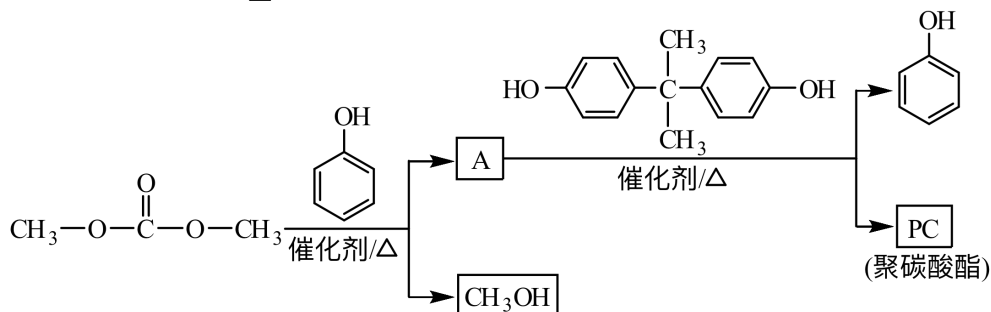
### 【典型例题】

1. 工程塑料 ABS 的结构简式为下图。请写出它的单体的结构简式。



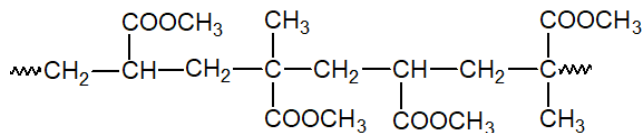
2. 某高分子树脂其结构为  $\text{H} \left[ \text{C}_6\text{H}_2(\text{OH})(\text{C}(\text{CH}_3)_3) - \text{CH}_2 \right]_n \text{OH}$ ，写出合成该树脂的化学方程式：

3. 已知：



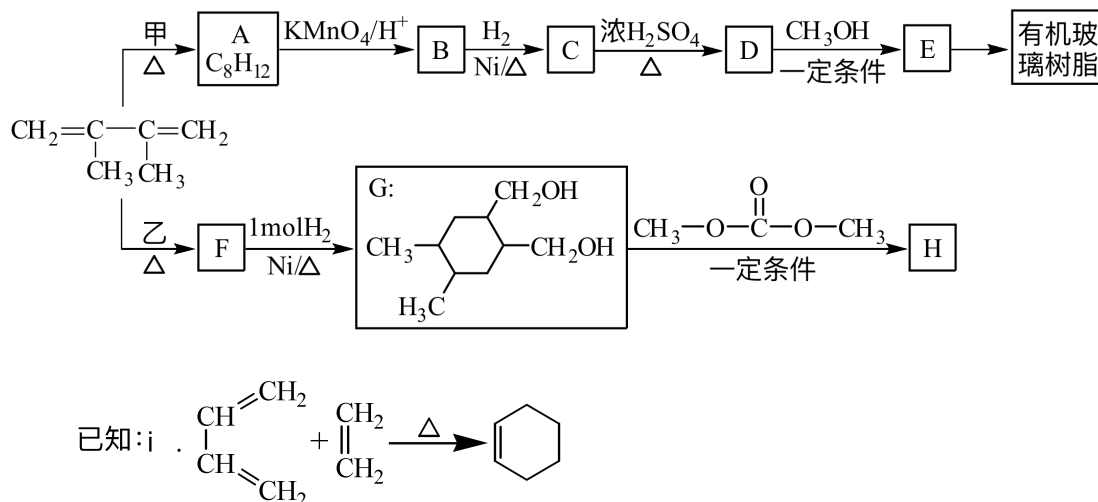
写出有机物 A 生成聚碳酸酯的方程式：

4. 经脱氯、干燥处理后的铁质文物再“覆盖”一层透明的高分子膜可以有效防止其在空气中锈蚀。下图为其中一种高分子膜的片段：

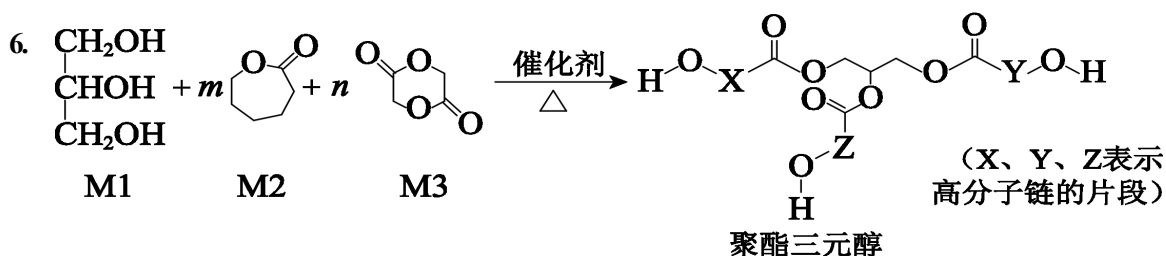


该高分子的单体是\_\_\_\_\_。

5. 合成有机玻璃树脂  $\left[ \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{CH}(\text{COOCH}_3) \right]_n$  和高聚物 H 的合成路线如下：



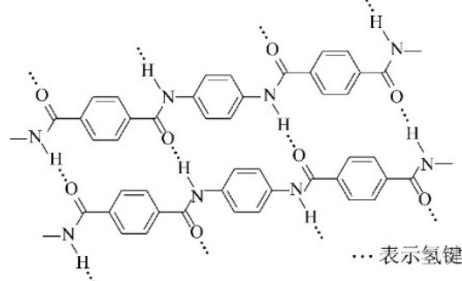
生成高聚物 H 的化学方程式是\_\_\_\_\_。



合成聚酯三元醇的反应类型是缩聚吗？

**【反馈练习】**

1. (2018 北京高考) 一种芳纶纤维的拉伸强度比钢丝还高, 广泛用作防护材料。其结构片段如下图。

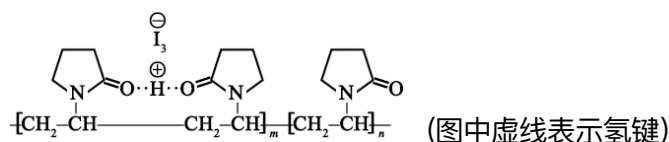


下列关于该高分子的说法正确的是 ( )

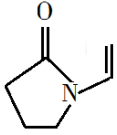
- A. 完全水解产物的单个分子中, 苯环上的氢原子具有不同的化学环境  
 B. 完全水解产物的单个分子中, 含有官能团—COOH 或—NH<sub>2</sub>


- C. 氢键对该高分子的性能没有影响  
 D. 结构简式为:  $\text{H} \left[ \text{N} \begin{array}{c} | \\ \text{H} \end{array} - \text{C}_6\text{H}_4 - \text{C} \begin{array}{c} \text{O} \\ || \end{array} \right]_n \text{OH}$

2. (2017 北京高考) 聚维酮碘的水溶液是一种常用的碘伏类缓释消毒剂, 聚维酮通过氢键与 I<sub>2</sub> 形成聚维酮碘, 其结构表示如下:

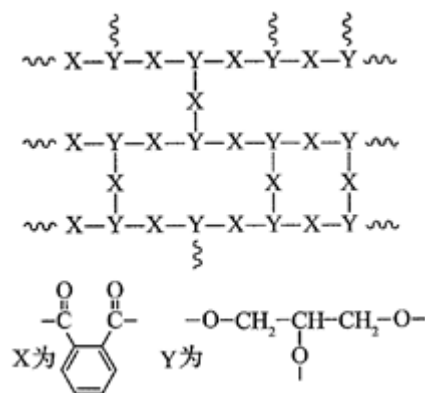


下列说法不正确的是 ( )

- A. 聚维酮的单体是   
 B. 聚维酮分子由 (m+n) 个单体聚合而成  
 C. 聚维酮碘是一种水溶性物质  
 D. 聚维酮在一定条件下能发生水解反应

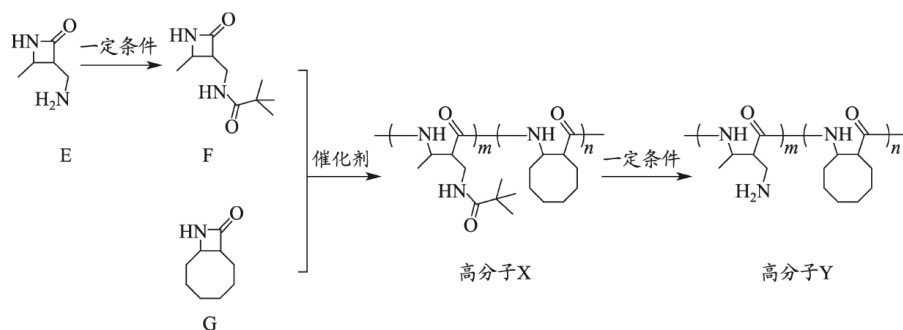
3. (2019 北京高考) 交联聚合物 P 的结构片段如图所示。下列说法不正确的是 (图中  表示链延长) ( )

- A. 聚合物 P 中有酯基, 能水解  
 B. 聚合物 P 的合成反应为缩聚反应  
 C. 聚合物 P 的原料之一丙三醇可由油脂水解获得  
 D. 邻苯二甲酸和乙二醇在聚合过程中也可形成类似聚合物 P 的交联结构





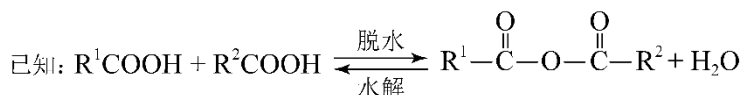
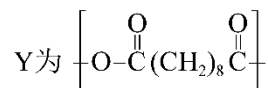
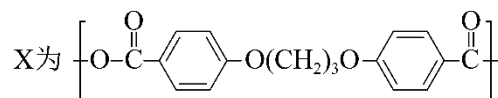
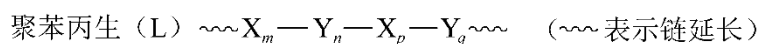
4. (2022 北京高考) 高分子 Y 是一种人工合成的多肽, 其合成路线如下:



下列说法不正确的是 ( )

- A. F 中含有 2 个酰胺基      B. 高分子 Y 水解可得到 E 和 G  
C. 高分子 X 中存在氢键      D. 高分子 Y 的合成过程中进行了官能团保护

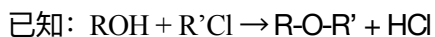
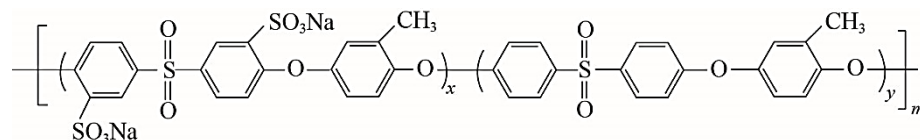
5. 可生物降解的高分子材料聚苯丙生 (L) 的结构片段如下图。



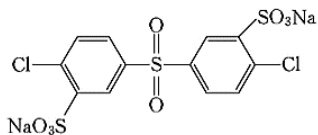
下列有关 L 的说法不正确的是 ( )

- A. 制备 L 的单体分子中都有两个羧基      B. 制备 L 的反应是缩聚反应  
C. L 中的官能团是酯基和醚键      D.  $m$ 、 $n$ 、 $p$  和  $q$  的大小对 L 的降解速率有影响

6. 质子交换膜材料的合成是燃料电池的核心技术。我国科研人员研发的一种质子交换膜材料的结构片段如下, 它由三种单体缩聚而成。



单体的结构简式是:



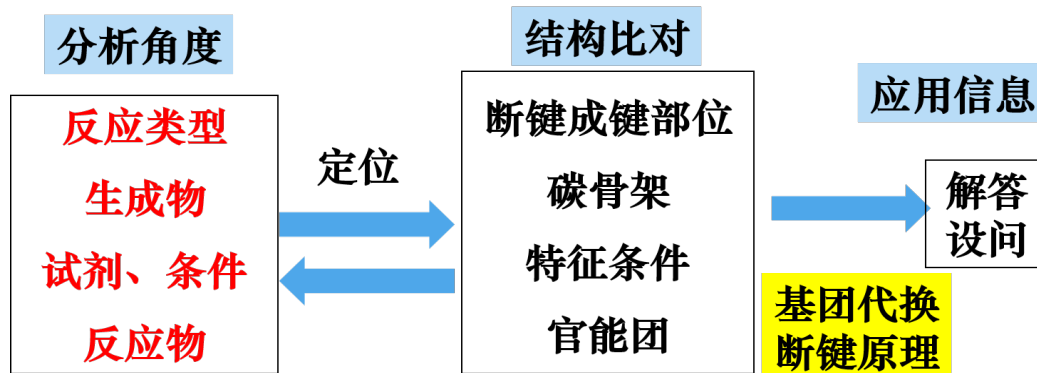
## 专题五 有机合成

### 一、基本思路与方法

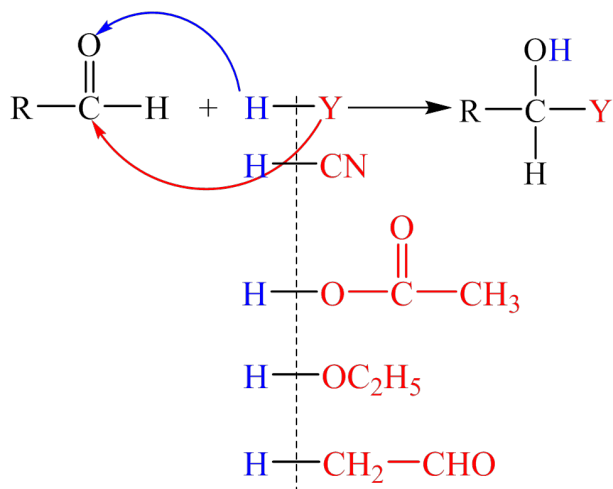
1. 基本思路：碳架结构（尤其注意**开环与成环**）、官能团种类、位置、个数等
2. 基本方法：顺推、对比和切割逆推（主要）
3. 基础知识：特征反应及条件
4. 注意：信息的阅读；信息的多次使用；定量信息（包括分子式）的使用；官能团保护。

