

(3) 根据结构简式可知,该有机化合物中含有 7 个不饱和碳原子,分子中双键有 2 种,分别是碳碳双键和碳氧双键。

(4) 可以通过质谱法测定该有机化合物的相对分子质量, A 错误;连有 4 个不同原子或原子团的碳原子为手性碳原子,该有机化合物含有手性碳原子,如与 F 相连的碳原

子, B 正确;该有机化合物含有羟基、碳卤键、酯基,可以发生取代反应,含有碳碳双键,可以发生加成反应和氧化反应, C 正确。

(5) 根据结构简式可知,该有机化合物分子中与饱和碳原子结合的氢原子有 14 种,则一溴代物共有 14 种。

## 第二章 烃

### 第一节 烷烃

#### 刷基础

**1. D** 【解析】丙烷分子中 3 个碳原子呈锯齿形排列,故丙烷分子中碳原子不在一条直线上, A 错误;丙烷等气态烷烃在光照的条件下可以和卤素单质发生取代反应,烷烃化学性质稳定,通常状况下烷烃不与强氧化剂(如溴水等)反应, B 错误;丙烷分子中碳原子数小于丁烷,故丁烷沸点更高,更易液化,

→ **突破点:** 随着碳原子数的增加,烷烃的熔、沸点逐渐升高

C 错误;丙烷的碳链结构为 C—C—C,丙烷的二氯代物中, Cl 若取代同一碳原子上的氢原子,有 1,1-二氯丙烷、2,2-二氯丙烷两种,若取代不同碳原子上的氢原子,有 1,2-二氯丙烷、1,3-二氯丙烷两种,故丙烷的二氯代物有 4 种, D 正确。

**2. B** 【解析】随着碳原子数的增大,烷烃在常温常压下的存在状态由气态逐渐过渡到液态、固态, A 错误;烷烃中氢元素含

→ **速记:** 常温下,4 个碳及 4 个碳以下的烷烃为气体

量较高时燃烧会产生淡蓝色火焰,但不是所有的烷烃燃烧都能产生淡蓝色火焰, B 正确;在一定条件下,烷烃能与氯气、液溴等发生取代反应,不能与溴水发生反应, C 错误;烷烃均不能被酸性高锰酸钾溶液氧化,故不会使其褪色, D 错误。

**3. C** 【解析】结构相似、分子组成上相差一个或若干个  $\text{CH}_2$  原子团的有机物互称为同系物,化学性质相似的有机物如果结构不相似则不互为同系物, ① 错误;  $\text{C}_2\text{H}_4$  和  $\text{C}_3\text{H}_6$  分子组成上相差一个  $\text{CH}_2$  原子团,  $\text{C}_2\text{H}_4$  为  $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ ,  $\text{C}_3\text{H}_6$  为环丙烷时,二者不互为同系物, ② 错误;若烃中碳、氢元素的质量分数相同,则其最简式相同,但不一定互为同系物,如苯和乙炔的最简式相同,但不互为同系物, ③ 错误;随着烷烃碳原子数的增加,烷烃的熔点和沸点逐渐升高,正戊烷和正丁烷均为直链烷烃,正戊烷碳原子数多,则其沸点高, ④ 正确;互为同分异构体的两种有机物化学性质不一定相似,如乙酸和甲酸甲酯, ⑤ 错误;相对分子质量相同的有机物的分子式不一定相同,如乙醇和甲酸, ⑥ 错误;  $\text{C}_4\text{H}_{10}$  和  $\text{CH}_4$  均符合链状烷烃的通式,结构相似,分子组成上相差 3 个  $\text{CH}_2$  原子团,二者互为同系物, ⑦ 正确;综上, ①②③⑤⑥ 错误, 故选 C。

#### 方法技巧 同系物的判断方法

(1) 结构相似性,必须属于同一类物质,含有官能团的种类和个数相同,即它们的分子结构相似。

(2) 组成差异,分子组成上相差一个或若干个  $\text{CH}_2$  原子团。

**4. AB** 【解析】 $\begin{array}{ccccccc} & & \text{CH}_3 & & \text{CH}_2 & \text{CH}_3 & \\ & & | & & | & & \\ 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & \\ \text{CH}_3 & \text{CH} & \text{CH}_2 & \text{CH} & \text{CH}_3 & & \end{array}$  的主链有 6 个碳原子,在 2、

4 号碳原子上各有一个甲基,系统命名为 2,4-二甲基己烷, A

错误;  $\begin{array}{ccccccc} & & 1 & 2 & & & \\ & & | & | & & & \\ & & \text{CH}_3 & \text{CH} & \text{CH}_3 & & \\ & & | & | & | & & \\ & & \text{CH}_3 & \text{CH}_2 & \text{CH} & \text{CH}_2 & \text{CH}_3 \end{array}$  的主链有 5 个碳原子,在 2 号碳原

子上有一个甲基,在 3 号碳原子上有一个乙基,系统命名为

2-甲基-3-乙基戊烷, B 错误;  $\begin{array}{ccccccc} & & \text{H}_3\text{C} & & \text{CH}_2 & \text{CH}_3 & \\ & & | & & | & & \\ 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & \\ \text{CH}_3 & \text{CH}_2 & \text{CH} & \text{CH} & \text{CH}_2 & \text{CH}_3 & \end{array}$  的主链

有 6 个碳原子,在 3 号碳原子上有一个甲基,4 号碳原子上有一个乙基,系统命名为 3-甲基-4-乙基己烷, C 正确;

$\begin{array}{ccccccc} & & \text{H}_3\text{C} & & \text{CH}_2 & \text{CH}_2 & \text{CH}_3 \\ & & | & & | & & \\ 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & \\ \text{CH}_3 & \text{CH} & \text{CH} & \text{CH}_2 & \text{CH} & \text{CH}_3 & \end{array}$  的主链有 6 个碳原子,从离取代基较

近的一端开始编号,并使各取代基的位次和最小,则在 2、5 号碳原子上各有一个甲基,在 3 号碳原子上有一个乙基,系统命名为 2,5-二甲基-3-乙基己烷, D 正确。

**关键点拨** 烷烃命名时,先找出最长碳链,然后从离支链最近的碳原子处开始编号;相同的取代基要合并;取代基的位次和要最小;正确的烷烃系统命名中甲基不能出现在 1 号碳原子上,乙基不能出现在 2 号碳原子上。

**5. (1)**  $(\text{CH}_3)_3\text{CC}(\text{CH}_3)_3$

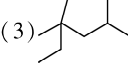
(2)  $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}(\text{C}_2\text{H}_5)\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_3$

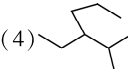
(3) 2,4,4-三甲基己烷

(4) 2-甲基-3-乙基己烷

【解析】(1) 2,2,3,3-四甲基丁烷的主链有 4 个碳原子,在 2、3 号碳原子上各有 2 个甲基,该烷烃的结构简式为  $(\text{CH}_3)_3\text{CC}(\text{CH}_3)_3$ 。

(2) 2,4,6-三甲基-5-乙基辛烷的主链有 8 个碳原子,在 2、4、6 号碳原子上各有 1 个甲基,在 5 号碳原子上有 1 个乙基,该烷烃的结构简式为  $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}(\text{C}_2\text{H}_5)\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_3$ 。

(3)  的最长碳链有 6 个碳原子,有 3 个甲基支链,对主链进行编号,2 号碳原子上有 1 个甲基,4 号碳原子上有 2 个甲基,其名称为 2,4,4-三甲基己烷。

(4)  的最长碳链有 6 个碳原子,有 1 个甲基支链和 1 个乙基支链,对主链进行编号,甲基在 2 号碳原子上,乙基在 3 号碳原子上,其名称为 2-甲基-3-乙基己烷。

**6. A** 【解析】主链上含有 4 个碳原子,分子中共有 6 个碳原子的烷烃,不可能含有 1 个乙基支链,只能含有 2 个  $-\text{CH}_3$ , 2 个  $-\text{CH}_3$  可以连在同一个碳原子上  $[(\text{CH}_3)_3\text{CCH}_2\text{CH}_3]$ ,也可以连在不同碳原子上  $[(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}(\text{CH}_3)_2]$ , 所以有 2 种不同结构,选 A。

### 刷易错

#### ★易错点 键线式分析不准确

**7. D** 【解析】1 个甲分子中含有 6 个碳碳共价单键、4 个碳氢共价单键,即 1 个甲分子中含有 10 个共价键,所以 1 mol 甲分子内含有 10 mol 共价键, A 错误; 烃能燃烧,能发生氧化反应, B 错误; 丙分子的所有 H 原子等效,一氯代物只有一种, C 错误; 丁分子中碳原子形成 5 个共价键,不符合实际,所以不可能合成, D 正确。

#### 易错警示 键线式的常见错误

- (1) 只关注拐点,忽略两端上的碳原子;
- (2) 利用“碳四键”原则补全氢原子时有遗漏;
- (3) 忽略醛基上的氢原子。

### 刷提升

**1. A** 【解析】乙烷中,六个氢原子全部被甲基取代,得到的物

质为  $\text{CH}_3-\text{C}(\text{CH}_3)_2-\text{C}(\text{CH}_3)_2-\text{CH}_3$ , 依据连在同一个碳原子上的甲基

氢原子等效、处于对称位置的氢原子等效,可知该烷烃的一氯代物只有一种,该烷烃主链有 4 个碳原子,2 号、3 号碳上各有 2 个甲基,其系统命名为 2,2,3,3-四甲基丁烷,选 A。

**2. C** 【解析】该烷烃结构中含有 3 个甲基,若该烷烃只有 1 个支链且支链为  $-\text{CH}_3$ , 则主链含有 6 个碳原子,符合条件的结

构简式为  $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)(\text{CH}_2)_3\text{CH}_3$ 、 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)(\text{CH}_2)_2\text{CH}_3$ , 若支链为  $-\text{CH}_2\text{CH}_3$ , 则主链含有 5 个碳原子,符合条件的结构简式为  $\text{CH}(\text{CH}_2\text{CH}_3)_3$ , 故符合条件的同分异构体有 3 种, A 错

误; 主链含 5 个 C, 则乙基只能在 3 号 C 上, 甲基可以在 3 号 C

上, 也可以在 2 号 C 上, 所以有如下 2 种:  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)(\text{C}_2\text{H}_5)\text{CH}_2\text{CH}_3$ 、

$\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}(\text{C}_2\text{H}_5)\text{CH}_2\text{CH}_3$ , B 错误; 烷烃的沸点随碳原子数的增多而

升高, 碳原子数相同时, 支链越多其沸点越低, 丙烷有 3 个碳原子, 正丁烷和异丁烷有 4 个碳原子, 异丁烷有支链, 新戊烷有 5 个碳原子, 所以沸点: 新戊烷 > 正丁烷 > 异丁烷 > 丙烷, C 正

确;  $\text{CH}_3\text{CH}(\text{C}_2\text{H}_5)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_3$  和  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}_2\text{H}_5)\text{CH}_2\text{CH}_3$  的

主链碳原子数分别为 8、7, D 错误。

**3. B** 【解析】烷烃的卤代反应为自由基反应且在水中不易形成自由基, 说明烷烃可与卤素气态单质发生卤代反应, A 正确; 自由基在水中不易形成, 而溴水是水溶液体系, 所以烷烃不能与溴水发生取代反应, B 错误; 自由基是分子在光、热等外界条件下发生共价键均裂而形成的, 所以烷烃可在光照或高温下发生卤代反应, C 正确; 在甲烷与氯气的卤代反应中, 会产生甲基自由基  $(\text{CH}_3\cdot)$ , 两个甲基自由基可以结合生成  $\text{CH}_3\text{CH}_3$ , 所以产物中可能含有乙烷, D 正确。

**4. (1) 环丙烷** 环丙烷与  $\text{H}_2$  反应所需温度最低

(2)  +  $\text{HBr} \longrightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Br}$

(3) 利用酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液, 能使酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液褪色的为丁烯, 不能使酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液褪色的为环丁烷 (答案合理即可)

## 第二节 烯烃 炔烃

### 课时 1 烯烃

#### 刷基础

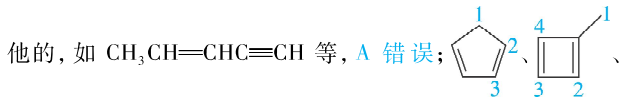
**1. C** 【解析】键线式中, 每个拐点或终点均代表有一个碳原子, 补全 C、H 可以转化为结构简式, A 项表示的有机物的结构简式为  $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}_3$ , 即 2-丁烯, A、B 不符合题意; 球棍模型中较小的球表示 H 原子, 较大的表示 C 原子, 短棍表示化学键, C 项表示的有机物的结构简式为  $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ , 为 1-戊烯, C 符合题意; 电子式中用“·”表示电子, 2-丁烯

电子式为  $\text{H}:\ddot{\text{C}}::\ddot{\text{C}}::\ddot{\text{C}}::\ddot{\text{C}}:\text{H}$ , D 不符合题意。

**2. AD** 【解析】从距离碳碳双键最近的一端给主链上的碳原子依次编号,系统命名为4-甲基-1-戊烯,A 正确;丙烯二聚体分子中只含有一个碳碳双键,其加聚产物中没有不饱和键,不能使溴水褪色,B 错误;丙烯二聚体分子中,有1个双键碳原子连接了2个氢原子,不存在顺反异构,C 错误;碳碳双键为平面结构,共价单键可以绕轴旋转,碳碳双键及与其相连的亚甲基碳原子一定共平面,通过旋转C—C还可使次甲基碳原子及一个甲基碳原子也位于该平面,即分子中共平面的碳原子最多有5个,D 正确。

**3. B** 【解析】由题意可知,该烃与氢气加成时,最多消耗氢气的体积为该烃体积的2倍,由此可知该烃分子中含2个碳碳双键或一个碳碳三键,A、C 不符合题意;标准状况下,112 L 二氧化碳的物质的量为5 mol,即1 mol 该烃完全燃烧生成CO<sub>2</sub>的物质的量为5 mol,可知该烃分子中含5个碳原子,D 不符合题意,B 符合题意。

