

第一章 有机化合物的结构特点与研究方法

第一节 有机化合物的结构特点

课时1 有机化合物的分类 有机化合物中的共价键

刷基础

1. C 【解析】由题给有机物的结构简式可知,该有机物中虽然存在碳碳双键,但含有 N、O 元素,不属于烯烃,而是烃的衍生物,①错误、④正确;含酯基、羟基、羧基、酰胺基、碳碳双键,属于多官能团有机化合物,②正确;含苯环,但还含 N、O 元素,不属于芳香烃,属于芳香族化合物,③错误,⑥正确;含有羧基,显酸性,属于酸性物质,⑤正确;选 C。
- 易错点: 不含苯环的物质也可能具有芳香性

2. B

教材变式 本题是教材 P12 练习与应用第 6 题的变式题,考查了有机化合物的分类。

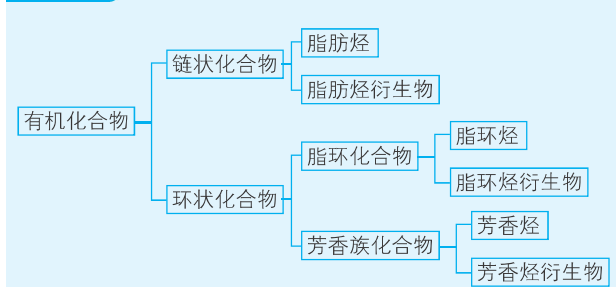
【解析】 $\text{HC} \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{O}-\text{C}_2\text{H}_5 \end{array}$ 为甲酸乙酯,属于酯类化合物, A 错误;

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br}$ 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。

3. D 【解析】按碳骨架分类,乙烯属于脂肪烃,苯属于芳香烃,环己烷属于脂环烃, A 错误;环戊烷、环己烷属于脂环烃,不属于芳香烃, B 错误;萘属于芳香族化合物,不属于脂环化合物, C 错误;环戊烷、环丁烷和乙基环己烷均属于环烷烃,环烷烃为脂环烃, D 正确。

归纳总结 依据碳骨架对有机化合物进行分类



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,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. 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。

6. (1) 碳溴键 (2) 羧基 (3) 3

【解析】(1) $\text{C}_6\text{H}_5\text{Br}$ 的官能团的名称为碳溴键。

(2) $\text{H}-\text{C} \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{OH} \end{array}$ 的官能团的名称为羧基。

(3) $\text{HO}-\text{C} \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \end{array} \text{C}_6\text{H}_2(\text{OH})_2-\text{C} \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \end{array} \text{H}$ 中有羧基、羟基、醛基,共 3 种官能团。

7. B 【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 正确;乙烷分子中的键均为单键,单键均为 σ 键, D 正确。
- 速记: σ 键→头碰头, π 键→肩并肩
- 关键点: 一般情况下, σ 键强度大于 π 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。

8. BC 【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 正确;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 $\text{C}-\text{H}$ 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。

9. A 【解析】一般情况下,同种元素的原子之间形成的共价键是非极性键,不同种元素的原子之间形成的共价键是极性键。①中断裂的是 $\text{C}-\text{H}$ 和 $\text{Cl}-\text{Cl}$, $\text{C}-\text{H}$ 是极性键;②中断裂的是 $\text{C}=\text{C}$ 中的 π 键和 $\text{Br}-\text{Br}$,都是非极性键;③中断裂的是 $\text{C}\equiv\text{C}$ 中的 π 键和 $\text{H}-\text{Cl}$, $\text{H}-\text{Cl}$ 是极性键;④中断裂的是 $\text{H}-\text{H}$ 和 $\text{Cl}-\text{Cl}$,都是非极性键。选 A。
- 易错点: O_3 中 O 原子之间形成的是极性键

10. 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


高中必刷题 化学

物中均含有羟基,但羟基连接不同的基团或原子,导致羟基的活性不同,**C 正确**;羟基中的共价键都是 O—H,属于极性键、 σ 键,**D 错误**。

- 11. D** 【解析】由表可知电离平衡常数 $K_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 10^{-4.76}$, $K_a(\text{CH}_2\text{ClCOOH}) = 10^{-2.86}$, 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($-\text{NH}_2$)等,常见的吸电子基团有醛基($-\text{CHO}$)、羧基($-\text{COOH}$)、硝基($-\text{NO}_2$)、氰基($-\text{CN}$)、卤素原子($-\text{X}$)等。