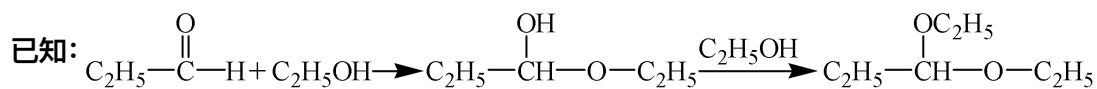
### 二、有机化学中的常用信息（断、成键角度）：

#### 1. 信息的读取与应用

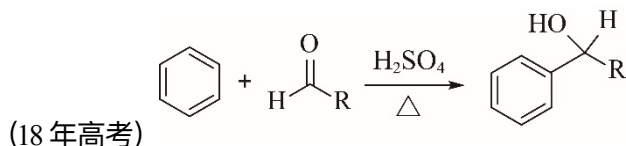
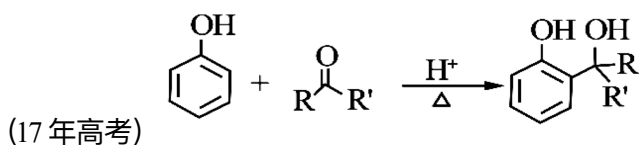
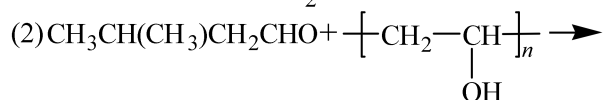
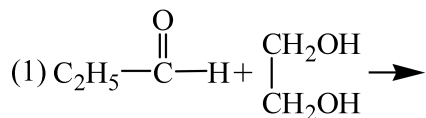


#### 2. ☆活泼氢与羰基加成反应的考查!!!





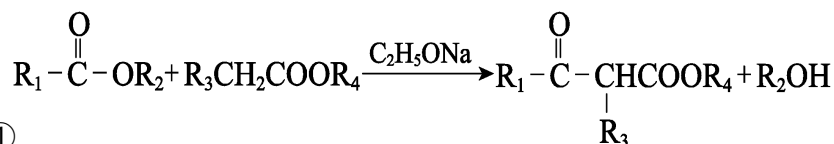
**思考: 写出下列反应的最终产物。**



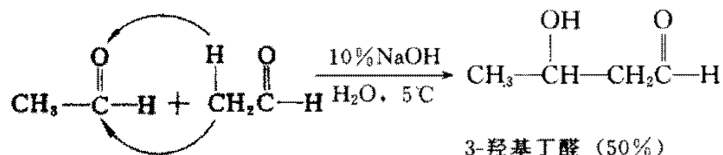
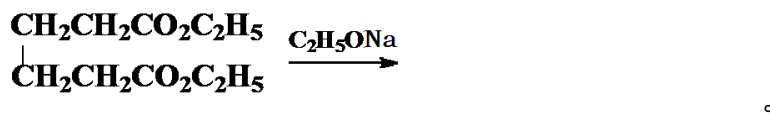
3. ☆酯交换反应。注意酚羟基在酯交换中的应用。



4. 其他常用信息:



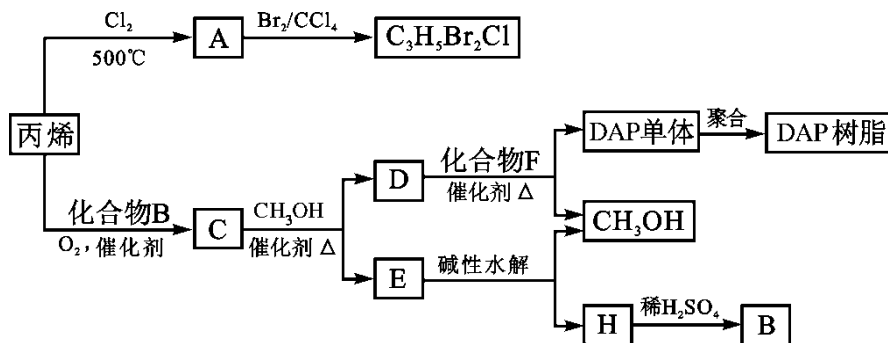
两分子乙酸乙酯发生上述反应, 产物是\_\_\_\_\_。



写出苯甲醛与乙醛的反应产物: \_\_\_\_\_。

【反馈练习】

1. (09年北京高考) 丙烯可用于合成杀除根瘤线虫的农药(分子式为  $C_3H_5Br_2Cl$ ) 和应用广泛的DAP树脂:



已知酯与醇可发生如下酯交换反应:



(1) 农药  $C_3H_5Br_2Cl$  分子中每个碳原子上均连有卤原子。

① A 的结构简式是\_\_\_\_\_，

A 含有的官能团名称是\_\_\_\_\_；

② 由丙烯生成 A 的反应类型是\_\_\_\_\_。

(2) A 水解可得到 D, 该水解反应的化学方程式是\_\_\_\_\_。

(3) C 蒸气密度是相同状态下甲烷密度的 6.25 倍, C 中各元素的质量分数分别为: 碳 60%, 氢 8%, 氧 32%。C 的结构简式是\_\_\_\_\_。

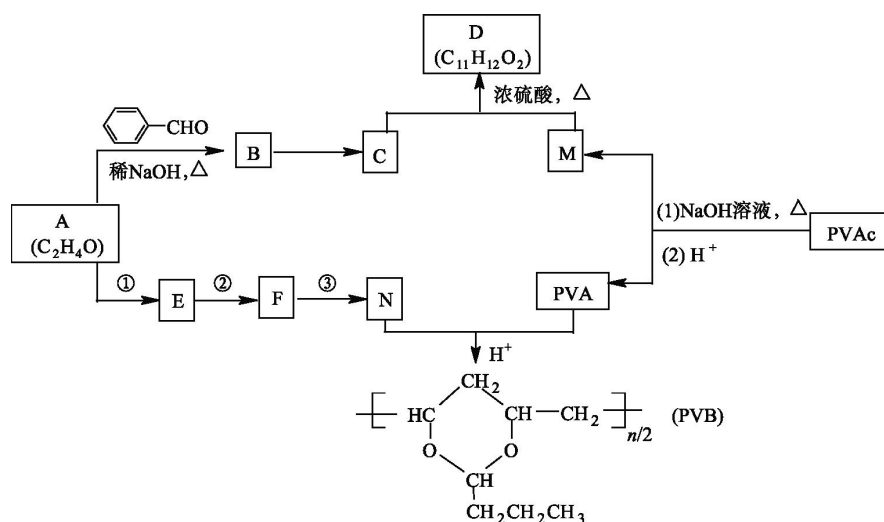
(4) 下列说法正确的是 (选填序号字母) \_\_\_\_\_。

- a. C 能发生聚合反应、还原反应和氧化反应
- b. C 含有 2 个甲基的羧酸类同分异构体有 4 个
- c. D 催化加氢的产物与 B 具有相同的相对分子质量
- d. E 具有芳香气味, 易溶于乙醇

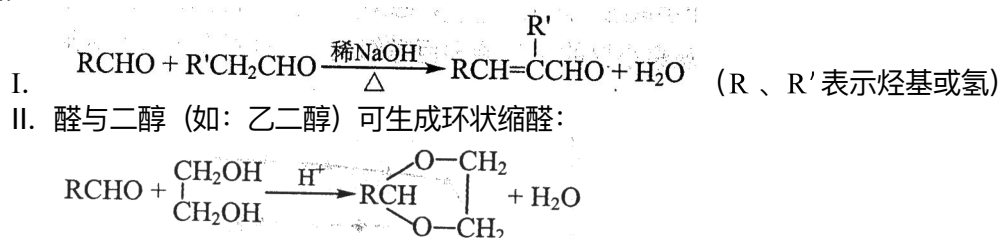
(5) E 的水解产物经分离最终得到的甲醇和 B, 二者可循环利用于 DAP 树脂的制备。其中将甲醇与 H 分离的操作方法是\_\_\_\_\_。

(6) F 的分子式为  $C_{10}H_{10}O_4$ 。DAP 单体为苯的二元取代物, 且两个取代基不处于对位, 该单体苯环上的一溴取代物只有两种。D 和 F 反应生成 DAP 单体的化学方程式是\_\_\_\_\_。

2. (2011年北京高考)常用作风信子等香精的定香剂D以及可用作安全玻璃夹层的高分子化合物PVB的合成路线如图:



已知:

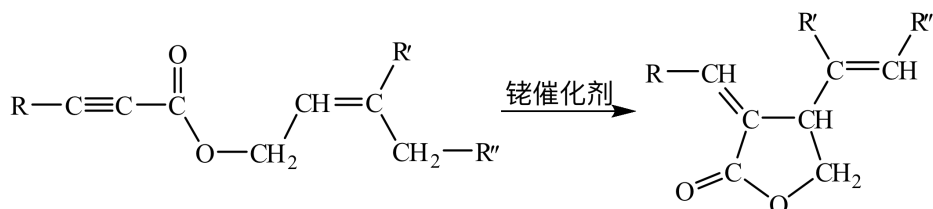


- (1) A的核磁共振氢谱有两种峰, A的名称是\_\_\_\_\_。
- (2) A与苯甲醛合成B的化学方程式是  
\_\_\_\_\_。
- (3) C为反式结构, 由B还原得到C的结构简式是\_\_\_\_\_。
- (4) E能使Br<sub>2</sub>的CCl<sub>4</sub>溶液褪色, N由A经反应①-③合成。
  - a. ①的化学试剂和条件是\_\_\_\_\_。
  - b. ②的反应类型是\_\_\_\_\_。
  - c. ③的化学方程式是\_\_\_\_\_。
- (5) PVAc由一种单体经加聚反应得到, 该单体的结构简式是\_\_\_\_\_。

(6) 碱性条件下, PVAc 完全水解的化学方程式是

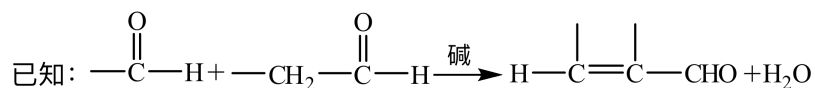
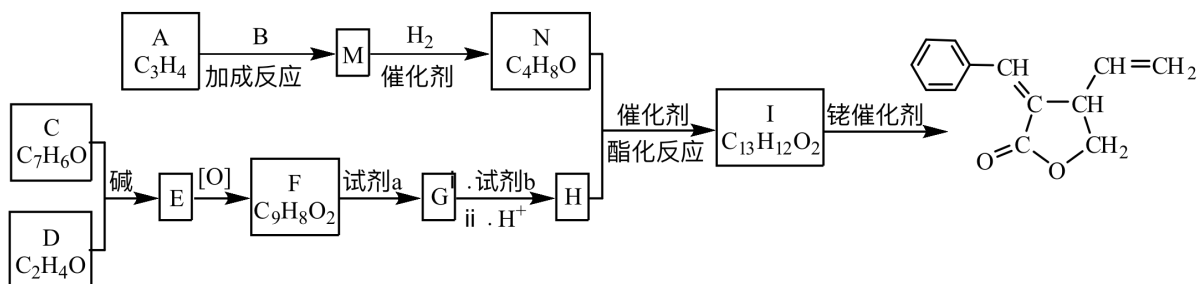
\_\_\_\_\_。

3. (2015 北京高考)“张-烯炔环异构化反应”被《Name Reactions》收录。该反应可高效构筑五元环状化合物:



(R、R'、R''表示氢、烷基或芳基)

合成五元环有机化合物 J 的路线如下:



(1) A 属于炔烃, 其结构简式是\_\_\_\_\_。

(2) B 由碳、氢、氧三种元素组成, 相对分子质量是 30。B 的结构简式是\_\_\_\_\_。

(3) C、D 含有与 B 相同的官能团, C 是芳香族化合物。E 中含有的官能团是\_\_\_\_\_。

(4) F 与试剂 a 反应生成 G 的化学方程式是\_\_\_\_\_;

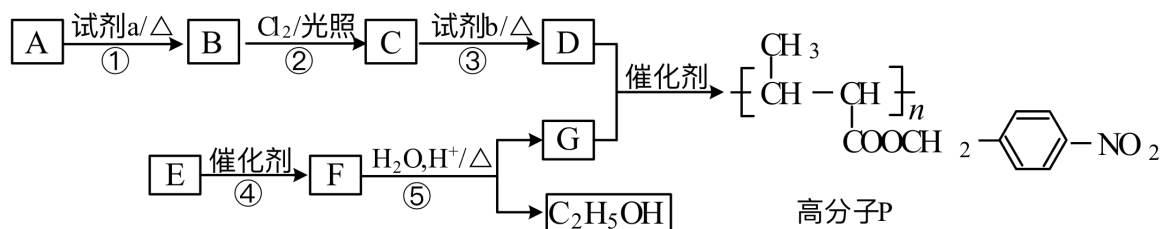
试剂 b 是\_\_\_\_\_。

(5) M 和 N 均为不饱和醇。M 的结构简式是\_\_\_\_\_。

(6) N 为顺式结构, 写出 N 和 H 生成 I (顺式结构) 的化学方程式

\_\_\_\_\_。

4. (2016 北京高考) 功能高分子 P 的合成路线如下:



(1) A 的分子式是  $\text{C}_7\text{H}_8$ , 其结构简式是\_\_\_\_\_。

(2) 试剂 a 是\_\_\_\_\_。

(3) 反应③的化学方程式: \_\_\_\_\_。

(4) E 的分子式是  $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_2$ 。E 中含有的官能团: \_\_\_\_\_。

