

第1章 有机化合物的结构与性质 烃

第1节 认识有机化学

课时1 有机化学的发展 有机化合物的分类

刷基础

1. B 【解析】中国科学家成功合成了结晶牛胰岛素,标志着人类合成蛋白质时代的开始,A 正确;德国化学家李比希创立了有机化合物的定量分析方法,B 错误;瑞典科学家贝采里乌斯提出有机化学的概念,使之成为化学的一个重要分支,C 正确;红外光谱、核磁共振氢谱、质谱等物理方法的引入,使有机分析达到了微量、高效、准确的程度,D 正确。

2. C 【解析】醛基的结构为 $-\text{CHO}$,A 错误;碳碳双键的结构为 $\text{C}=\text{C}$,B 错误;酯基的结构为 $-\text{COOR}$,C 正确;羟基的结构为 $-\text{OH}$,D 错误。

3. B 【解析】 $\text{HC} \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{O}-\text{C}_2\text{H}_5 \end{array}$ 为甲酸乙酯,属于酯类化合物,A 错误;

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br}$ 含有溴原子,为卤代烃,B 正确; $\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$ 中含有 N、O 元素,不属于烃,属于烃的衍生物,C 错误;

$\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ 含有的官能团为羧基,属于羧酸类物质,D 错误。

4. ③ ② ⑤

【解析】酚是芳香烃中苯环上的氢原子被羟基取代后的化合物,题述有机化合物③属于酚;羰基与两个烃基相连的化合物是酮,题述有机化合物②为酮;醛是由烃基(或氢原子)与醛基相连而构成的化合物,题述有机化合物⑤为醛。

易错点: 羟基直接与苯环上碳原子相连

物是酮,题述有机化合物②为酮;醛是由烃基(或氢原子)与醛基相连而构成的化合物,题述有机化合物⑤为醛。

5. B 【解析】含有苯环的烃(只含 C、H 元素)属于芳香烃,因此①②⑤⑥是芳香烃;苯的同系物是苯环上的氢原子被烷基取代得到的芳香烃,则①⑥是苯的同系物,故选 B。

刷易错

★易错点 同系物的判断

6. BD 【解析】化学性质相似的有机化合物不一定互为同系物,如乙醇和乙二醇不互为同系物,A 错误;分子结构相似,组成相差一个或 n 个 CH_2 原子团的有机化合物为同系物,B 正确;碳、氢元素的质量分数相同的烃可能结构不相似,不一定互为同系物,如乙炔和苯,C 错误;烷烃的结构相似,碳原子数不同的烷烃之间相差一个或若干个 CH_2 原子团,互为同系物,D 正确。

易错警示 (1)同系物必须满足结构相似,即有机化合物分子中官能团种类、数目相同。

(2)同系物必须满足分子组成相差一个或几个 CH_2 原子团,但分子组成相差一个或几个 CH_2 原子团的两种物质未必互为同系物,如苯酚与苯甲醇。

(3)同系物必须具有相同的通式,但满足同一通式的两种物质未必互为同系物,如单烯烃与环烷烃。

刷提升

1. D 【解析】由该有机化合物的结构简式可知,有机化合物 M 分子中含有羟基($-\text{OH}$)、碳碳双键($\text{C}=\text{C}$)、酯基($-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{R}$)、酰胺基($-\text{C}(=\text{O})-\text{NH}-$)、羧基($-\text{COOH}$),共 5 种官能团,D 正确。

2. C 【解析】六种有机物分子中都含有苯环或脂环结构,且都含有除 C、H 以外的其他元素,故都属于环状化合物、烃的衍生物,A 正确;①②③⑤分子中都含苯环结构,都属于芳香族化合物,④和⑥分子中都含饱和六元碳环,都属于脂环化合物,

速记: 含有苯环结构的化合物为芳香族化合物

物,B 正确;②分子中羟基直接连在苯环上,属于酚类,③中羟基连在苯环侧链上,属于醇类,⑤属于甲酸酯类,官能团是酯基,⑥属于羧酸,官能团是羧基,C 错误;单键都是 σ 键,双键中含有 1 个 σ 键和 1 个 π 键,苯环中含有 σ 键和大 π 键,由结构简式可知,六种有机物分子中都含有 σ 键和 π 键,

易错点: 苯环中含有 $\text{C}-\text{C}$ σ 键、 $\text{C}-\text{H}$ σ 键和大 π 键

D 正确。

3. A 【解析】 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ 与 $\text{C}(\text{CH}_3)_3\text{CH}_2\text{OH}$ 都属于饱和一元醇,且分子组成上相差 2 个 CH_2 原子团,二者互为同系物,A 符合题意; $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ 属于酚, $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{OH}$ 属于醇,二者结构不相似,不互为同系物,B 不符合题意; CH_3COOH 属于羧酸, $\text{HCOOCH}_2\text{CH}_3$ 属于酯,二者结构不相似,不互为同系物,C 不符合题意; $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$ 属于氯代烷烃, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Br}$ 属于溴代烷烃,二者虽然都属于卤代烃,但所含卤素原子不同,不互为同系物,D 不符合题意。

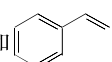
4. (1)③ ⑤⑥ ①④

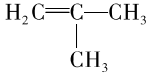
(2)① $\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4$ ②芳香烃衍生物(或芳香族化合物)

③羧基、酯基 ④羟基、醚键、碳碳双键

(3)③ ② ①

【解析】(1)①氯气和液氯为同一种物质;②D 和 T 的质子数相同、中子数不同,二者互为同位素;③ CH_3CH_3 和 $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_3$ 结构相似,分子组成上相差 2 个 CH_2 原子团,二者互为同系物;

④ ^{12}CO 和 ^{14}CO 为同一种物质;⑤和分子式

相同、结构不同,二者互为同分异构体;⑥和
 $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{CH}_3$ 分子式相同、结构不同,二者互为同分异构体。

(2)①乙酰水杨酸分子中碳原子数为9,氧原子数为4,不饱和度为6(苯环的不饱和度为4,羧基、酯基上碳氧双键的不饱和度为1),则氢原子的数目为 $9 \times 2 + 2 - 6 \times 2 = 8$,分子式为 $\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4$ 。②乙酰水杨酸和丁香酚分子中均含有苯环和氧原子,则依据碳骨架分类,乙酰水杨酸和丁香酚都属于芳香烃衍生物(或芳香族化合物)。③由乙酰水杨酸的结构简式可知,乙酰水杨酸分子中官能团的名称是羧基、酯基。④由丁香酚的结构简式可知,丁香酚分子中官能团的名称是羟基、醚键、碳碳双键。

(3)①乙烯使酸性高锰酸钾溶液褪色,属于氧化反应;②乙烯与 HCl 加成制备氯乙烷,属于加成反应;③甲烷与氯气在光照条件下的反应属于取代反应。

刷素养

5. (1)有机化合物 (2)取代 (3)羟基

(4)酸 (5)溶液颜色变浅或褪去

【解析】(1)有机化合物是含碳化合物(一氧化碳、二氧化碳、碳酸、碳酸盐、碳酸氢盐、金属碳化物、氰化物、硫氰化物等除外)或碳氢化合物及其衍生物的总称,故丹参素属于有机化合物。

(2)丹参素中含有羧基,与 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 能发生酯化反应,酯化反应属于取代反应。

(3)根据丹参素的结构简式可知,丹参素中含氧官能团有羟基($-\text{OH}$)和羧基($-\text{COOH}$)。

(4)紫色石蕊试液是酸碱指示剂,溶液颜色变红说明丹参素溶液具有酸性。

(5)酸性 KMnO_4 溶液具有强氧化性,丹参素具有很强的还原性,向稀的酸性 KMnO_4 溶液中滴入几滴丹参素溶液,二者发生氧化还原反应,故可观察到的现象为溶液颜色变浅或褪去。

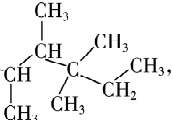
课时2 有机化合物的命名

刷基础

1. D 【解析】 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$ 为丙烷的结构简式,A错误; $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2-$ 是正丙基的结构简式,B错误; $-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-$ 不符合丙基的碳氢原子个数比,C错误; $(\text{CH}_3)_2\text{CH}-$ 是丙烷失去2号C原子上的1个H原子后剩余的原子团,为异丙基,D正确。

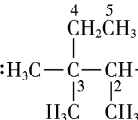
2. C 【解析】有机物结构简式或结构式中连接2个原子的短线表示共价键即共用电子对,则 $\text{CH}_3-\text{CH}_2\text{CH}_3$ 中“—”表示

共用电子对;原子团中只连接1个原子的短线表示未成对电子,所以 $\text{HO}-$ 中“—”表示一个未成对电子,选C。

3. B 【解析】该有机化合物的结构简式:

其主链上有6个碳原子,从左向右编号,在2、3号碳原子上分别连有1个 $-\text{CH}_3$,在4号碳原子上连有2个 $-\text{CH}_3$,其系统命名为2,3,4,4-四甲基己烷,选B。

4. D 【解析】烷烃命名时,应选择最长碳链为主链,然后从靠近支链的一端开始编号,并使取代基的位次和最小,该物质

主链及碳原子的编号如图:

碳原子,2号碳原子上有1个甲基,3号碳原子上有2个甲基,该物质用系统命名法命名为2,3,3-三甲基戊烷,选D。

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)3-甲基己烷

(4)2,4,4-三甲基己烷

(5)2-甲基-3-乙基己烷

(6)2,3-二甲基戊烷

【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)该烷烃的最长碳链有6个碳原子,有1个甲基支链,从距离取代基最近的一端开始编号,则甲基在3号碳原子上,故其名称为3-甲基己烷。

(4)该烷烃的最长碳链有6个碳原子,有3个甲基支链,从距离取代基最近的一端开始编号,则1个甲基在2号碳原子上,另2个甲基在4号碳原子上,其名称为2,4,4-三甲基己烷。

(5)该烷烃的最长碳链有6个碳原子,有1个甲基支链和1个乙基支链,从距离取代基最近的一端开始编号,则甲基在2号碳原子上,乙基在3号碳原子上,名称为2-甲基-3-乙基己烷。

(6)该烷烃的最长碳链有5个碳原子,有2个甲基支链,从距离取代基最近的一端开始编号,则1个甲基在2号碳原子上,另1个甲基在3号碳原子上,名称为2,3-二甲基戊烷。

6. B 【解析】 $\begin{array}{ccccccc} & & 5 & 6 & & & \\ & & \text{CH}_3 & \text{CH}_2 & \text{CH}_3 & & \\ 1 & 2 & 3 & 4 & & & \\ \text{CH}_3 & \text{CH} & \text{CH}_2 & \text{CH} & \text{CH}_3 & & \end{array}$ 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

正确; $\begin{array}{ccccccc} & 1 & 2 & & & & \\ & \text{CH}_3 & \text{CH} & \text{CH}_3 & & & \\ & 3 & 4 & 5 & & & \\ \text{CH}_3 & \text{CH}_2 & \text{CH} & \text{CH}_2 & \text{CH}_3 & & \end{array}$ 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;

$\begin{array}{ccccccc} & \text{H}_3\text{C} & & \text{CH}_2 & \text{CH}_3 & \text{CH}_3 & \\ & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 \\ & \text{CH}_3 & \text{CH} & \text{CH} & \text{CH}_2 & \text{CH} & \text{CH}_3 \end{array}$ 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。

7. (1) 错误 2,5-二甲基-4-乙基庚烷

(2) 错误 2,5-二甲基-3-乙基己烷

(3) 错误 2,4-二甲基-3-乙基己烷

【解析】(1) 根据烷烃的系统命名法,选择含有碳原子数最多的碳链为主链,可知该有机化合物的名称是 2,5-二甲基-4-乙基庚烷。

(2) 根据烷烃的系统命名法,尽可能使取代基的编号和最小,则该有机化合物的名称是 2,5-二甲基-3-乙基己烷。

(3) 根据烷烃的系统命名法,尽可能使取代基的编号和最小,有多个取代基时,相同取代基要合并,有不同的取代基时先写简单的,再写复杂的,则该有机化合物的名称是 2,4-二甲基-3-乙基己烷。

第 2 节 有机化合物的结构与性质

课时 1 碳原子的成键方式

刷基础

1. BC 【解析】 π 键是由未参与杂化的两个 p 轨道“肩并肩”重叠形成的, A 正确;通过 π 键连接的原子或原子团不能绕键

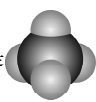
轴旋转, B 错误; σ 键和 π 键因轨道重叠程度不同,所以强度不同, C 错误;乙烷分子中均为单键,单键为 σ 键,乙烯分子中含碳碳双键,1 个双键中含有 1 个 π 键和 1 个 σ 键, D 正确。