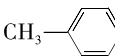

- 12. B** 【解析】乙烯含有碳碳双键,结构简式中双键不能省略,

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**。

- 13. C** 【解析】碳化硅是共价晶体,没有碳化硅分子,碳化硅的

易错点: 只有分子晶体有分子式

化学式为 SiC ,**A 错误**;对硝基甲苯的结构简式为 ,硝基中与苯环上 C 原子相连的为 N 原子,**B 错误**;乙醇的结构简式为 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$,键线式为 ,**C 正确**;由于乙炔是直线形分子,所以丙炔分子中 3 个 C 原子应该在同一条直线上,故图示不是丙炔的球棍模型,**D 错误**。

刷提升

- 1. 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 C—C σ 键、C—H σ 键和大 π 键
D 正确。

- 2. AD** 【解析】由结构简式可知莫西沙星分子中有 4 个脂环结构、3 个双键结构、1 个苯环,不饱和度为 11,结合碳原子数目可知其分子式为 $\text{C}_{21}\text{H}_{24}\text{FN}_3\text{O}_4$,**A 错误**;苯环上的碳原子和形成双键的碳原子均采取 sp^2 杂化,共计 10 个碳原子,**B 正确**;该分子中的含氧官能团有羧基、醚键、羰基 3 种,**C 正确**;氢键不属于化学键,**D 错误**。

方法技巧 不饱和度(Ω)的应用——有机化合物的分子式判断

判断用键线式表示的复杂有机化合物的分子式时,不容易直接数清氢原子数,可以从不饱和度的角度进行计算。

具体方法:

(1) 根据有机化合物结构中含有的环状结构和不饱和键数,计算其不饱和度。

①分子中每形成 1 个双键或环状结构,氢原子数减少 2,不饱和度加 1;

②分子中每形成 1 个三键,氢原子数减少 4,不饱和度加 2;

③分子中每形成 1 个苯环,氢原子数减少 8,不饱和度加 4。

(2) 数碳原子和其他非氢原子的数目。

(3) 结合不饱和度求出氢原子数,确定有机化合物的分子式。

①若有机化合物为烃(C_nH_m),达到饱和时的氢原子数为 $2n+2$,则 $m=2n+2-2\Omega$ 。

②若有机化合物为烃的衍生物,则卤素原子记为 -1 (只能形成 1 个键,与 H 原子等效),O 原子或 S 原子记为 0 (能形成 2 个键,不影响不饱和度),N 原子记为 1 (能形成 3 个键,饱和时比 C 原子少连接 1 个氢原子),即 $m=2n+2-2\Omega+\text{N 原子数}-\text{卤素原子数}$ 。


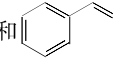
- 3. (1) ③ ⑤⑥ ①④**

(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 $\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C}=\text{C}-\text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$ 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。

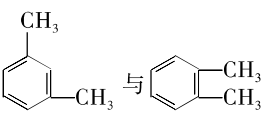




(3)①乙烯使酸性高锰酸钾溶液褪色,属于氧化反应;②乙烯与 HCl 加成制备氯乙烷,属于加成反应;③甲烷与氯气在光照条件下的反应属于取代反应。

素养

4. 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, $\text{C}-\text{Cl}$ 极性较大,乙酰氯中的 $\text{C}-\text{Cl}$ 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 $\text{C}-\text{O}$ 极性较强,在乙醇和 HBr 的反应中, $\text{C}-\text{O}$ 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**。

课时2 有机化合物的同分异构现象

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,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,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 $\text{CH}_2\text{ClCH}_2\text{Cl}$,不一定是纯净物, **D 错误**。

3. (1) ①②④⑤ (2) ① (3) ②④⑤ (4) ③

教材变式 本题是教材 P12 练习与应用第4题的变式题,教材考查了同分异构体的辨别,变式题则更细致地考查了同分异构体类别的辨析。

【解析】分子式相同而结构不同的化合物互为同分异构体,主要包括由碳骨架不同而产生的碳架异构、由官能团的位置不同而产生的位置异构、由官能团不同而产生的官能团异构。①中两种化合物的分子式均为 C_4H_{10} ,而碳骨架不同,属于碳架异构;②中两种化合物的分子式均为 $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$,含有的官能团分别为羟基和醚键,属于官能团异构;③中“两种”化合物分子式相同, CH_2Cl_2 空间结构为四面体形,故“两种”化合物结构相同,属于同一种物质;④中两种化合物的分子式均为 C_3H_{10} ,其中一种化合物的官能团为碳碳双键,另一种不含官能团,属于官能团异构;⑤中两种化合物的分子式均为 C_4H_6 ,含有的官能团分别为碳碳双键和碳碳三键,属于官能团异构。