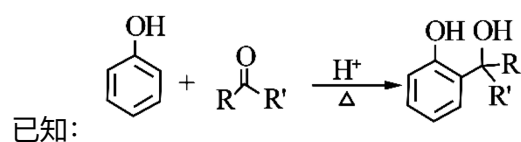
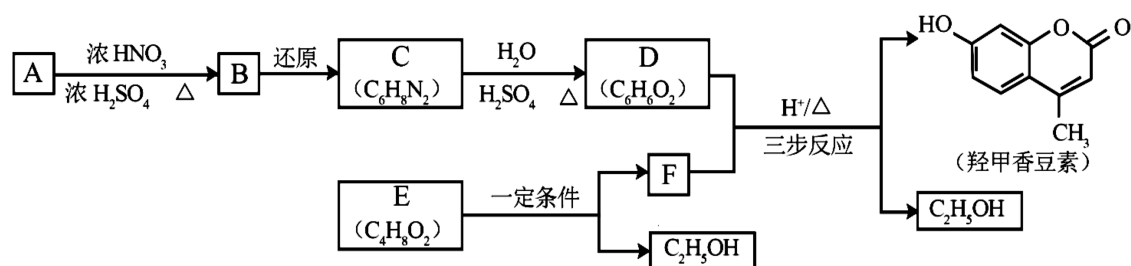
(5) 反应④的反应类型是\_\_\_\_\_。

(6) 反应⑤的化学方程式: \_\_\_\_\_。

(5) 已知:  $2\text{CH}_3\text{CHO} \xrightarrow{\text{OH}^-} \text{CH}_3\overset{\text{OH}}{\text{C}}\text{HCH}_2\text{CHO}$ 。

以乙烯为起始原料, 选用必要的无机试剂合成 E, 写出合成路线 (用结构简式表示有机物, 用箭头表示转化关系, 箭头上注明试剂和反应条件)。

5. (2017 北京高考)羟甲香豆素是一种治疗胆结石的药物, 合成路线如下图所示:



(1) A 属于芳香烃, 其结构简式是\_\_\_\_\_。B 中所含的官能团是\_\_\_\_\_。

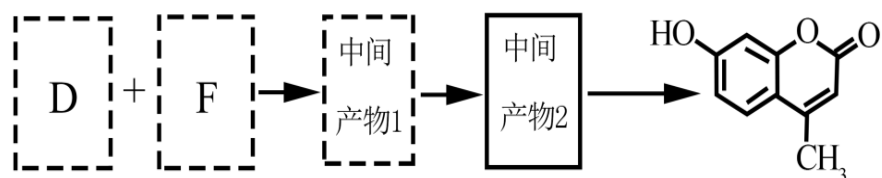
(2) C→D 的反应类型是\_\_\_\_\_。

(3) E 属于酯类。仅以乙醇为有机原料, 选用必要的无机试剂合成 E, 写出有关化学方程

式: \_\_\_\_\_。

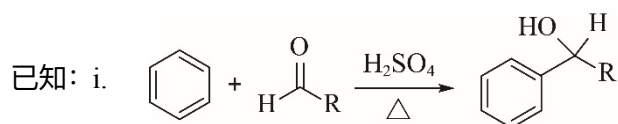
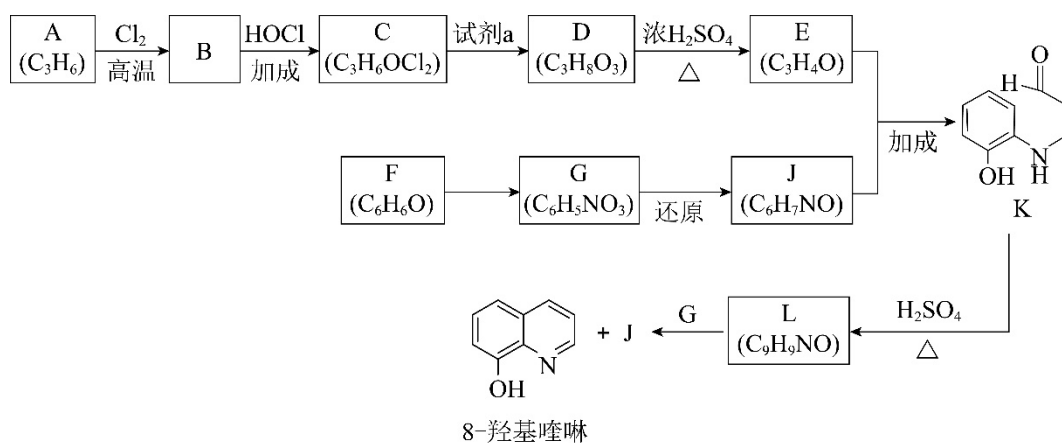
(4) 已知:  $2\text{E} \xrightarrow{\text{一定条件}} \text{F} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 。F 所含官能团有  $\text{C}=\text{O}$  和\_\_\_\_\_。

(5) 以 D 和 F 为原料合成羟甲香豆素分为三步反应, 写出有关化合物的结构简式:



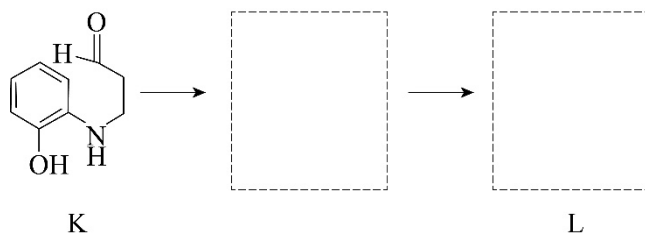


6. (2018 北京高考)8-羟基喹啉被广泛用作金属离子的络合剂和萃取剂,也是重要的医药中间体。下图是 8-羟基喹啉的合成路线。



ii. 同一个碳原子上连有 2 个羟基的分子不稳定。

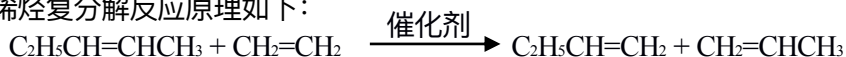
- (1) 按官能团分类, A 的类别是\_\_\_\_\_。
- (2) A→B 的化学方程式是\_\_\_\_\_。
- (3) C 可能的结构简式是\_\_\_\_\_。
- (4) C→D 所需的试剂 a 是\_\_\_\_\_。
- (5) D→E 的化学方程式是\_\_\_\_\_。
- (6) F→G 的反应类型是\_\_\_\_\_。
- (7) 将下列 K→L 的流程图补充完整:



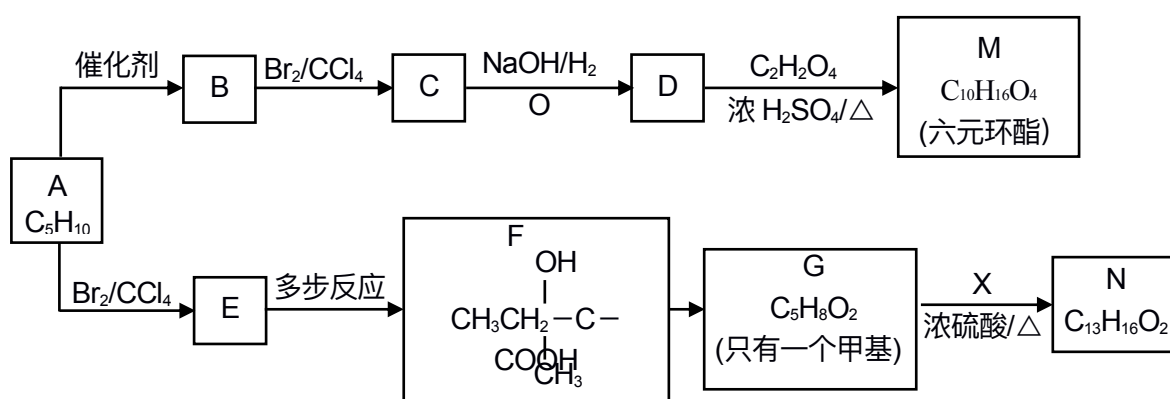
- (8) 合成 8-羟基喹啉时, L 发生了\_\_\_\_\_ (填“氧化”或“还原”) 反应。反应时还生成

了水，则 L 与 G 物质的量之比为\_\_\_\_\_。

7. 烯烃复分解反应原理如下：

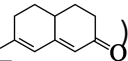


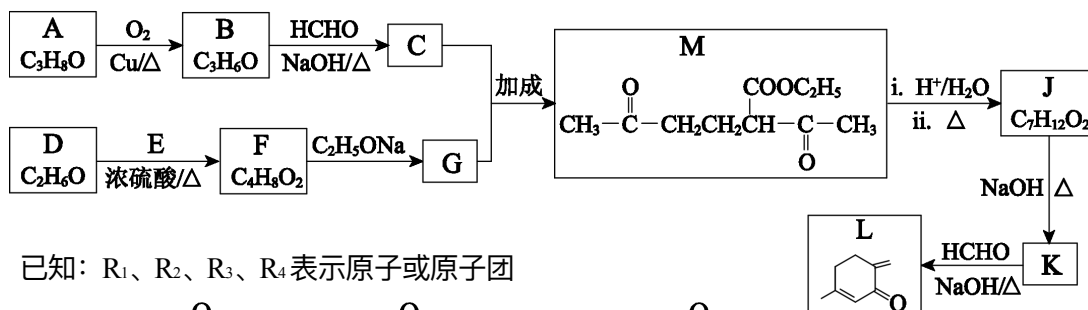
现以烯烃  $\text{C}_5\text{H}_{10}$  为原料，合成有机物 M 和 N，合成路线如下。



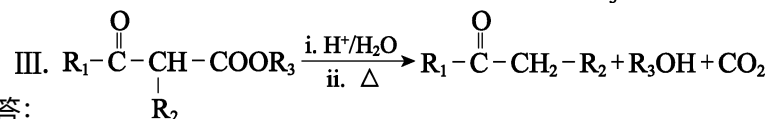
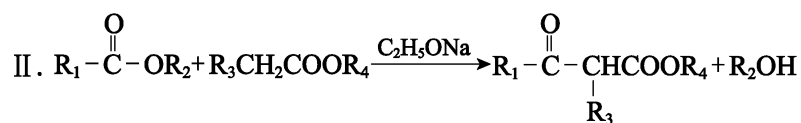
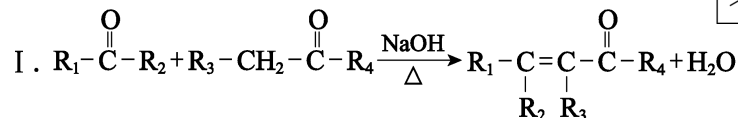
- 按系统命名法，有机物 A 的名称是\_\_\_\_\_。
- B 的结构简式是\_\_\_\_\_。
- C  $\rightarrow$  D 的反应类型是\_\_\_\_\_。
- 写出 D  $\rightarrow$  M 的化学方程式\_\_\_\_\_。
- 已知 X 的苯环上只有一个取代基，且取代基无甲基，则 N 的结构简式\_\_\_\_\_。
- 写出 E  $\rightarrow$  F 合成路线（用结构简式表示有机物，用箭头表示转化关系，箭头上注明试剂和反应条件）。
- 满足下列条件的 X 的同分异构体共有\_\_\_\_\_种，写出任意一种的结构简式\_\_\_\_\_。  
 ①遇  $\text{FeCl}_3$  溶液显紫色      ②苯环上的一氯取代物只有两种



8. 化合物 N () 可以增强牙膏、口香糖等制品的香气, 其中间体 L 的合成路线如下:

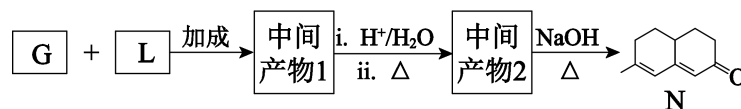


已知:  $\text{R}_1$ 、 $\text{R}_2$ 、 $\text{R}_3$ 、 $\text{R}_4$  表示原子或原子团



请回答:

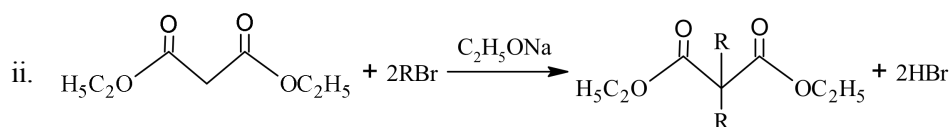
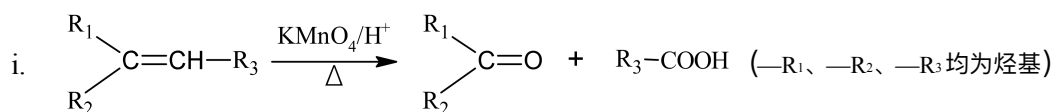
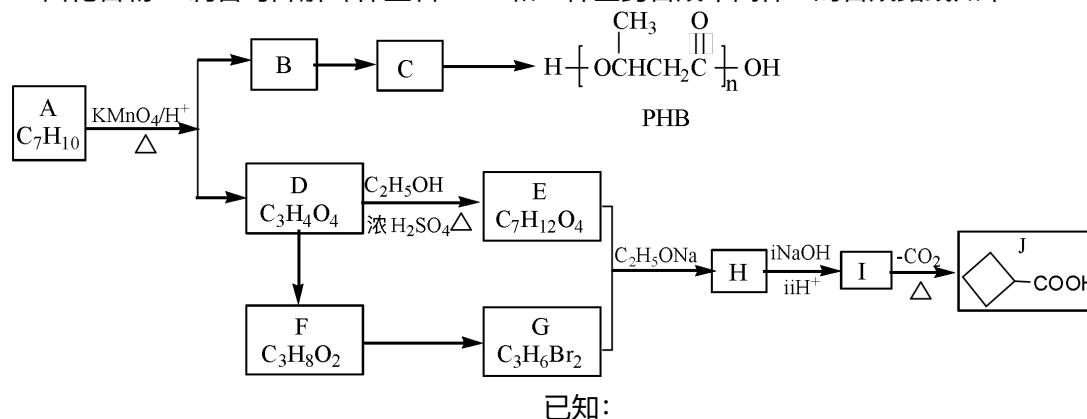
- A 的官能团名称是\_\_\_\_\_。
- B 不能发生银镜反应,  $\text{A} \rightarrow \text{B}$  的化学方程式是\_\_\_\_\_。
- C 的结构简式是\_\_\_\_\_。
- $\text{D} \rightarrow \text{F}$  的反应类型是\_\_\_\_\_,  $\text{F} \rightarrow \text{G}$  的化学方程式是\_\_\_\_\_。
- J 的结构简式是\_\_\_\_\_。
- K 含有六原子环结构,  $\text{K} \rightarrow \text{L}$  的化学方程式是\_\_\_\_\_。
- G 和 L 经过 3 步反应合成 N, 路线如下:



结合中间体 L 的合成路线, 写出下列物质的结构简式:

中间产物 1: \_\_\_\_\_, 中间产物 2: \_\_\_\_\_。

9. 由化合物 A 制备可降解环保塑料 PHB 和一种医药合成中间体 J 的合成路线如下:



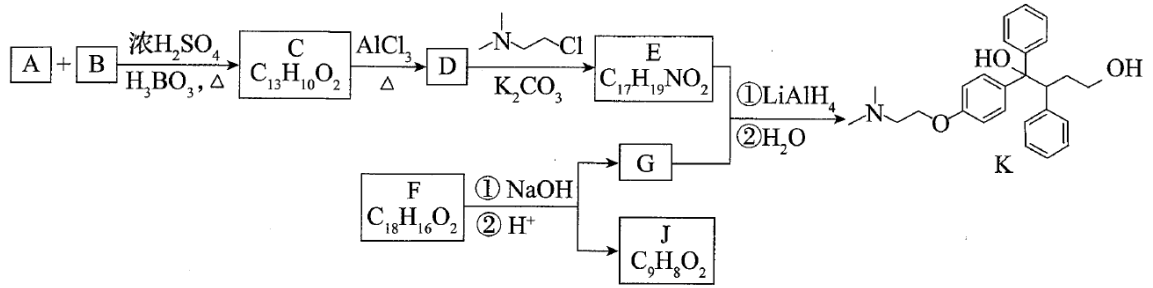
回答下列问题:

- (1) C→PHB 的反应类型是\_\_\_\_\_。
- (2) B 中官能团的名称是\_\_\_\_\_。
- (3) A 的结构简式是\_\_\_\_\_。
- (4) D→E 的反应方程式是\_\_\_\_\_。
- (5) E+G→H 的反应方程式是\_\_\_\_\_。
- (6) X 是 J 的同分异构体, 满足下列条件的有\_\_\_\_\_种 (不考虑顺反异构)。
  - ① 链状结构; ② 既能发生银镜反应, 又能发生水解反应。

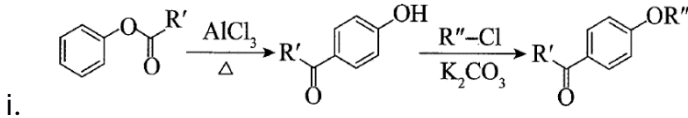
其中核磁共振氢谱有三组峰, 且峰面积之比为 6:1:1 的结构简式是\_\_\_\_\_。

- (7) 已知:  $2 CH_3CHO \xrightarrow{OH^-} CH_3\overset{OH}{\underset{|}{C}}HCH_2CHO$ 。以乙烯为起始原料, 选用必要的无机试剂合成 C, 写出合成路线。

10. (2019年北京高考) 抗癌药托瑞米芬的前体K的合成路线如下。

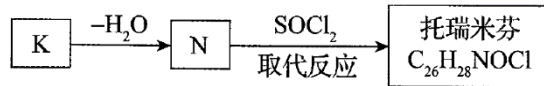


已知:



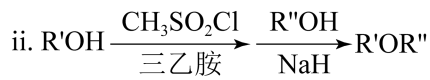
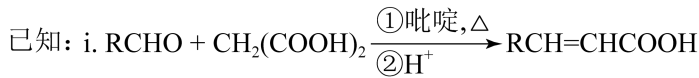
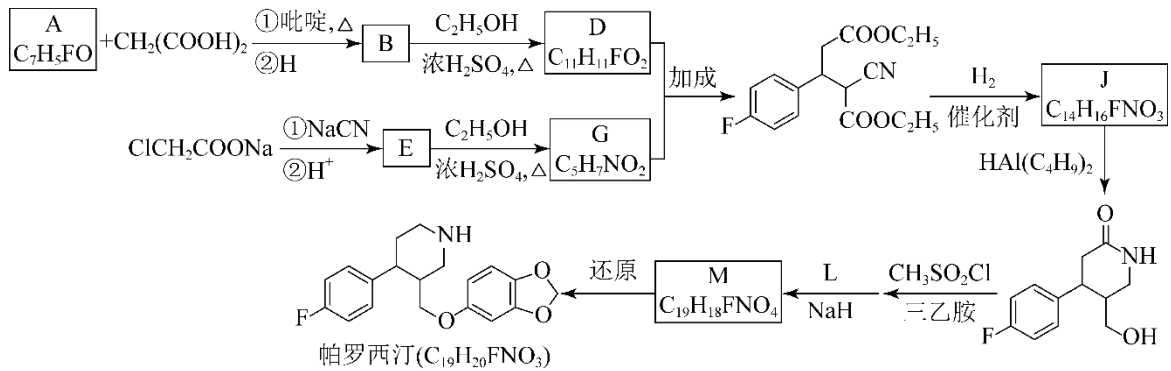
ii. 有机物结构可用键线式表示, 如 $(\text{CH}_3)_2\text{NCH}_2\text{CH}_3$ 的键线式为

- (1) 有机物A能与 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 溶液反应产生 $\text{CO}_2$ , 其钠盐可用于食品防腐。有机物B能与 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 溶液反应, 但不产生 $\text{CO}_2$ ; B加氢可得环己醇。A和B反应生成C的化学方程式是\_\_\_\_\_ , 反应类型是\_\_\_\_\_。
- (2) D中含有的官能团: \_\_\_\_\_。
- (3) E的结构简式为\_\_\_\_\_。
- (4) F是一种天然香料, 经碱性水解、酸化, 得G和J。J经还原可转化为G。J的结构简式为\_\_\_\_\_。
- (5) M是J的同分异构体, 符合下列条件的M的结构简式是\_\_\_\_\_。
  - ①包含2个六元环
  - ②M可水解, 与 $\text{NaOH}$ 溶液共热时, 1 mol M最多消耗2 mol  $\text{NaOH}$
- (6) 推测E和G反应得到K的过程中, 反应物 $\text{LiAlH}_4$ 和 $\text{H}_2\text{O}$ 的作用是\_\_\_\_\_。
- (7) 由K合成托瑞米芬的过程:

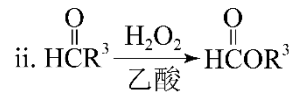
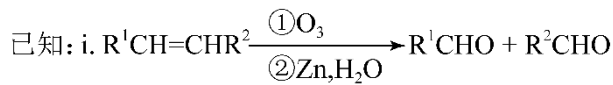


托瑞米芬具有反式结构, 其结构简式是\_\_\_\_\_。

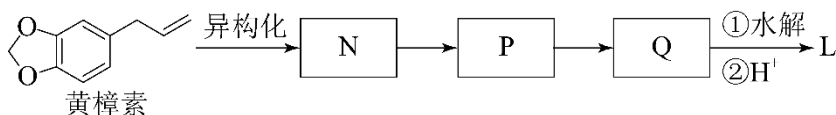
11. (2021年北京高考) 治疗抑郁症的药物帕罗西汀的合成路线如下。



- (1) A分子含有的官能团是\_\_\_\_\_。
- (2) 已知: B为反式结构。下列有关B的说法正确的是(填序号)\_\_\_\_\_。
  - a. 核磁共振氢谱有5组峰
  - b. 能使酸性KMnO<sub>4</sub>溶液褪色
  - c. 存在含2个六元环的酯类同分异构体
  - d. 存在含苯环和碳碳三键的羧酸类同分异构体
- (3) E→G的化学方程式是\_\_\_\_\_。
- (4) J分子中有3个官能团, 包括1个酯基。J的结构简式是\_\_\_\_\_。
- (5) L的分子式是C<sub>7</sub>H<sub>6</sub>O<sub>3</sub>。L的结构简式是\_\_\_\_\_。
- (6) 从黄樟素经过其同分异构体N可制备L。



写出制备L时中间产物N、P、Q的结构简式:



## 主题 物质结构与性质

### 【学习目标】

- (1) 物质是由**微粒**构成的；
- (2) 微粒之间存在**相互作用**；
- (3) **微粒变化**是相互作用的形成或破坏；
- (4) 微粒变化的难易程度与**能量**有关。

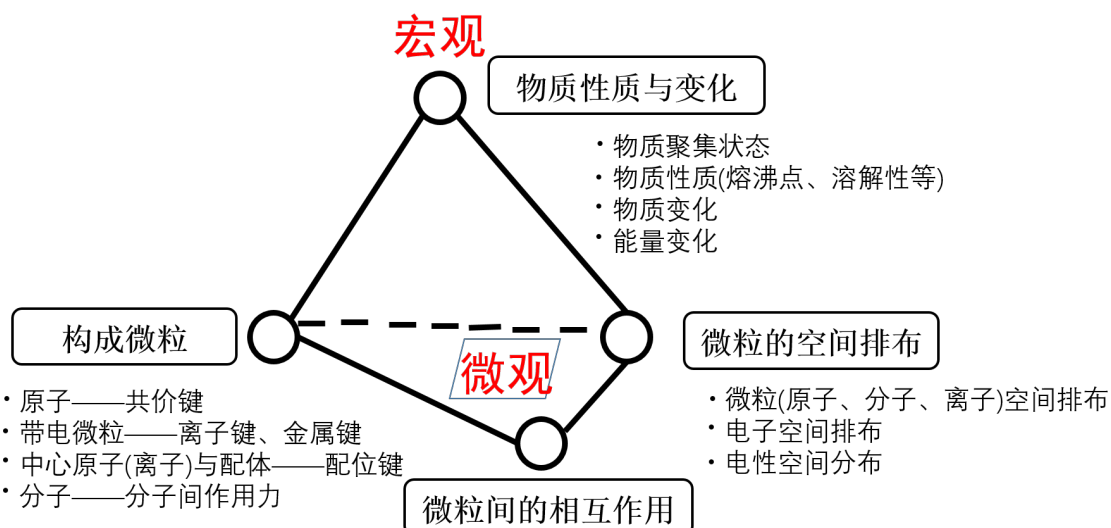


冰  
(H<sub>2</sub>O)

微粒粒径尺度递减

冰的熔化	$\text{H}_2\text{O}(\text{s}) \longrightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l})$	$\Delta H = +6.02 \text{ kJ/mol}$
水的气化	$\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \longrightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{g})$	$\Delta H = +40.6 \text{ kJ/mol}$
水分子的分解	$\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \longrightarrow 2\text{H}(\text{g}) + \text{O}(\text{g})$	$\Delta H = +926 \text{ kJ/mol}$
氢原子的分解	$\text{H}(\text{g}) \longrightarrow \text{H}^+(\text{g}) + \text{e}^-(\text{g})$	$\Delta H = +1312 \text{ kJ/mol}$

微粒作用强度递增



### 【高频考点】

**第一章：**原子结构；特殊原子或离子的电子排布式或轨道表达式(电子排布图)；“位置-结构-性质”的关系如电负性、第一电离能与元素周期表的关系及变化规律和原因分析。

**第二章：**价层电子对互斥理论、杂化理论与分子空间构型；化学键类型的判断及表示方法(共价键、离子键、金属键、配位键、 $\sigma$ 键、 $\pi$ 键)；范德华力和氢键对物质性质的影响。

**第三章：**常见晶体与晶体类型的判断及比较；物质熔沸点比较的方法及原因分析；配位数及晶胞密度的计算；数形结合分析晶体结构。

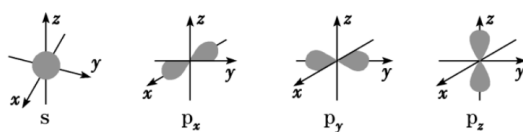


## 专题一 原子结构与元素性质

### 1. 原子核与核外电子排布规律

(1) 能层与能级：原子核外分能层，能层里面分能级，能级里面有轨道，电子填充充分自旋

电子层或量子数 $n$	符号	能级	原子轨道
$n=1$	K	1s	1s
$n=2$	L	2s 2p	2s 2p, 2p, 2p
$n=3$	M	3s 3p 3d	3s 3p, 3p, 3p 3d(包含5个原子轨道)
$n=4$	N	4s 4p 4d 4f	4s 4p, 4p, 4p 4d(包含5个原子轨道) 4f(包含7个原子轨道)
...	...	...	...



s 电子云轮廓图呈\_\_\_\_\_形，每个 s 能级有\_\_\_\_\_个原子轨道；p 电子云轮廓图呈\_\_\_\_\_形，每个 p 能级有\_\_\_\_\_个原子轨道，其能量关系为\_\_\_\_\_。

(2) 基态原子或离子的核外电子排布的表达方法

表示方法	举例
电子排布式	S: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$
简化电子排布式	S: $[\text{Ne}] 3s^2 3p^4$ (一般: 原子实 + 价层电子排布)
轨道表达式 (电子排布图)	S: $\begin{array}{cccccc} \boxed{\uparrow\downarrow} & \boxed{\uparrow\downarrow} & \boxed{\uparrow\downarrow} & \boxed{\uparrow\downarrow} & \boxed{\uparrow\downarrow} & \boxed{\uparrow} & \boxed{\uparrow} & \boxed{\uparrow} \\ 1s & 2s & 2p & 3s & 3p & & & \end{array}$
价层电子排布式	S: $3s^2 3p^4$

例 1. 下列化学用语或图示表达正确的是

- A.  $\text{CO}_2$  分子的结构模型:
- B. 基态 Cr 的电子排布式:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^4 4s^2$
- C. 基态磷原子的轨道表示式:  $\begin{array}{cccccc} 1s & 2s & 2p & 3s & 3p \\ \boxed{\uparrow\downarrow} & \boxed{\uparrow\downarrow} & \boxed{\uparrow\downarrow} & \boxed{\uparrow\downarrow} & \boxed{\uparrow\downarrow} & \boxed{\uparrow} & \boxed{\uparrow} & \boxed{\uparrow} \end{array}$
- D. 原子核内中子数为 20 的氯原子:  ${}_{17}^{20}\text{Cl}$

4. 重要元素基态原子/价电子电子排布式、轨道表示式

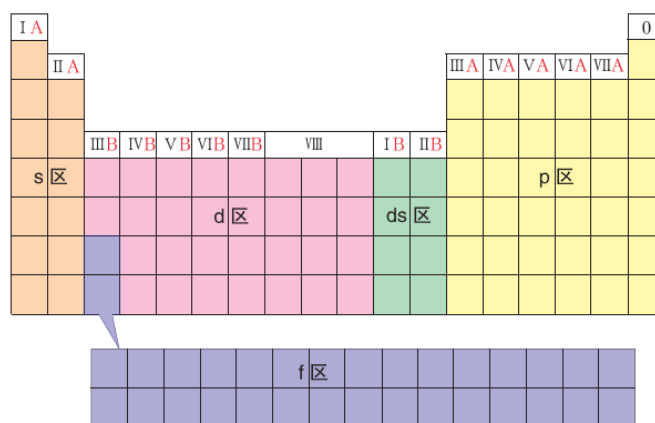
	价电子排布式	价电子轨道表示式
B		
P		
Mn		
Fe		
Cu		
Cr		

2.