2. C 【解析】乙烯中含碳碳双键和碳氢键,单键全部是 σ 键,双键中含 1 个 σ 键、1 个 π 键,故乙烯分子中含 5 个 σ 键、1 个 π 键, A 错误;乙烯的双键中 σ 键比 π 键稳定,发生加成

反应时断裂的是碳原子间的 π 键, B 错误;由乙烯制得氯乙烯,乙烯中的一个氢原子被氯原子取代,故断裂的是 C—H σ 键, C 正确;乙烯分子中的 σ 键的特征是轴对称, π 键关于镜面对称, D 错误。

3. B 【解析】要形成非极性键,必须保证成键原子相同,如果成键原子不同,则吸引电子能力强的原子带部分负电荷,并且键的极性也受相邻基团的影响, B 错误。

4. B 【解析】乙烯含有碳碳双键,结构简式中双键不能省略,

应为 $\text{CH}_2=\text{CH}_2$, A 错误; CH_4 的空间填充模型是  B

正确;乙醇的结构简式是 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$, 乙醇的分子式是

$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$, C 错误;羟基的电子式是 $\cdot\ddot{\text{O}}:\text{H}$, D 错误。

5. (1) ⑨ ②⑥⑧ ⑤ ⑦

(2) $\text{C}_{11}\text{H}_{18}\text{O}_2$

(3) C_6H_{12} CH_2

【解析】结构式是用元素符号和短线表示分子中原子的排列和结合方式的表达式;结构简式是在结构式的基础上省略碳碳单键和碳氢单键,主要表现官能团的表达式;只用键线来表示碳架,而分子中的碳氢键、碳原子及与碳原子相连的氢原子均省略,其他杂原子及与杂原子相连的氢原子须保留,每个端点和拐点都代表一个碳原子,这种表示方式为键线式;空间填充模型中原子紧密连接在一起,不同体积的小球表示不同大小的原子;球棍模型是一种表示分子空间结构的模型,小球表示原子,短棍代表化学键。

(1) 根据以上分析结合题干信息可知属于结构式的为⑨;属于键线式的为②⑥⑧;属于空间填充模型的为⑤;属于球棍模型的为⑦。

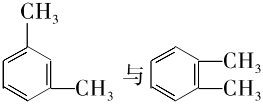




(2) 根据⑧的键线式可知其分子式为 $\text{C}_{11}\text{H}_{18}\text{O}_2$ 。

(3) ②的分子式为 C_6H_{12} , 最简式为 CH_2 。

刷素养

6. D 【解析】乙醛和 HCN 发生加成反应,乙醛中 $\text{C}=\text{O}$ 断开 π 键, HCN 中 $\text{H}-\text{C}$ 极性键断裂,显正电性的 H 加到显负电性的 O 上形成羟基,该反应可以用反应物中键的极性解释, A 不符合题意; Cl 原子电负性较大, C—Cl 极性较大,乙酰氯中的 C—Cl 断裂,与 NH_3 发生取代反应生成乙酰胺和 HCl, 可以用反应物中键的极性解释, B 不符合题意;羟基中 O 原子的电负性较大,乙醇分子中的 C—O 极性较强,在乙醇和 HBr 的反应中, C—O 极性键断裂,该反应可以用反应物中键的极性解释, C 不符合题意;丙烯和氢气加成,断裂的是 $\text{C}=\text{C}$ 的 π 键和氢气分子中的 $\text{H}-\text{H}$ 非极性键,故该反应不能用反应物中键的极性解释, D 符合题意。

刷基础

- 1. B** 【解析】 中甲基的相对位置不同,互为同分异构体, **A 不符合题意**;  与  分子式不同,不互为同分异构体, **B 符合题意**;  与  分子式相同,官能团不同,互为同分异构体, **C 不符合题意**; $\text{H}_3\text{C}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_3$ 与 $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$ 分子式相同,官能团不同,互为同分异构体, **D 不符合题意**。

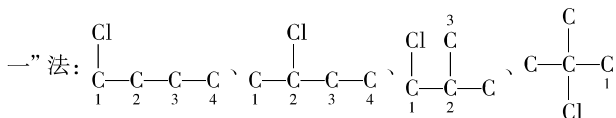
- 2. C** 【解析】分子式为 C_4H_{10} 的物质可能为正丁烷或异丁烷,则分子式为 C_4H_{10} 的物质不一定是纯净物, **A 错误**; 分子式为 C_3H_6 的物质可能为环丙烷或丙烯,则分子式为 C_3H_6 的物质不一定是纯净物, **B 错误**; 分子式为 C_2H_6 的物质为乙烷,不存在同分异构体,一定是纯净物, **C 正确**; 分子式为 $\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$ 的物质可能为 CH_3CHCl_2 或 $\text{CH}_2\text{ClCH}_2\text{Cl}$,则分子式为 $\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$ 的物质不一定是纯净物, **D 错误**。

- 3. C** 【解析】I 和 II 互为对映异构体,都含有羧基和氨基,具有氨基酸的性质,二者化学性质相似, **A 正确**; I 和 II 呈镜面对称,含有手性碳原子,互为手性异构体, **B 正确**; 正、负电荷
突破点: 对映异构体又称为手性异构体

重心重合的分子为非极性分子, I 和 II 正、负电荷重心均不重合,都是极性分子, **C 错误**; I 和 II 中存在的化学键均为 $\text{C}-\text{H}$ 、 $\text{C}-\text{C}$ 、 $\text{C}-\text{N}$ 、 $\text{N}-\text{H}$ 、 $\text{C}=\text{O}$ 、 $\text{C}-\text{O}$ 、 $\text{O}-\text{H}$,存在的化学键及化学键数目均相同, **D 正确**。

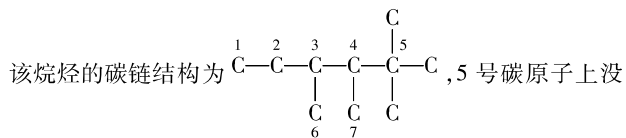
- 4. D** 【解析】① $\text{CH}(\text{CH}_3)_3$ 分子有 2 种等效氢,其一氯代物有 2 种;② $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ 分子有 2 种等效氢,其一氯代物有 2 种;③ $(\text{CH}_3)_3\text{CCH}_2\text{CH}_3$ 分子有 3 种等效氢,其一氯代物有 3 种;④ $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_3$ 分子有 4 种等效氢,其一氯代物有 4 种;则一氯代物数目:④>③>②=①, **选 D**。

- 5. CD** 【解析】书写 $\text{C}_4\text{H}_8\text{ClBr}$ 的同分异构体可以采取“定一移一”法:



(数字代表 $-\text{Br}$ 的位置),则满足分子式为 $\text{C}_4\text{H}_8\text{ClBr}$ 的有机物共有 12 种, **A 错误**; 分子式为 $\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$ 且能与钠反应放出气体的物质属于醇类,可表示为 $\text{C}_5\text{H}_{11}-\text{OH}$,由于戊基有 8 种不同的结构,则符合条件的醇共有 8 种, **B 错误**; 根据烯烃与氢气加成反应的原理,可知该烷烃分子中相邻碳原子上

均带氢原子的碳原子间可能为原单烯烃中碳碳双键的位置,



有 H 原子,与 5 号碳原子相连接的碳原子和 5 号碳原子之间不能形成碳碳双键,能形成碳碳双键的位置有 1、2 号 C 之间、2、3 号 C 之间(存在顺反异构)、3、4 号 C 之间(存在顺反异构)、3、6 号 C 之间、4、7 号 C 之间,故该单烯烃的结构共有 7 种, **C 正确**; 分子式为 $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$ 的属于酸的同分异构体有 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ 、 $(\text{CH}_3)_2\text{CHCOOH}$,共 2 种, **D 正确**。

刷易错

★易错点 “四同”(同位素、同素异形体、同系物、同分异构体)的判断

- 6. (1)D (2)A (3)B (4)E (5)C**

【解析】同种原子的不同核素互为同位素, D 组元素互为同位素。结构相似且分子组成上相差 n 个 CH_2 原子团的物质互为同系物, $\text{CH}_2=\text{CHCOOH}$ 和油酸中均含有 1 个碳碳双键和 1 个羧基,且二者分子组成上相差 15 个 CH_2 原子团,二者互为同系物, A 组物质互为同系物。同种元素组成的不同单质互为同素异形体, B 组物质互为同素异形体。分子式相同而结构不同的化合物互为同分异构体, E 组物质互为同分异构体。乙醇和乙二醇均含有一 OH ,均为醇类,但不属于“四同”任意一种。

易错警示 抓住研究对象能有效解决“四同”问题

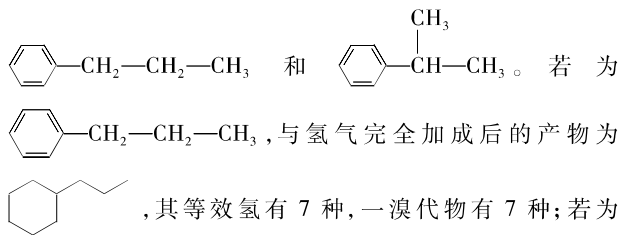
概念	研究对象	判断要点
同位素	核素	质子数相同,中子数/质量数不同
同素异形体	单质	元素种类相同,形态/结构不同
同系物	有机化合物	结构相似(碳原子连接方式相同,官能团种类和数目相同),分子组成相差一个或若干个 CH_2 原子团
同分异构体	化合物	分子式相同(碳原子数和非氢原子数相同,不饱和度相同),结构不同

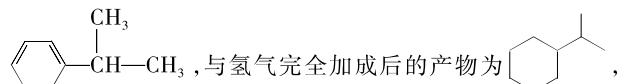
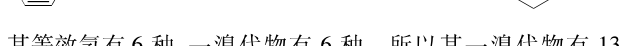
刷提升

- 1. C** 【解析】分子式为 C_4H_8 的有机化合物比同碳原子数的烷烃 C_4H_{10} 少了 2 个氢原子,可以是烯烃或环烷烃,则可能存在碳碳双键,一定存在碳碳单键和碳氢键, **A 正确**; 同理,分子式为 C_3H_6 的有机化合物可以是烯烃或环烷烃,则可能是含一个碳碳双键的链状化合物,也可能是环状化合物, **B 正确**; 分子式为 $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ 的有机化合物比同碳原子数的烷烃少了 2 个氢原子,多 1 个氧原子,其分子中可能含碳碳双键或环,也可能含碳氧双键(丙醛或丙酮), **C 错误**; 若某碳原子以 4 个

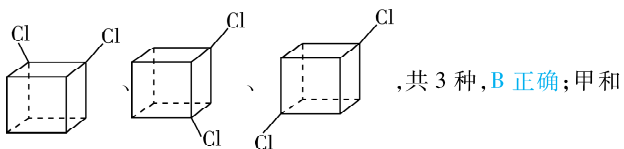
单键连接其他原子或原子团,则该碳原子成键方式与甲烷类似,该分子具有四面体形结构片段,**D 正确**。

2. C 【解析】符合题述条件的苯的同系物的结构简式为



 ,与氢气完全加成后的产物为  ,其等效氢有 6 种,一溴代物有 6 种。所以其一溴代物有 13 种,选 C。

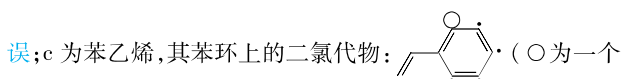
3. C 【解析】甲、乙、丙中均只含一种化学环境的氢原子,故它们的一氯代物均只有 1 种,**A 正确**;甲的二氯代物中,2 个氯原子可位于同一条棱上、面对角线上或体对角线上,如图:

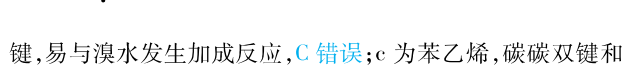


方法技巧 判断同分异构体数目的常用方法

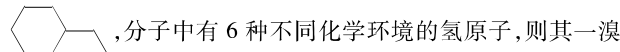
等效氢原子法 (又称对称法)	分子中等效氢原子有如下情况:①分子中同一个碳原子上的氢原子等效;②同一个碳原子连接的甲基氢原子等效;③分子中处于对称位置上的氢原子等效
“定一移一”法	分析二元取代物如 $\text{C}_3\text{H}_6\text{Cl}_2$ 的同分异构体,先固定其中一个 Cl 的位置,然后有序移动另外一个 Cl,从而确定同分异构体的数目
基团连接法	将有机化合物转化为由不同基团连接而成的形式,由基团的结构数目可推断有机化合物的同分异构体数目。如丁基有 4 种,丁醇($\text{C}_4\text{H}_9\text{—OH}$)、 $\text{C}_4\text{H}_9\text{—Cl}$ 均有 4 种
换位思考法	将有机化合物分子中的不同原子或基团换位进行思考。如 1 个乙烷分子中共有 6 个 H 原子,1 个氢原子被 Cl 原子取代得到的一氯乙烷只有 1 种结构,则五氯乙烷可看作 C_2Cl_6 中 1 个 Cl 原子被 H 原子取代,也只有 1 种结构

4. BD 【解析】b 的分子式为 C_8H_8 ,苯的同系物的通式为 $\text{C}_n\text{H}_{2n-6}$,因此 b 的同分异构体不可能与苯互为同系物,**A 错误**;

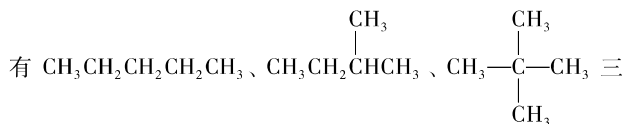
c 为苯乙烯,其苯环上的二氯代物:  (○为一个

氯原子,· 为另一个氯原子可能的位置)有 4 种,  有 2 种,共 6 种,**B 正确**;a 分子中含有碳碳双键,易与溴水发生加成反应,**C 错误**;c 为苯乙烯,碳碳双键和苯环均为平面结构,两者以碳碳单键相连,通过旋转碳碳单键可以使所有原子处于同一平面,**D 正确**。

5. B 【解析】苯环上 2 个取代基有邻、间、对 3 种位置关系,含 4 个碳原子的烷基取代基为 $-\text{C}_4\text{H}_9$, $-\text{C}_4\text{H}_9$ 有 4 种,故所得产物共有 $3 \times 4 = 12$ 种,**A 正确**;苯乙烯与氢气完全加成生成



代物有 6 种,**B 错误**;分子式为 $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{Cl}$ 的有机物可看作是 C_5H_{12} 分子中的 1 个 H 原子被 Cl 原子取代后的产物, C_5H_{12}



种结构,分别有 3、4、1 种不同化学环境的 H 原子,因此 $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{Cl}$ 有 8 种,**C 正确**;分子式为 $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_2$ 且属于羧酸的有机物可看作 $\text{C}_4\text{H}_9\text{—COOH}$,丁基有 4 种,故符合条件的有机物有 4 种,**D 正确**。

6. C 【解析】a 和 b 的分子式相同、性质不同,则结构不同,互为同分异构体,**A 正确**。a、b 互为同分异构体,则二者是平面四边形结构,**B 正确**。a 和 b 不关于面对称,不是“镜”和“像”的关系,**C 错误**。a 结构对称且正、负电中心重合,为非极性分子;b 分子正、负电中心不重合,为极性分子,**D 正确**。

7. (1) ③④⑥

(2) 醚键、羟基 4

(3) 7 3-甲基-2-戊烯

(4) C_5H_{12} $\text{C}(\text{CH}_3)_4$

【解析】(1) 同分异构体是分子式相同、结构不同的化合物间的互称。③④⑥的分子式均为 C_6H_{12} ,但结构不同,所以互为同分异构体。

(2) ①中含氧官能团的名称为羟基、醚键。环己烷的二氯代物(不考虑立体异构)有 4 种,其中两个氯在同一个碳上有 1 种,两个氯在不同的碳上有 3 种(邻、间、对)。

(3) ⑤的分子式为 C_6H_{10} ,属于炔烃时,碳骨架为 $\text{C—C—C—C—C}\equiv\text{C}$ 、 $\text{C—C—C—C}\equiv\text{C—C}$ 、 $\text{C—C—C}\equiv\text{C—C—C}$ 、 $\text{C—C}(\text{CH}_3)\text{—C—C}\equiv\text{C}$ 、 $\text{C—C—C}(\text{CH}_3)\text{—C}\equiv\text{C}$ 、 $\text{C—C}(\text{CH}_3)_2\text{—C}\equiv\text{C}$ 、 $\text{C—C}(\text{CH}_3)\text{—C}\equiv\text{C—C}$,共 7 种。④中含碳碳双键,应选取含双键的最长碳链作主链,则主链含 5 个碳原子,给碳原子

编号时应使双键碳原子编号最小,则碳碳双键在2号碳原子上,3号碳原子上有一个甲基,根据烯烃命名规则,其名称为3-甲基-2-戊烯。

(4) 烷烃的通式为 C_nH_{2n+2} , 相对分子质量 $= 12n + 2n + 2 = 72$, 解得 $n = 5$, 则该烷烃的分子式为 C_5H_{12} , 其一氯代物只有一种, 说明其结构对称, 则碳原子连接了4个甲基, 结构简式为 $C(CH_3)_4$ 。

课时3 有机化合物结构与性质的关系

刷基础

1. C 【解析】该分子结构不具有对称性, 属于极性分子, 且分子内含有羟基、羧基这类亲水基团, 易溶于水, A 正确; 由结构简式知, 苹果酸分子中的官能团为羧基、羟基, B 正确; 1个苹果酸分子内含有3个 $O-H$ 、3个 $C-C$ 、3个 $C-O$ 、3个 $C-H$ 、2个 $C=O$, 单键为 σ 键, 1个双键内含1个 σ 键和1个 π 键, 因此苹果酸分子中 σ 键与 π 键数目的比值为 $14:2=7:1$, C 错误; 由该结构简式可知, 苹果酸的分子式为 $C_4H_6O_5$, D 正确。

2. D 【解析】氯乙酸的酸性强于乙酸的原因是 $C-Cl$ 的极性大于 $C-H$, 导致氯乙酸中羧基中羟基的极性更大, 更易电离出 H^+ , 能说明基团间存在影响, A 不符合题意; 甲苯能使酸性高锰酸钾溶液褪色而甲烷不能, 说明甲苯中甲基活性更大, 能说明基团间存在影响, B 不符合题意; 二者都含有羟基, 但羟基不同, 苯环对羟基的影响导致酚羟基比较活泼, 具有酸性, 可说明基团间存在影响, C 不符合题意; 乙醇和乙二醇都含有羟基, 但羟基数目不同, 生成氢气的量不同, 不能说明有机化合物分子中原子或原子团间存在影响, D 符合题意。

3. D 【解析】与 Na 反应越剧烈, 羟基氢原子的活泼性越强, 对应羟基的极性越强, 与 Na 反应的剧烈程度: 乙酸 > 水 > 乙醇, 则羟基的极性: 乙酸 > 水 > 乙醇, A、B 正确; 题给3种化合物中均含有羟基, 但羟基连接的原子或基团不同, 导致羟基的活性不同, C 正确; 羟基中的 $O-H$ 都是 σ 键, D 错误。

4. D 【解析】由表可知电离平衡常数 $K_a(CH_3COOH) = 10^{-4.76}$, $K_a(CH_2ClCOOH) = 10^{-2.86}$, 电离平衡常数越大酸的电离程度越大, 酸性越强, 则相同浓度下, 氯乙酸的酸性强于乙酸, A 错误; 烷基为推电子基团, 烷基越长, 推电子效应越大, 羧基中羟基的极性越小, 羧酸的酸性越弱, 故酸性: 甲酸 > 乙酸 > 丙酸, B 错误; 卤素原子为吸电子基团, 卤素原子使得羧基中羟基的极性变大, 卤族元素电负性越大, 卤素原子个数越多, 吸电子效应越强, 故酸性: 二氯乙酸 > 氯乙酸, C 错误; 电负性越大吸引电子能力越强, F 的电负性大于 Cl 的电负性, 则 $F-C$ 极性大于 $Cl-C$ 的极性, 使 F_3C- 极性大于 Cl_3C- 的极性, 则三氟乙酸的羧基中的羟基的极性更大, 更易电离出氢离子, D 正确。

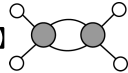
模型建构 不同的基团对相邻化学键的极性影响不同, 根据影响效果可分为推电子基团和吸电子基团。基团的推电子作用和吸电子作用通常与原子的电负性有关, 常见的推电子基团有烷基、氨基 ($-NH_2$) 等, 常见的吸电子基团有醛基 ($-CHO$)、羧基 ($-COOH$)、硝基 ($-NO_2$)、氰基 ($-CN$)、卤素原子 ($-X$) 等。

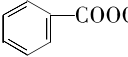
刷素养

5. AB 【解析】题给结构中从左往右第一个 N 原子有一个孤电子对, 并形成两个 σ 键, 为 sp^2 杂化; 第二个 N 原子有一个孤电子对, 形成三个 σ 键, 为 sp^3 杂化, A 错误。手性碳原子是指与四个不同原子或基团相连的碳原子, 该物质分子中没有手性碳原子, B 错误。该物质中存在羧基, 具有酸性; 含有 $-N$, 具有碱性, C 正确。该物质中存在苯环, 可以发生加成反应; 含有甲基, 可以发生取代反应, D 正确。

第1~2节综合训练

刷综合

1. A 【解析】 是球棍模型, A 错误; 乙酸的结构简式为 CH_3COOH , 分子式为 $C_2H_4O_2$, B 正确; 乙酸乙酯的结构简式为 $CH_3COOC_2H_5$, C 正确; 葡萄糖的分子式为 $C_6H_{12}O_6$, 最简式为 CH_2O , D 正确。


2. D 【解析】 的分子式: $C_8H_8O_2$, A 正确; 正戊烷分子中每个碳原子都形成4个共价键, 碳链为锯齿状, 球

棍模型为 , B 正确; 丙炔的结构简式:

$CH_3C \equiv CH$, C 正确; $H_3C-C \equiv CH-CH_2-CH_3$ 的键线式为

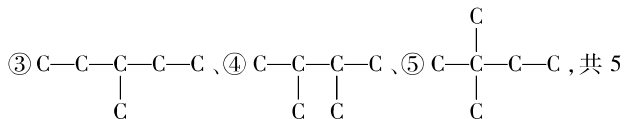
, D 错误。

3. C 【解析】冠醚中含有氧元素, 属于烃的衍生物, A 错误; (2) 的化学式为 $C_{12}H_{24}O_6$, 与葡萄糖的化学式 ($C_6H_{12}O_6$) 不同, 二者不互为同分异构体, B 错误; (1) 和 (2) 中均含 $C-C$ 非极性键和 $C-O$ 极性键、 $C-H$ 极性键, C 正确; (1) 的化学式为 $C_{10}H_{20}O_5$, (2) 的化学式为 $C_{12}H_{24}O_6$, (1) 和 (2) 在分子组成上不是相差若干个 CH_2 原子团, 二者不互为同系物, D 错误。



4. C 【解析】苯的同系物是苯环上的氢原子被烷基取代的产物,  易错点: 同系物的原子种类相同
分子式为 C_9H_{12} 的苯的同系物中, 当苯环上取代基为 $-CH_2CH_2CH_3$ 时, 有1种结构; 当苯环上取代基为 $-CH(CH_3)_2$

时,有 1 种结构;当苯环上取代基为 $-\text{CH}_3$ 、 $-\text{CH}_2\text{CH}_3$ 时,有邻、间、对三种位置关系,有 3 种结构;当苯环上取代基为 3 个 $-\text{CH}_3$ 时,有连、偏、均三种位置关系,有 3 种结构,因此共有 $1+1+3+3=8$ 种, **A 正确**。 CH_4O 为甲醇, $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ 可能是乙醇,也可能是甲醚,当 $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ 为乙醇时,与 CH_4O 互为同系物,当 $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ 为甲醚时,与 CH_4O 不互为同系物, **B 正确**。

C_6H_{12} 的碳骨架有① $\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}$ 、② $\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}$ 、

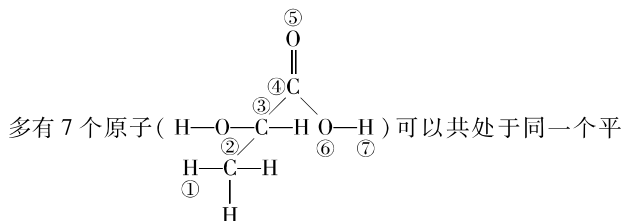


分子式为 $\text{C}_4\text{H}_8\text{Cl}_2$ 的有机化合物中含 2 个甲基的同分异构体有 $\text{CH}_3\text{CHClCHClCH}_3$ 、 $\text{CH}_3\text{CCl}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ 、 $(\text{CH}_3)_2\text{CClCH}_2\text{Cl}$ 、 $(\text{CH}_3)_2\text{CHCHCl}_2$, 共 4 种, **D 正确**。