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. AD 【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: $\begin{array}{c} \text{Cl} \\ | \\ \text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C} \\ | \quad | \quad | \quad | \\ 1 \quad 2 \quad 3 \quad 4 \end{array}$ 、 $\begin{array}{c} \text{Cl} \\ | \\ \text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C} \\ | \quad | \quad | \quad | \\ 1 \quad 2 \quad 3 \quad 4 \end{array}$ 、 $\begin{array}{c} \text{Cl} \quad \text{C} \\ | \quad | \\ \text{C}-\text{C}-\text{C} \\ | \quad | \quad | \\ 1 \quad 2 \quad 3 \end{array}$ 、 $\begin{array}{c} \text{C} \\ | \\ \text{C}-\text{C}-\text{C} \\ | \quad | \quad | \\ \text{Cl} \quad 1 \quad 2 \end{array}$ (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 正确**;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,该烷烃的碳

链结构为 $\begin{array}{c} \text{C} \\ | \\ 1-2-3-4-5 \\ | \quad | \quad | \\ \text{C} \quad \text{C} \quad \text{C} \\ 6 \quad 7 \end{array}$,5号碳原子上没有H原子,

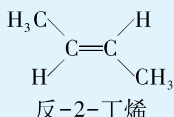
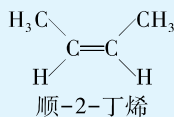
与5号碳原子相连接的碳原子和5号碳原子之间不能形成碳碳双键,能形成碳碳双键的位置有1、2号C之间、2、3号C之间(存在顺反异构)、3、4号C之间(存在顺反异构)、3、6号C之间、4、7号C之间,故该单烯烃的结构共有7种,**C 错误**;分子式为 $C_4H_8O_2$ 的属于羧酸的同分异构体有 $CH_3CH_2CH_2COOH$ 、 $(CH_3)_2CHCOOH$,共2种,**D 正确**。

归纳总结 烷基的不同结构数量

基团	甲基	乙基	丙基	丁基	戊基
数量	1	1	2	4	8

表中所列烷基,后一个烷基的结构数是前面 n 个烷基结构数的总和。

关键点拨 相同的原子或原子团位于双键同一侧为顺式结构;而位于双键两侧为反式结构。



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. ①D ②A ③B ④E ⑤C

【解析】同一元素的不同核素互为同位素,D组核素互为同位素。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, $CH_2=CHCOOH$ 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	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】**甲和乙分子式均为 $C_7H_6O_3$,结构不同,互为同分异构体,**A 正确**;甲和乙中的羧基显酸性,二者均能与 $NaOH$ 、 $NaHCO_3$ 反应,**B 正确**;甲分子中羟基与羧基能形成分子内氢键,乙分子中羟基、羧基均能与水分子形成氢键,且乙分子间能形成氢键,则甲的水溶性比乙小、沸点比乙低,**C 错误**;
易错点:分子内氢键使物质沸点降低,分子间氢键使物质沸点升高

D 正确。

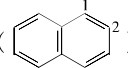
2. **A 【解析】**丙酮和环氧丙烷的分子式都是 C_3H_6O ,结构不同,互为同分异构体,**A 正确**;由同种元素组成的结构不同的单质互为同素异形体, CO 和 CO_2 均不是单质,不互为同素异形体,**B 错误**;根据甲烷的正四面体结构及氟利昂的结构可知,氟利昂只有1种结构,**C 错误**;结构相似、在分子组成上相差1个或若干个 CH_2 原子团的化合物互称为同系物, \equiv 与 \sim 结构不同、分子式相同,二者不互为同系物,**D 错误**。

3. **B 【解析】**构造异构主要有碳架异构、官能团异构和位置异构。异戊烷和正戊烷中碳原子连接顺序不同,属于碳架异构,**A 正确**;两种有机化合物的官能团均为碳碳双键且数目相同,不属于官能团异构,两种物质中官能团位置不同,属于位置异构,**B 错误**;两种有机化合物的官能团均为碳碳三键且数目相同,但碳碳三键的位置不同,属于位置异构,**C 正**

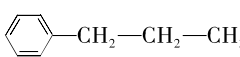
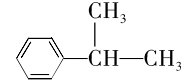
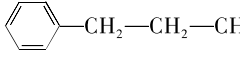
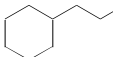
确;
 $CH_3-CH-CH_2-CH_3$ 和 $CH_3-CH-CH_3$
 $\quad \quad \quad |$ $\quad \quad \quad |$
 $\quad \quad \quad CH_3$ $\quad \quad \quad CH_2-CH_3$
 的分子式均为 C_5H_{12} ,结构相同,属于同一种物质,**D 正确**。

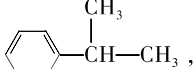
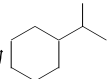
4. **AD 【解析】**甲苯苯环上有3种H原子,则其一溴代物有3种,
突破点:可以通过等效氢数目判断一卤代物的种类