### 3. 元素周期表

#### (1) 排布规则

#### (2) 结构和分区



例 2. 某元素原子的电子排布式为 $[\text{Ar}]3d^{10}4s^24p^1$ , 根据原子核外电子排布与元素在元素周期表中的位置关系, 回答下列问题:

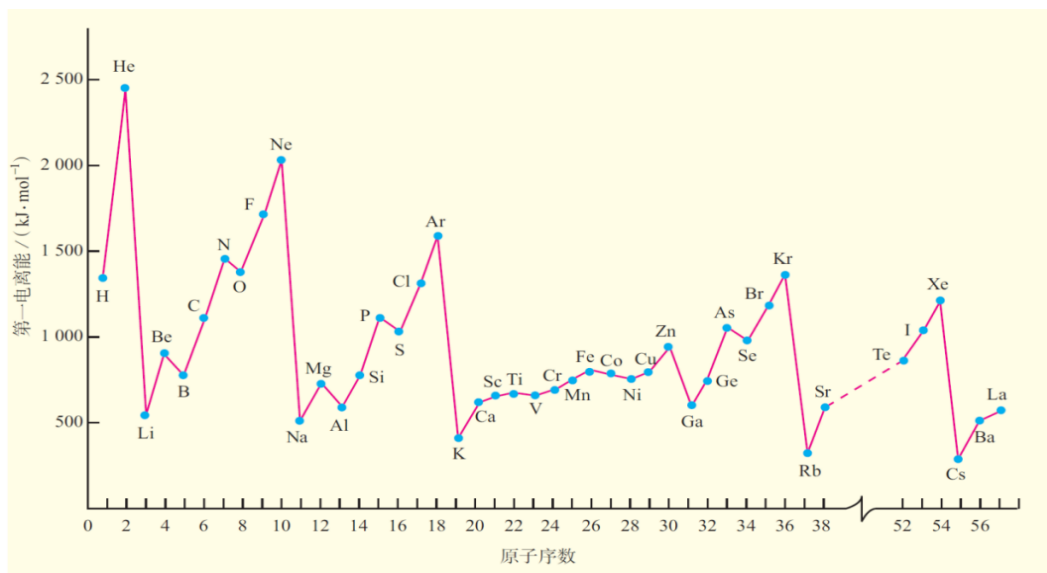
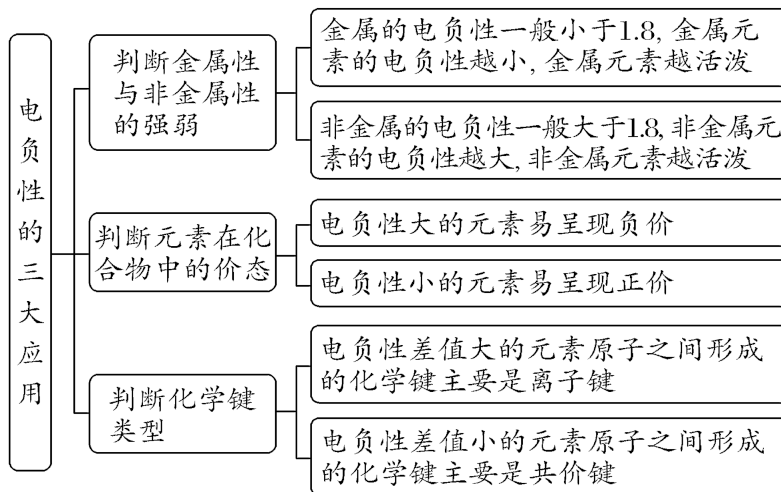
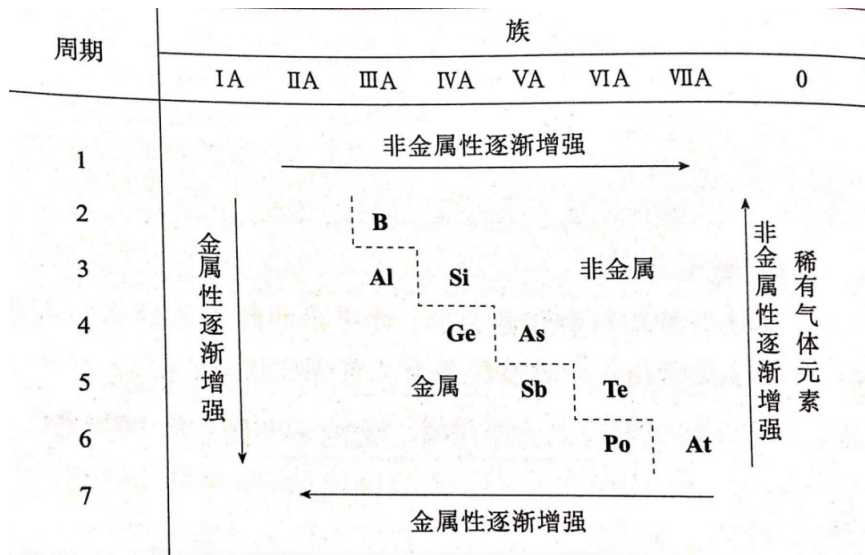
- (1) 该元素处于元素周期表的第\_\_\_\_\_周期, 该周期的元素种数是\_\_\_\_\_。
- (2) 该元素处于元素周期表的\_\_\_\_\_族, 该族的非金属元素种数是\_\_\_\_\_。
- (3) 试推测该元素处于元素周期表的\_\_\_\_\_区, 该区包含族的种类是\_\_\_\_\_。

#### 3. 元素周期律 (递变规律)

影响半径大小的因素: \_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_;

比较半径大小, 先比较\_\_\_\_\_、再比较\_\_\_\_\_。

	同周期	同主族
原子半径		
核电荷数		
元素金属性		
元素非金属性		
电负性		
第一电离能		



第一电离能的变化规律 (关注拐点)

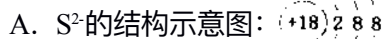
例 3. 中国科学家经过光谱分析发现了一颗锂元素含量极高的恒星。下列说法不正确的是

( )

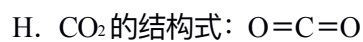
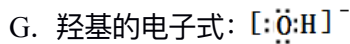
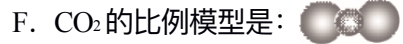
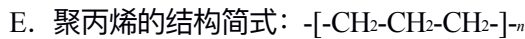
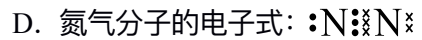
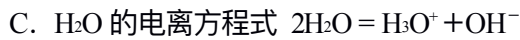
- A. LiOH 的碱性弱于 Be(OH)<sub>2</sub>
- B. 在碱金属元素中, 锂元素的第一电离能最大
- C. 依据对角线规则, 锂元素和镁元素的有些性质相似
- D. 原子光谱的产生与电子跃迁有关, 可利用原子光谱中的特征谱线来鉴定钠元素

**【反馈练习】**

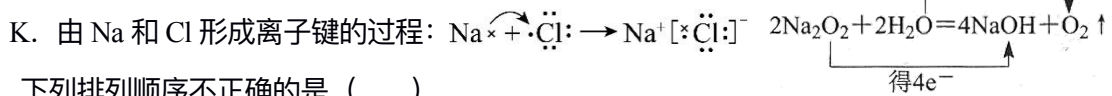
1. 下列化学用语正确的是\_\_\_\_\_



B. FeSO<sub>3</sub> 的名称是亚硫酸铁



J. 电子转移:



2. 下列排列顺序不正确的是 ( )

A. 原子半径: Na < Al

B. 热稳定性: HF > NH<sub>3</sub>

C. 碱性: NaOH > Mg(OH)<sub>2</sub>

D. 酸性: H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> > H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>

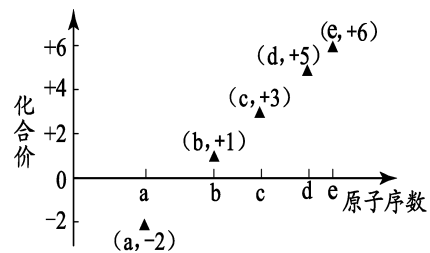
3. 右图是部分短周期元素的原子序数与其某种常见化合价的关系图, 若用原子序数代表所对应的元素, 则下列说法不正确的是 ( )

A. <sup>31</sup>d 和 <sup>33</sup>d 互为同位素

B. 气态氢化物的稳定性: a > d > e

C. 工业上常用电解法制备单质 b 和 c

D. a 和 b 形成的化合物中可能含共价键



4. 下列有关性质的比较, 不能用元素周期律解释的是\_\_\_\_\_

A. 酸性: H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> > HClO

B. 金属性: Na > Mg

C. 碱性: KOH > NaOH

D. 热稳定性: HCl > HBr

E. 同浓度溶液的碱性: Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> > NaHCO<sub>3</sub>

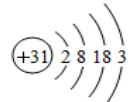
F. 原子半径: N < C

5. 为纪念门捷列夫发表第一张元素周期表 (部分如下) 150

周年, 联合国宣布 2019 年为“国际化学元素周期表年”。关于

下表的说法正确的是 ( )

H=1	Be=9.4	B=11	C=12	N=14	O=16	F=19	Li=7	Na=23	K=39	Ca=40	?	Ti=50	V=51	Cr=52	Mn=55	Fe=56	Ni=59	Cu=63.4	Zn=65.2	?	As=75	Se=79.4	Br=80	Rb=85.4	Sr=87.6	Ce=92	Zr=90	Nb=94	Mo=96	Rh=104.4	Pd=106.6	Ag=108	Cd=112	U=116	Sn=118	Tc=128?	I=127	Cs=133	Ba=137
-----	--------	------	------	------	------	------	------	-------	------	-------	---	-------	------	-------	-------	-------	-------	---------	---------	---	-------	---------	-------	---------	---------	-------	-------	-------	-------	----------	----------	--------	--------	-------	--------	---------	-------	--------	--------

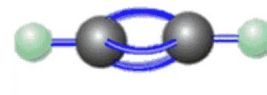
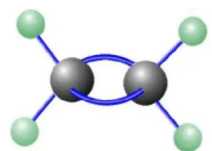
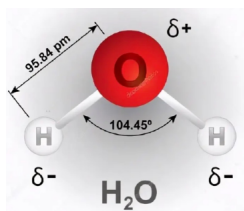
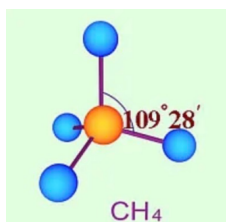
- A. 表中数字代表元素的原子序数  
 B. 表中元素的排列依据是元素的原子结构  
 C. 推测表中“?=70”指代的元素的最高化合价为+4  
 D. 每一纵行(列)都对应在常用的元素周期表中的一族
6. X、Y、Z、W 四种短周期元素在周期表中的位置关系如右图所示, X 原子最外层有 5 个电子。下列说法正确的是 ( )
- |   |   |   |
|---|---|---|
| X |   |   |
| Y | Z | W |
- A. 离子半径:  $W^- < Z^{2-}$                       B. 还原性:  $Z^{2-} < W^-$   
 C. 酸性:  $H_3YO_4 > HXO_3$                       D. 氢化物的稳定性:  $YH_3 > H_2Z$
7. 主族元素镓(Ga)的原子结构示意图是: , 下列关系不正确的是 ( )
- A. 原子半径:  $K > Ga > Al$                       B. 碱性:  $KOH > Ga(OH)_3 > Al(OH)_3$   
 C. 离子的氧化性:  $K^+ > Ga^{3+} > Al^{3+}$                       D. 与水反应的剧烈程度:  $K > Ga > Al$
8. 已知七种短周期元素 a~g 的有关信息如下表所示:
- | 元素编号        | a     | b     | c     | d     | e     | f     | g     |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 原子半径/nm     | 0.037 | 0.074 | 0.082 | 0.102 | 0.143 | 0.152 | 0.186 |
| 最高化合价或最低化合价 | +1    | -2    | +3    | -2    | +3    | +1    | +1    |
- 下列推断正确的是 ( )
- A. 氢氧化物碱性的强弱:  $f < g$                       B. 简单离子的离子半径:  $b < g$   
 C. 元素 e 的氧化物只能与酸反应                      D. 元素 a 与元素 d 形成的化合物属于离子化合物
9. 2016 年 IUPAC 命名 117 号元素为 Ts (中文名“𫟩”, tián), Ts 的原子核外最外层电子数是 7。下列说法不正确的是 ( )
- A. Ts 是第七周期第 VIA 族元素                      B. Ts 的同位素原子具有相同的电子数  
 C. Ts 在同族元素中非金属性最弱                      D. 中子数为 176 的 Ts 核素符号是  ${}_{117}^{176}\text{Ts}$
10. 磷精矿粉酸浸时发生反应:
- $$2\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH}) + 3\text{H}_2\text{O} + 10\text{H}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{\Delta} 10\text{CaSO}_4 \cdot 0.5\text{H}_2\text{O} + 6\text{H}_3\text{PO}_4$$
- (1) 该反应体现出酸性关系:  $\text{H}_3\text{PO}_4$  \_\_\_\_\_  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (填“>”或“<”)。  
 (2) 结合元素周期律解释①中结论: P 和 S 电子层数相同, \_\_\_\_\_。