5. C 【解析】金刚石和石墨互为同素异形体, **A 错误**; $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$ 和 CH_3CH_3 的分子式不同,不是同分异构体, **B 错误**;  和  的分子式相同,碳架相同,但是碳碳双键的位置不同,二者互为同分异构体且属于官能团位置异构, **C 正确**; $\text{CH}_2=\text{CHCOOH}$ 和 OHCCH_2CHO 的分子式相同,官能团的种类不同,互为同分异构体,属于官能团类型异构, **D 错误**。

6. A 【解析】根据该有机化合物的结构简式,可知其分子式为 $\text{C}_{22}\text{H}_{25}\text{BrN}_2\text{O}_3\text{S}$, **A 正确**;分子中含有一 CH_3 、一 CH_3 中碳原子采用 sp^3 杂化,苯环中的碳原子和碳碳双键、碳氧双键中的碳原子采取 sp^2 杂化, **B 错误**;阿比朵尔含有 C、H、N、O、S、Br 等元素,为芳香烃衍生物, **C 错误**;分子结构中含有多种官能团,如羟基、酯基、碳溴键等,苯环不是官能团, **D 错误**。

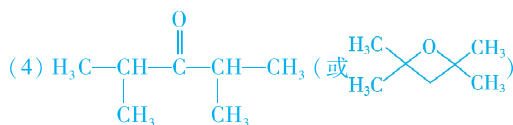
7. BC 【解析】乳酸中 $-\text{COOH}$ 中碳原子采取 sp^2 杂化,其余 2 个碳原子采取 sp^3 杂化, **A 正确**;乳酸中与醇羟基直接相连的碳原子为手性碳原子,只有 1 个手性碳原子, **B 错误**;乳酸中 $-\text{COOH}$ 中碳原子采取 sp^2 杂化,与该碳原子直接相连的原子处于同一平面,根据单键可以旋转,可知乳酸分子中最

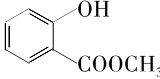


8. (1) 羟基 酯基

(2) A

(3) ⑤ ⑥ ⑦

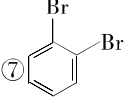
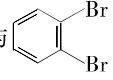


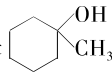
【解析】(1)  中含有的官能团为 $-\text{OH}$ 、 $-\text{COOR}$, 名称为羟基、酯基。

(2) 对于烷烃,分子中碳原子数越多,沸点越高,当分子中碳原子数相同时,支链越多,沸点越低,则① $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{CH}_3$ (正丁烷)、② $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH}_3$ (正戊烷)、③ $(\text{CH}_3)_3\text{CH}$ (异丁烷)、④ $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{CH}_3$ (异戊烷)的沸点由高到低排序为②>④>①>③,选 A。

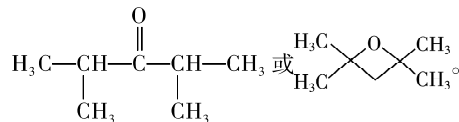
(3) ⑤ $\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{COOH} \\ | \\ \text{CH}_2\text{COOH} \end{array}$ 与 $\begin{array}{c} \text{COOH} \\ | \\ \text{COOH} \end{array}$ 官能团的种类和数目都相同,分

子式相差 2 个 CH_2 , 互为同系物;⑥戊烯和环戊烷的分子式相同,都为 C_5H_{10} , 但结构不同,二者互为同分异构体;

⑦  与  的分子组成、结构都相同,属于同种物质。

(4) 某化合物是  的同分异构体,则其分子式为 $\text{C}_7\text{H}_{14}\text{O}$, 不饱和度为 1, 该化合物分子中只有两种不同化

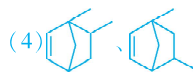
学环境的氢,若分子呈链状,则含有 $-\text{C}(=\text{O})-$, 其他碳原子构成 2 个 $-\text{CH}(\text{CH}_3)_2$, 若为环状,则 O 原子在四元环上,且其他碳原子都构成 $-\text{CH}_3$, 该化合物的结构简式为



9. (1) $\text{C}_{10}\text{H}_{16}$

(2) B

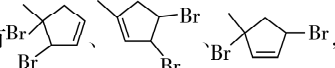
(3) C



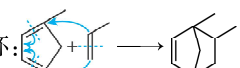
【解析】(1) 碳原子达到稳定结构时需形成 4 个共价键,金刚烷分子中碳原子之间以单键相连,其余价键均与氢原子结合,则金刚烷的分子式为 $\text{C}_{10}\text{H}_{16}$ 。

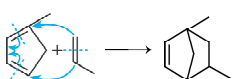
(2) 金刚烷分子中有 2 种不同化学环境的氢原子,则金刚烷的一氯代物有 2 种,故选 B。

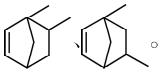
(3) 甲基环戊二烯和等物质的量的 Br_2 发生加成反应, 所得

产物有 , 共 3 种, 故选 C。

(4) 类比已知反应原理, 反应过程中甲基环戊二烯中 2 个碳碳

双键断裂, 与丙烯发生加成反应成环: 

, 则可能的产物的结构有 2 种:



10. (1) C_7H_8 碳氯键

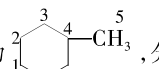
(2) c (3) 5 (4) sp^2 、 sp^3

(5) 苯甲醇能形成分子间氢键, 苯甲醛不能 (6) d

【解析】(1) A 是甲苯, 分子式为 C_7H_8 ; B 属于卤代烃, B 中官能团名称是碳氯键。

(2) 题述五种有机化合物均含有苯环, 分别是苯的同系物、卤代烃、醇类、醛类、羧酸类, 均属于芳香族化合物, 选 c。

(3) 在催化剂作用下, 甲苯与足量的 H_2 反应生成的 F 是甲

基环己烷, 结构简式为 , 分子中含有 5 种不同

化学环境的氢原子, 因此 F 的一溴代物有 5 种。

(4) C 是苯甲醇, 苯环上的碳原子采取 sp^2 杂化, 与羟基相连的碳原子采取 sp^3 杂化。

(5) 二者相对分子质量相近, 但苯甲醇能形成分子间氢键, 苯甲醛不能, 所以二者沸点差异较大。

【关键点】苯甲醛中没有与 O、N、F 相连的 H, 分子间不能形成氢键

(6) 两种有机化合物的结构不同, 分子式均是 $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_2$, 互为同分异构体, 答案选 d。

第 3 节 烃

课时 1 烷烃及其性质

刷基础

1. C 【解析】碳原子数相同的烃, 支链越多, 沸点越低。烷烃同分异构体的碳原子数相同, 故支链越多, 沸点越低, A 正确; 链状烷烃的通式为 $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$, B 正确; 水煤气的主要成分为

CO 和 H_2 , C 错误; 烷烃分子中, 碳原子采取 sp^3 杂化, 丙烷分子中碳原子不在一条直线上, D 正确。

2. 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;

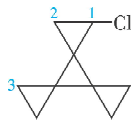
丙烷分子中碳原子数小于丁烷, 故丁烷沸点更高, 更易液化,

【关键点】一般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 $\text{C}-\text{C}-\text{C}$, 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。

3. BC 【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; 烷烃中氢元素含量较高时燃烧会产生淡蓝色火焰, 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, 烷烃能与氯气发生取代反应, C 正确; 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。

4. B 【解析】观察结构, 有 3 个碳原子上无氢原子, 另外 6 个碳原子上均连有 2 个氢原子, A 正确; 二氯代物常见的有 3 种:

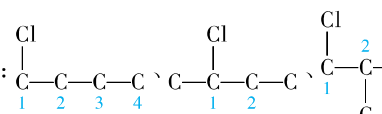


(数字标记处为第 2 个 Cl 原子的位置), 若考虑

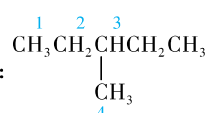
立体异构, 其二氯代物多于 3 种, B 错误; 碳原子数相对较少的烃, 密度小于水, 且不溶于水, C 正确; 该分子中存在极性键 (碳氢键) 和非极性键 (碳碳单键), D 正确。

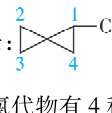

5. A 【解析】主链上含有 4 个碳原子, 分子中共有 6 个碳原子的烷烃, 不可能含有 1 个乙基支链, 只能含有 2 个 $-\text{CH}_3$, 2 个 $-\text{CH}_3$ 可以连在同一个碳原子上 [$(\text{CH}_3)_3\text{CCH}_2\text{CH}_3$], 也可以连在不同碳原子上 [$(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}(\text{CH}_3)_2$], 所以有 2 种不同结构, 选 A。

6. B 【解析】分子式为 C_6H_{14} 且含四个甲基的同分异构体有 $(\text{CH}_3)_3\text{CCH}_2\text{CH}_3$ 、 $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}(\text{CH}_3)_2$, 共 2 种, A 错误; 采

用“定一移一”法: 

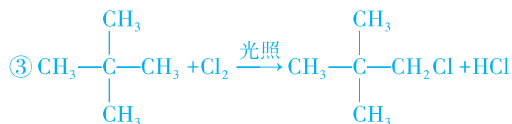
字为第 2 个 Cl 原子可能的位罝, 正丁烷的二氯代物有 6 种、异丁烷的二氯代物有 3 种, 分子式为 C_4H_{10} 的有机物的二氯代物有 9 种, B 正确; $(\text{CH}_3\text{CH}_2)_2\text{CHCH}_3$ 的一氯代物的种类

数即其所含等效氢的种类数, 如图: 

种, C 错误; 采用“定一移一”法:  数字为第 2 个 Cl 原子可能的位罝, 则  的二氯代物有 4 种, D 错误。

7. (1) C_5H_{12}

(2) ① 3 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ ② 异戊烷 (或 2-甲基丁烷)





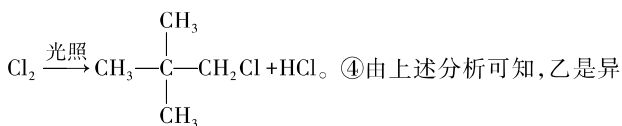
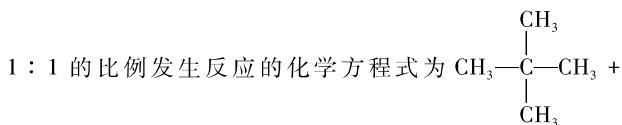
【解析】(1) 链状烷烃的通式为 C_nH_{2n+2} , 碳原子含有 6 个电子, 氢原子含有 1 个电子, 则该有机化合物分子中含有的电子数为 $6n+2n+2=42$, 解得 $n=5$, 该烷烃的分子式为 C_5H_{12} 。

(2) ① 戊烷的同分异构体有正戊烷 ($CH_3CH_2CH_2CH_2CH_3$)、



烃共有 3 种同分异构体。烷烃分子的碳原子数相同时, 在相同条件下, 支链越多, 其沸点越低, 因甲在相同条件下沸点最高, 所以甲为正戊烷, 甲的结构简式是 $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_3$ 。

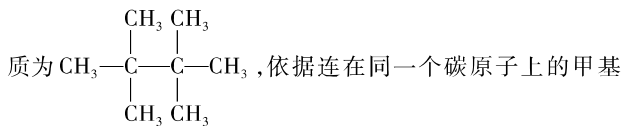
② 在戊烷的同分异构体中, 正戊烷的一氯代物有 3 种, 分别是 $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2Cl$ 、 $CH_3CH_2CH_2CHClCH_3$ 、 $CH_3CH_2CHClCH_2CH_3$; 异戊烷的一氯代物有 4 种, 分别是 $CH_2ClCH(CH_3)CH_2CH_3$ 、 $CH_3CCl(CH_3)CH_2CH_3$ 、 $CH_3CH(CH_3)CHClCH_3$ 、 $CH_3CH(CH_3)CH_2CH_2Cl$; 新戊烷的一氯代物有 1 种, 为 $CH_2ClC(CH_3)_3$, 因乙的一氯代物有四种, 所以乙的名称是异戊烷或 2-甲基丁烷。③ 因丙只有一种化学环境的氢原子, 所以丙是新戊烷, 则丙与 Cl_2 按照