A 错误;
 CH_3
 $|$
 $H_3C-C-CH_3$
 $|$
 CH_3
 中含有1种H原子,则其一氯代物只

有1种,**B 正确**;丙烷中有2种H原子,故其一氯代物有2种,**C 正确**;萘中含有2种H原子() ,则其一氯代物有2种,**D 错误**。

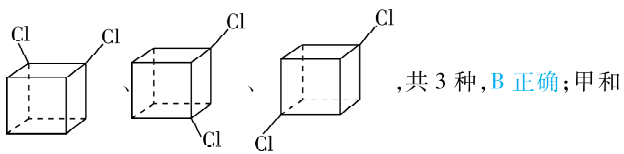
5. **C 【解析】**符合题述条件的苯的同系物的结构简式为

 和 。若为
,与氢气完全加成后的产物为
,其等效氢有7种,一溴代物有7种;若为

,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。

6. 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:




乙结构不相似,分子组成上不相差 n 个 CH_2 原子团,不互为同系物, C 错误;甲的分子式为 C_8H_8 ,不饱和度为 5,因此除苯环外不含其他环的同分异构体只有苯乙烯 1 种, D 正确。

方法技巧 判断同分异构体数目的常用方法

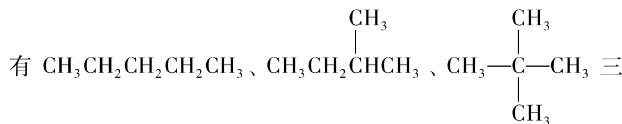
等效氢原子法 (又称对称法)	分子中等效氢原子有如下情况:①分子中同一个碳原子上的氢原子等效;②同一个碳原子连接的甲基氢原子等效;③分子中处于对称位置上的氢原子等效
“定一移一”法	分析二元取代物如 $\text{C}_3\text{H}_6\text{Cl}_2$ 的同分异构体,先固定其中一个 Cl 的位置,然后有序移动另外一个 Cl,从而确定同分异构体的数目
基团连接法	将有机化合物转化为由不同基团连接而成的形式,由基团的结构数目可推断有机化合物的同分异构体数目。如丁基有 4 种,丁醇($\text{C}_4\text{H}_9\text{—OH}$)、 $\text{C}_4\text{H}_9\text{—Cl}$ 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

7. B 【解析】只含碳、氢两种元素的有机化合物称为烃,而化合物 I 中含有 F 原子和 Br 原子,所以化合物 I 不是烃, A 错误;三蝶烯为对称结构,苯环上有 2 种不同化学环境的氢原子,中间连接 3 个苯环的饱和碳原子上有 1 种化学环境的氢原子,所以其一氯代物共有 3 种, B 正确;由反应流程可看出由化合物 II 生成化合物 III 发生的是加成反应, C 错误;苯炔的分子式为 C_6H_4 ,苯的分子式为 C_6H_6 ,二者分子式不同,不互为同分异构体, D 错误。

8. C 【解析】a 和 b 的分子式相同,性质不同,说明 a、b 不是同种物质,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。

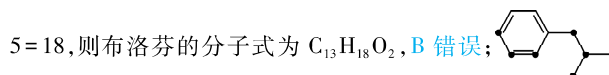
9. BD 【解析】苯环上 2 个取代基有邻、间、对 3 种位置关系,含 4 个碳原子的烷基取代基为 $-\text{C}_4\text{H}_9$, $-\text{C}_4\text{H}_9$ 有 4 种,故所得产物共有 $3 \times 4 = 12$ 种, A 正确;苯乙烯与氢气完全加成生成 ,分子中有 6 种不同化学环境的氢原子,则其一

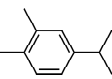
溴代物有 6 种, B 错误;分子式为 $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{Cl}$ 的有机物可看作是 C_5H_{12} 分子中的 1 个 H 原子被 Cl 原子取代后的产物, C_5H_{12}

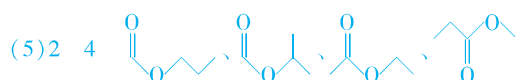
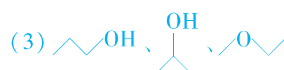
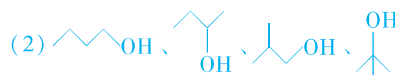


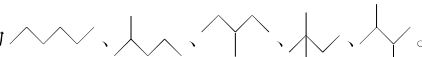
种结构,分别有 3、4、1 种不同化学环境的 H 原子,因此 $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{Cl}$ 有 8 种, C 正确;分子式为 $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_2$ 且属于酸的有机物可看作 $\text{C}_4\text{H}_9\text{—COOH}$,丁基有 4 种,故符合条件的有机物有 4 种, D 错误。