**4. C** 【解析】分子式为C<sub>5</sub>H<sub>6</sub>的同分异构体除a、b、c外还有其他的,如CH<sub>3</sub>CH=CHC≡CH等,A 错误;

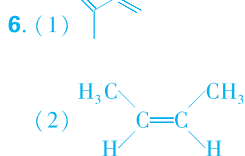


其他的,如CH<sub>3</sub>CH=CHC≡CH等,A 错误;



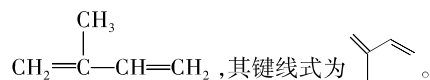
分别有3、4、4种,B 错误;a、b、c都含有碳碳双键,都能使酸性高锰酸钾溶液褪色,碳碳双键断裂,使得原来的一个有机物转变为两种氧化产物: 都只生成两种氧化产物,C 正确;由乙烯分子中6原子共面可知,a和b分子中的5个碳原子一定都处于同一个平面,c分子具有甲烷的结构特征,甲烷分子中碳原子与周围四个氢原子构成四面体结构,分子中最多有3个原子共面,故c分子中的5个碳原子一定不处于同一个平面,D 错误。

**5. A** 【解析】顺、反-2-丁烯中氢原子的化学环境有差异,可用核磁共振氢谱区别,A 错误;手性碳原子是连接了4个不同的原子或原子团的碳原子,顺、反-2-丁烯与氯气发生加成反应后的产物均为CH<sub>3</sub>CHClCHClCH<sub>3</sub>,与氯原子相连的是手性碳原子,均有2个手性碳原子,B 正确;与2-丁烯具有相同官能团的同分异构体有2种:1-丁烯和2-甲基-1-丙烯,C 正确;顺-2-丁烯与反-2-丁烯分子间作用力均为范德华力,顺-2-丁烯分子中两个甲基位于同一侧,正、负电中心不重合,极性较大,分子间范德华力较大,故沸点较高,D 正确。

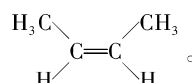


(3) CHBr<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>、CH<sub>3</sub>CBr<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>、CH<sub>2</sub>BrCHBrCH<sub>3</sub>、CH<sub>2</sub>BrCH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>Br  
(任选两种)

【解析】(1) 2-甲基-1,3-丁二烯的结构简式是



(2) CH<sub>3</sub>CH=CHCH<sub>3</sub> 顺式异构体的结构简式为



(3) C<sub>5</sub>H<sub>6</sub>Br<sub>2</sub> 的同分异构体的结构简式为 CHBr<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>、CH<sub>3</sub>CBr<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>、CH<sub>2</sub>BrCHBrCH<sub>3</sub>、CH<sub>2</sub>BrCH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>Br。

**7. B** 【解析】2-甲基-1-丁烯经催化加氢后,可得到2-甲基丁烷,A 不符合题意;2-甲基-3-丁烯的命名错误,应为3-甲基-1-丁烯,B 符合题意;3-甲基-1-丁烯经催化加氢后,可得到2-甲基丁烷,C 不符合题意;2-甲基-2-丁烯经催化加氢后,可得到2-甲基丁烷,D 不符合题意。

**8. D** 【解析】根据结构简式可知,该有机化合物的名称为4-甲基-2-乙基-1-戊烯。甲的命名中主链选择正确,但对主链碳原子的编号错误,乙和丙的命名中主链选择错误,只有丁的命名正确,选D。

**9. AD** 【解析】从距离碳碳双键最近的一端开始编号,A 项有机物的名称为3-甲基-1-丁烯,A 正确;由结构简式可知,烯烃分子中含有两个碳碳双键的最长碳链有4个碳原子,为丁二烯,侧链为甲基,应从距离甲基较近的一端编号,名称为2-甲基-1,3-丁二烯,B 错误;由结构简式可知,烷烃分子中最长碳链有6个碳原子,侧链为2个甲基和1个乙基,甲基放在最前面,因此名称为3,4-二甲基-3-乙基己烷,C 错误;由结构简式可知,含碳碳双键的最长碳链为主链,从距离碳碳双键最近的一端开始编号,名称为4-甲基-2-戊烯,D 正确。

**10. C** 【解析】该烯烃含碳碳双键的最长碳链有5个C,从离碳碳双键最近的一端给碳原子依次编号,两个甲基分别位于2、4号C上,其系统命名为2,4-二甲基-1-戊烯,A 错误;碳碳双键是平面结构,双键碳原子和与其直接相连的C原子在同一平面上,由于单键可旋转,则最多有6个碳原子在同一平面上,B 错误;该有机物与甲基环己烷分子式相同,但结构不同,二者互为同分异构体,C 正确;该有机物中碳碳双键中的1个碳原子连有2个相同的原子(氢原子),故不存在顺反异构体,D 错误。

### 方法技巧 有机物系统命名时选主链、编号的方法

①最长:选择最长碳链作为主链;

②最多:当有多条碳原子数相同的最长碳链时,选择支链最多的一条作为主链;


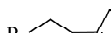

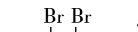



③最近:选定主链中离支链较近的一端为起点开始编号;








④最小:支链编号之和最小(两端等距又同基,支链编号之和最小);

⑤最简：两不同取代基距离主链两端等距离时，从简单取代基一端开始编号；如取代基不同，就把简单的写在前面，复杂的写在后面；

⑥对含有官能团的有机物命名时,要选含官能团的最长碳链作为主链,并表示出官能团的位置,使官能团的位次最小。

**11. C** 【解析】当  $\text{Br}_2$  与  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$  发生 1,2-加成时, 生成  $\text{BrCH}_2-\text{CH}(\text{Br})-\text{CH}=\text{CH}_2$ ;  
或  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}(\text{Br})-\text{CH}_2\text{Br}$ ; 发生 1,4-加成时, 生成  $\text{BrCH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2\text{Br}$ ; 所得产物  
一共有 3 种, 选 C。

**12. B** 【解析】当  $\text{Br}_2$  与  以物质的量之比为 1 : 1 发生加成反应时, 产物有 、、、、、、共 5 种, 故选 B。

**13.D** 【解析】与氢气按物质的量比为1:1发生1,4-加成时,反应的产物为或 ,C 不符合题意、D 符合题意;与氢气按物质的量比为1:1发生1,2-加成时,反应的产物为、或 ,A、B 不符合题意。

**14. C** 【解析】Y 中酯基之间的 2 个碳碳双键进行类似 1,3-丁二烯的 1,4-加成反应生成 P, 则为加聚反应, **A 正确**; 聚合物 P 存在顺式异构体即酯基所在基团在碳碳双键的同侧, **B 正确**; P 解聚为 Y 时, P 中的碳碳双键发生断裂, 生成两个碳碳双键, **C 错误**; 两分子或多分子的 Y 利用碳碳双键进行加成反应, 可以形成环状结构, **D 正确**。

**刷提升**

**1. C** 【解析】该有机化合物属于二烯烃, 包含 2 个碳碳双键在内的最长碳链上有 6 个碳原子, 根据命名原则, 首先保证官能团(碳碳双键)的位次和最小, 其次保证支链的位次和最小, 据此编号如图所示:  $\text{CH}_3-\overset{5}{\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}}-\overset{4}{\text{CH}}=\overset{3}{\text{CH}}-\overset{2}{\underset{\text{C}_2\text{H}_5}{\text{C}}}=\overset{1}{\text{CH}_2}$ , 2 号

碳上有 1 个乙基,5 号碳上有 1 个甲基,该有机化合物的名称为 5-甲基-2-乙基-1,3-己二烯,选 C。

**2.D** 【解析】给碳原子编号定位如图所示：

$$\begin{array}{c} \text{}^5\text{CH}_3 \\ | \\ \text{}^1\text{H}_3\text{C}-\text{}^2\text{CH}-\text{}^3\text{CH}_2-\text{}^4\text{CH}_3 \end{array}$$


5号碳原子与1号碳原子化学环境相同,若2、3号碳原子各去掉1个H原子,形成的烯烃为2-甲基-2-丁烯, **A不符合题意**;若3、4号碳原子各去掉2个H原子,形成的炔烃为3-甲基-1-丁炔, **B不符合题意**;若1、2号碳原子各去掉1个H原子,同时3、4号碳原子各去掉1个H原子,形成的二烯烃为2-甲基-1,3-丁二烯, **C不符合题意**;  $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CH}_2$  含有两个甲基,与氢气发生加成

反应后支链甲基不会减少为一个, D 符合题意。

**3. C** 【解析】由图知,该物质的分子式为  $\text{C}_{17}\text{H}_{19}\text{NO}_5$ , **A 错误**; 由图知,该分子中 2 个双键碳原子均连接不同原子或基团,则存在顺反异构,手性碳原子是指与四个不同原子或基团相连的碳原子,该分子不含手性碳原子, **B 错误**; 由图知,分子中有醚键、碳碳双键、酰胺基 3 种官能团, **C 正确**; 由图知,该分子中含有碳碳双键、苯环,可以发生加成反应, **D 错误**。

**4. BD** 【解析】以该物质中间的碳碳双键为中心,根据各官能团

特点,可画出如图所示结构:

C#Cc1ccccc1C=C

乙炔分子呈直线形结构,苯分子呈平面形结构,炔直线和苯平面所有原子共平面,乙烯分子呈平面形结构,苯平面和烯平面由碳碳单键连接,碳碳单键可以绕轴自由旋转,故苯平面和烯平面可能共面,所以该化合物所有原子可能位于同一平面内, **A 正确**;结合 A 项分析可知,位于同一直线上的碳原


子最多有 5 个, 如图:


, B 错误; 该

化合物中苯环、碳碳双键中碳原子为  $sp^2$  杂化, 碳碳三键中碳原子为  $sp$  杂化, **C 正确**; 1 mol 碳碳三键最多消耗 2 mol  $H_2$ , 1 mol 苯环最多消耗 3 mol  $H_2$ , 1 mol 碳碳双键最多消耗 1 mol  $H_2$ , 故 1 mol 该物质最多可以和 7 mol  $H_2$  发生加成反应, **D 错误**。



5. A 【解析】聚丙烯的结构简式为  $\left[ \text{CH}_2 - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} \right]_n$ , A 错误; 最


长的碳链上有 5 个碳原子, 在第 3 个碳原子上有两个甲基, 则 3,3-二甲基戊烷的键线式: , B 正确; 包含两个碳碳双键的碳链上有 4 个碳原子, 2 号碳原子上有 1 个乙基, C 正确; 甲基环己烷是环己烷中的 1 个氢原子被甲基取代, 其

键线式为 , D 正确。

6. A 【解析】由题图可知, 丙炔与 HCl 加成生成 2-氯丙烯, 2-氯丙烯加聚得到聚-2-氯丙烯。聚-2-氯丙烯中不含碳碳双键, 不能使酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液褪色, A 错误; 2-氯丙烯中碳碳双键一端碳原子上连有 2 个氢原子, 不存在顺反异构, B 正确; 饱和碳原子采取  $\text{sp}^3$  杂化, 碳碳三键两端碳原子采取  $\text{sp}$  杂化, 碳碳双键两端碳原子采取  $\text{sp}^2$  杂化, 则题述转化过程中碳原子的杂化方式有  $\text{sp}$ 、 $\text{sp}^2$  和  $\text{sp}^3$ , C 正确; 转化①为加成反应, 转化②为加聚反应, D 正确。

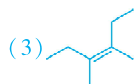
7. D 【解析】乙烯、丙烯和 2-丁烯的结构相似, 分子组成上依次相差一个  $\text{CH}_2$  原子团, 三者互为同系物, A 正确; 乙烯、丙烯和 2-丁烯都属于烯烃, 随碳原子数增加, 沸点依次升高, B 正确; III  $\rightarrow$  IV 过程中加入的 2-丁烯分子中双键碳原子连接的两个甲基位于双键的两侧, 为反式结构, C 正确; 由题图可知, III  $\rightarrow$  IV  $\rightarrow$  I 过程中碳、钨(W)原子间的化学键发生断裂, D 错误。

8. B 【解析】由分子式可知, 该物质不饱和度为 3, 1 mol 该化合物催化加氢时可消耗 2 mol  $\text{H}_2$ , 则其含 2 个碳碳双键, 结合题给信息可知, 该反应的碳碳双键变为两个碳氧双键, 结合 1 mol 该化合物经题述反应可得到 1 mol  $(\text{CH}_3)_2\text{C}=\text{O}$  和

1 mol  $\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_2\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_2\text{CHO}$ , 可知该化合物可能为 , 选 B。

9. (1) bcd

(2) 7



(4)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ 、 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)_3$


(5)  $\text{CH}\equiv\text{C}-\underset{\text{CH}_3}{\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}}-\text{CH}-\text{CH}_3$

【解析】(1) 双键碳原子及与其直接相连的碳原子共平面, 则 b、c 中碳原子一定共平面; 三键碳原子及与其直接相连的碳原子共直线, 则 d 中碳原子一定共平面; a 中饱和碳原子连接

的 4 个原子形成四面体结构, 4 个碳原子一定不在同一平面内; 故选 bcd。

(2) 该烃分子有 2 种不同化学环境的氢原子, 其二氯代物中 2 个氯原子在同一碳原子上的有 1 种: 取代 2 (或 3、5、6) 号碳原子上的 2 个 H 原子, 在不同碳原子上的有 6 种: 2 个 Cl 原子分别取代 1 和 2、1 和 3、1 和 4、2 和 3、2 和 5、2 和 6 号碳上的 1 个氢原子, 故其二氯代物有 7 种。