戊烷, 则乙的键线式为

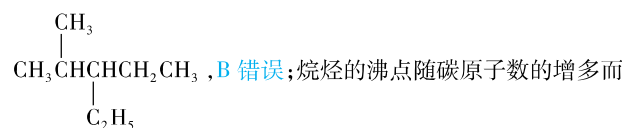
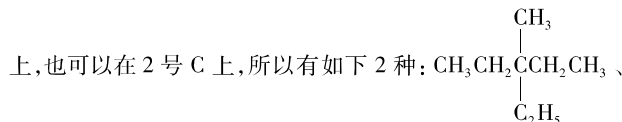
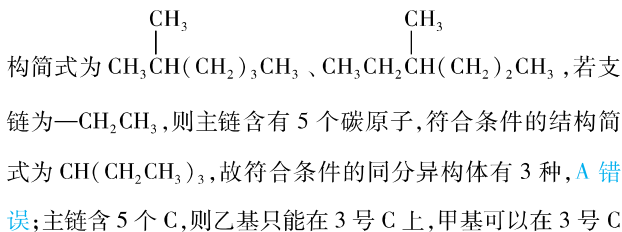
刷提升

1. A 【解析】乙烷中, 六个氢原子全部被甲基取代, 得到的物

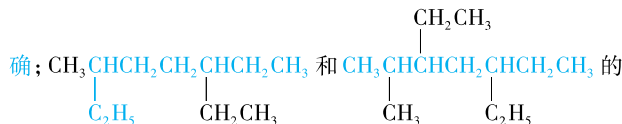


氢原子等效、处于对称位置的氢原子等效, 可知该烷烃的一氯代物只有一种, 该烷烃主链有 4 个碳原子, 2 号、3 号碳上各有 2 个甲基, 其系统命名为 2,2,3,3-四甲基丁烷, 选 A。

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 $-CH_3$, 则主链含有 6 个碳原子, 符合条件的结



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



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 ($CH_3\cdot$), 两个甲基自由基可以结合生成 CH_3CH_3 , 所以产物中可能含有乙烷, D 正确。

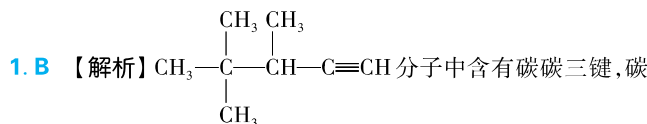
4. (1) 环丙烷 环丙烷与 H_2 反应所需温度最低



(3) 利用酸性 $KMnO_4$ 溶液进行鉴别, 能使酸性 $KMnO_4$ 溶液褪色的为丁烯, 不能使酸性 $KMnO_4$ 溶液褪色的为环丁烷 (答案合理即可)

课时 2 烯烃和炔烃及其性质

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”, 该炔烃的正确命名为 3,4,4-三甲基-1-戊炔, B 正确。

2. D 【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 错误; 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

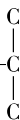
高中必刷题 化学

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**。

3. A

教材变式 本题是教材 P38 练习与活动第 6 题的变式题,教材考查了根据加成反应产物性质反推物质,变式题则综合考查了根据烃与 H_2 的加成反应产物反推烃的结构与命名。

【解析】 烯烃或炔烃加氢后可得到烷烃,碳链不变。2,2-二甲基丁烷的碳链结构为 $C-C-C-C$, 相邻碳原子之间各去掉

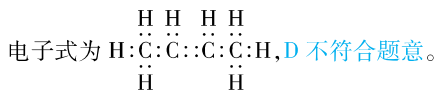


1个(或2个)氢原子形成双键(或三键),所以该烃可以为3,3-二甲基-1-丁炔或3,3-二甲基-1-丁烯, **A 正确**。

4. B 【解析】 该烯烃含碳碳双键的最长链有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号C和4号C上,其系统命名为2,4-二甲基-1-戊烯, **A 正确**;碳碳双键为平面结构,双键碳原子和与其直接相连的碳原子在同一平面上,单键可旋转,则最多有6个碳原子在同一平面上, **B 错误**;碳碳双键中的一个C原子连有两个H原子,故不存在顺反异构, **C 正确**;使溴水褪色是因为碳碳双键和 Br_2 发生了加成反应,使酸性高锰酸钾溶液褪色是因为发生了氧化还原反应,二者原理不同, **D 正确**。

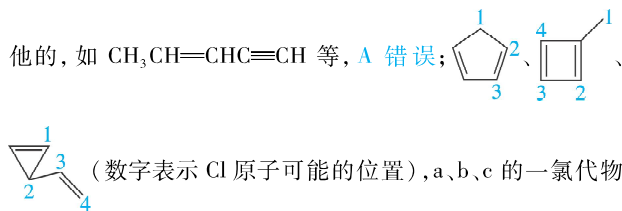
5. C 【解析】 键线式中,每个拐点或终点均代表有一个碳原子,补全C、H可以转化为结构简式,A项表示的有机物的结构简式为 $CH_3CH=CHCH_3$,即2-丁烯, **A、B 不符合题意**;球棍模型中较小的球表示H原子,较大的表示C原子,短棍表示化学键, **突破点**: 球棍模型表现物质中原子间的连接与空间结构,要体现出原子的大小关系

键,C项表示的有机物的结构简式为 $CH_2=CHCH_2CH_2CH_3$,为1-戊烯, **C 符合题意**;电子式中用“·”表示电子,2-丁烯



6. 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**。

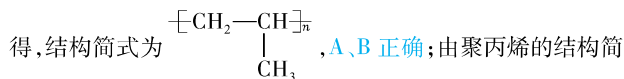
7. C 【解析】 分子式为 C_5H_6 的同分异构体除 a、b、c 外还有其



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:

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**。

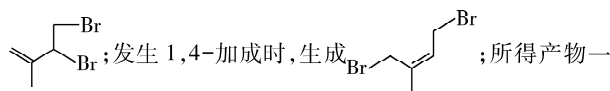
8. C 【解析】 聚丙烯由丙烯($CH_2=CHCH_3$)通过加聚反应制



式可知聚丙烯中无碳碳双键,不能使酸性 $KMnO_4$ 溶液褪色, **C 错误**;聚丙烯中化学键为碳碳单键和碳氢键,不易被氧化、不能水解,因此聚丙烯在自然环境中不容易降解, **D 正确**。

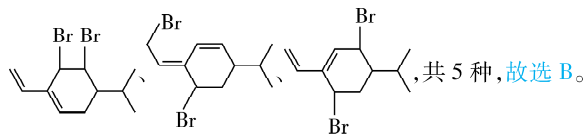
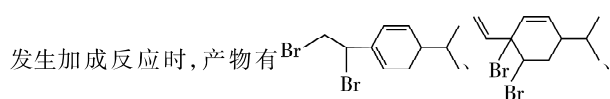
9. A 【解析】 顺、反-2-丁烯中氢原子的化学环境有差异,可用核磁共振氢谱区别, **A 错误**;手性碳原子是连接了4个不同的原子或原子团的碳原子,顺、反-2-丁烯与氯气发生加成反应后的产物均为 $CH_3CHClCHClCH_3$,与氯原子相连的是手性碳原子,均有2个手性碳原子, **B 正确**;与2-丁烯具有相同官能团的同分异构体有2种:1-丁烯和2-甲基-1-丙烯, **C 正确**;顺-2-丁烯与反-2-丁烯分子间作用力均为范德华力,顺-2-丁烯分子中两个甲基位于同一侧,正、负电中心不重合,极性较大,分子间范德华力较大,故沸点较高, **D 正确**。


10. C 【解析】 当溴与 $CH_3CH=CHCH_3$ 发生1,2-加成时,生成 $CH_3CH(Br)CH(Br)CH_3$ 或






共有3种, **选 C**。




11. B 【解析】 当 Br_2 与 $CH_3CH=CHCH_3$ 以物质的量之比为1:1



12. 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正确,

D错误;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正确。

13. 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。

14. 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,也能被高锰酸钾氧化而使酸性高锰酸钾溶液褪色,D错误。

15. C

思路导引 某气态烃0.5 mol能与1 mol HCl加成,说明烃中含有1个C≡C或2个C=C,加成产物分子上的氢原子又可被3 mol Cl₂取代,说明0.5 mol加成产物氯代烃中含有3 mol H原子,则0.5 mol烃中含有2 mol H原子,即1 mol烃含有4 mol H原子,且1个烃分子中含有1个C≡C或2个C=C。

【解析】由思路导引可知,乙炔中H原子个数不符合题意,A错误;乙烷中没有碳碳双键,也没有碳碳三键,B错误;1个丙炔分子中有4个H原子、1个碳碳三键,符合题意,C正确;CH₂=C(CH₃)₂中H原子的个数不符合题意,D错误。


16. 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CaC₂+2H₂O→Ca(OH)₂+CH≡CH↑,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。

刷提升

1. D 【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,根据系统命名原则,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:CH₃-⁶CH-⁵CH-⁴CH=CH-³C-²CH₂-¹CH₃,
CH₃ C₂H₅

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D。

2. D 【解析】H₃C-¹C-²CH-³CH₂-⁴CH₃,5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;CH₂=C(CH₃)₂CH=CH₂含有两个甲基,与氢气

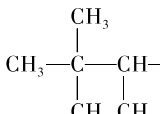
发生加成后支链甲基不会减少为一个,D符合题意。

3. B 【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CH₂原子团,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正确。

4. 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。

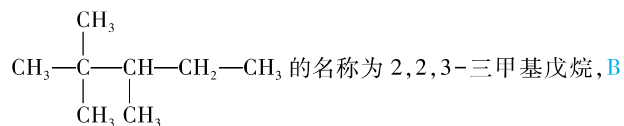
5. C 【解析】由图知,该物质的分子式为C₁₇H₁₉NO₃,A错误;由图知,该分子中2个双键碳原子均连接不同原子或基团,则存在顺反异构,手性碳原子是指与四个不同原子或基团相连的碳原子,该分子不含手性碳原子,B错误;由图知,分子中有醚键、碳碳双键、酰胺基3种官能团,C正确;由图知,该分子中含有碳碳双键、苯环,可以发生加成反应,D错误。

6. AD 【解析】由A的键线式可得A的结构简式为

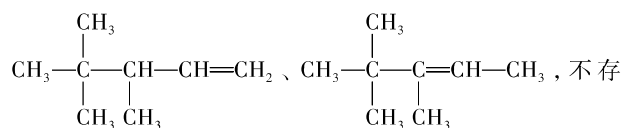
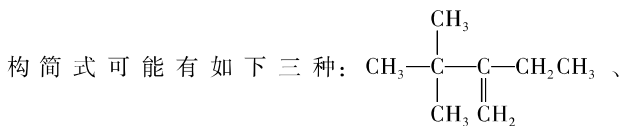
CH₃-C(CH₃)₂-CH(CH₃)-CH₂-CH₃,分子中有5种不同化学环境的

高中必刷题 化学

氢原子,故其一氯代物有 5 种, **A 错误**; 有机化合物 A 中主链含有 5 个 C 原子, 从距离甲基最近的一端开始编号, 则



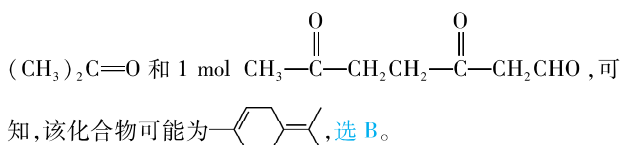
正确; 由 A 的结构简式可知, A 的分子式为 C_8H_{18} , **C 正确**; 有机化合物 B 与等物质的量的 H_2 发生加成反应可得到 A, 则 B 中含有 1 个碳碳双键, 根据加成反应还原双键的位置, A 中都连有 H 原子的相邻碳原子之间可形成碳碳双键, 故 B 的结



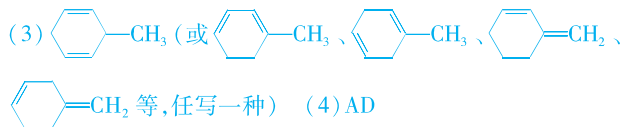
在名称为 2,2,3-三甲基-3-戊烯这种烯烃, **D 错误**。

- 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 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→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→Ⅳ→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】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

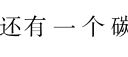
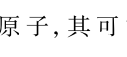
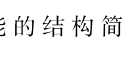
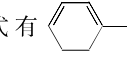