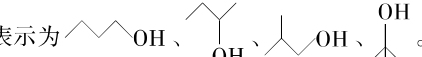
10. C 【解析】布洛芬含有氧元素,不是芳香烃, A 错误;布洛芬分子中含苯环和 C=O ,不饱和度为 5,1 个布洛芬分子中有 13 个 C 原子和 2 个 O 原子, H 原子个数为 $13 \times 2 + 2 - 2 \times$



有 6 种等效氢原子,一氯代物有 6 种, C 正确;异丁基苯分子式为 $\text{C}_{10}\text{H}_{14}$,  的分子式为 $\text{C}_{11}\text{H}_{16}$,分子式不同,不互为同分异构体, D 错误。

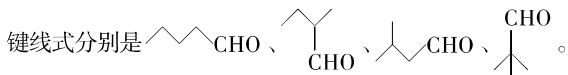


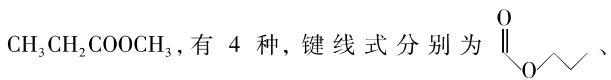
【解析】(1)分子式为 C_6H_{14} 的有机化合物为链状烷烃,共有 5 种结构,用键线式表示时,顶点和拐点表示 C 原子,短线表示碳碳单键,省去 H 原子,分子式为 C_6H_{14} 的有机化合物的键线式为 .

(2)分子式为 $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$ 的醇可看作是丁烷(C_4H_{10})中的 H 原子被 $-\text{OH}$ 取代的产物($\text{C}_4\text{H}_9\text{—OH}$), C_4H_{10} 有两种结构,每种结构中含有两种 H 原子,因此分子式为 $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$ 的醇有 4 种结构,用键线式表示为 .

(3) 分子式为 C_3H_8O 的物质可能是 1-丙醇、2-丙醇或甲乙醚, 相应的键线式为 .

(4) 分子式为 $C_5H_{10}O$ 的醛可看作是 C_4H_{10} 分子中的一个 H 原子被 $-CHO$ 取代的产物 (C_4H_9-CHO)。由 (2) 的分析知, $-C_4H_9$ 有 4 种结构, 因此分子式为 $C_5H_{10}O$ 的醛有 4 种, 它们的

键线式分别是 .

(5) 分子式为 $C_4H_8O_2$ 的酸可看作是丙烷 (C_3H_8) 分子中的一个 H 原子被 $-COOH$ 取代的产物 (C_3H_7-COOH), C_3H_8 分子中含有 2 种 H 原子 (即 $-C_3H_7$ 有 2 种结构), 因此分子式为 $C_4H_8O_2$ 的酸有 2 种结构; 分子式为 $C_4H_8O_2$ 的酯可能是 $HCOOCH_2CH_2CH_3$ 、 $HCOOCH(CH_3)_2$ 、 $CH_3COOCH_2CH_3$ 、 $CH_3CH_2COOCH_3$, 有 4 种, 键线式分别为 .

12. (1)③④⑥

(2) 醚键、羟基 4

(3) 7 3-甲基-2-戊烯

(4) C_5H_{12} $C(CH_3)_4$

【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 $C-C-C-C-C\equiv C$ 、 $C-C-C-C\equiv C-C$ 、 $C-C-C\equiv C-C-C$ 、 $C-C(CH_3)-C-C\equiv C$ 、 $C-C-C(CH_3)-C\equiv C$ 、 $C-C(CH_3)_2-C\equiv C$ 、 $C-C(CH_3)-C\equiv C-C$, 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 $C(CH_3)_4$ 。


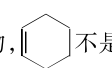
刷素养

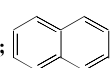
13. B 【解析】分子式为 C_7H_{16} 的含三个甲基的结构有三种:

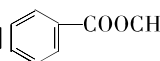
$(CH_3)_2CH(CH_2)_3CH_3$ 、 $CH_3CH_2CH(CH_3)CH_2CH_2CH_3$ 、 $CH_3CH_2CH(CH_2CH_3)CH_2CH_3$, A 错误; 含有碳碳双键和羧基时有 3 种: $CH_2=CHCH_2COOH$ 、 $CH_3CH=CHCOOH$ 、 $CH_2=C(CH_3)COOH$, 含有碳碳双键和酯基时有 5 种: $HCOOCH=CHCH_3$ 、 $HCOOCH_2CH=CH_2$ 、 $CH_2=C(CH_3)OOCH$ 、 $CH_3COOCH=CH_2$ 、 $CH_2=CHCOOCH_3$, 共 8 种符合条件的结构, B 正确; C_4H_9- 有 4 种结构, 但由于两个取代基相同, 有 6 种结构重复, 根据排列组合规律共有 $4+3+2+1=10$ 种, C 错误; 分子式为 $C_5H_{11}Cl$ 且分子中有两个 $-CH_3$ 、两个 $-CH_2-$ 、一个 $-CH-$ 和一个 $-Cl$ 的结构有四种: $CH_3CHClCH_2CH_2CH_3$ 、 $CH_3CH_2CHClCH_2CH_3$ 、 $CH_3CH(CH_2Cl)CH_2CH_3$ 、 $(CH_3)_2CHCH_2CH_2Cl$, D 错误。