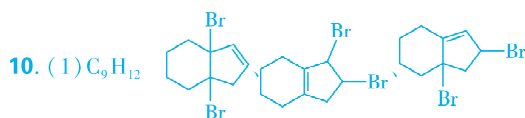
(3) 根据烯烃的系统命名法可知, 有机物顺-3,4-二甲基-3-

己烯的键线式为 

(4) 根据链状烷烃完全燃烧的通式:  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2} + \frac{3n+1}{2}\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} n\text{CO}_2 + (n+1)\text{H}_2\text{O}$  可知, 1 mol 某链状烷烃完全燃烧时消耗氧气的物质的量为 9.5 mol, 即  $\frac{3n+1}{2} = 9.5$ , 解得  $n = 6$ , 即其分子式为  $\text{C}_6\text{H}_{14}$ , 其结构中有三种等效氢原子的结构简式为  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ 、 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)_3$ 。

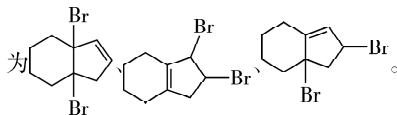
(5) 若碳架为  $\underset{1}{\text{C}}-\underset{2}{\text{C}}-\underset{3}{\overset{\text{C}}{\parallel}}-\underset{4}{\overset{\text{C}}{\parallel}}-\underset{5}{\text{C}}$  的烷烃为炔烃加氢得到, 在该碳架上加上碳碳三键, 根据碳四价原则可知, 三键只能放在左边 1、

2 号碳之间, 则此炔烃的结构简式为  $\text{CH}\equiv\text{C}-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_3$ 。



(2)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{CH}=\text{C}(\text{CH}_3)_2$

【解析】(1) 由题给结构可知其分子式为  $\text{C}_9\text{H}_{12}$ , 该结构中含有两个碳碳双键, 与溴单质按物质的量比为 1:1 反应时, 可以发生 1,2-加成或 1,4-加成, 得到的产物的结构简式可能



(2) 1 mol 该烯烃 ( $\text{C}_{11}\text{H}_{20}$ ) 在催化剂的作用下可以消耗 2 mol  $\text{H}_2$ , 可知其含 2 mol 碳碳双键, 用酸性高锰酸钾溶液氧

化, 得到  $\text{HOOC}-\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{COOH}$ 、 $\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_2\text{CH}_3$  和

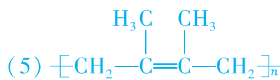
$\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3$  的混合物, 结合已知信息可知, 产物中的羧基碳与羰基碳在反应物中为双键碳原子, 则可得该烯烃的结构简式为  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{CH}=\text{C}(\text{CH}_3)_2$ 。

## 11. (1) 碳碳双键

(2) 12

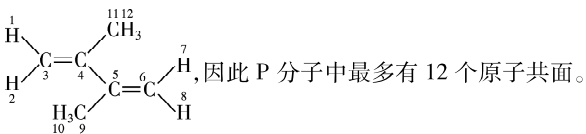
(3)  $sp^2$ 、 $sp^3$ 

(4) 2,3-二甲基-1,3-丁二烯

(7)  $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}_3$ 

【解析】(1) 根据 P 的结构简式可知, P 中的官能团名称为碳碳双键。

(2) 乙烯为平面结构, 6 个原子都在同一平面内, 甲烷中三个原子在同一平面, 单键可以旋转, 如图所示:

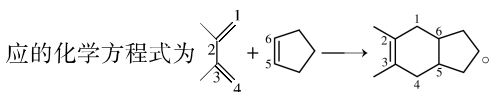


(3) 饱和碳原子为  $sp^3$  杂化, 双键碳原子为  $sp^2$  杂化。

(4) P 含有两个碳碳双键, 主链上有 4 个碳原子, 有两个分别连在 2 号、3 号碳原子上的支链, 其系统命名是 2,3-二甲基-1,3-丁二烯。

(5) P 发生 1,4-加聚反应, 则 2、3 号碳原子间形成碳碳双键, 得到高聚物  $\left[ \text{CH}_2 - \text{C}(\text{CH}_3) = \text{C}(\text{CH}_3) - \text{CH}_2 \right]_n$ 。

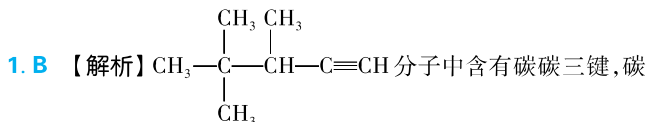
(6) 由已知反应原理可知, P 与环戊烯发生 Diels-Alder 反应的化学方程式为



(7) 根据已知信息可知, 2 个  $\text{CH}_2=\text{CHCH}_3$  分子, 原双键断裂, 重新组合, 生成  $\text{CH}_2=\text{CH}_2$  和  $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}_3$ 。

## 课时 2 炔烃

## 刷基础



碳三键所在的最长碳链含有 5 个 C 原子, 主链为戊炔, 从距离碳碳三键最近的一端开始编号, 碳碳三键在 1 号碳上, 表示为“1-戊炔”, 取代基甲基在 3、4 号碳上, 共有三个甲基, 称为“3,4,4-三甲基”, 该炔烃的正确系统名称为 3,4,4-三甲基-1-戊炔, B 正确。

2. A 【解析】分子里含有碳碳三键的脂肪烃属于炔烃, A 正确; 炔烃分子中只有三键碳原子采取  $sp$  杂化, B 错误; 炔烃分子中含有碳碳三键, 易发生加成反应, 难发生取代反应, C 错

误; 炔烃分子中含有碳碳三键, 可以与溴发生加成反应而使溴的四氯化碳溶液褪色, 也能发生氧化反应使酸性高锰酸钾溶液褪色, D 错误。

3. BD 【解析】同系物必须是含有相同数目的同种官能团的同类物质, 由键线式可知, ①和④分子中都含有一个碳碳三键, 都属于炔烃, 且两者在组成上相差 1 个  $\text{CH}_2$ , 则两者互为同系物, A 正确; 分子式相同、结构不同的有机化合物互为同分异构体, 由键线式可知, ②和③分子式不相同, 两者不互为同分异构体, B 错误; 由键线式可知, ②为 1,3-丁二烯, 与等物质的量的溴可能发生 1,2-加成和 1,4-加成生成两种不同的溴代烃, C 正确; 由键线式可知, ④分子属于炔烃, 分子中含有碳碳三键的最长碳链含有 4 个碳原子, 侧链为 1 个甲基, 名称为 3-甲基-1-丁炔, D 错误。

4. B 【解析】实验室用饱和食盐水与电石反应制备乙炔, 反应原理是  $\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CH}\equiv\text{CH} \uparrow$ , A 正确。饱和食盐水的作用是减小电石与水反应的速率, 有利于气体的平稳导出, B 错误。反应制得的乙炔气体中通常会含有硫化氢等杂质气体, 可用硫酸铜溶液吸收; 乙炔的含碳量高, 燃烧时火焰明亮, 伴有黑色浓烟, C 正确。e 中乙炔发生氧化反应, 使酸性高锰酸钾溶液褪色, D 正确。

5. C 【解析】由题给信息可知, 若合成 过程中发生的

反应为 , 则两种原料分别是丙炔和

2,3-二甲基-1,3-丁二烯; 若发生的反应为 ,

则两种原料分别是 2-丁炔和 2-甲基-1,3-丁二烯, C 正确。

6. (1)  $\text{H}:\text{C}:::\text{C}:\text{H}$

(2)  $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CCl}=\text{CH}_2$  加成反应

(3)  $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}=\text{CH}_2$

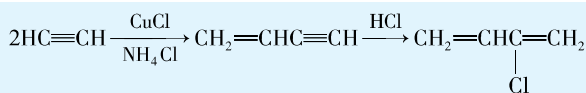
【解析】(1) 乙炔的电子式为  $\text{H}:\text{C}:::\text{C}:\text{H}$ 。

(2) 根据题意, A 为  $\text{CH}_2=\text{CHC}\equiv\text{CH}$ , 结合 D 的结构可知, B 为  $\text{CH}_2=\text{CHCCl}=\text{CH}_2$ ,  $\text{A} \rightarrow \text{B}$  是  $\text{CH}_2=\text{CHC}\equiv\text{CH}$  与  $\text{HCl}$  发生加成反应。

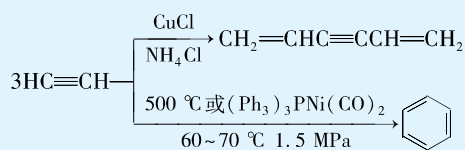
(3) 由题中“E 分子中有四个碳原子在一条直线上”可知, E 中碳碳三键两端均连有碳原子, 则 E 为  $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}=\text{CH}_2$ 。

归纳总结 乙炔的聚合反应, 根据催化剂和反应条件的不同, 乙炔可生成链状或环状的聚合物。

①二聚: 乙炔在加热的条件下可以形成二聚物, 二聚物可以和氯化氢加成得到氯丁橡胶(一种合成橡胶)的单体。



②三聚:乙炔在高温下可以发生环形三聚合作用,不同的反应条件生成不同的产物。

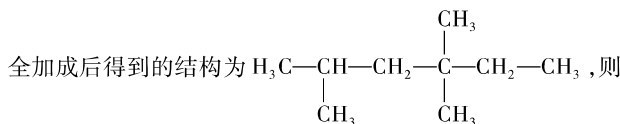


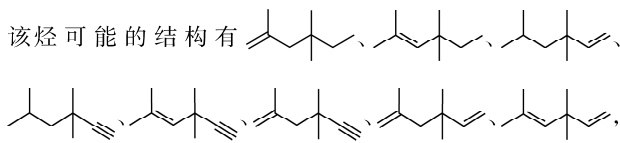
## 刷提升

1. A 【解析】乙烷、乙烯、乙炔燃烧产物虽然相同,但燃烧现象不同,乙烷燃烧火焰呈淡蓝色、没有黑烟,乙烯燃烧有少量黑烟,乙炔燃烧有浓烟,利用燃烧法观察现象,可以鉴别乙烷、乙烯、乙炔, A 正确;乙烷结构中不含不饱和键,因此不能与溴水发生反应,乙烯、乙炔都能与溴水发生反应,使溴水褪色,因此无法用溴水鉴别乙烯和乙炔两种气体, B、C 错误;乙烷中无不饱和键,故不能发生加聚反应,而乙烯和乙炔均可以, D 错误。

2. D 【解析】1 mol 某烃 A 完全燃烧可得到 3 mol  $\text{CO}_2$ ,说明烃 A 分子中含有 3 个 C 原子,在一定条件下,1 mol 该烃能与 2 mol HCl 完全加成生成化合物 B,则分子中含有碳碳三键,烃 A 分子式是  $\text{C}_3\text{H}_4$ ,结构简式是  $\text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}_3$ 。烃 A 的名称是丙炔, A 错误;烃 A 是丙炔,实验室采用电石与水反应制得的是乙炔, B 错误;1 mol 该烃与 2 mol HCl 完全加成生成的化合物 B 中无碳碳双键或碳碳三键,因此不能发生加聚反应, C 错误;1 mol 该烃与 2 mol HCl 完全加成生成的化合物 B 的分子式是  $\text{C}_3\text{H}_6\text{Cl}_2$ ,由于分子中含有 6 个 H 原子,则完全被取代需消耗 6 个 Cl 原子,故 1 mol 化合物 B 上的氢原子可被 6 mol  $\text{Cl}_2$  完全取代, D 正确。

3. D 【解析】不饱和烃(可能含碳碳双键、碳碳三键)和氢气完全加成后得到的结构为  $\text{H}_3\text{C}-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ ,则



该烃可能的结构有 ,共 8 种,故选 D。

4. (1)  $\text{Ca}^{2+}[:\text{C}:::\text{C}:]^{2-} \xrightarrow{\text{CaC}_2+2\text{H}_2\text{O}} \text{Ca}(\text{OH})_2+\text{CH}\equiv\text{CH}\uparrow$

(2) 向下

(3) 硫酸铜溶液

(4) 溴的  $\text{CCl}_4$  溶液褪色 能



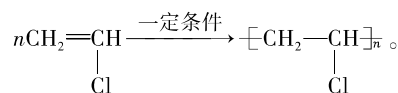
【解析】(1)  $\text{CaC}_2$  为离子化合物,其电子式为  $\text{Ca}^{2+}[:\text{C}:::\text{C}:]^{2-}$ ,  $\text{CaC}_2$  与饱和食盐水发生反应生成氢氧化钙和乙炔,化学方程式为  $\text{CaC}_2+2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2+\text{CH}\equiv\text{CH}\uparrow$ 。

(2) 若要使反应停止,应向下移动 A 管, A 管中液面上升,右侧管内液面下降,使得电石和饱和食盐水分开,反应停止。

(3)  $\text{H}_2\text{S}$  可用硫酸铜溶液吸收。

(4) 乙炔含有碳碳三键,能和  $\text{Br}_2$  发生加成反应,使得溴的  $\text{CCl}_4$  溶液褪色;少量溴单质与足量乙炔反应,反应后生成的物质含有碳碳双键,故此反应的有机产物能发生加聚反应。

(5) 乙炔和 HCl 加成生成氯乙烯,氯乙烯在一定条件下加聚生成聚氯乙烯,反应为  $\text{CH}\equiv\text{CH}+\text{HCl} \xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}} \text{CH}_2=\text{CHCl}$ 、



5. (1) 反应剧烈且放出大量热,可能会使启普发生器炸裂 用饱和食盐水替代水(或通过分液漏斗逐滴加水)



(4) ABD

【解析】(1) 不能用启普发生器制取乙炔气体的原因主要是生成的  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  为糊状物、会堵塞启普发生器,另一个主要原因是反应剧烈且放出大量热,可能会使启普发生器炸裂;为防止堵塞,制备时需要控制反应速率,可以用饱和食盐水替代水或通过分液漏斗逐滴加水。