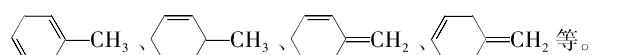
- 9. (1) ab (2) C_7H_{10}**



【解析】(1) 由降冰片烯的分子结构可知, 分子中含有环状结构和碳碳双键, 只有 C、H 两种元素, 所以属于环烃, 且为不饱和烃, 故选 ab。

(2) 根据降冰片烯的键线式可知其分子式为 C_7H_{10} 。

(3) 若降冰片烯的同分异构体含有一个六元环, 则环外必定还有一个碳原子, 其可能的结构简式有 , , ,  等。



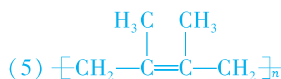
也能与氢气发生加成反应; 一般情况下, 常温常压下碳原子数目小于或等于 4 的烃为气体, 降冰片烯分子中有 7 个碳原子, 所以在常温常压下一一定不是气体, 故选 AD。

10. (1) 碳碳双键

(2) 12

(3) sp^2 、 sp^3

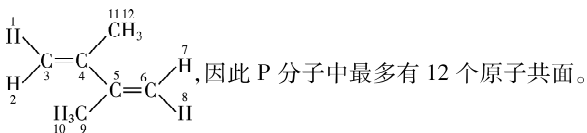
(4) 2,3-二甲基-1,3-丁二烯



(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。

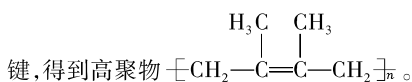
(2) 乙烯为平面结构, 6 个原子都在同一平面内, 甲烷中三个原子在同一平面, 单键可以旋转, 如图所示:



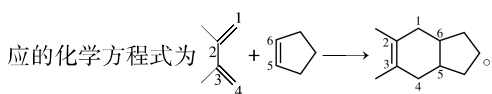
(3) 饱和碳原子为 sp^3 杂化, 双键碳原子为 sp^2 杂化。

(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 $\text{---}\text{CH}_2\text{---C}(\text{CH}_3)=\text{C}(\text{CH}_3)\text{---CH}_2\text{---}$ 。



(6) 由已知反应原理可知, P 与环戊烯发生 Diels-Alder 反



(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 $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}_3$ 。

11. (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)

(2) $\text{CH}\equiv\text{CH}+2[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}=\text{Ag}_2\text{C}_2\downarrow+2\text{H}_2\text{O}+4\text{NH}_3$

(3) $\text{Ag}_2\text{C}_2+2\text{H}_2\text{O}+\text{S}^{2-}=\text{Ag}_2\text{S}+\text{CH}\equiv\text{CH}\uparrow+2\text{OH}^-$

(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。

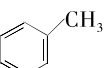
(2) 将乙炔通入新制银氨溶液中, 立即反应生成白色的乙炔银(Ag_2C_2)沉淀, 则生成乙炔银(Ag_2C_2)沉淀的化学方程式是 $\text{CH}\equiv\text{CH} + 2[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} = \text{Ag}_2\text{C}_2 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{NH}_3$ 。

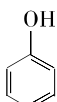
(3) 将乙炔银投入 Na_2S 溶液中, 产生气体同时有黑色沉淀产生, 该反应的离子方程式是 $\text{Ag}_2\text{C}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{S}^{2-} = \text{Ag}_2\text{S} + \text{CH}\equiv\text{CH} \uparrow + 2\text{OH}^-$ 。

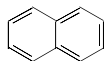

(4) 乙炔银极不稳定, 摩擦或微热均会发生爆炸, 应储存在郊外专业仓库内, 仓库内要求阴凉通风, A 正确; 乙炔银具有较强的还原性、易爆炸, 因此必须与氧化剂、可燃物分开存放, 避免引起爆炸, B 正确; 乙炔银发生泄漏时, 会生成易燃气体乙炔, 应选择逆风方向, 避免过多伤害, C 错误; 乙炔银不稳定, 会与水反应生成有毒气体, 且 Ag^+ 属于重金属离子, 也有毒, 会使水资源受到污染, 故应防止泄漏物进入水中, 妥善处理, D 正确。

课时 3 苯、苯的同系物及其性质

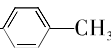
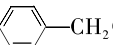
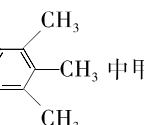
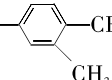
刷基础

1. C 【解析】 属于芳香烃, 属于苯的同系物, A 不符合题意;

 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 符合题意;  属于芳香烃, 属于苯的同系物, D 不符合题意。

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。

2. D 【解析】 中甲基在苯环上处于对位, 可命名为对二甲苯, A 正确;  中乙基连在苯环上, 命名为乙苯, B 正确;  中甲基连在 1、2、3 号碳原子上, 命名为 1,2,3-三甲苯, C 正确;  中甲基连在 1、2、4 号碳原子上, 命名为 1,2,4-三甲苯, D 错误。

方法技巧 苯的同系物的系统命名

(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), 取代基为其他基团时, 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, 将某个最简单的取代基所在的碳原子编为 1 号, 给其他取代基所在碳原子编号并使支链的位次和最小。

3. 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, 不能说明苯环与侧链间相互影响, 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	结构组成	①分子中都含有一个苯环; ②都符合通式 $\text{C}_n\text{H}_{2n-6}$ ($n \geq 6$)
	化学性质	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	取代反应	易发生取代反应, 主要得到一元取代产物
	氧化反应	难被氧化, 不能使酸性 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	

4. 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 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 Br_2 分子, 则 1 mol 三甲苯最多消耗 3 mol 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 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。

5. 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。

6. 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、 HBr 挥发, 进入装置 II 的小试管内, 液溴溶解在苯中, HBr 逸出, 与 AgNO_3 反应生成 AgBr 浅黄色沉淀; 未反应的 HBr 进入装置 III 中被 NaOH 溶液吸收。

【解析】HBr 中混有的溴蒸气溶解在苯中,排除了 Br_2 对检验 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 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 AgNO_3 溶液中,可能会因 HBr 易溶于水而产生倒吸,所以小试管的作用之一是防止 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、 FeBr_3 等,应先水洗(溶解 FeBr_3)后分液,再碱洗(吸收 Br_2)后分液,然后再次水洗(溶解少量碱、 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 AgNO_3 反应生成 AgBr 浅黄色沉淀和 HNO_3 ,一段时间后,生成的 HNO_3 会将一部分 HBr 氧化为 Br_2 , 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**。

7. B 【解析】反应①为苯与溴在 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 H_2O ,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**。

8. C 【解析】分子式为 C_9H_{12} 的芳香烃,除了 1 个苯环,若含有两个侧链,则为乙基、甲基,有邻、间、对 3 种位置,故符合条件的同分异构体有 3 种, **选 C**。

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。

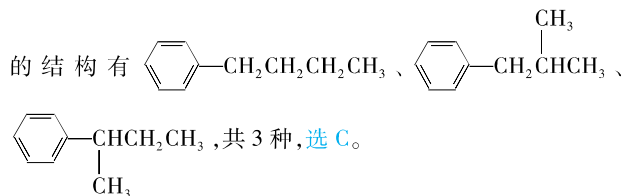
(2) 记忆法

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)。

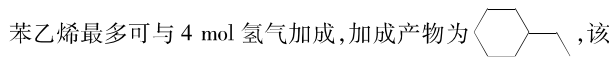
取代基	2 个—X	1 个—X, 1 个—Y	3 个—X	1 个—X, 2 个—Y	1 个—X, 1 个—Y, 1 个—Z
同分异构体数目	3	3	3	6	10

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

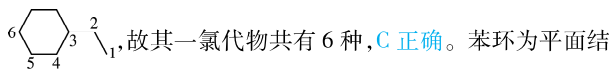
钾溶液氧化生成苯甲酸,则符合条件的有机化合物 M



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

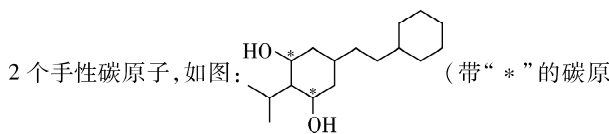
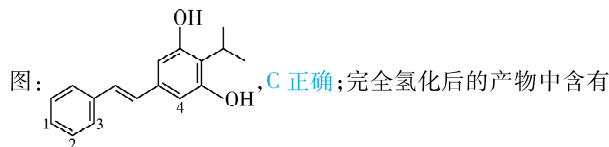


分子中有 6 种不同化学环境的氢原子(数字标注),如图:

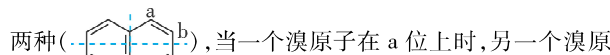


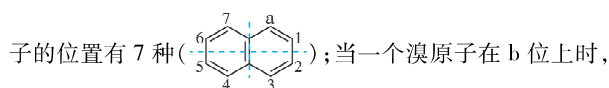
构,且与苯环直接相连的原子与苯环共平面,并结合碳碳单键可以旋转可知,乙苯分子中最多有 8 个碳原子共平面,乙烯分子为平面结构,苯乙烯分子中共平面的碳原子数最多也为 8, **D 错误**。

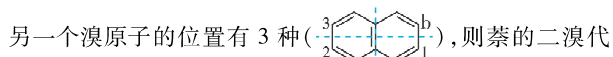
11. B 【解析】由有机化合物的结构简式可知,分子式为 $\text{C}_{17}\text{H}_{18}\text{O}_2$, **A 正确**;其分子中连接两个甲基的碳原子是饱和碳原子,其所连 4 个原子形成四面体结构,则所有碳原子不可能处于同一平面, **B 错误**;苯环上的一溴代物有 4 种,如



子为手性碳原子), **D 正确**。

12. AB 【解析】上述反应属于加成反应,是因为丙烯碳碳双键中的 π 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 π 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 正确**。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 个甲基碳原子在苯环平面内,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 错误。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,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_2 单质
烯烃	加成	Br_2 的 CCl_4 溶液或 Br_2 的水溶液
炔烃	加成	Br_2 的 CCl_4 溶液或 Br_2 的水溶液
苯	取代	FeBr_3 催化下,液溴
苯的同系物	取代(在烷基支链上)	光照, Br_2 单质
	取代(在苯环烷基邻对位)	FeBr_3 催化下,液溴

刷提升

1. B 【解析】苯乙烯分子中含有碳碳双键,能与溴发生加成反应而使溴水褪色,能被高锰酸钾氧化而使酸性高锰酸钾溶液褪色,A 正确;苯乙烯中苯环上 C 原子为 sp^2 杂化,碳碳双键上的 C 原子也是 sp^2 杂化,B 错误;苯乙烯分子中含有碳碳双键,能发生加聚反应,生成聚苯乙烯,C 正确;1 mol 苯乙烯与 H_2 加成,苯环需要消耗 3 mol H_2 ,碳碳双键需要消耗 1 mol H_2 ,故最多消耗 4 mol H_2 ,D 正确。

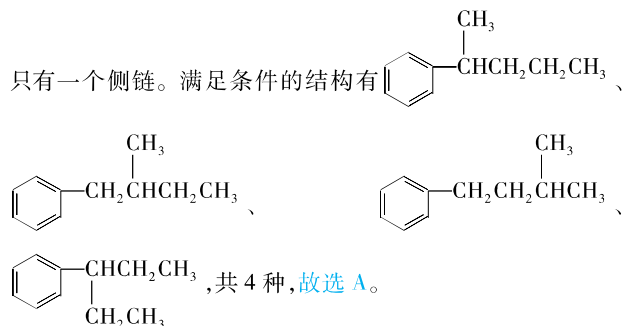
2. C 【解析】异丙苯中含有一个苯环,与苯相差 3 个 CH_2 原子团,故异丙苯是苯的同系物,A 正确;苯不能使酸性高锰酸钾溶液褪色,而异丙苯能使酸性高锰酸钾溶液褪色,故可用酸性高锰酸钾溶液区别苯与异丙苯,B 正确;在光照的条件下,发生苯环侧链上的取代反应,异丙基中含有 2 种等效氢,则异丙苯与 Cl_2 发生取代反应生成的一氯代物有 2 种,C 错误;异丙苯的芳香烃同分异构体有丙苯、邻甲基乙苯、间甲基乙苯、对甲基乙苯、1,2,3-三甲苯、1,2,4-三甲苯和 1,3,5-三甲苯,这些同分异构体的一溴代物分别有 6 种、7 种、7 种、5 种、4 种、6 种和 2 种,故 1,3,5-三甲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。

3. 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:
 $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_3$, 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 $2\text{s}^2 2\text{p}^2$, 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 个碳碳三键分别能与 1 个、3 个、2 个 H_2 发生加成反应,故一个该分子最多与 6 个 H_2 反应,D 错误。