第一节综合训练

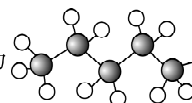
刷能力

1. D 【解析】 中, 羟基与苯环直接相连, 属于酚类化合物, A 错误; 含有苯环的化合物为芳香族化合物,  不是

苯环, 不属于芳香族化合物, B 错误;  含有苯环, 且仅含有 C、H 两种元素, 属于芳香烃, C 错误; $CH_3CH(CH_3)_2$ 的碳骨架为链状, 且分子中仅含有 C、H 两种元素, 属于链状烃, 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:

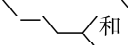
$CH_3C\equiv CH$, C 正确; $H_3C-C(CH_3)=CH-CH_2-CH_3$ 的键线式为

 , 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。

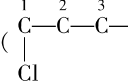
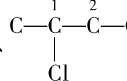
4. A 【解析】根据该有机化合物的结构,可知其分子式为 $C_{22}H_{25}BrN_2O_3S$, **A 正确**;分子中含有一 CH_3 , — CH_3 中碳原子采用 sp^3 杂化,苯环中的碳原子和碳碳双键、碳氧双键中的碳原子采取 sp^2 杂化, **B 错误**;阿比朵尔含有 C、H、N、O、S、Br 元素,为芳香烃衍生物, **C 错误**;分子结构中含有多种官能团,如羟基、酯基、碳溴键等,苯环不是官能团, **D 错误**。

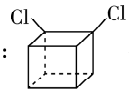
5. C 【解析】金刚石和石墨互为同素异形体, **A 错误**; $CH_3CH_2CH_3$ 和 CH_3CH_3 的分子式不同,不是同分异构体, **B 错误**;  的分子式相同,碳架相同,但是碳碳双键的位置不同,二者互为同分异构体且属于位置异构, **C 正确**; $CH_2=CHCOOH$ 和 $OHCCH_2CHO$ 的分子式相同,官能团的种类不同,互为同分异构体,属于官能团异构, **D 错误**。

6. BC 【解析】 C_6H_{14} 含四个甲基的同分异构体有 $(CH_3)_3CCH_2CH_3$ 、 $(CH_3)_2CHCH(CH_3)_2$,共 2 种, **A 正确**; $(CH_3CH_2)_2CHCH_3$ 的一

氯代物有 $(CH_3CH_2)_2CClCH_3$ 、 $H_3C-CH_2-\overset{\overset{CH_3}{|}}{CH}-\underset{\underset{Cl}{|}}{CH}-CH_3$ 、

$H_3CCH_2-\overset{\overset{CH_3}{|}}{CH}CH_2CH_2Cl$ 、 $(CH_3CH_2)_2CHCH_2Cl$,共 4 种, **B 错误**;采用“定一移一”法,正丁烷的二氯代物有 6 种

(,数字表示第 2 个 Cl 原子的位置,下同),异丁烷的二氯代物有 3 种(,共 9

种, **C 错误**;“立方烷” C_8H_8 的二氯代物有 3 种:

分子中有 8 个 H 原子,根据“换元法”,其六氯代物也有 3 种, **D 正确**。

7. CD 【解析】乳酸中 $-COOH$ 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 正确**;乳酸中 $-COOH$ 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

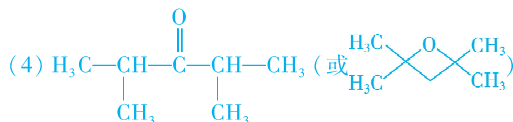
多有 7 个原子($H-O-C-H-O-H$)可以共处于同一个平面, **C 错误**;1 个乳酸分子中含 4 个 C—H 键、2 个 C—C 键、

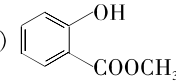
2 个 C—O 键、2 个 O—H 键、1 个 C=O 键,单键为 σ 键,双键中有 1 个 σ 键和 1 个 π 键,则 σ 键与 π 键数目之比为 11:1, **D 错误**。