(2) 将乙炔通入新制银氨溶液中,立即反应生成白色的乙炔银( $\text{Ag}_2\text{C}_2$ )沉淀,则生成乙炔银( $\text{Ag}_2\text{C}_2$ )沉淀的化学方程式是  $\text{CH}\equiv\text{CH}+2[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} \longrightarrow \text{Ag}_2\text{C}_2\downarrow+2\text{H}_2\text{O}+4\text{NH}_3$ 。

(3) 将乙炔银投入  $\text{Na}_2\text{S}$  溶液中,产生气体同时有黑色沉淀产生,该反应的离子方程式是  $\text{Ag}_2\text{C}_2+2\text{H}_2\text{O}+\text{S}^{2-} \longrightarrow \text{Ag}_2\text{S}+\text{CH}\equiv\text{CH}\uparrow+2\text{OH}^-$ 。

(4) 乙炔银极不稳定,摩擦或微热均会发生爆炸,应储存在郊外专业仓库内,仓库内要求阴凉通风, A 正确;乙炔银具有较强的还原性、易爆炸,因此必须与氧化剂、可燃物分开存放,避免引起爆炸, B 正确;乙炔银发生泄漏时,会生成易燃气体乙炔,应选择逆风方向,避免过多伤害, C 错误;乙炔银不稳定,会与水反应生成有毒气体,且  $\text{Ag}^+$  属于重金属离子,也有毒,会使水资源受到污染,故应防止泄漏物进入水中,妥善处理, D 正确。

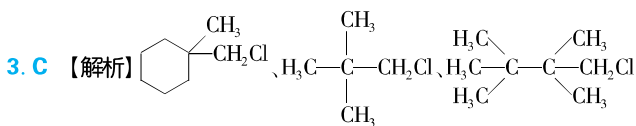
## 第一、二节综合训练

## 刷综合

1. A 【解析】题中的“气”指的是乙烯,常温下,将乙烯通入水中不会生成  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ , A 错误;乙烯可以使酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液褪色, B 正确;乙烯可以作植物生长的调节剂,促进植物生长, C 正确;将乙烯通入溴水中会发生加成反应生成不溶于水的 1,2-二溴乙烷,溴水褪色,液体分层,上层为水,下层为无色油状液体, D 正确。

易错点:在催化剂存在,一定温度和压强下乙烯才可以与水发生加成反应生成  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$

2. A 【解析】乙炔 ( $\text{C}_2\text{H}_2$ )、乙烯 ( $\text{C}_2\text{H}_4$ )、乙烷 ( $\text{C}_2\text{H}_6$ ) 在足量的氧气中燃烧,产物为水和二氧化碳,水中氢元素的质量为混合物中氢元素的质量,二氧化碳中碳元素的质量为混合物中碳元素的质量。 $36\text{ g H}_2\text{O}$  中氢元素质量为  $36\text{ g} \times \frac{2}{18} = 4\text{ g}$ , $28\text{ g}$  混合物中碳元素的质量为  $28\text{ g} - 4\text{ g} = 24\text{ g}$ ,混合物中碳、氢原子个数比为  $\frac{24\text{ g}}{12\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} : \frac{4\text{ g}}{1\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 1 : 2$ 。乙烯中碳、氢原子个数比已经是 1:2,故只需保证乙炔和乙烷的分子数相同即可,综上所述, A 符合题意。



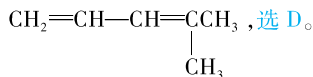
中与氯原子相连的碳原子的邻位碳原子上没有氢原子,不能由烯烃通过加成反应制得, A、B、D 错误; C 项中物质可以由  $(\text{CH}_3)_2\text{C}=\text{CH}_2$  与  $\text{HCl}$  发生加成反应制得, C 正确。

4. D 【解析】蛇烯醇的不饱和度为 7,含 19 个 C 原子,其分子式为  $\text{C}_{19}\text{H}_{26}\text{O}$ , A 正确;碳碳双键和  $\text{Br}_2$  以 1:1 发生加成反应,碳碳三键可以和  $\text{Br}_2$  以 1:2 发生加成反应,该分子中含有 2 个碳碳双键和 2 个碳碳三键,故 1 mol 该物质与足量溴水反应,最多消耗 6 mol  $\text{Br}_2$ , B 正确;蛇烯醇分子中的碳碳双键、碳碳三键、羟基都能被酸性高锰酸钾溶液氧化而使酸性高锰酸钾溶液褪色, C 正确;已知同时连有 4 个互不相同的原子或原子团的碳原子为手性碳原子,故蛇烯醇分子中环上连接支链的 2 个碳原子为手性碳原子, D 错误。

## 5. D

教材变式 本题是教材 P42 练习与应用第 6 题的变式题,考查了根据烯烃被酸性高锰酸钾溶液氧化的反应信息和已知产物来推断未知烯烃的结构简式。

【解析】由题给信息可知,该烯烃中含  $\text{CH}_2=$ 、 $=\text{CH}-\text{CH}=$ 、 $\text{CH}_3-\text{C}(\text{CH}_3)=$  结构,则该烯烃的结构简式为



6. B 【解析】过程 I 中丙烯醛和异戊二烯发生了 1,4-加成,生成 M, A 正确; M 含碳碳双键,对二甲苯中与苯环相连的碳原子上有氢,二者均能被酸性高锰酸钾溶液氧化,使酸性高锰酸钾溶液褪色,不能鉴别, B 错误;丙烯醛中碳碳双键和碳氧双键分别确定一个平面,可以通过旋转它们之间的碳碳单键使两平面重合,则丙烯醛分子中所有原子可能共平面, C 正确; M 含有 1 个碳碳双键、1 个环和 1 个醛基,不饱和度为 3,而 1 个苯环的不饱和度为 4,则 M 的同分异构体中不可能含有苯环, D 正确。

7. BD 【解析】烯烃 R 的名称是 3,4-二甲基-3-己烯, A 错误;烯烃 R 中碳碳双键的碳原子均连接两个不同的原子或原子团,有顺反异构体, B 正确;产物 1 和产物 2 分子中,与 O 原子相连的碳原子是手性碳原子,两个分子中都有 2 个手性碳原子, C 错误;从化合价角度分析,  $\text{H}_2\text{O}_2$  是氧化剂,反应 (2) 是氧化反应,从断裂化学键角度分析,反应 (2) 是加成反应, D 正确。

8. (1)  $\text{C}_4\text{H}_8$

(2)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}_2$  或  $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}_3$  (任写一种)

(3) 5

【解析】(1) 设烃 X 的分子式为  $\text{C}_x\text{H}_y$ , 由题意可得:

$$\begin{array}{ccc} \text{C}_x\text{H}_y + \left(x + \frac{y}{4}\right) \text{O}_2 & \xrightarrow{\text{点燃}} & x\text{CO}_2 + \frac{y}{2}\text{H}_2\text{O} \quad \Delta V \\ 1 & x & -\left(1 + \frac{y}{4}\right) \\ 20\text{ mL} & 80\text{ mL} & -60\text{ mL} \end{array}$$

由  $1 : x = 20\text{ mL} : 80\text{ mL}$ , 解得  $x = 4$ , 由  $1 : \left(1 + \frac{y}{4}\right) = 20\text{ mL} : 60\text{ mL}$ , 解得  $y = 8$ , 则烃 X 的分子式为  $\text{C}_4\text{H}_8$ 。

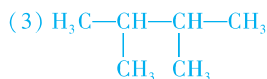
(2) 若 X 能使溴的四氯化碳溶液褪色,也能使紫色的酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液褪色,则 X 为烯烃,由分子结构中无支链可知, X 的结构简式为  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}_2$  或  $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}_3$ 。

(3) 由 Y 与 X 具有相同的组成通式且比 X 多一个碳原子可知, Y 的分子式为  $\text{C}_5\text{H}_{10}$ , Y 不能使溴的四氯化碳溶液褪色,则 Y 为环烷烃,符合分子式的环烷烃有环戊烷、甲基环丁烷、1,1-二甲环丙烷、1,2-二甲环丙烷、乙基环丙烷,共 5 种;核磁共振氢谱图上只有两组峰的键线式为

9. (1) 2,2,3-三甲基戊烷

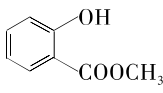
(2) 羟基、酯基





(4) ②④①③

【解析】(1) 由键线式可知, 该烷烃分子中, 最长碳链含有 5 个碳原子, 2 号碳原子上连 2 个甲基, 3 号碳原子上连 1 个甲基, 故名称为 2,2,3-三甲基戊烷。

(2) 由结构简式可知,  分子中含有的官能团名称为羟基和酯基。

(3) 设烷烃的分子式为  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ , 由相对分子质量可得:  $14n+2=86$ , 解得  $n=6$ , 故该烷烃的分子式为  $\text{C}_6\text{H}_{14}$ , 且有两种化学环境的氢, 则该烷烃的结构简式为  $\text{H}_3\text{C}-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_3$ 。

(4) 烷烃含碳原子数越多, 沸点越高, 碳原子数相同的烷烃, 支链越多, 沸点越低, 由结构简式可知, ①③中碳原子都是 4 个, ①无支链, 则沸点: ①>③; ②④中碳原子数都为 5, 比①③中碳原子数多, 其中②无支链, 则沸点②高于④, 所以烷烃的沸点由高到低的顺序是②④①③。

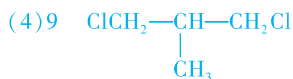
#### 10. (1) 分液漏斗 除去乙烯中混有的乙醇杂质

(2) ①增大气体与液体的接触面积, 使反应物反应更充分

②ac ③  $\text{CH}_2=\text{CH}_2+\text{Cl}_2 \longrightarrow \text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$  加成反应

④酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液(或溴水)

(3) 加热温度恒定、受热均匀, 加热温度较高



【解析】装置 I 中反应生成氯气, 装置 II 中饱和食盐水除去  $\text{Cl}_2$  中混有的氯化氢, 装置 III 干燥  $\text{Cl}_2$ , 然后将  $\text{Cl}_2$  通入装置 IV; 装置 VII 中生成乙烯, 乙烯通过装置 VI 除杂、装置 V 干燥后进入装置 IV; 装置 IV 中乙烯和氯气反应生成 1,2-二氯乙烷。

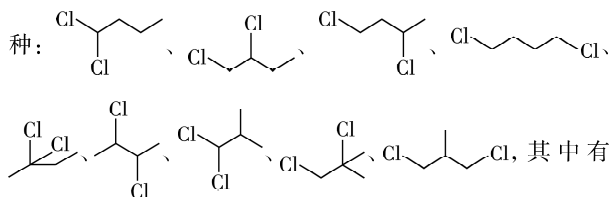
(1) 仪器 A 的名称是分液漏斗; 乙醇易溶于水而乙烯难溶于水, 装置 VI 中水可除去乙烯中混有的乙醇。

(2) ①装置 IV 中多孔球泡的作用是增大气体与液体的接触面积, 使乙烯与  $\text{Cl}_2$  反应更充分; ②氯气和乙烯在水相中溶解度较小, 反应前先加入 1,2-二氯乙烷液体的作用是溶解  $\text{Cl}_2$  和乙烯, 促进气体反应物间的接触, 故选 ac; ③“乙烯液相直接氯化法”反应原理是乙烯与氯气发生加成反应:  $\text{CH}_2=\text{CH}_2+\text{Cl}_2 \longrightarrow \text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$ ; ④制得的 1,2-二氯乙烷中溶解有  $\text{Cl}_2$ 、乙烯,  $\text{Cl}_2$  可用  $\text{NaOH}$  溶液除去, 乙烯可通过与酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液的氧化反应或者与溴水的加成反应除去。

(3) 装置 VII 中采用甘油浴加热, 该加热方式的优点是加热温度恒定、受热均匀, 且加热温度较高。

(4)  $\text{C}_4\text{H}_8\text{Cl}_2$  的碳骨架结构有  $\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}$ 、 $\text{C}-\underset{\text{C}}{\text{C}}-\text{C}$  两种,

再采用“定一移一”法接入 Cl 原子, 可得同分异构体共有 9



3 种等效氢(核磁共振氢谱有 3 组峰), 且氢原子个数比为 1:3:4(峰面积比为 1:3:4)的结构简式为  $\text{ClCH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_2\text{Cl}$ 。

### 第三节 芳香烃

#### 刷基础

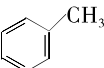
1. A 【解析】苯不能使酸性高锰酸钾溶液褪色, 说明苯分子中不含碳碳双键, ①正确; 苯环上碳碳键的键长相等, 说明苯环结构中的碳碳键只有一种, ②正确; 邻二氯苯只有一种结构, 能说明苯分子中的六个氢原子化学环境相同, ③正确; 无论苯环结构中是否存在碳碳双键和碳碳单键, 间二甲苯都是只有一种, ④错误; 若苯分子是单双键交替结构, 也能与氢气加成生成环己烷, ⑤错误; 故选 A。

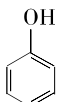
#### 2. A

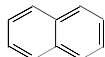
思路导引 探究苯与溴发生的反应时, 装置 I 中放入铁粉, 再滴加苯与液溴的混合物, 此时发生反应生成溴苯, 反应放热使一部分苯、液溴、 $\text{HBr}$  挥发, 进入装置 II 的小试管内, 液溴溶解在苯中,  $\text{HBr}$  逸出, 与  $\text{AgNO}_3$  反应生成  $\text{AgBr}$  浅黄色沉淀; 未反应的  $\text{HBr}$  进入装置 III 中被  $\text{NaOH}$  溶液吸收。