4. A 【解析】 $\text{C}_{11}\text{H}_{16}$ 不饱和度为 $\frac{2 \times 11 + 2 - 16}{2} = 4$, $\text{C}_{11}\text{H}_{16}$ 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; $\text{C}_{11}\text{H}_{16}$ 分子中存在一个 $-\text{CH}-$ 、两个 $-\text{CH}_2-$ 和两个甲基,所以 1 个苯环的结构中



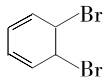
5. AC 【解析】由结构简式可知,有机化合物甲和 $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3$ 的分子式都为 $\text{C}_{10}\text{H}_{22}$, A 正确;有机化合物甲中含有饱和碳原子,饱和碳原子所连原子构成四面体形,则有机化合物甲是结构不对称的极性分子,B 错误;有机化合物甲中饱和碳原子为 sp^3 杂化,苯环中的碳原子为 sp^2 杂化,则分子中杂化方式为 sp^2 的碳原子共有 18 个,C 正确;有机化合物甲中含有饱和碳原子,饱和碳原子所连原子构成四

高中必刷题 化学

面体形,苯环为平面结构,由三点成面可知,甲分子中在同一平面的碳原子数最多 13 个, **D 错误**。

6. B 【解析】由题图可知,苯和 Br_2 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_2 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**; 中间产物不能稳定存在,能较快生成溴苯,所以苯与 Br_2 的催化反应主反应为取代反应, **D 错误**。

7. (1) 互为同分异构体

(2) $\text{C}_{14}\text{H}_{10}$ bd

(3) a (4) c

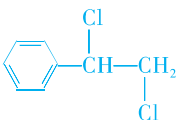
【解析】(1) 苯炔和 $\text{HC}\equiv\text{C}-\text{CH}=\text{CH}-\text{C}\equiv\text{CH}$ 的分子式均为 C_6H_4 , 分子式相同, 结构不同, 互为同分异构体。

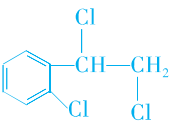
(2) 根据萸的结构可知, 萸的分子式为 $\text{C}_{14}\text{H}_{10}$ 。萸的结构和苯相似, 能和氢气发生加成反应, 能和卤素单质、硝酸等发生取代反应, a 正确; 萸分子中碳原子数比较多, 常温下不是气体, b 错误; 萸为烃, 难溶于水, c 正确; 萸能燃烧, 被氧气氧化, d 错误。

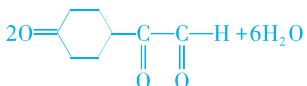
(3) 苯的同分异构体是和苯分子式相同、结构不同的化合物。a 的分子式为 C_6H_6 , 结构和苯不同, 属于苯的同分异构体; b 的分子式为 C_6H_8 , 分子式不同, 不属于苯的同分异构体; c 的分子式为 C_6H_{10} , 不属于苯的同分异构体; d 的分子式为 C_6H_{12} , 不属于苯的同分异构体; 故选 a。

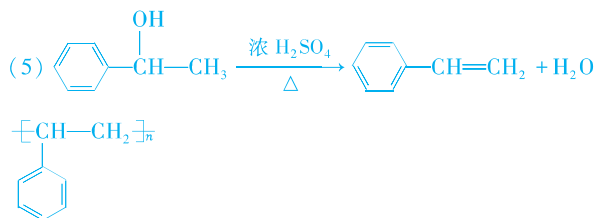
(4) a、b 和 d 分子中有碳碳双键, 能和溴水中的溴发生加成反应, 发生化学变化使溴水褪色, 故 a、b 和 d 不选; c 的分子式为 C_9H_{12} , 和苯相差 3 个 CH_2 , 含有苯环, 和苯结构相似, 能和氢气发生加成反应, 不和溴水反应, 但能萃取溴水中的溴而使溴水褪色, 故选 c。

8. (1) 加成反应

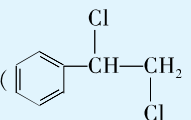
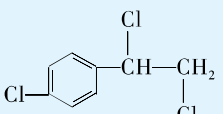
(2)  Cl_2 、 FeCl_3 (或 Cl_2 、催化剂)

(3) 

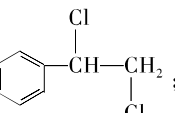
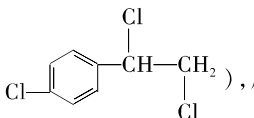
(4) $2\text{HO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_2\text{OH} + 3\text{O}_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{Cu}}$




思路导引 苯乙烯与水发生加成反应生成 G, 苯乙烯与氯

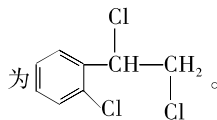
气发生加成反应生成 B () , B 发生苯环上的取代反应生成 C () , C 与氢气发生加成反应生成 D, D 发生水解反应生成 E。

【解析】(1) 由思路导引可知, A→G 的反应类型为加成反应。

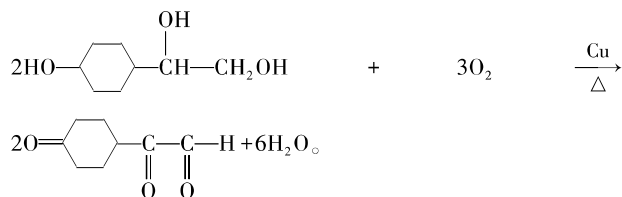
(2) B 的结构简式为  ; B 发生苯环上的取代反应生成 C () , 所需的试剂和条件为

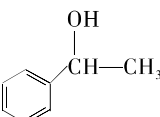
Cl_2 、 FeCl_3 (或 Cl_2 、催化剂)。

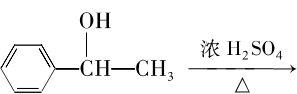
(3) B 中支链为邻、对位定位基, B→C 过程中, Cl 原子可能取代支链邻位碳原子上的氢, 则该副产物的结构简式

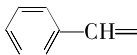


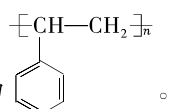
(4) E 中含有醇羟基, 且醇羟基所连碳上有氢, 再结合反应生成物质的分子式 $\text{C}_8\text{H}_{10}\text{O}_3$ 可知, 该反应的方程式为



(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 

 + H_2O ; 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

9. (1) 三颈烧瓶



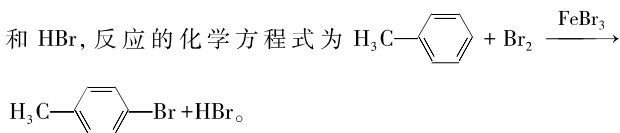
(3) 苯(或四氯化碳,合理即可)

(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 Br₂ 反应生成 FeBr₃, 液溴和甲苯在 FeBr₃ 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 FeBr₃ 催化作用下发生反应生成对溴甲苯

(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。

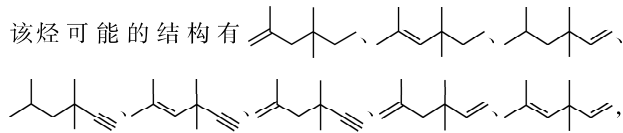
(5) 若为取代反应, 则反应生成了 HBr, 装置乙可除去 Br₂, 防止干扰检验 HBr, HBr 可以和硝酸银反应生成淡黄色的溴化银沉淀, 证明该制备反应为取代反应的现象为装置丙中出现淡黄色沉淀。

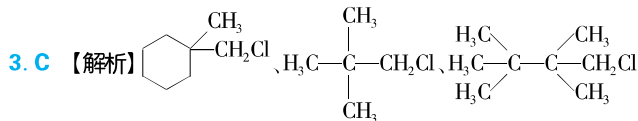
第 3 节综合训练

刷能力

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 CH₃CH₂OH, A 错误; 乙烯可以使酸性 KMnO₄ 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。

2. 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 $\text{H}_3\text{C}-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$, 则


该烃可能的结构有 , 共 8 种, 故选 D。





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 (CH₃)₂C=CH₂ 与 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 C₁₉H₂₆O, A 正确; 碳碳双键和 Br₂ 以 1:1 发生加成反应, 碳碳三键可以和 Br₂ 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 Br₂, 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。

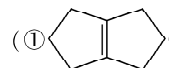
5. B 【解析】由于甲烷是正四面体形结构, 甲烷分子中所有原子不可能共平面, 因此甲烷分子中氢原子被其他原子或原子团取代后的产物中所有原子也不可能共平面, A 错误;

 分子中碳原子的杂化类型分别为 sp²、sp 和 sp³, 共有三种杂化方式, B 正确;

 含有碳碳双键和碳碳三键, 可以使酸性高锰酸钾溶液褪色, C 错误;

 结构中有 6 种不同化学环境的氢原子, 其一氯代物有 6 种, D 错误。

6. D 【解析】烯烃 R 的名称是 3,4-二甲基-3-己烯, A 错误; 烯烃 R 中碳碳双键上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 错误; 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, H₂O₂ 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。

7. CD 【解析】碳碳双键所在链最多有 6 个碳原子, 从距支链和官能团最近的碳原子开始编号, x 的名称是 2-乙基-1,3,5-己三烯, A 错误。x 分子中有 7 种化学环境不同的氢原子, 一氯代物有 7 种; y 分子中有 8 种化学环境不同的氢原子, 一氯代物有 8 种, B 错误。z 分子含有多个饱和碳原子, z 分子 (①②) 中①②两个碳原子不在中间的 6 个碳原

高中必刷题 化学

子组成的平面上, C 正确。三种有机化合物都含有碳碳双键, 均可与溴的四氯化碳溶液反应, D 正确。

8. 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。

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

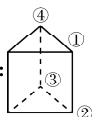
(2) ①ab ②2

(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 $\text{C}^1-\text{C}^2-\text{C}^3-\text{C}^4-\text{C}^5$, 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_2 发生取代反应、与 H_2 发生加成反应, 故选 ab。② 1 mol 碳碳双键加成需 1 mol H_2 , II 分子中有两个碳碳双键, 故需 2 mol H_2 。

(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 AgNO_3 溶液, D 正确。

10. (1) 分液漏斗 除去乙烯中的乙醇杂质

(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 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, 通过装置 II 中饱和食盐水、装置 III 中浓硫酸分别除去氯化氢、水蒸气, 然后进入装置 IV; 装置 VII 生成乙烯, 通过装置 VI 除杂, 再通过装置 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, 装置 VI 中水的作用是除去乙烯中的乙醇。

(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 Cl_2 反应更充分。②氯气和乙烯在水中溶解度较小, 先加入少量 1,2-二氯乙烷液体溶解 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”即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 Cl_2 、乙烯, Cl_2 可用 NaOH 溶液除去, 乙烯可通过酸性 KMnO_4 溶液或溴水除去。

(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。

归纳总结 蒸馏、分液、萃取中常见问题

(1) 直形冷凝管与球形冷凝管的区别

①用途不同: 直形冷凝管一般用于蒸馏, 即在用蒸馏法分离物质时使用; 而球形冷凝管一般用于反应装置, 即在反应时防止反应物的蒸发流失而用球形冷凝管冷凝回流。

②效果不同: 球形冷凝管有较大的冷却面积, 可提高反应物的转化率; 直形冷凝管通常用牛角管连接接收瓶, 使蒸馏液流出。

(2) 用分液漏斗分离两种液体的操作方法为分液, 适用对象是互不相溶的两种液体。

(3) 萃取剂的选取原则

①与原溶液中的溶剂互不相溶;


②溶质在萃取剂中的溶解度要远大于在原溶剂中的;


③与原溶质、溶剂均不反应, 易挥发。

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—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**;—CH₃的C原子和与其相连的4个原子形成四面体结构,故CH₃—CH=CH₂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。

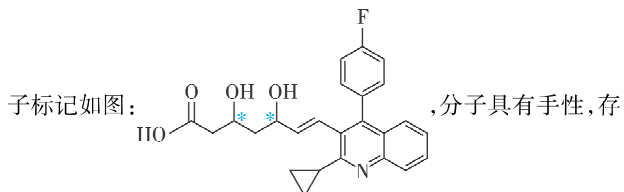
第三步:组合判断

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C₂₅H₂₄FNO₄,**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原子标记如图:

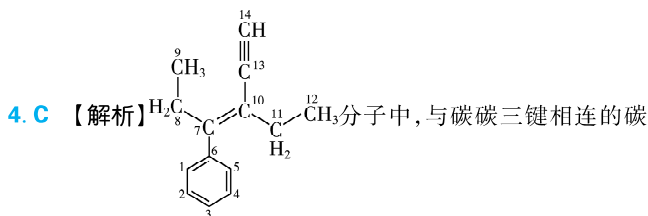


在对映异构,**B 错误**;该物质含有饱和碳原子,饱和碳原子及与之相连的3个碳原子不可能都共面,**C 错误**;该物质含有羟基、羧基,可以发生取代反应和缩聚反应,**D 正确**。