## 专题二 微粒间的相互作用与物质的性质

### (一) 基础知识

#### 1. 化学键:

(1) 共价键 键长、键能、键角



键的饱和性: \_\_\_\_\_

键的极性: \_\_\_\_\_

键的极性与有机反应小结:

(2) 离子键

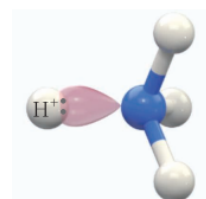
类型	物质实例	电子式
只含有离子键		
既含有离子键又含有共价键		

(3) 配位键

中心离子: \_\_\_\_\_ 提供

配体: \_\_\_\_\_ 提供

配位数: \_\_\_\_\_



	中心离子	配体	配位数	描述如何形成的配位键
$[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$				
$[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$				
$\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{OH}$				
$[\text{CuCl}_4]^{2-}$				

(4) 金属键

金属键可以看作金属阳离子和“自由电子”之间的强相互作用，金属键没有饱和性和方向性。

2. 价层电子对互斥理论、轨道杂化理论、分子的空间结构

(1) 价层电子对互斥理论

✓ 对价层电子对的计算公式的  $1/2 (a-xb)$  的理解:

a 代表\_\_\_\_\_； x 代表\_\_\_\_\_

b 代表\_\_\_\_\_。

✓ 如何确定孤对电子?

NH<sub>3</sub>: \_\_\_\_\_ ；

H<sub>2</sub>O: \_\_\_\_\_ ；

Cl<sup>-</sup>: \_\_\_\_\_ ；

BF<sub>4</sub><sup>-</sup>: \_\_\_\_\_ 。

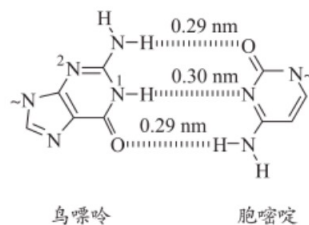
(2) 杂化轨道:

sp、sp<sup>2</sup>、sp<sup>3</sup>

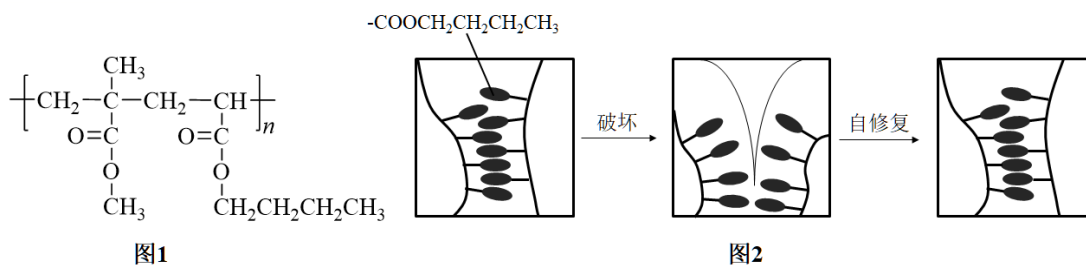
粒子	价层电子对互斥理论	杂化轨道	空间构型
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>			
NH <sub>3</sub>			
H <sub>2</sub> O			
SO <sub>2</sub>			
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>			

3.分子间作用力 范德华力、氢键

说明鸟嘌呤和胞嘧啶分子之间存在的作用力。



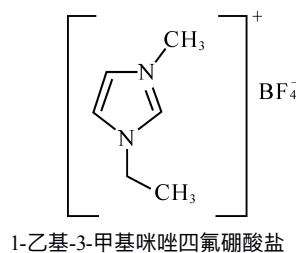
例题 1. 一种自修复材料在外力破坏后能够复原，其结构简式（图 1）和修复原理（图 2）如图所示，下列说法不正确的是（ ）



- A. 该高分子可通过加聚反应合成
- B. 使用该材料时应避免接触强酸或强碱
- C. 合成该高分子的两种单体含有相同的官能团
- D. 自修复过程中“-COOCH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>”基团之间形成了化学键

例题 2. 离子液体具有较好的化学稳定性、较低的熔点以及对多种物质有良好的溶解性，因此被广泛应用于有机合成、分离提纯以及电化学研究中。右图为某离子液体的结构。下列选项不正确的是（ ）

- A. 该离子液体能与水分子形成氢键
- B. 该结构中不存在手性碳原子
- C. 该结构中 C 原子的轨道杂化类型有 3 种
- D. BF<sub>4</sub><sup>-</sup> 中存在配位键，B 原子的轨道杂化类型为 sp<sup>3</sup>



## （二）延伸应用

### 1. σ键、π键的判断

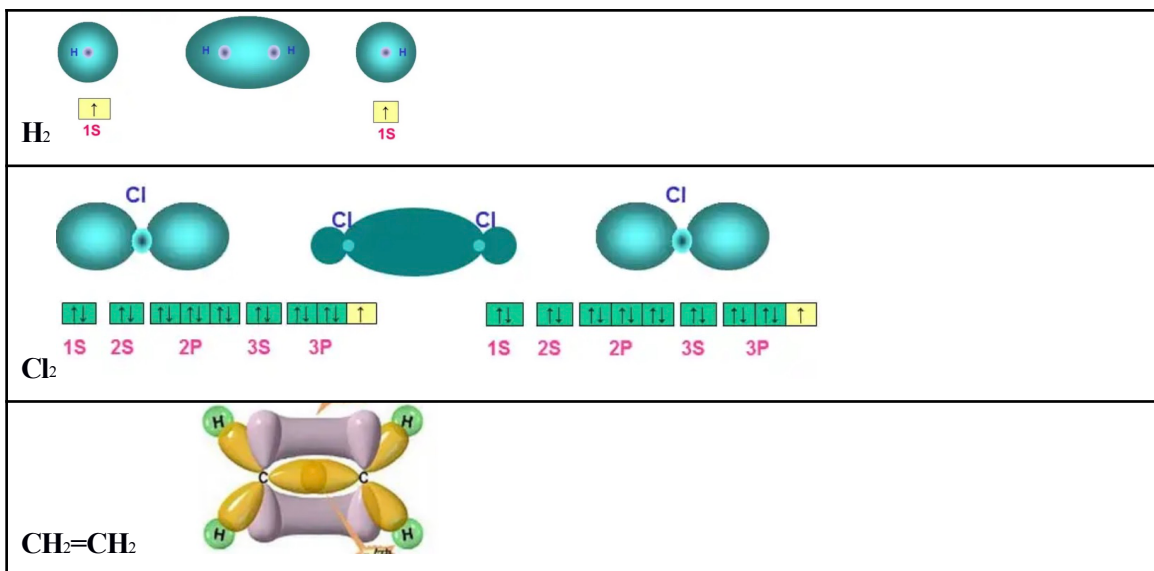
说明下列化学键中都是否含有σ键、π键

共价单键：\_\_\_\_\_，共价双键：\_\_\_\_\_，

共价三键：\_\_\_\_\_

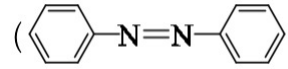
分子





例 3. 下列说法正确的是

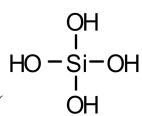
- A. HCl 和 Cl<sub>2</sub> 分子中均含有 s-p σ 键
- B. NH<sub>3</sub> 和 NH<sub>4</sub><sup>+</sup> 的 VSEPR 模型和空间结构均一致
- C. 熔点: 金刚石 > 碳化硅 > 晶体硅
- D. 酸性: CH<sub>3</sub>COOH > CHCl<sub>2</sub>COOH > CCl<sub>3</sub>COOH

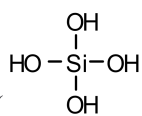
例 4. 偶氮苯 () 中 N 的杂化轨道类型是\_\_\_\_\_。存在顺反异构的原因是分子中两个氮原子间存在\_\_\_\_\_ (填“σ 键”或“π 键”)。

## 2. 影响物质溶解性的因素

影响溶解性的因素	解释	举例
分子极性的相似性		
分子结构的相似性		
发生化学反应		
形成氢键		

例 5. 硅元素最高价氧化物对应的水化物为原硅酸 (H<sub>4</sub>SiO<sub>4</sub>)。

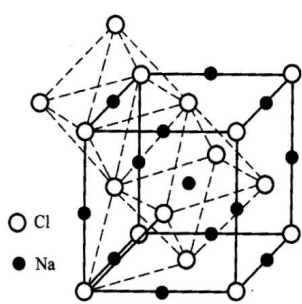
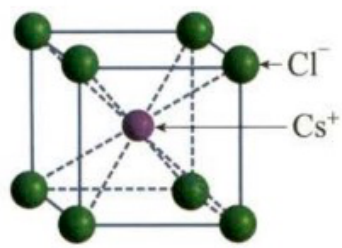


资料: 原硅酸()可溶于水, 原硅酸中的羟基可发生分子间脱水, 逐渐转化为硅酸、硅胶。②从结构的角解释 H<sub>4</sub>SiO<sub>4</sub> 脱水后溶解度降低的原因: \_\_\_\_\_

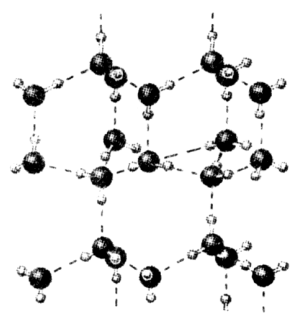
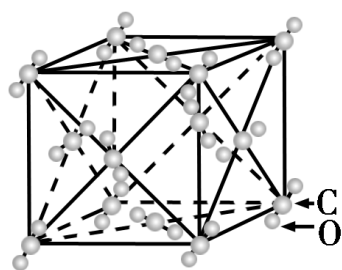
## 专题 3 晶体的结构与性质

## (一) 常见的晶体类型及性质

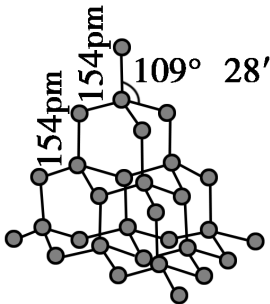
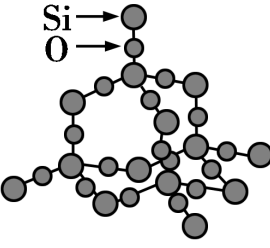
### 1. 离子晶体

晶体		晶体结构	晶体详解
离子晶体	NaCl 型		<p>(1) 每个 <math>\text{Na}^+</math> 周围等距且紧邻的 <math>\text{Cl}^-</math> 有_____个。每个 <math>\text{Na}^+</math> 周围等距且紧邻的 <math>\text{Na}^+</math> 有_____个；</p> <p>(2) 每个晶胞中含有_____个 <math>\text{Na}^+</math> 和_____个 <math>\text{Cl}^-</math></p>
	CsCl 型		<p>(1) 每个 <math>\text{Cs}^+</math> 周围等距且紧邻的 <math>\text{Cl}^-</math> 有_____个。每个 <math>\text{Cs}^+</math> 周围等距且紧邻的 <math>\text{Cs}^+</math> 有_____个；</p> <p>(2) 如图为_____个晶胞，每个晶胞中有 1 个 <math>\text{Cs}^+</math>、1 个 <math>\text{Cl}^-</math></p>

### 2. 分子晶体

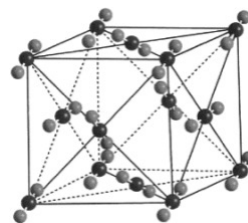
晶体		晶体结构	晶体详解
分子晶体	冰		<p>水分子间的主要作用力是_____，也存在_____</p>
	干冰		<p>(1) 8 个 <math>\text{CO}_2</math> 分子构成立方体且在 6 个面心又各占据 1 个 <math>\text{CO}_2</math> 分子</p> <p>(2) 每个 <math>\text{CO}_2</math> 分子周围等距紧邻的 <math>\text{CO}_2</math> 分子有_____个</p>

### 3. 共价晶体

晶体		晶体结构	晶体详解
共价晶体	金刚石		(1)每个碳与相邻_____个碳以共价键结合，碳原子轨道均为_____杂化，形成正四面体结构 (2)键角均为_____
	SiO <sub>2</sub>		(1)每个 Si 与_____个 O 以共价键结合，硅原子轨道均为_____杂化，形成正四面体结构

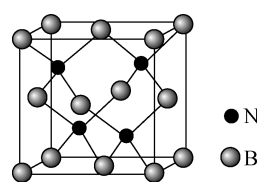
例 1.干冰（固态二氧化碳）在  $-78^{\circ}\text{C}$  时可直接升华为气体，其晶胞结构如下图所示。下列说法不正确的是（ ）

- A. 二氧化碳晶体是共价晶体
- B. 每个晶胞中含有 4 个  $\text{CO}_2$  分子
- C. 每个  $\text{CO}_2$  分子周围有 12 个紧邻  $\text{CO}_2$  分子
- D. 干冰升华时需克服分子间作用力