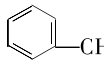
【解析】 $\text{HBr}$  中混有的溴蒸气溶解在苯中, 排除了  $\text{Br}_2$  对检验  $\text{HBr}$  的干扰, 装置 II 集气瓶中有浅黄色沉淀生成, 表明苯与液溴反应生成了  $\text{HBr}$ , 由此可推断出苯和液溴发生了取代反应, A 错误; 若将反应产生的气体直接导入装置 II 的  $\text{AgNO}_3$  溶液中, 可能会因  $\text{HBr}$  易溶于水而产生倒吸, 所以小试管的作用之一是防止  $\text{HBr}$  溶于水而引起的倒吸, B 正确; 实验结束后, 装置 I 集气瓶中的混合物含有溴苯、苯、溴、 $\text{FeBr}_3$  等, 应先水洗(溶解  $\text{FeBr}_3$ )后分液, 再碱洗(吸收  $\text{Br}_2$ )后分液, 然后再水洗(溶解少量碱、 $\text{NaBr}$  等)后分液, 所得有机相中, 除苯和溴苯外, 还有少量水, 故应干燥(除去有机化合物中的少量水)后再蒸馏分离苯和溴苯, C 正确; 装置 II 中, 随反应发生, 液溴不断溶解在苯中得到溴的苯溶液, 小试管内无分

层现象, HBr 与  $\text{AgNO}_3$  反应生成  $\text{AgBr}$  浅黄色沉淀和  $\text{HNO}_3$ , 一段时间后, 生成的  $\text{HNO}_3$  会将一部分 HBr 氧化为  $\text{Br}_2$ ,  $\text{Br}_2$  溶解在硝酸银溶液中使硝酸银溶液变为橙黄色, **D 正确**。

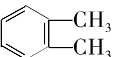
**3. AD** 【解析】 属于芳香烃, 属于苯的同系物, **A 符合题意**;

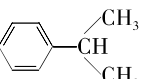
 中含有 O 元素, 不属于芳香烃, 属于酚类, **B 不符合题意**;

 属于芳香烃, 是 2 个苯环共用碳原子形成的, 不是苯的同系物, **C 不符合题意**;

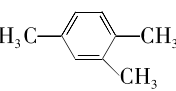
 属于芳香烃, 属于苯的同系物, **D 符合题意**。

**关键点拨** 含苯环的烃为芳香烃; 含一个苯环、侧链为烷基的烃为苯的同系物。

**4. D** 【解析】 的 2 个甲基在苯环上处于邻位, 习惯

命名为邻二甲苯, **A 正确**;  中以苯为母体, 取代

基为异丙基, 习惯命名为异丙苯, **B 正确**;  的甲基

在 1, 2, 3 号碳原子上, 命名为 1, 2, 3-三甲苯, **C 正确**; 系统命名时, 编号位要遵循“近”“简”“小”原则,  的甲基在 1, 2, 4 号碳原子上, 命名为 1, 2, 4-三甲苯, **D 错误**。

#### 方法技巧 苯的同系物的命名

(1) 当苯环上只有一个取代基, 取代基为烷基时, 一般命名为某苯(如甲苯); 取代基为其他取代基时, 一般命名为苯某(如苯乙烯)。

(2) 当苯环上有两个或两个以上的取代基时, 可将苯环上的 6 个碳原子编号, 以某个最简单的取代基所在的碳原子的位置为 1 号, 并以使支链的编号和最小为原则给其他碳原子编号。

**5. A** 【解析】烷烃化学性质稳定, 与酸性高锰酸钾溶液不反应, 但甲苯苯环侧链上的甲基能被酸性高锰酸钾溶液氧化, 说明甲基受苯环影响, **A 符合题意**; 苯和苯的同系物都能与氢气加成, 二者情况相同, **B 不符合题意**; 甲苯和乙烷都不能与溴的四氯化碳溶液反应, **C 不符合题意**; 甲苯和乙烷在空气中完全燃烧均生成二氧化碳和水, 二者情况相同, **D 不符合题意**。

#### 归纳总结 苯与苯的同系物的异同

	苯	苯的同系物
相同点	<b>结构组成</b>	①分子中都含有一个苯环; ②都符合通式 $\text{C}_n\text{H}_{2n-6}$ ( $n \geq 6$ )
	<b>化学性质</b>	①燃烧时现象相同, 火焰明亮, 伴有浓烟; ②都易发生苯环上的取代反应; ③发生加成反应都比较困难
不同点	<b>取代反应</b>	易发生取代反应, 主要得到一元取代产物
	<b>氧化反应</b>	难被氧化, 不能使酸性 $\text{KMnO}_4$ 溶液褪色
差异原因	苯的同系物分子中, 苯环与侧链相互影响。苯环影响侧链, 使侧链烷基性质活泼而易被氧化; 侧链烷基影响苯环, 使苯环上烷基邻、对位的氢原子更活泼而易被取代	

#### 6. B

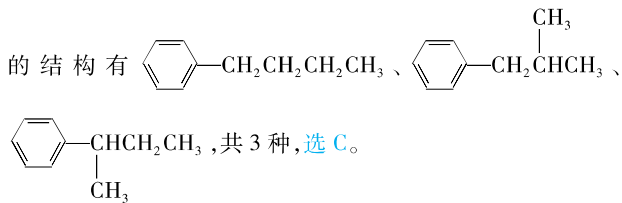
**教材变式** 本题是教材 P49 练习与应用第 10 题的变式题, 教材考查了苯的同系物的卤代反应, 而变式题则综合考查了苯的取代反应、加成反应及在氧气中燃烧的现象。

**【解析】**反应①为苯与溴在  $\text{FeBr}_3$  的催化作用下发生取代反应, 生成溴苯, 溴苯不溶于水且密度比水大, **A 错误**; 苯能在空气中燃烧, 发生氧化反应, 燃烧时火焰明亮并带有浓烟, 说明苯中含碳量高, **B 正确**; 苯能与硝酸发生取代(硝化)反应生成硝基苯和  $\text{H}_2\text{O}$ , 有机产物硝基苯中除含有 C、H 外, 还含有 N 和 O, 不属于烃, **C 错误**; 1 mol 苯可以与 3 mol 氢气发生加成反应生成环己烷, 但苯分子中不存在碳碳双键, **D 错误**。

**7. B** 【解析】甲基的邻位和对位上的 H 原子易被取代, 则 1 mol 三甲苯最多消耗 3 mol  $\text{HNO}_3$ , **A 正确**; 三甲苯和液溴在溴化铁作催化剂条件下发生取代反应时, 苯环上甲基邻、对位 H 原子能被取代, 每取代 1 个 H 原子消耗 1 个  $\text{Br}_2$  分子, 则 1 mol 三甲苯最多消耗 3 mol  $\text{Br}_2$ , **B 错误**; 与苯环直接相连的碳原子上有氢原子时, 侧链易被氧化为  $-\text{COOH}$ , 故三甲苯与酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液反应时, 在苯环上最多可生成三个羧基, **C 正确**; 在光照条件下, 甲基上的氢原子可被卤素原子取代, **D 正确**。

**8. C** 【解析】分子式为  $\text{C}_9\text{H}_{12}$  的芳香烃, 除了含有 1 个苯环外, 还含有 2 个侧链, 则 2 个侧链分别为乙基、甲基, 2 个侧链有邻、间、对 3 种位置, 故符合条件的同分异构体有 3 种, **选 C**。

**9. C** 【解析】根据题干可知, 有机化合物中, 直接与苯环相连的碳原子上至少有一个氢原子才能被酸性高锰酸钾溶液氧化生成苯甲酸, 则符合条件的有机化合物 M



### 归纳总结 苯的同系物的同分异构体数目的判断方法


#### (1) 定一(或二)移一法

苯环上连有两个取代基时，可固定一个取代基，移动另一个取代基，从而写出取代基处于邻、间、对三种位置关系的同分异构体；苯环上连有三个取代基时，可先固定两个取代基，得到几种结构，再逐一插入第三个取代基，从而确定出同分异构体的数目。

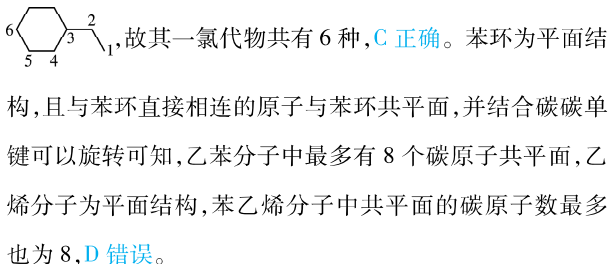
#### (2) 记忆法

高考中大多考查苯环上有 2 个或 3 个取代基时的同分异构体数目，为避免出错，可总结出苯环上的氢原子被 2 个或 3 个取代基取代后同分异构体的数目(如表)。

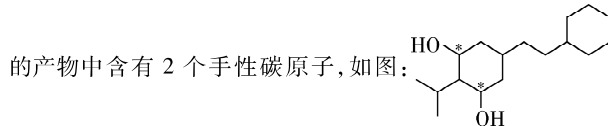
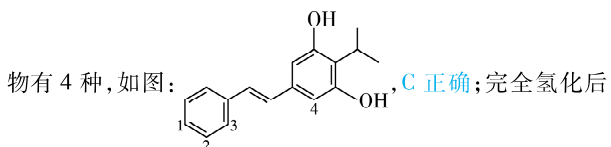
取代基	2 个—X	1 个—X， 1 个—Y	3 个—X	1 个—X， 2 个—Y	1 个—X， 1 个—Y， 1 个—Z
同分异构体数目	3	3	3	6	10

- 10. C** 【解析】苯乙烯和乙苯都能被酸性高锰酸钾溶液氧化而使其褪色，则不能用酸性高锰酸钾溶液区分苯乙烯和乙苯，A 错误。乙苯能发生取代反应，但不能发生加聚反应；苯乙烯能发生取代反应，含有碳碳双键，也能发生加聚反应，B 错误。苯乙烯中苯环和碳碳双键均能与氢气加成，则 1 mol 苯乙烯最多可与 4 mol 氢气加成，加成产物为 ，该

分子中有 6 种不同化学环境的氢原子(数字标注)，如图：

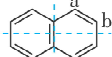


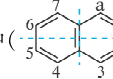
- 11. B** 【解析】由有机化合物的结构简式可知，分子式为  $C_{17}H_{18}O_2$ ，A 正确；其分子中连接两个甲基的碳原子是饱和碳原子，该原子和与其相连的 4 个原子形成四面体结构，则所有碳原子不可能处于同一平面，B 错误；苯环上的一溴代

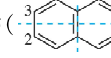


(带“\*”的碳原子为手性碳原子)，D 正确。

- 12. AC** 【解析】上述反应属于加成反应，是因为丙烯碳碳双键中的  $\pi$  键不稳定，容易断裂，发生加成反应，由图可知，该反应中，丙烯仅  $\pi$  键发生断裂，A 正确。根据“定一移一”法确定萘的二溴代物数目，萘分子有两条对称轴，则一溴代物有

两种()，当一个溴原子在 a 位上时，另一个溴原

子的位置有 7 种()；当一个溴原子在 b 位上时，

另一个溴原子的位置有 3 种()，则萘的二溴代

物共有  $7+3=10$  种，B 错误。M 分子中萘环上的 10 个碳原子共平面，与萘环直接相连的碳原子与萘环一定共面，甲基碳原子通过单键可以旋转，最多有 2 个甲基碳原子在萘环平面内，则 M 分子中最多有 14 个碳原子共平面，不可能所有碳原子共平面，C 正确。M、N 分子式相同，但结构不同，则 M 和 N 互为同分异构体，不互为同系物，D 错误。

### 刷易错

#### ★易错点 苯的同系物中苯环与烷基卤代反应的条件对比

- 13. D** 【解析】甲苯与液溴在  $FeBr_3$  催化条件下才能发生苯环上氢原子的取代反应，A 错误；光照条件下，乙基上 H 原子被取代，则乙苯和氯气在光照条件下生成的氯代物有 11 种(一氯代物有 2 种、二氯代物有 3 种、三氯代物有 3 种、四氯代物有 2 种、五氯代物有 1 种)，同时还有 HCl 生成，所以产物共有 12 种，B 错误；光照条件下，溴原子会取代甲基上的氢原子，不会取代苯环上的氢原子，C 错误；丙基苯中与苯环相连的 C 原子上有氢原子，可以被高锰酸钾氧化，使酸性高锰酸钾溶液褪色，D 正确。

#### 易错警示 苯的同系物的卤代反应，需要特别关注反应条件

及反应物的状态，在不同条件下取代氢原子的位置不同。苯环上的卤代反应是在  $FeBr_3$  或  $FeCl_3$  催化条件下，苯的同系物与液溴或液氯的反应，而烷基上的卤代反应是在光照条件下，苯的同系物与溴单质或氯气的反应。注意反应条件对比，避免混淆而出错。

由烃类物质制备卤代烃的主要反应类型和反应条件如表，以溴代烃为例。

有机化合物种类	反应类型	反应条件
烷烃	取代	光照, Br <sub>2</sub> 单质
烯烃	加成	Br <sub>2</sub> 的 CCl <sub>4</sub> 溶液或 Br <sub>2</sub> 的水溶液
炔烃	加成	Br <sub>2</sub> 的 CCl <sub>4</sub> 溶液或 Br <sub>2</sub> 的水溶液
苯	取代	FeBr <sub>3</sub> 催化下, 液溴
苯的同系物	取代(在烷基支链上)	光照, Br <sub>2</sub> 单质
	取代(在苯环烷基邻、对位)	FeBr <sub>3</sub> 催化下, 液溴

## 刷提升

1. C 【解析】异丙苯中含有一个苯环, 与苯相差 3 个 CH<sub>2</sub> 原子团, 故异丙苯是苯的同系物, A 正确; 苯不能使酸性高锰酸钾溶液褪色, 而异丙苯能使酸性高锰酸钾溶液褪色, 故可用酸性高锰酸钾溶液区别苯与异丙苯, B 正确; 在光照的条件下, 发生苯环侧链上的取代反应, 异丙基中含有 2 种等效氢, 则异丙苯与 Cl<sub>2</sub> 发生取代反应生成的一氯代物有 2 种, C 错误; 异丙苯的芳香烃同分异构体有丙苯、邻甲基乙苯、间甲基乙苯、对甲基乙苯、1,2,3-三甲苯、1,2,4-三甲苯和 1,3,5-三甲苯, 这些同分异构体的一溴代物分别有 6 种、7 种、7 种、5 种、4 种、6 种和 2 种, 故 1,3,5-三甲苯是异丙苯同分异构体中