8. (1) 羟基 酯基

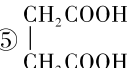
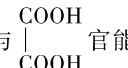
(2) A

(3) ⑤ ⑥ ⑦

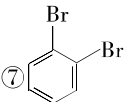
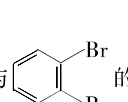


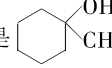
【解析】(1)  中含有的官能团为 $-OH$ 、 $-COOR$,名称为羟基、酯基。

(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 $CH_3(CH_2)_2CH_3$ (正丁烷)、② $CH_3(CH_2)_3CH_3$ (正戊烷)、③ $(CH_3)_3CH$ (异丁烷)、④ $(CH_3)_2CHCH_2CH_3$ (异戊烷)的沸点由高到低排序为②>④>①>③,选 A。

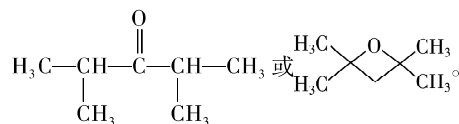
(3) ⑤  与  官能团的种类和数目都相同,分

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 $C_7H_{14}O$,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 $-C(=O)-$,其他碳原子构成 2 个 $-CH(CH_3)_2$,若为环状,则 O 原子在四元环上,且其他碳原子都构成 $-CH_3$,该化合物的结构简式为



9. (1) $C_{10}H_{16}$

(2) B

(3) C

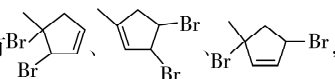


【解析】(1) 碳原子达到稳定结构时需形成 4 个共价键,金刚烷分子中碳原子之间以单键相连,其余价键均与氢原子结合,则金刚烷的分子式为 $C_{10}H_{16}$ 。

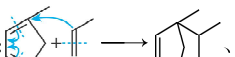
高中必刷题 化学

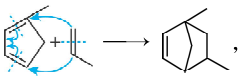
(2) 金刚烷分子中有 2 种不同化学环境的氢原子, 则金刚烷的一氯代物有 2 种, 故选 B。

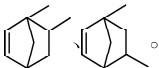
(3) 甲基环戊二烯和等物质的量的 Br_2 发生加成反应, 所得

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

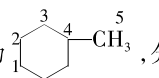
(2) c (3) 5 (4) sp^2 、 sp^3

(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。

第二节 研究有机化合物的一般方法

课时 1 有机化合物的分离和提纯

刷基础

1. A 【解析】根据表格信息, 互溶的有机物 A 和 B 沸点差异较大, 且 B 的沸点较低, 可以采用蒸馏的方法除去 A 中混有的少量 B, 选 A。

易错点: A 与水以任意比混溶, 加水萃取分液得到 B

2. (1) 蒸馏烧瓶 直形冷凝管

(2) 2

(3) D C B

(4) 混合物 防止暴沸

【解析】(1) A 为蒸馏烧瓶, B 为直形冷凝管。

(2) 分馏时温度计的水银球应与蒸馏烧瓶支管口下沿处相平,

易错点: 分馏时温度计要测到达蒸馏烧瓶支管处蒸气的温度

冷凝水应该“下进上出”, 有 2 处错误。

(3) 安装仪器需遵循从下到上、从左到右的顺序, 在检查装置气密性前连接好直形冷凝管及进水管 (D) 并连接好接液管 (A), 检查装置气密性 (C) 后装入碎瓷片和石油, 安装好温度计 (B), 然后点燃酒精灯 (G) 开始分馏, 故顺序为 E→F→D→A→C→B→G。

(4) 石油成分复杂, 分馏得到的液化石油气、汽油、柴油、煤油、重油等是沸点接近的混合物, 碎瓷片多孔, 可以防止暴沸。

归纳总结 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; 球形冷凝管一般用于反应装置, 即在反应时为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。

3. D 【解析】酒精和水互溶, 二者不能用分液漏斗进行分离, A 不符合题意; 溴可溶于水, 二者不能用分液漏斗分离, B 不符合题意; 甘油和水、乙酸和水、乙酸和乙醇, 三组物质均可互溶, 不能用分液漏斗进行分离, C 不符合题意; 汽油和水、苯和水、己烷和水, 三组物质均不互溶, 可以用分液漏斗分离, D 符合题意。

关键点拨 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。

4. C 【解析】①乙酸乙酯不溶于水, 和乙酸钠溶液混合后, 二者互不相溶, 分层, 可以采用分液法进行分离; ②丁醇和乙醇都属于有机物, 二者互溶不分层, 但是二者沸点不同, 可以采用蒸馏法进行分离; ③溴在水中的溶解度较小, 在有机溶剂中的溶解度较大, 因此加入有机溶剂如四氯化碳萃取溴, 而溴化钠难溶于四氯化碳, 混合液分层后, 进行分液操作, 从而达到和溴化钠溶液分离的目的; 结合以上分析可知, 分离题中各混合液的正确方法依次是分液、蒸馏、萃取, 选 C。