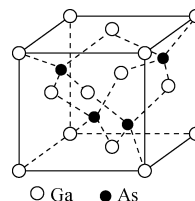
例 2. 我国科学家合成了富集  $^{11}\text{B}$  的非碳导热材料立方氮化硼晶体，晶胞结构如图。下列说法正确的是（ ）

- A.  $^{11}\text{BN}$  和  $^{10}\text{BN}$  的性质无差异
- B. 该晶体具有良好的导电性
- C. 该晶胞中含有 14 个 B 原子，4 个 N 原子
- D. N 原子周围等距且最近的 N 原子数为 12



例 3. 砷化镓是一种重要的半导体材料，熔点  $1238^{\circ}\text{C}$ 。它在  $600^{\circ}\text{C}$  以下，能在空气中稳定存在，并且不被非氧化性的酸侵蚀。砷化镓晶胞结构如图。下列说法正确的是（ ）

- A. 砷化镓是一种分子晶体
- B. 砷化镓中不存在配位键
- C. 晶胞中 Ga 原子与 As 原子的数量比为 4: 1
- D. 晶胞中 Ga 与周围等距且最近的 As 形成的空间构型为正四面体



## (二) 延伸应用

## 1. 熔沸点的比较

(1) 根据晶体的类型 —— 一般规律：共价晶体 > 离子晶体 > 分子晶体

(2) 共价晶体——键能大小——键长——形成共价键的原子半径

键能越大，\_\_\_\_\_，熔沸点越\_\_\_\_\_；

例 1.判断正误并说明原因——熔点：金刚石>碳化硅>晶体硅

例 2.钛与卤素形成的化合物的熔沸点如下表所示：

	熔点/°C	沸点/°C
TiCl <sub>4</sub>	-25	136.5
TiBr <sub>4</sub>	39	230
TiI <sub>4</sub>	150	377

TiCl<sub>4</sub>、TiBr<sub>4</sub>、TiI<sub>4</sub>的熔点和沸点逐渐增大的原因是\_\_\_\_\_。

例 3.分子晶体：

(1) 含有氢键：含有氢键熔点比仅含有范德华力的高

(2) 仅含有范德华力：仅含有范德华力，分子结构相似，相对分子质量\_\_\_\_\_，熔点越高。

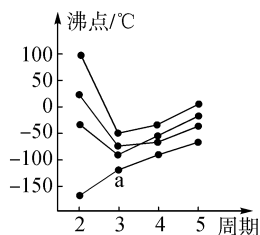
(3) 从物质结构的角度解释常温下 CH<sub>4</sub> 为气态，CCl<sub>4</sub> 为液态。

(4) 比较熔沸点：H<sub>2</sub>O\_\_\_\_\_H<sub>2</sub>S，原因：\_\_\_\_\_

CH<sub>4</sub>\_\_\_\_\_SiH<sub>4</sub>，原因：\_\_\_\_\_

CH<sub>3</sub>CH<sub>3</sub>\_\_\_\_\_CH<sub>3</sub>OH，原因：\_\_\_\_\_

例 4. 如图所示，每条折线表示周期表 IVA~VIA 中的某一族元素氢化物的沸点变化。每个小黑点代表一种氢化物，其中 a 点代表的是\_\_\_\_\_，判断依据是\_\_\_\_\_

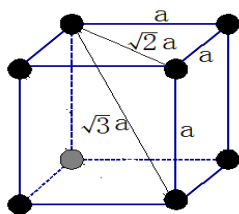


例 5. 在解释下列物质的变化规律与物质结构间的因果关系时，与化学键的强弱无关的 ( )

- A. 钠、镁、铝的熔点和沸点逐渐升高，硬度逐渐增大
- B. 金刚石的硬度大于晶体硅的硬度，其熔点也高于晶体硅的熔点
- C. KF、KCl、KBr、KI 的熔点依次降低
- D. CF<sub>4</sub>、SiF<sub>4</sub>、GeF<sub>4</sub>、SnF<sub>4</sub> 的熔点和沸点逐渐升高

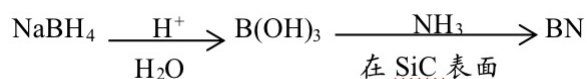
## 2. 晶胞计算——密度、摩尔质量、N<sub>A</sub>、体积

若 1 个晶胞中含有  $x$  个微粒, 则 1 mol 晶胞中含有  $x$  mol 微粒, 其质量为  $xM$  克 ( $M$  为微粒的相对分子质量); 又 1 个晶胞的质量为【密度· $a^3$ 】克( $a^3$  为晶胞的体积), 则 1mol 晶胞的质量【密度· $a^3N_A$ 】克, 因此有:  $xM = \text{密度} \cdot a^3N_A$



$$\rho = \frac{xM}{a^3N_A}$$

例 6. 氮化硼 (BN) 是一种高硬度、耐高温、耐腐蚀、高绝缘性的材料。一种获得氮化硼的方法如下:



已知:

1. 电负性: H 2.1    B 2.0    N 3.0    O 3.5

2. SiC 与 BN 晶体的熔点与硬度数据如下:

	熔点	硬度
碳化硅(SiC)	2700K	9-9.5
氮化硼(BN)	3000K	9.5

(1)  $\text{NaBH}_4$  被认为是有机化学上的“万能还原剂”。从化合价角度分析  $\text{NaBH}_4$  具有强还原性的原因: \_\_\_\_\_。

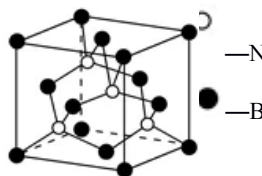
(2) 硼酸的化学式为  $\text{B(OH)}_3$ , 是一元弱酸。硼酸产生  $\text{H}^+$  过程为:



①硼酸分子的空间构型为\_\_\_\_\_。

②硼酸具有弱酸性是由于 B 与水中的  $\text{OH}^-$  形成配位键, 描述配位键的形成过程\_\_\_\_\_。

(3) 某一种氮化硼晶体的晶胞结构如下图:



立方氮化硼晶胞

①氮化硼(BN)属于\_\_\_\_\_晶体; B 原子的轨道杂化类型为\_\_\_\_\_。

②已知该晶胞的密度为  $\rho \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ , 阿伏伽德罗常数为  $N_A$ , 则晶胞的边长为\_\_\_cm (列计算式)。

【反馈练习】

1. 下列比较正确的是 ( )

A. 第一电离能: Be > B

B. 热稳定性: H<sub>2</sub>S > H<sub>2</sub>O

C. 碱性: Al(OH)<sub>3</sub> > Mg(OH)<sub>2</sub>

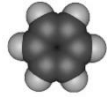
D. 原子半径: N > C

2. 下列化学用语或图示表达不正确的是 ( )

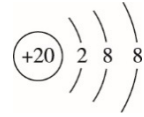
A. NH<sub>4</sub><sup>+</sup>的电子式:  $\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ [\text{H}:\text{N}:\text{H}]^+ \\ | \\ \text{H} \end{array}$

B. CO<sub>2</sub>的结构式: O=C=O

C. 甲苯的空间填充模型:



D. Ca<sup>2+</sup>的原子结构示意图:



3. 元素 X、Y、Z 和 R 在周期表中的位置如下图所示。R 位于第四周期, X、Y、Z 原子的最外层电子数之和为 17, 下列说法正确的是 ( )

A. X 基态原子的核外电子排布式为 2s<sup>2</sup>2p<sup>2</sup>

B. 电负性: R > Y

C. 0.033 mol·L<sup>-1</sup> 的 H<sub>3</sub>RO<sub>4</sub> 溶液的 pH 约等于 1

D. 还原性: Y<sup>2-</sup> > Z<sup>-</sup>

X			
		Y	Z
	R		

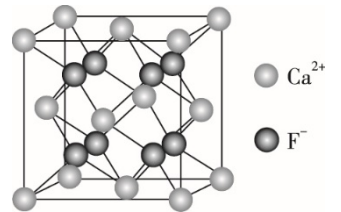
4. 萤石是制作光学玻璃的原料之一, 其主要成分氟化钙的晶胞结构如下图所示。下列说法正确的是 ( )

A. 氟化钙的化学式为 CaF

B. 每个晶胞中含有 14 个 Ca<sup>2+</sup>

C. 氟化钙中只含有离子键

D. 每个 Ca<sup>2+</sup> 周围距离最近且等距的 F<sup>-</sup> 有 4 个



5. 下列图示或化学用语表达不正确的是

A. 氯原子的结构示意图:  $\begin{array}{c} (+17) \\ \text{2} \\ \text{8} \\ \text{7} \end{array}$

B. 二氧化碳的电子式: :Ö::C::Ö:

C. 反-2-丁烯的结构简式:  $\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} & & \text{H} \\ & \diagdown & / \\ & \text{C}=\text{C} \\ & / & \diagdown \\ \text{H} & & \text{CH}_3 \end{array}$

D. 基态 <sup>24</sup>Cr 原子的价层电子轨道表示式:  $\begin{array}{c} 3d \quad \quad \quad 4s \\ \boxed{\uparrow\downarrow} \quad \boxed{\uparrow} \quad \boxed{\uparrow} \quad \boxed{\uparrow} \quad \boxed{\uparrow} \quad \boxed{\phantom{\uparrow\downarrow}} \end{array}$

6. 下列说法正确的是 ( )

A. 第一电离能: F < Cl < Br

B. 半径: F<sup>-</sup> > Cl<sup>-</sup> > Br<sup>-</sup>

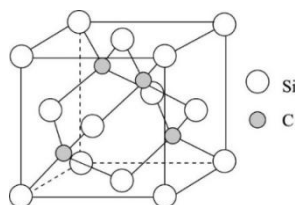
C. 沸点: HF < HCl < HBr

D. 酸性: CF<sub>3</sub>COOH > CCl<sub>3</sub>COOH > CH<sub>3</sub>COOH

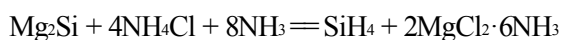
7. 碳化硅晶体具有多种结构, 其中一种晶体的晶胞 (如下图所示) 与金刚石的类似。下列

判断不正确的是 ( )

- A. 该晶体属于分子晶体
- B. 该晶体中只存在极性键
- C. 该晶体中 Si 的化合价为+4
- D. 该晶体中每个 C 原子杂化类型均为  $sp^3$



8. 硅烷  $SiH_4$  可用于制造高纯硅。采用硅化镁法制备  $SiH_4$  的化学方程式如下:



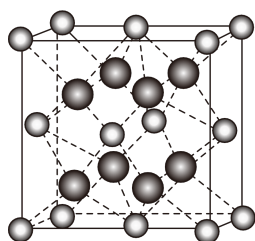
(1) 硅在元素周期表中的位置是\_\_\_\_\_，基态硅原子占据的最高能级的符号是\_\_\_\_\_。

(2) ①  $SiH_4$  的电子式是\_\_\_\_\_。

②  $SiH_4$  的沸点比  $CH_4$  的\_\_\_\_\_ (填“高”或“低”)，原因是\_\_\_\_\_。

(3)  $Mg_2Si$  可由 Mg 和  $SiO_2$  反应制得。晶体  $SiO_2$  属于\_\_\_\_\_晶体 (填晶体类型)，一种  $SiO_2$  晶体的结构中有顶角相连的硅氧四面体形成螺旋上升的长链 (如右下图)。

其中 Si 原子的杂化轨道类型是\_\_\_\_\_。



(4)  $Mg_2Si$  晶体的晶胞示意图如左上。每个 Mg 原子位于 Si 原子组成的四面体的中心。

则 1 个 Si 原子周围有\_\_\_\_\_个紧邻的 Mg 原子。

已知  $Mg_2Si$  的晶胞边长为  $a$  cm，阿伏加德罗常数的值为  $N_A$ ，则  $Mg_2Si$  晶体的密度为\_\_\_\_\_  $g \cdot cm^{-3}$ 。

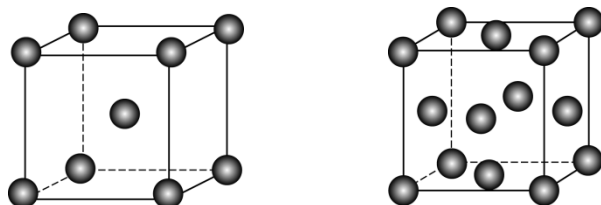
9.  $NH_3$  具有易液化、含氢密度高、应用广泛等优点， $NH_3$  的合成及应用一直是科学研究的重

要课题。

(1) 以  $\text{H}_2$ 、 $\text{N}_2$  合成  $\text{NH}_3$ ，Fe 是常用的催化剂。

① 基态 Fe 原子的电子排布式为\_\_\_\_\_。

② 实际生产中采用铁的氧化物  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{FeO}$ ，使用前用  $\text{H}_2$  和  $\text{N}_2$  的混合气体将它们还原为具有活性的金属铁。铁的两种晶胞（所示图形为正方体）结构示意图如下：



i. 两种晶胞所含铁原子个数比为\_\_\_\_\_。

ii. 图 1 晶胞的棱长为  $a \text{ pm}$  ( $1 \text{ pm} = 1 \times 10^{-10} \text{ cm}$ )，则其密度  $\rho = \underline{\hspace{2cm}} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 。

③ 我国科学家开发出 Fe—LiH 等双中心催化剂，在合成  $\text{NH}_3$  中显示出高催化活性。

第一电离能 ( $I_1$ )： $I_1(\text{H}) > I_1(\text{Li}) > I_1(\text{Na})$ ，原因是\_\_\_\_\_。

(2) 化学工业科学家侯德榜利用下列反应最终制得了高质量的纯碱。



① 1 体积水可溶解 1 体积  $\text{CO}_2$ ，1 体积水可溶解约 700 体积  $\text{NH}_3$ 。 $\text{NH}_3$  极易溶于水的原因是\_\_\_\_\_。

② 反应时，向饱和  $\text{NaCl}$  溶液中先通入\_\_\_\_\_。

③  $\text{NaHCO}_3$  分解得  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 。 $\text{CO}_3^{2-}$  空间结构为\_\_\_\_\_。