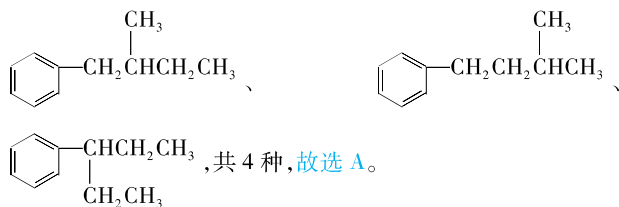
→ 突破点: 应用等效氢原理

一溴代物最少的芳香烃, D 正确。

2. BD 【解析】烃分子中碳碳双键和苯环为平面形结构, 碳碳三键为直线形结构, 则分子中苯环上的 12 个原子共平面, 碳碳双键上最少 6 个原子共平面, 碳碳三键上最少 4 个原子共平面, 由于碳碳单键可以绕轴旋转, 所以分子中最多有 20 个原子共平面, A 正确; 苯环为平面结构, 碳碳三键为直线形结构, 分子中共直线的 6 个碳原子如图:  $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}-\text{C}_6\text{H}_5-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_3$ , B 错误; 碳元素的原子序数为 6, 基态碳原子的价层电子排布式为  $2s^2 2p^2$ , C 正确; 由结构简式可知, 该分子中含有的 1 个碳碳双键、1 个苯环、1 个碳碳三键分别最多能与 1 个、3 个、2 个 H<sub>2</sub> 发生加成反应, 故一个该分子最多与 6 个 H<sub>2</sub> 反应, D 错误。

3. A 【解析】C<sub>11</sub>H<sub>16</sub> 不饱和度为  $\frac{2 \times 11 + 2 - 16}{2} = 4$ , C<sub>11</sub>H<sub>16</sub> 分子中除苯环外不含其他环状结构, 苯环的不饱和度为 4, 所以含有 1 个苯环且侧链为含 5 个碳原子的烷基; C<sub>11</sub>H<sub>16</sub> 分子中存在一个

—CH—、两个—CH<sub>2</sub>—和两个甲基, 所以 1 个苯环的结构中只有一个侧链。满足条件的结构有



4. B 【解析】由题图可知, 苯和 Br<sub>2</sub> 反应生成 为吸热反应, A 错误; 催化剂可以降低反应的活化能, B 正确; 由题图可知, 苯与 Br<sub>2</sub> 发生取代反应生成溴苯, 发生加成反应生成



不是邻二溴苯, C 错误; 中间产物生成溴苯的活化能小, 中间产物不能稳定存在, 能较快生成溴苯, 苯与 Br<sub>2</sub> 的催化反应主反应为取代反应, D 错误。

5. (1)  $\text{HC}\equiv\text{C}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_2\text{CH}_3$  (或  $\text{HC}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_3$ 、 $\text{HC}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}\equiv\text{CH}$ 、 $\text{H}_3\text{C}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_3$ )

(2) ①ab ②2

(3) 3

(4) BC

思路导引 粗苯甲酸中含有少量 NaCl 和泥沙, 由流程可知, 加水溶解时需保证苯甲酸完全溶解, 趁热过滤可防止苯甲酸结晶析出, 过滤除去泥沙, 滤液含苯甲酸、NaCl, NaCl 的溶解度受温度影响不大, 苯甲酸的溶解度随温度的升高而增大, 则冷却结晶可析出苯甲酸, 过滤、洗涤得到苯甲酸。

【解析】(1) 该链烃含两个三键且无支链, 碳骨架为  $\text{C}^1-\text{C}^2-\text{C}^3-\text{C}^4-\text{C}^5-\text{C}$ , 结合“插入法”, 两个碳碳三键插入的位置有 1 和 3、1 和 4、1 和 5、2 和 4 共四种情况, 根据“碳四价”原则补氢原子得到满足条件的结构简式。

(2) ① II 中存在碳碳双键, 故 II 可被酸性高锰酸钾溶液氧化, 也能与溴水发生加成反应, 而 I 中存在特殊的键不能发生上述反应, 二者均能与 Br<sub>2</sub> 发生取代反应、与 H<sub>2</sub> 发生加成反应, 故选 ab。② 1 mol 碳碳双键加成需 1 mol H<sub>2</sub>, II 分子中有两个碳碳双键, 故需 2 mol H<sub>2</sub>。

(3) 如图: , 两个氯原子分别连在①②、①③、①④号

碳原子上, 故二氯代物有 3 种。

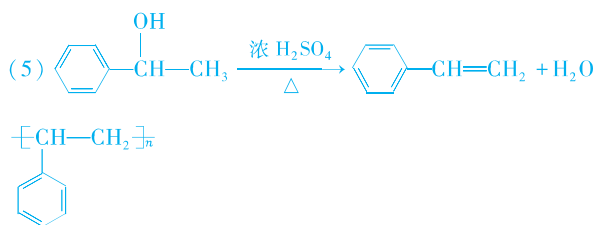
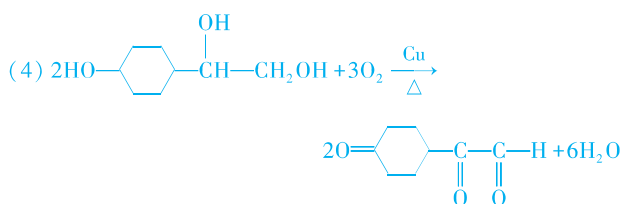
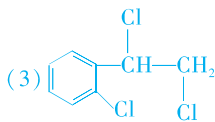
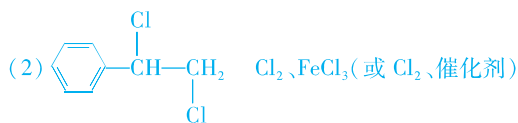
(4) 加水溶解时需保证苯甲酸完全溶解, 则操作 I 中依据苯甲酸的溶解度估算加水量, A 正确; 苯甲酸在水中的溶解度较小, 则操作 II 需要趁热的原因是防止苯甲酸冷却析出, B 错误; 操作 I 为溶解, 玻璃棒的作用是搅拌加速溶解, 操作 III 为冷却结晶, 玻璃棒的作用是搅拌, 防止温度不均, 使晶体析



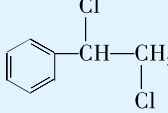
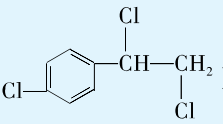
## 高中必刷题 化学

出更均匀,玻璃棒的作用不相同,C 错误;检验操作Ⅳ产物是否纯净可通过检验最后一次洗涤液中是否存在氯离子,可用硝酸酸化的  $\text{AgNO}_3$  溶液,D 正确。

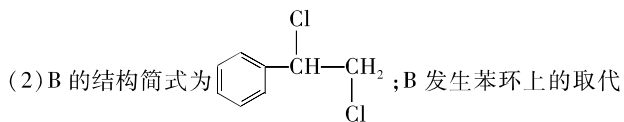
### 6. (1) 加成反应

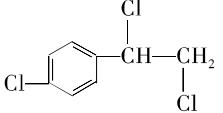


**思路导引** 苯乙烯与水发生加成反应生成 G, 苯乙烯与氯

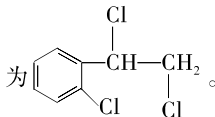
气发生加成反应生成 B() , B 发生苯环上的取代反应生成 C() , C 与氢气发生加成反应生成 D, D 发生水解反应生成 E。

**【解析】**(1) 由思路导引可知, A→G 的反应类型为加成反应。

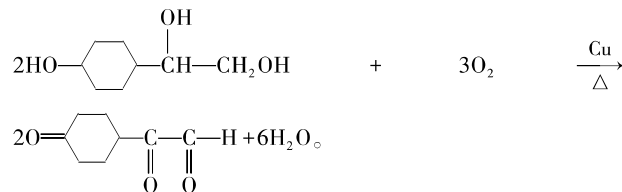


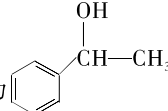
反应生成 C() , 所需的试剂和条件为  $\text{Cl}_2$ 、 $\text{FeCl}_3$  (或  $\text{Cl}_2$ 、催化剂)。

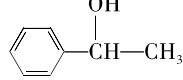
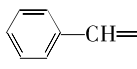
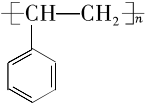
(3) B 中支链为邻、对位定位基, B→C 过程中, Cl 原子可能取代支链邻位碳原子上的氢, 则该副产物的结构简式



(4) E 中含有醇羟基, 且醇羟基所连碳上有氢, 再结合反应生成物质的分子式  $\text{C}_8\text{H}_{10}\text{O}_3$  可知, 该反应的方程式为



(5) G 为  , 羟基所连碳的邻位碳上有氢, 可以

发生消去反应, 方程式为   $\xrightarrow[\Delta]{\text{浓 H}_2\text{SO}_4}$    $+ \text{H}_2\text{O}$ ; A 中含有碳碳双键, 可以发生加聚反应生成高分子, 则该高分子的结构简式为 

### 刷素养

#### 7. (1) 三颈烧瓶



(3) 苯(或四氯化碳, 合理即可)

(4) 除去未反应的铁屑 干燥(或除水) 蒸馏

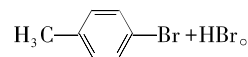
(5) 装置丙中出现淡黄色沉淀

**思路导引** Fe 与  $\text{Br}_2$  反应生成  $\text{FeBr}_3$ , 液溴和甲苯在  $\text{FeBr}_3$

催化作用下发生反应生成对溴甲苯, 生成的 HBr 中混有挥发的溴蒸气, 先用苯或四氯化碳除去溴单质, 再通入盛放硝酸银溶液的丙中, 检验 HBr, 最后用蒸馏水吸收尾气, 倒置漏斗用于防止倒吸。

**【解析】**(1) 仪器 a 的名称为三颈烧瓶。

(2) 液溴和甲苯在  $\text{FeBr}_3$  催化作用下发生反应生成对溴甲苯和 HBr, 反应的化学方程式为  $\text{H}_3\text{C}-\text{C}_6\text{H}_5 + \text{Br}_2 \xrightarrow{\text{FeBr}_3}$





(3) 装置乙中盛放的试剂用于除去溴单质, 盛放的试剂为苯或四氯化碳(合理即可)。

(4) 步骤 1 中过滤除去不溶物, 目的是除去未反应的铁屑; 无水氯化钙是常用的干燥剂, 步骤 3 中加入无水氯化钙的作用是干燥(或除水); 经过步骤 1~3, 得到的粗对溴甲苯中主要杂质为未反应的甲苯, 二者沸点相差较大, 故步骤 4 中进一步提纯粗对溴甲苯必须进行的操作是蒸馏。

(5) 若为取代反应, 则反应生成了 HBr, 装置乙可除去  $\text{Br}_2$ , 防止干扰检验 HBr, HBr 可以和硝酸银反应生成淡黄色的溴化银沉淀, 证明该制备反应为取代反应的现象为装置丙中出现淡黄色沉淀。

## 专题1 有机化合物共线、共面问题的判断

## 刷难关

1. D 【解析】 $\text{CH}_2=\text{CHCl}$  中的 Cl 原子取代了乙烯中 H 原子的位置,因此所有原子均在同一平面上, A 不符合题意;  
  $\text{CH}=\text{CH}_2$  中苯环确定一个平面,碳碳双键确定一个平面,两个平面通过单键相连,可旋转至同一平面,所有的原子可能在同一平面上, B 不符合题意;该项物质可看作由  $-\text{Cl}$  取代苯环中的一个氢原子,因为  所有的原子在同一平面上,故取代后所有原子仍在同一平面上, C 不符合题意;  
 $-\text{CH}_3$  的 C 原子和与其相连的 4 个原子形成四面体结构,故  $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}_2$  中所有原子不可能在同一平面上, D 符合题意。

## 模型建构 有机化合物分子中原子共线、共面问题的判断

## 第一步:审题

挖掘关键字,排除无效信息,关注题目要求是“碳原子”还是“所有原子”、“一定”还是“可能”、“共线”还是“共面”、“最多”还是“至少”等。

## 第二步:拆分物质

将复杂的有机化合物拆分为几部分,并依据已知的结构主体分析其结构。

- (1) 凡出现碳碳双键结构的原子共面问题,以双键结构为主体;
- (2) 凡出现碳碳三键结构的原子共线问题,以三键结构为主体;
- (3) 凡出现苯环结构的原子共面问题,以苯环结构为主体。

## 第三步:组合判断

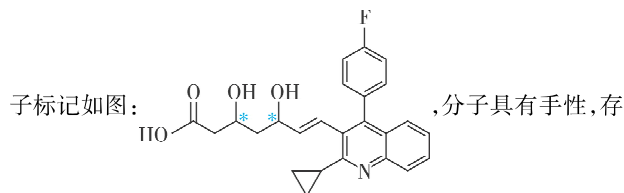
将拆分后的各部分重新组合起来,判断各部分之间的共线、共面关系。碳碳单键及碳的四键原则是造成有机化合物分子中原子不在同一平面的主要原因。

综上所述,原子共面、共线问题中有以下几个规律:

- (1) 结构中出现 1 个饱和碳原子,则分子中所有原子不可能共面;
- (2) 结构中出现 1 个同时连有 3 个及以上碳原子的饱和碳原子,则分子中所有碳原子不可能共面;
- (3) 结构中出现 1 个碳碳双键,则分子中至少有 6 个原子共面;
- (4) 结构中出现 1 个碳碳三键,则分子中至少有 4 个原子共线;
- (5) 结构中出现 1 个苯环,则分子中至少有 12 个原子共面。