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

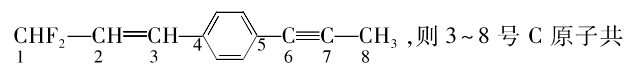
突破点:单键所连结构可以在空间中旋转

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CH₃—CH=CH—C≡C—CF₃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;sp³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sp³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:



线,即最多有6个碳原子在一条直线上,**B 错误**;分子中—CH₃、—CHF₂中的碳原子为sp³杂化,即分子中所有原子不可能共面,**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—CH₃、—CHF₂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

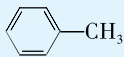
若分子中存在连有3个及以上碳原子的饱和碳原子[如 $(\text{CH}_3)_3\text{C}-$ 中的叔碳],所有碳原子一定不共面。

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。

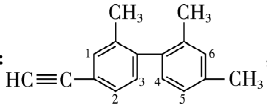
注意:双键和三键不可旋转,仅单键允许旋转调整平面位置。

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- 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 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 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 $C_6^2 = \frac{6 \times 5}{2 \times 1} = 15$ 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1章素养检测

刷速度

- 1. A** 【解析】 $\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_2\text{NH}_2$ 所含官能团为(酮)羰基

($-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-$)和氨基($-\text{NH}_2$),没有酰胺基,A错误;

$\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$ 中的官能团为酯基

($-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{R}$)和羧基($-\text{COOH}$),B正确;

中的官能团为碳溴键($-\overset{\text{Br}}{\text{C}}-$)和羟基($-\text{OH}$),C正确;

$\text{CH}_2=\text{CH}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H}$ 中的官能团为碳碳双键($\text{C}=\text{C}$)和醛

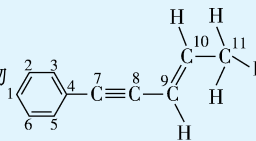
基($-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H}$),D正确。

- 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 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 HBr ,C错误;聚乙烯中不含碳碳双键,聚乙烯不能使酸性 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,碳碳双键可与溴水加成而甲苯不与溴水反应,则先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 CCl_4 ,故不能用 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° ,所有原子不可能在同一条直线上,B 错误;由思路导引可知,所有碳原子可能都在同一平面上,C 正确;碳碳双键中键角为 120° ,所有碳原子不可能在同一直线上,D 错误。

5. B 【解析】根据阿司匹林的结构简式知,其含有两种官能团:羧基和酯基,A 错误;布洛芬和对乙酰氨基酚含有不同的官能团,可以通过红外光谱来区分,B 正确;布洛芬分子中含有 8 种等效氢,故核磁共振氢谱图中有 8 组吸收峰,C 错误;对乙酰氨基酚的相对分子质量为 151,质谱中最大质荷比为 151,D 错误。

6. C 【解析】根据反应①前后除 A 外其他物质的结构变化知,物质 A 为 CH_3OH ,A 正确; CO_2 中 C 原子为 sp 杂化,

$\text{H}_3\text{C}-\text{O}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{CH}_3$ 中 C 原子为 sp^2 、 sp^3 杂化,甲醇中 C 原子

为 sp^3 杂化,故整个过程中碳原子有 3 种杂化方式,B 正确;反应过程中断裂的化学键只有极性键,没有非极性键,C 错误;分析题图可知,反应物为 CH_3OH 和 CO_2 ,生成物为

$\text{H}_3\text{C}-\text{O}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{CH}_3$ 和 H_2O ,则总反应的化学方程式为

$2\text{CH}_3\text{OH} + \text{CO}_2 \xrightarrow{\text{催化剂}} \text{H}_3\text{C}-\text{O}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$,D 正确。

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

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

个手性碳原子,如 * 标注所示:

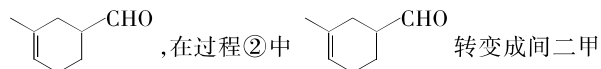
C 错误;车叶草苷酸分子中含有多个亲水基团(羟基、羧基),其钠盐是离子化合物,在水中的溶解度大于在甲苯中的溶解度,D 正确。

9. AB 【解析】装置甲为干燥装置,应长进短出,装置接口连接顺序为 dabefc,A 正确;溴蒸气容易液化,所以需要水浴加热,B 正确;装置乙中产生的淡黄色沉淀可能是挥发的 Br_2 与乙中

的 H_2O 反应生成的 HBr 与硝酸银反应的产物溴化银,C 错误;除去溴苯中的溴应用氢氧化钠溶液,D 错误。

10. AD 【解析】对二甲苯的结构简式为 $\text{CH}_3-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_3$,分

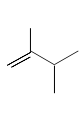
子中含有 2 种不同化学环境的氢原子,一氯代物有 2 种,A 正确;M 中环上饱和碳原子采取 sp^3 杂化,但双键中的碳原子采取 sp^2 杂化,M 转化为对二甲苯过程中,环上饱和碳原子杂化方式由 sp^3 变为 sp^2 ,B 错误;因丙烯醛的碳碳双键结构为不对称烯烃结构,因此其与异戊二烯反应时可能生成

 转变成间二甲

苯,C 错误;由球棍模型可知 M 含有 $\text{C}=\text{C}$,且含有醛基,结构简式为 $\text{H}_3\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CHO}$,D 正确。

11. (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

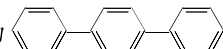
【解析】(1)  的结构简式为 $\text{CH}_2=\overset{\text{CH}_3}{\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}}\text{CHCH}_3$,从离官

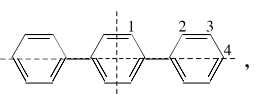
能团最近的一端开始编号,用系统命名法命名为 2,3-二甲基-1-丁烯。

(2) 根据烷烃通式 $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ 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 C_5H_{12} ,根据支链越多沸点

越低可知,沸点最低的烷烃是 $\text{CH}_3-\overset{\text{CH}_3}{\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}}-\text{CH}_3$,用习惯命名法命

名为新戊烷。

(3) 某芳香烃结构为 ,该有机化合物

有四种氢原子,即 ,则一氯代物有

4 种。

(4) 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 $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\overset{\text{CH}_2-\text{CH}_3}{\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}}-\text{CH}_2-\overset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$,

将烷烃中相邻两个碳原子上各去掉两个氢原子即可得到原炔烃,则此炔烃可能的结构有 2 种,即

$\text{CH}\equiv\text{C}-\overset{\text{CH}_2-\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\overset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ 和

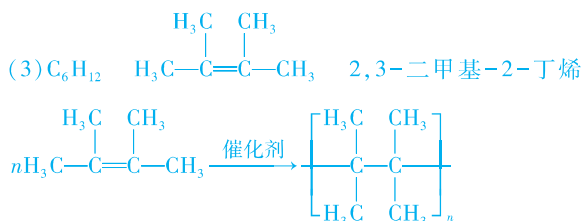
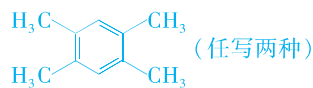
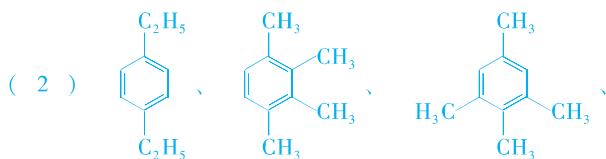
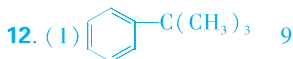
$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\overset{\text{CH}_2-\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\overset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{C}\equiv\text{CH}$ 。

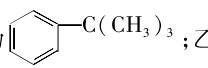
(5) 根据键线式中每一个拐点是一个碳原子,C 共可形成四

个共价键可知, 的分子式为 $\text{C}_{10}\text{H}_{20}$ 。按碳的骨架

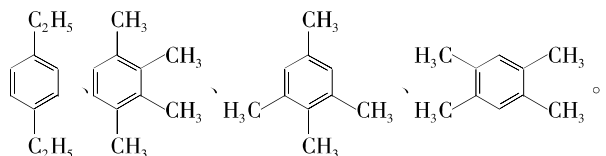
高中必刷题 化学

分类,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,也不属于芳香化合物,则该有机化合物属于脂环烃和环状化合物,故选 ab。



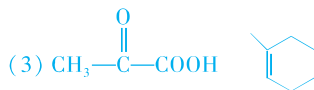
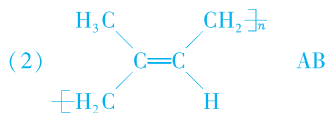
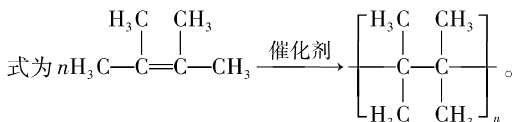
【解析】(1)由题给已知信息可知,侧链与苯环直接相连的碳原子上有氢原子的苯的同系物能被氧化生成芳香酸,不能被酸性高锰酸钾溶液氧化为芳香酸说明侧链与苯环相连的碳原子上没有氢原子,则甲的结构简式为 ;乙能被酸性高锰酸钾溶液氧化为分子式为 $C_8H_6O_4$ 的芳香酸,说明苯环上有两个侧链,可能是两个乙基,也可能是一个甲基和一个丙基 $[-CH_2CH_2CH_3]$ 或 $[-CH(CH_3)_2]$,2个取代基在苯环上有邻、间、对3种位置关系,则乙可能的结构共有9种。

(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

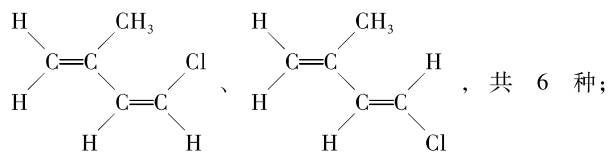
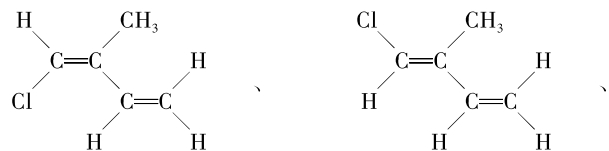


(3)单烯烃的通式为 $C_nH_{2n}(n \geq 2)$,则 $12n+2n=84, n=6$,分子式为 C_6H_{12} ;根据氧化原理,连有1个氢原子的双键碳原子被氧化为羧基,无氢原子的双键碳原子被氧化为酮羰基,则通

过酸性高锰酸钾溶液后能被氧化生成 $H_3C-C(=O)-CH_3$ 的分子式为 C_6H_{12} 的单烯烃的结构简式为 $H_3C-C(CH_3)=C(CH_3)-CH_3$,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

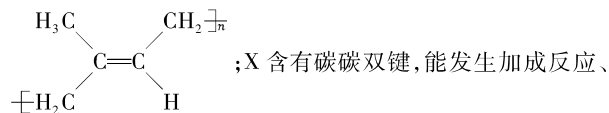
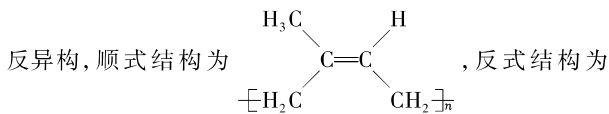


【解析】(1) $CH_2=C(CH_3)CH=CH_2$ 的一氯代物有



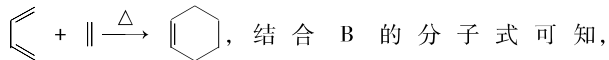
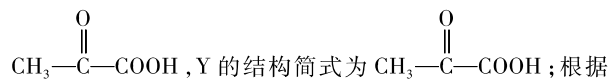
$CH_2=C(CH_3)CH=CH_2$ 与溴发生1,2-加成所得有机产物的结构简式为 $BrCH_2CBr(CH_3)CH=CH_2$ 或 $CH_2=C(CH_3)CHBrCH_2Br$ 。

(2) $CH_2=C(CH_3)CH=CH_2$ 发生加聚反应的产物存在顺

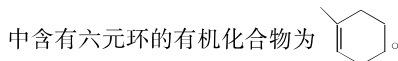


氧化反应,X中不含羟基、羧基,不能发生酯化反应,选AB。

(3)根据烯烃与酸性 $KMnO_4$ 溶液反应的氧化产物对应关系, $CH_2=C(CH_3)CH=CH_2$ 被氧化为二氧化碳和



$CH_2=C(CH_3)CH=CH_2$ 和乙烯发生加成反应生成的分子



第1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