(3)  $\text{NH}_3$ 、 $\text{NH}_3\text{BH}_3$  (氨硼烷) 储氢量高，是具有广泛应用前景的储氢材料。

元素	H	B	N
电负性	2.1	2.0	3.0

①  $\text{NH}_3$  的中心原子的杂化轨道类型为\_\_\_\_\_。

②  $\text{NH}_3\text{BH}_3$  存在配位键，提供空轨道的是\_\_\_\_\_。

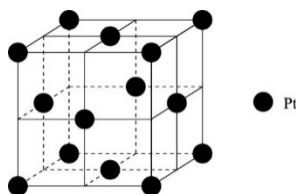
③ 比较熔点： $\text{NH}_3\text{BH}_3$  \_\_\_\_\_  $\text{CH}_3\text{CH}_3$  (填“>”或“<”)。

10. 过渡元素铂 (Pt) 的单质是一种重要的催化剂，其化合物可用于医药领域。



(1) 基态 Pt 的价层电子排布式是  $5d^96s^1$ ，该元素在元素周期表中位于第\_\_\_\_\_周期。

(2) Pt 的晶胞示意图如下。



① 该晶胞中含有的铂原子数目为\_\_\_\_\_。

② 该晶体中，每个铂原子周围与它最近且等距离的铂原子有\_\_\_\_\_个。

(3)  $\text{PtCl}_2(\text{NH}_3)_2$  是铂的重要配位化合物，它有甲、乙两种同分异构体，其中甲为极性分子，乙为非极性分子。甲、乙水解产物化学式均为  $\text{Pt}(\text{OH})_2(\text{NH}_3)_2$ ，但只有甲的水解产物能与草酸 ( $\text{HOOC}-\text{COOH}$ ) 反应生成  $\text{Pt}(\text{C}_2\text{O}_4)(\text{NH}_3)_2$ 。

①根据相似相溶的规律，可推断\_\_\_\_\_ (填“甲”或“乙”) 在水中的溶解度较大。

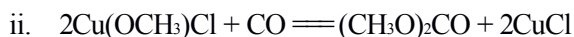
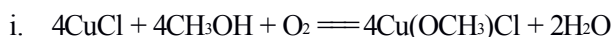
②依据文中信息：\_\_\_\_\_，可推断  $\text{PtCl}_2(\text{NH}_3)_2$  的分子不是四面体结构。

③ $\text{PtCl}_2(\text{NH}_3)_2$  发生水解反应的化学方程式是\_\_\_\_\_。

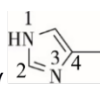
④ $\text{PtCl}_2(\text{NH}_3)_2$  和  $\text{Pt}(\text{C}_2\text{O}_4)(\text{NH}_3)_2$  中铂的配位数不同，但配位数均为 4，是由于每个  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$  中有\_\_\_\_\_个原子与铂配位。

⑤查阅资料可知，甲、乙均为平面结构。画出乙的水解产物的空间结构并推测其不能与草酸反应生成  $\text{Pt}(\text{C}_2\text{O}_4)(\text{NH}_3)_2$  的原因：\_\_\_\_\_。

11. 碳酸二甲酯 ( $\text{H}_3\text{CO}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OCH}_3$ ) 是一种绿色化工原料。用于汽车、医疗器械等领域。以甲醇为原料生产碳酸二甲酯的反应过程如下。



- (1) 碳酸二甲酯分子中羰基碳原子的杂化类型是\_\_\_\_\_。
- (2)  $\text{CuCl}$  中, 基态  $\text{Cu}^+$  的价电子排布式为\_\_\_\_\_,  $\text{CuCl}$  在生产碳酸二甲酯的反应过程中所起的作用是\_\_\_\_\_。
- (3) 上述方法中, 甲醇单位时间内的转化率较低。为分析原因, 查阅如下资料。
- i. 甲醇单位时间内的转化率主要受  $\text{Cu}(\text{I})$  (+1 价铜元素) 浓度的影响。
- ii.  $\text{CuCl}$  在甲醇中溶解度较小, 且其中的  $\text{Cu}^+$  易被氧化为难溶的  $\text{CuO}$ 。

iii. 加入 4-甲基咪唑 () 可与  $\text{Cu}^+$  形成配合物, 可提高甲醇的转化率。4-甲基咪唑中, 1 号 N 原子的孤电子对因参与形成大  $\pi$  键, 电子云密度降低。

请结合信息回答以下问题。

①4-甲基咪唑中, 1~4 号原子\_\_\_\_\_ (填“在”或“不在”) 同一平面上, \_\_\_\_\_ (填“1”或“3”) 号 N 原子更容易与  $\text{Cu}^+$  形成配位键。

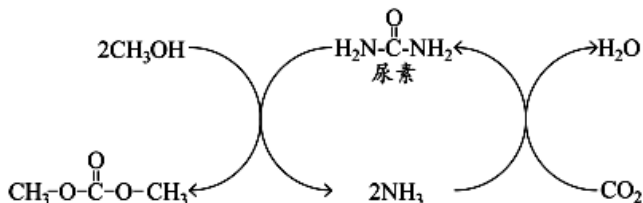
②加入 4-甲基咪唑后, 甲醇转化率提高, 可能的原因是\_\_\_\_\_ (填序号)。

- $\text{Cu}(\text{I})$  配合物中的  $-\text{NH}$  结构可增大其在甲醇中的溶解度
- 通过形成配合物, 避免  $\text{Cu}^+$  被氧化为难溶的  $\text{CuO}$
- 形成的  $\text{Cu}(\text{I})$  配合物能增大反应的限度

(4) 配位原子提供孤电子对的能力是影响配体与  $\text{Cu}^+$  之间配位键强度的一个重要因素。若用某结构相似的含 O 配体与  $\text{Cu}^+$  配位, 所得配合物的稳定性比含 N 配体低, 可能的原因是\_\_\_\_\_。

12. 碳酸二甲酯 (  $\text{CH}_3\text{O}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{CH}_3$  ) 是一种环保性能优异, 用途广泛的化工原料, 其合成方法有多种。

I. 在催化剂作用下由  $\text{CO}_2$  制备碳酸二甲酯的过程如下:



(1) 尿素中 N 的第一电离能比 O 的高, 原因是:

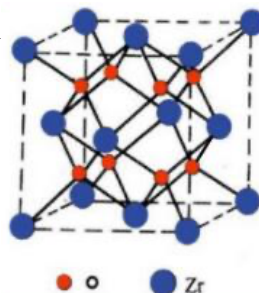
- ① O 失去的是已经配对的电子, 配对电子相互排斥, 因而电离能较低;  
② \_\_\_\_\_。

(2) 下列关于  $\text{NH}_3$  的叙述不正确的是\_\_\_\_\_ (填字母)。

- a.  $\text{NH}_3$  的键角小于  $\text{CH}_4$  的键角, 是因为  $\text{NH}_3$  的中心原子上孤电子对有较大斥力  
b.  $\text{NH}_3$  极易溶解在水中, 只因氨分子与水分子间形成了氢键  
c.  $\text{NH}_3$  的沸点比  $\text{PH}_3$  的高, 是因为 N-H 的键能比 P-H 的大

II. 在  $\text{CeO}_2\text{-ZrO}_2$  固溶体的催化体系中也能将  $\text{CO}_2$  转化为碳酸二甲酯。

(3) 氧化锆 (化学式为  $\text{ZrO}_2$ ) 晶胞结构如图所示,  $\text{Zr}^{4+}$  在晶胞中的配位数是\_\_\_\_\_, 若该晶胞的密度为  $\rho \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ , 用  $N_A$  表示阿伏伽德罗常数的值, 则该晶胞的体积是\_\_\_\_\_  $\text{cm}^3$  (列出计算式)。(氧化锆的摩尔质量  $M=123\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ )

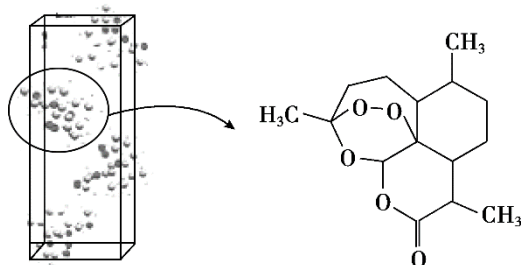


(4) Ce、Zr、Mn 和 Fe 都是过渡金属元素, Mn 与 Fe 两元素的部分电离能如下表所示。

元素	电离能 ( $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ )		
	$I_1$	$I_2$	$I_3$
Mn	717	1509	3248
Fe	759	1561	2957

- ① 铁元素位于元素周期表\_\_\_\_\_族, 属于\_\_\_\_\_区。  
② 比较两元素的  $I_2$ 、 $I_3$  可知, 气态  $\text{Mn}^{2+}$  再失去 1 个电子比气态  $\text{Fe}^{2+}$  再失去 1 个电子更难, 请从原子结构分析原因 \_\_\_\_\_。

13. 青蒿素 ( $C_{15}H_{22}O_5$ ) 是治疗疟疾的有效药物, 白色针状晶体, 溶于乙醇和乙醚, 对热不稳定。青蒿素晶胞 (长方体, 含 4 个青蒿素分子) 及分子结构如下图所示。



(1) 提取青蒿素

在浸取、蒸馏过程中, 发现用沸点比乙醇低的乙醚 ( $C_2H_5OC_2H_5$ ) 提取, 效果更好。

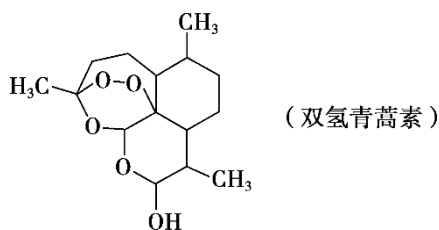
- ① 乙醚沸点低于乙醇, 原因是\_\_\_\_\_。
- ② 用乙醚提取效果更好, 原因是\_\_\_\_\_。

(2) 确定结构

- ① 测量晶胞中各处电子云密度大小, 可确定原子的位置、种类。比较青蒿素分子中 C、H、O 的原子核附近电子云密度大小: \_\_\_\_\_。
- ② 图中晶胞的棱长分别为  $a$  nm、 $b$  nm、 $c$  nm, 晶体的密度为\_\_\_\_\_  $g \cdot cm^{-3}$ 。  
(用  $N_A$  表示阿伏加德罗常数;  $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ; 青蒿素的相对分子质量为 282)
- ③ 能确定晶体中哪些原子间存在化学键、并能确定键长和键角, 从而得出分子空间结构的一种方法是\_\_\_\_\_。  
a. 质谱法      b. X 射线衍射      c. 核磁共振氢谱      d. 红外光谱

(3) 修饰结构, 提高疗效

一定条件下, 用  $NaBH_4$  将青蒿素选择性还原生成双氢青蒿素。



- ① 双氢青蒿素分子中碳原子的杂化方式为\_\_\_\_\_。
- ②  $BH_4^-$  的空间结构为\_\_\_\_\_。

双氢青蒿素比青蒿素水溶性更好, 治疗疟疾的效果更好。

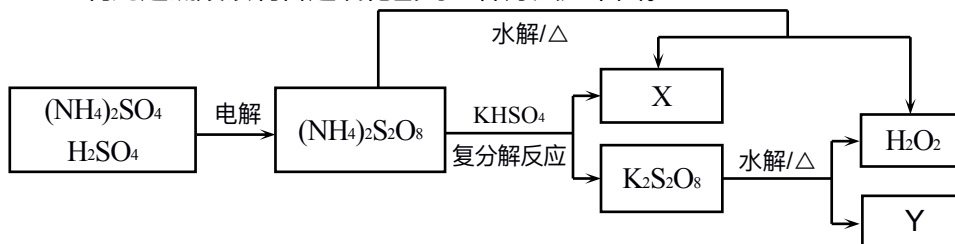
14. 过硫酸 ( $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_8$ ) 为无色晶体, 易溶于水, 在热水中易水解。

物质	硫酸	过硫酸
结构式	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}-\text{O}-\text{S}-\text{O}-\text{H} \\ \parallel \\ \text{O} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \qquad \qquad \text{O} \\ \parallel \qquad \qquad \parallel \\ \text{H}-\text{O}-\text{S}-\text{O}-\text{O}-\text{S}-\text{O}-\text{H} \\ \parallel \qquad \qquad \parallel \\ \text{O} \qquad \qquad \text{O} \end{array}$

(1) 依据硫酸和过硫酸的结构式, 下列说法正确的是\_\_\_\_\_ (填序号)。

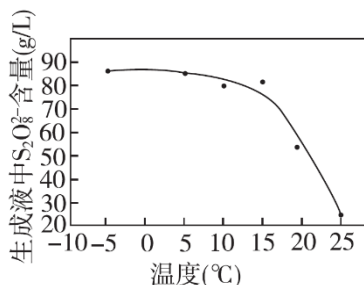
- a. 硫酸和过硫酸均为共价化合物
- b. 过硫酸分子中含有与过氧化氢分子中相同的化学键
- c. 过硫酸分子可看作 2 个硫酸分子脱去 1 个水分子

(2) 工业上利用过硫酸铵制备过氧化氢的一种方法如下图。



① 电解法制  $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$  过程中, 得到  $\text{S}_2$  的电极反应式是\_\_\_\_\_。

② 其他条件一定, 电解相同时间后, 测得生成液中  $\text{S}_2$  含量随温度变化如右图。电解时通常控制  $15^\circ\text{C}$  而不用更低温度的原因: \_\_\_\_\_。



③ X 的化学式是\_\_\_\_\_。

④ 过硫酸盐的水解反应\_\_\_\_\_ (填“属于”或“不属于”) 氧化还原反应。

⑤ 下图中 a~e 表示  $\text{S}_2$  中的部分化学键, 则  $\text{S}_2$  发生水解反应时断裂的化学键是\_\_\_\_\_ (选填字母)。