2. BC 【解析】由结构简式可知,该物质的分子式为  $\text{C}_{25}\text{H}_{24}\text{FNO}_4$ , A 正确;该物质含有 1 个碳碳双键,且 2 个双键碳原子上连接

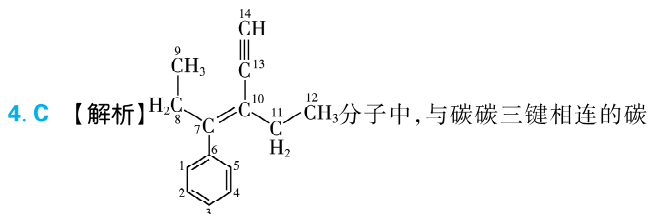
的原子或原子团均不相同,存在顺反异构,该分子手性 C 原



在对映异构, B 错误;该物质含有饱和碳原子,饱和碳原子及与之相连的 3 个碳原子不可能都共面, C 错误;该物质含有羟基、羧基,可以发生取代反应和缩聚反应, D 正确。

3. D 【解析】已知苯分子中 12 个原子共平面,通过旋转单键可以使一个甲基 H 与苯环共平面,即甲苯分子最多有 13 个
- 突破点:单键所连结构可以在空间中旋转

原子处于同一平面上, A 错误;丙烯分子碳碳双键和其所连接的原子位于同一平面上,通过旋转单键还可以使一个甲基 H 与碳碳双键共平面,最多有 7 个原子在同一平面上, B 错误;苯乙烯分子中存在苯环和乙烯基所在的 2 个平面结构,两平面之间通过碳碳单键连接,两平面上的所有原子均可能共平面,故苯乙烯最多有 16 个原子处于同一平面上, C 错误;碳碳双键为平面结构,与之直接相连的原子均共面,碳碳三键为直线形结构,与之直接相连的原子共线,故  $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CF}_3$  分子中所有碳原子均共面,共有 6 个, D 正确。



原子在同一直线,即原子 10、13、14 在同一直线,苯环上处于对位的原子共线,即原子 3、6、7 共线,因此  $a=3$ ;苯环、碳碳双键各确定 1 个平面,碳碳三键确定一条直线,碳碳单键可以旋转,因此所有的碳原子可能位于同一平面,则  $b=14$ ;  $\text{sp}^3$  杂化的碳原子与所连原子形成四面体结构,8、9、11、12 号碳原子为  $\text{sp}^3$  杂化,则  $c=4$ ,故选 C。

5. D 【解析】苯环是平面结构,碳碳三键是直线形结构,苯环上处于对位的两个碳原子及其所连原子共线,故碳碳三键所在直线一定与苯环共平面,碳碳双键是平面结构,与苯环之间通过单键相连,碳碳单键可以旋转,故 12 个碳原子有可能共平面, A 错误;将有机化合物中取代基上的碳原子及取代基所连苯环上的碳原子从左向右依次编号:
- $\text{CHF}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_3$ , 则 3~8 号 C 原子共线,即最多有 6 个碳原子在一条直线上, B 错误;分子中  $-\text{CH}_3$ 、 $-\text{CHF}_2$  中的碳原子为  $\text{sp}^3$  杂化,即分子中所有原子

## 高中必刷题 化学

不可能共面, **C 错误**; 苯环是平面形结构, 碳碳三键是直线形结构, 碳碳三键所在直线一定与苯环共平面, 故最少 14 个共平面的原子, 碳碳双键是平面形结构, 与苯环之间通过单键相连, 可以旋转单键使 2 个平面重合, 而  $-\text{CH}_3$ 、 $-\text{CHF}_2$  中最多有 1 个与碳原子相连的 H 或 F 落在该平面上, 故最多 20 个原子共面, **D 正确**。

### 方法技巧 有机物共面、共线问题的四种判断技巧

#### 1. 所有原子共平面

若分子中存在饱和碳原子(如  $-\text{CH}_3$ 、 $-\text{CH}_2-$ ), 则所有原子一定不共面。

#### 2. 所有碳原子共平面


若分子中存在连有 3 个及以上碳原子的饱和碳原子[如  $(\text{CH}_3)_3\text{C}-$  中的叔碳], 所有碳原子一定不共面。

#### 3. 两平面通过单键旋转重合

两个平面结构(如苯环与碳碳双键)通过单键连接时, 可旋转单键使两平面重合。

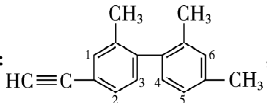
注意: 双键和三键不可旋转, 仅单键允许旋转调整平面位置。

#### 4. 非平面结构通过旋转增加共面原子

非平面基团可通过旋转与平面相连单键, 使某原子进入平面。如   $-\text{CH}_3$ , 旋转甲基与苯环相连单键, 使一个甲基氢原子与苯环共平面。

- 6. B 【解析】**A 为乙炔, 其中的碳原子为  $\text{sp}$  杂化, 分子为直线形, 4 个原子共线, **A 正确**; 物质 B 中含有甲基, 甲基中的碳原子采用  $\text{sp}^3$  杂化, 所连原子形成四面体结构, 所有原子不可能共平面, **B 错误**; 物质 C 的同分异构体中含有苯环且苯环上有两个取代基, 取代基为氨基和羟基, 分别位于邻、间、对位, 故同分异构体有 3 种, **C 正确**; D 中环为平面结构, 醛基为平面结构, 通过醛基碳原子和环上碳原子间的碳碳单键旋转, 可以使分子中所有原子共面, 故物质 D 中在同一平面上的原子最多 13 个, **D 正确**。

- 7. D 【解析】**两个相连的苯环中, 处于对位的 4 个碳原子共线, 对位碳原子所连的甲基中碳原子、 $-\text{C}\equiv\text{CH}$  中 2 个碳原子也在该直线上, 最多 7 个碳原子共直线, **A 错误**。给苯环



上有氢的碳原子编号如图:  , 因两个

苯环不对称, 所以该烃苯环上的二氯代物共有  $\text{C}_6^2 = \frac{6 \times 5}{2 \times 1} = 15$  种: 1/2、1/3、1/4、1/5、1/6、2/3、2/4、2/5、2/6、3/4、3/5、3/6、4/5、4/6、5/6, **B 错误**。该烃没有对称性, 其中苯环上的氢有 6 种, 三个甲基上的氢有 3 种,  $-\text{C}\equiv\text{CH}$  中还有一个氢, 所以

共有 10 种等效氢, 则其一氯代物共有 10 种, **C 错误**。据 A 项分析可知, 已有 7 个碳原子共线, 这条线必在左侧苯环确定的平面内, 且该平面内还有左侧苯环上其余的 4 个碳原子和与左侧苯环相连的甲基上的碳原子, 故分子中至少有 12 个碳原子一定共平面, **D 正确**。

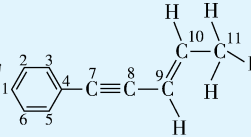
## 第二章素养检测

### 刷速度

- 1. A 【解析】**甲苯分子中有 4 种等效氢原子, 间二甲苯分子中也有 4 种等效氢原子, 因此它们的一溴代物均有 4 种, **A 正确**; 1 mol 碳碳双键中含有 1 mol  $\pi$  键, 1 mol  中含有 2 mol 碳碳双键, 所以 1 mol  中含有  $\pi$  键的数目为  $2N_A$ , **B 错误**; 2-丁烯的结构简式为  $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}_3$ , 分子中的四个碳原子不在一条直线上, **C 错误**; 乙酸甲酯分子中两个  $-\text{CH}_3$  上的氢原子化学环境不同, 在核磁共振氢谱图中会出现 2 组峰, **D 错误**。
- 2. B 【解析】**苯环与甲基之间存在相互作用, 因此甲苯能使酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液褪色, **A 错误**; 丙烯分子有三个碳原子, 在同一平面上, **B 正确**; 气体中存在挥发性的溴蒸气, 其溶于水呈酸性, 也能使石蕊变红色, 不能证明生成了  $\text{HBr}$ , **C 错误**; 聚乙烯中不含碳碳双键, 聚乙烯不能使酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液褪色, **D 错误**。
- 3. A 【解析】**碳碳双键、甲苯均能被高锰酸钾氧化, 甲苯不与溴水反应, 则先取样加足量溴水与己烯反应, 再加入酸性高锰酸钾溶液, 若溶液颜色变浅或褪色, 则己烯中混有少量甲苯, 反之则无, **A 正确**; 甲苯能被高锰酸钾氧化, 苯不能, 且二者均与溴水不反应, 则鉴别甲苯和苯可以使用酸性高锰酸钾溶液, 不能用溴水, **B 错误**; 溴苯和溴均能溶于  $\text{CCl}_4$ , 故不能用  $\text{CCl}_4$  除去溴苯中混有的溴, **C 错误**; 乙烷与溴发生取代反应为自由基反应, 产物复杂, 不能制备纯净的溴乙烷, 应通过乙烯与溴化氢加成得到溴乙烷, **D 错误**。

### 4. C

#### 思路导引

有机物  中, 具有苯环、乙烯的平面

形结构以及乙炔的直线形结构, 苯环的 6 个碳原子一定共面, 1、4、7 号 3 个碳原子一定共线, 具有乙烯结构的 8、9、10、11 号 4 个碳原子一定共面, 具有乙炔结构的 4、7、8、9 号 4 个碳原子一定共线, 由于单键连接的原子或原子团可以绕轴旋转, 则所有的碳原子可能共面。

【解析】甲基中的碳原子为饱和碳原子,所有原子不可能在同一平面上,A 错误;碳碳双键中键角为  $120^\circ$ ,所有原子不可能在同一条直线上,B 错误;由思路导引可知,所有碳原子可能同一平面上,C 正确;碳碳双键中键角为  $120^\circ$ ,所有碳原子不可能在同一直线上,D 错误。

5. A 【解析】乙烯能和溴单质反应而被除去,二氧化硫不与溴的四氯化碳溶液反应,二氧化硫可逸出,能除去  $\text{SO}_2$  中的  $\text{C}_2\text{H}_4$ ,A 正确;苯的密度小于水,分液时有机层应从上口倒出,B 错误;生成的乙炔中含有  $\text{H}_2\text{S}$  杂质, $\text{H}_2\text{S}$  也可以使溴水褪色,应先除去  $\text{H}_2\text{S}$ ,C 错误;蒸发操作应该使用蒸发皿而不是烧杯,加热时还要不断搅拌,蒸发操作不能蒸干,而是待有较多晶体析出时,停止加热,D 错误。

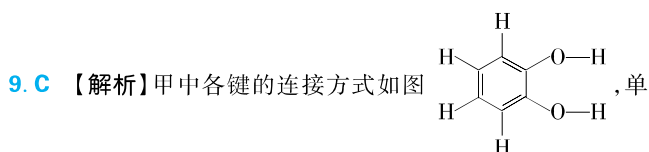
6. D 【解析】根据结构简式可知化合物 X 的分子式为  $\text{C}_{16}\text{H}_{14}\text{O}_6$ ,A 错误;有酚羟基、羰基和酯基 3 种含氧官能团,B 错误;酚羟基不能发生消去反应,C 错误;苯环、酮羰基均能与氢气发生加成反应,1 mol 化合物 X 最多消耗 7 mol  $\text{H}_2$ ,酚羟基邻、对位的氢原子可与  $\text{Br}_2$  发生取代反应,最多消耗 4 mol  $\text{Br}_2$ ,D 正确。

7. B 【解析】HPE 分子中饱和碳原子的杂化方式为  $\text{sp}^3$  杂化,苯环上碳原子的杂化方式为  $\text{sp}^2$  杂化,A 正确;HPE 分子中含有空间构型为四面体形的饱和碳原子,分子中所有原子不可能在同一平面上,B 错误;HPE 分子中所有苯环等效,则其含有三种不同化学环境的氢原子,一硝基取代物有三种,C 正确;由结构简式可知,HPE 的分子式为  $\text{C}_{38}\text{H}_{30}$ ,D 正确。

8. AD 【解析】题给物质环状结构中有多个  $\text{sp}^3$  杂化的碳原子相连,则分子中不含平面环状结构,A 正确;该物质中含有酯基、羧基、醚键、碳碳双键、羧基,共 5 种官能团,B 错误;分子中含有 9



C 错误;车叶草苷酸分子中含有多个亲水基团(羟基、羧基),其钠盐是离子化合物,在水中的溶解度大于在甲苯中的溶解度,D 正确。



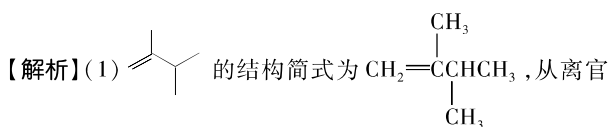
键一定是  $\sigma$  键,苯环中相邻碳原子之间有一个  $\sigma$  键,故 1 mol 甲分子中含有 14 mol  $\sigma$  键,A 错误;乙分子中有酚羟基、酮羰基、氨基三种官能团,B 错误;苯环为平面结构,与苯环直接相连的原子一定共面,碳碳单键可以旋转,所以多巴胺分子

中所有碳原子可能处在同一平面,C 正确;多巴胺为不对称分子,有 8 种不同化学环境的氢原子,D 错误。

#### 10. (1) 2,3-二甲基-1-丁烯

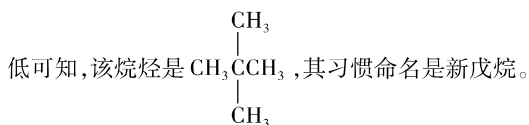
(2) 新戊烷 (3) 4

(4) 2 (5)  $\text{C}_{10}\text{H}_{20}$  ab



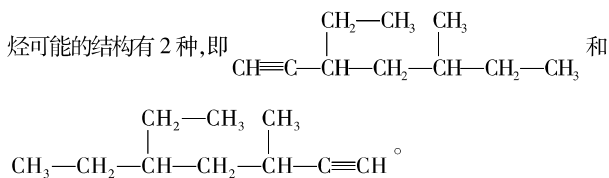
能团最近的一端开始编号,用系统命名法命名为 2,3-二甲基-1-丁烯。

(2) 根据链状烷烃通式和相对分子质量为 72 得  $14n+2=72$ ,解得  $n=5$ ,即烷烃的分子式为  $\text{C}_5\text{H}_{12}$ ,根据支链越多沸点越



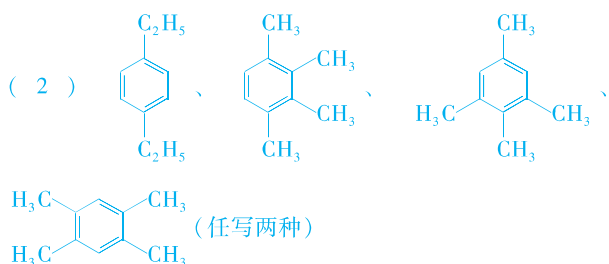
(3) 结构为 的有机化合物中有四种不同化学环境的氢原子,即 ,则一氯代物有 4 种。

(4) 分子中含有一个碳碳三键的炔烃与氢气完全加成后所得产物的结构简式为  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CH}_2\text{CH}_3)-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ ,从烷烃变为炔烃:将烷烃中相邻两个碳原子上各去掉两个氢原子,则此炔

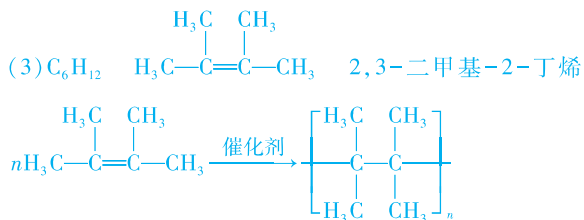


(5) 根据键线式中每一个拐点就是一个碳原子,结合 C 四键原则可知, 的分子式为  $\text{C}_{10}\text{H}_{20}$ 。按碳骨架分,该物质中碳原子形成环状结构,没有苯环结构,因此不属于苯的同系物,也不属于芳香族化合物,该有机化合物属于脂环烃和环状化合物,故选 ab。

#### 11. (1) 9



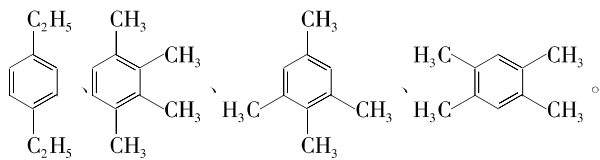




【解析】(1)由题给已知信息可知,侧链与苯环直接相连的碳原子上有氢原子的苯的同系物能被氧化生成芳香酸,不能被酸性高锰酸钾溶液氧化为芳香酸说明侧链与苯环相连的碳原子上没有氢原子,则甲的结构简式为  $\text{C}_6\text{H}_5-\text{C}(\text{CH}_3)_3$ ;

乙能被酸性高锰酸钾溶液氧化为分子式为  $C_8H_6O_4$  的芳香酸,说明苯环上有两个侧链,可能是两个乙基,也可能是一个甲基和一个丙基  $[-CH_2CH_2CH_3]$  或  $[-CH(\text{CH}_3)_2]$ ,2个取代基在苯环上有邻、间、对3种位置关系,则乙可能的结构共有9种。

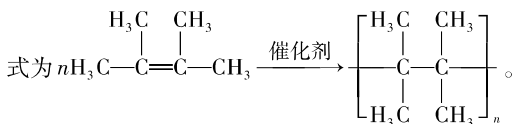
(2)丙的苯环上的一溴代物只有一种,其苯环上可能只有2个相同的侧链且位于对位,或4个相同的侧链,丙可能的结构有



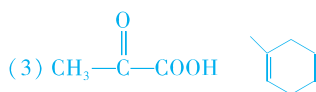
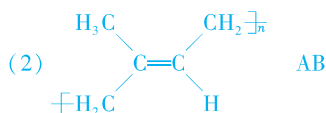
(3)单烯烃的通式为  $C_nH_{2n}$  ( $n \geq 2$ ),则  $12n+2n=84$ ,  $n=6$ ,分子式为  $C_6H_{12}$ ;根据氧化原理,连有1个氢原子的双键碳原子被氧化为羧基,无氢原子的双键碳原子被氧化为酮羰基,则通

过酸性高锰酸钾溶液后能被氧化生成  $H_3C-\overset{\overset{O}{||}}{C}-CH_3$  的分子

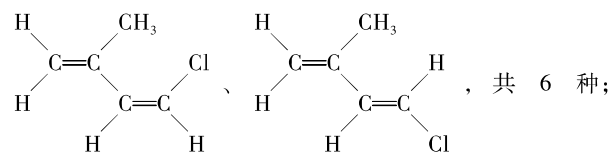
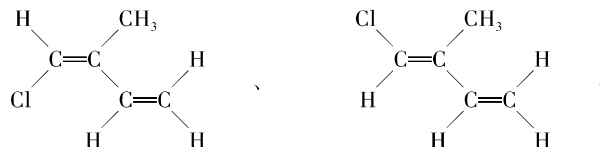
式为  $C_6H_{12}$  的单烯烃的结构简式为  $H_3C-\overset{\overset{H_3C}{|}}{C}=\overset{\overset{CH_3}{|}}{C}-CH_3$ ,用系统命名法命名为2,3-二甲基-2-丁烯;该烯烃催化作用下发生聚合反应,碳碳双键断裂,得到高分子,该反应的化学方程



12. (1) 6  $BrCH_2CBr(\text{CH}_3)CH=CH_2$  [或  $CH_2=C(\text{CH}_3)CHBrCH_2Br$ ]

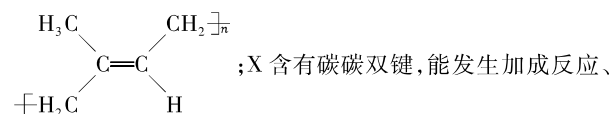
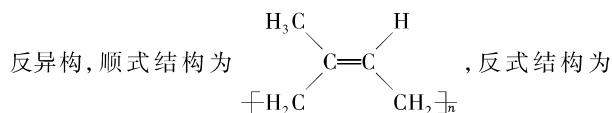


【解析】(1)  $CH_2=C(\text{CH}_3)CH=CH_2$  的一氯代物有



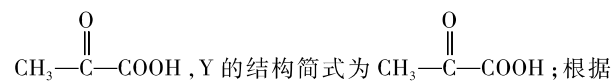
$CH_2=C(\text{CH}_3)CH=CH_2$  与溴发生1,2-加成所得有机产物的结构简式为  $BrCH_2CBr(\text{CH}_3)CH=CH_2$  或  $CH_2=C(\text{CH}_3)CHBrCH_2Br$ 。

(2)  $CH_2=C(\text{CH}_3)CH=CH_2$  发生加聚反应的产物存在顺

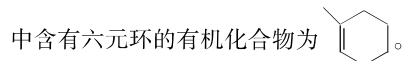


氧化反应,X中不含羟基、羧基,不能发生酯化反应,选AB。

(3)根据烯烃与酸性  $KMnO_4$  溶液反应的氧化产物对应关系, $CH_2=C(\text{CH}_3)CH=CH_2$  被氧化为二氧化碳和



$CH_2=C(\text{CH}_3)CH=CH_2$  和乙烯发生加成反应生成的分子



13. (1)球形冷凝管 冷凝回流,提高反应物转化率



(3)浓硫酸、浓硝酸

(4)整个装置形成密闭空间,在不断产生气体的情况下,会有爆炸的危险

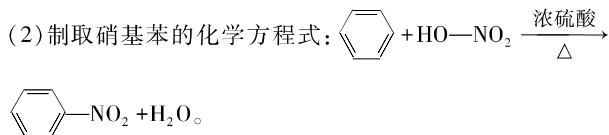
(5)A C

(6)加热  $H_2$  和  $O_2$  的混合气体会发生爆炸,生成的苯胺会被空气中的  $O_2$  氧化

(7)80%

**思路导引** 本实验的目的是以苯为原料制取苯胺,首先制取硝基苯,制混酸时要注意浓硫酸稀释会放热,苯易挥发,实验过程中要注意减少苯的挥发损失;然后制取苯胺,为防止苯胺被氧化,需先用氢气排尽装置内的空气,但要注意氢气和氧气的混合物受热易发生爆炸,利用油浴加热进行反应,结束后加入生石灰进行干燥,之后蒸馏收集苯胺。

【解析】(1)观察实验装置可知仪器C为球形冷凝管,可以冷凝回流挥发的浓硝酸以及苯,使之充分反应,减少反应物的损失,提高转化率。



(3) 实验完成后,三颈烧瓶中会有剩余的浓硫酸、浓硝酸,用 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 溶液洗涤可除去浓硫酸、浓硝酸。

(4) 装置 Y 有一个明显的缺点是尾接管和锥形瓶是封闭的,整个装置形成密闭空间,在不断产生气体的情况下,会有爆炸的危险。

(5) 由题中信息可知,步骤②后步骤④中需使反应液温度维持在 140 ℃,温度计水银球应浸入三颈烧瓶反应液中;步骤⑥是继续加热,收集 185 ℃ 馏分,温度计水银球应位于三颈烧瓶出气口附近。

(6) 通入氢气的目的是排尽装置中的空气,若步骤③④颠倒,生成的苯胺会被空气中的 O<sub>2</sub> 氧化,且装置内温度较高,加热 H<sub>2</sub> 和 O<sub>2</sub> 的混合气体会发生爆炸。

(7) 根据题中信息可知,10.0 mL 硝基苯的物质的量  $n(\text{硝基苯}) = \frac{10.0 \text{ mL} \times 1.23 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}}{123 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.1 \text{ mol}$ ,则理论上可以生成


0.1 mol 苯胺,所以苯胺的产率为  $\frac{7.44 \text{ g}}{0.1 \text{ mol} \times 93 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 100\% = 80\%$ 。



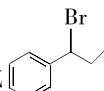
## 第二章高考强化

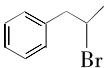
### 刷真题

**1. A** 【解析】共价键是原子间通过共用电子对形成的化学键,C 和 H 均为非金属原子,二者结合时通过共用电子对形成 C—H 共价键,A 正确;该配合物具有芳香性,多烯环上碳碳键介于单键和双键之间,并非孤立的碳碳单键、双键,因此该多烯环上不存在“8 个碳碳双键”,B 错误;根据结构可知,该多烯环上有 10 个氢原子,C 错误;该多烯环上有氢原子,存在 C—H 键,在一定条件下可以发生取代反应,D 错误。

**2. B** 【解析】乙腈分子中含有一个饱和碳原子,为 sp<sup>3</sup> 杂化,空间结构为四面体形,三个氢原子无法与氰基全部共平面,B 错误;分子量相近时,极性越大分子间作用力越强,沸点越高,乙腈比丙炔的极性强,乙腈分子间作用力更强,沸点更高,C 正确;乙腈分子中的 C≡N 类似 C≡C,可发生加成反应,D 正确。




**3. D** 【解析】X 与  中形成碳碳双键的每个碳原子上连有不同的原子或基团,X 中碳碳双键中 2 个碳原子上各自连



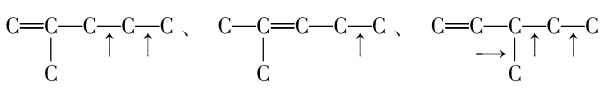
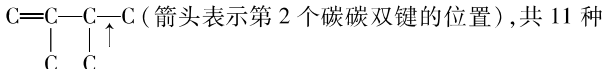
接的氢原子位于碳碳双键的两侧,是反式结构, 中碳碳双键 2 个碳原子连接的基团或原子与 X 相同,但碳碳双键中 2 个碳原子上各自连接的氢原子位于碳碳双键同侧,是顺式结构,所以 X 与  互为顺反异构体,A 正确;X 分子中含有碳碳双键,能与 Br<sub>2</sub> 发生加成反应而使溴的 CCl<sub>4</sub> 溶液褪色,B 正确;X 与 HBr 发生加成反应可生成  和

 ,C 正确;Z 分子中只有与 Br 原子相连的碳原子是手性碳原子,D 错误。

**4. C** 【解析】该索烃的结构中含有苯环,且只有 C、H 两种元素,属于芳香烃,A 正确;通过质谱图中的最大质荷比数值可确定该索烃的相对分子质量,B 正确;两个大环分子之间存在范德华力,C 错误;破坏“机械键”需要断裂其中一个大环分子中苯环间的碳碳键,D 正确。

### 刷原创

**1. B** 【解析】COC 属于混合物,故不具有固定的熔、沸点,A 错误;手性碳原子指的是连有四个不同原子或基团的碳原子, 中 1、2 号 C 原子属于手性碳原子,B 正确;由于 COC 中不存在碳碳双键,不能发生加成反应,C 错误; 的分子式为 C<sub>7</sub>H<sub>10</sub>,不饱和度为 3,苯环的不饱和度为 4,故  不存在含苯环的同分异构体,D 错误。

**2. B** 【解析】 分子中碳碳双键上的碳原子采取 sp<sup>2</sup> 杂化,其他碳原子采取 sp<sup>3</sup> 杂化,故分子中所有的碳原子不可能处于同一平面,A 错误; 分子式为 C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>,含有碳碳双键且为链状,则该同分异构体中有 2 个碳碳双键,采用定一移一法: C=C—C—C—C—C、C—C=C—C—C—C、  
  
 (箭头表示第 2 个碳碳双键的位置),共 11 种,

B 正确;化合物 A、B 中的碳原子均连有 4 个单键,均为 sp<sup>3</sup> 杂化,C 错误;化合物 B 中不含不饱和键,故不能使溴水褪色,D 错误。