归纳总结 萃取剂的选取原则

- (1) 和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) 与溶质和原溶剂均不反应。

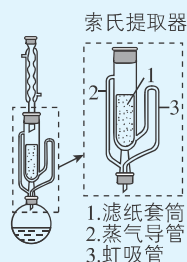
5. A

思路导引 将碎橘皮放入索氏提取器的滤纸套筒中, 向圆底烧瓶中加入水和乙醇, 用索氏提取器反复萃取得到提取液, 向提取液中加入有机萃取剂萃取, 分液后得到有机层, 向有机层中加入无水硫酸钠除去有机层中的水后, 蒸馏得到橘皮精油。

【解析】乙醚微溶于水,密度比水小,分液时有机层溶液位于上层,应从上口倒出,A符合题意;无水硫酸钠可作干燥剂,其作用是除去有机层中的水,B不符合题意;在索氏提取器中,当萃取液的液面达到虹吸管顶端时,萃取液会经虹吸管返回烧瓶,实现萃取剂回流循环利用,因此与常规萃取相比,索氏提取可以连续萃取,节约萃取剂,C不符合题意;波谱分析可以确定有机物分子的结构,D不符合题意。

归纳总结 索氏提取器

索氏提取器用于连续萃取,可节约溶剂,萃取效率高。蒸气沿2上升,进入索氏提取器连接的冷凝管中,被冷凝后滴入1中,与固体接触进行萃取,当萃取液液面达到3的最高处时,含有萃取物的萃取液发生虹吸现象回到烧瓶。



6. (1) 萃取、分液 苯甲醇 (2) 苯甲醇
(3) 过滤 苯甲酸 (4) b 34.8℃

【解析】(1)由题意可知,白色糊状物为苯甲醇和苯甲酸钾,加入水和乙醚后,乙醚中溶有苯甲醇,水中溶有苯甲酸钾,乙醚不易溶于水,分层,两种液体可用分液法分离,故操作I为萃取、分液。

(2)溶解在乙醚中的是苯甲醇(产品甲),其沸点远高于乙醚,可用蒸馏法分离。

(3)由苯甲酸的熔点为121.7℃、溶解度为0.34 g知,加入盐酸后生成的苯甲酸(产品乙)会结晶析出,可通过过滤的方法分离。

(4)温度计的水银球应与蒸馏烧瓶支管口下沿处相平,乙醚的沸点是34.8℃,苯甲醇的沸点为205.3℃,故应该控制温度在34.8℃,使乙醚蒸出,从而得到较纯净的苯甲醇。

7. B 【解析】过滤时,不能用玻璃棒搅拌漏斗中的液体,以防滤纸破裂,A错误;检验苯甲酸中含有的NaCl是否除净,可以取少量样品溶于水,滴加硝酸银溶液,若无白色沉淀产生,则说明NaCl已经除净,B正确;常温下,苯甲酸微溶于水,易溶于乙醇,“洗涤”时不宜用乙醇,应用冷水,C错误;NaCl的溶解度随温度变化不大,为除去NaCl,“结晶”时应采用冷却结晶,使NaCl留在滤液中,D错误。

关键点拨 在进行重结晶操作时,若其中混有不溶性杂质,则应充分溶解后过滤。若随温度升高所提纯物质的溶解度显著增大,而杂质溶解度变化不大,可采用的操作步骤是加热溶解、冷却结晶。若随温度升高所提纯物质的溶解度没有显著变化或随温度升高溶解度减小,而杂质溶解度变化显著,则采用的操作为蒸发结晶、趁热过滤。

8. D 【解析】样品制成粉末增大了样品与浸取液的接触面积,可提高浸取率,A正确;步骤(2)所得的水层溶液中含有NaNO₃和物质A,B正确;从题图乙的溶解度曲线可知,物质A的溶解度随温度升高变化不大,结合流程图知,析出的固体为物质A的粗产品,故步骤(3)主要过程有蒸发结晶、趁热过滤,C正确;步骤(4)为蒸馏,回收甲苯,需要用到直形冷凝管,冷凝回流过程中用球形冷凝管,D错误。

9. D 【解析】利用重结晶法提纯苯甲酸的步骤为加热溶解、趁热过滤和冷却结晶,用到的玻璃仪器有漏斗、烧杯、玻璃棒、酒精灯,用不到锥形瓶,A错误;蒸馏法分离CH₂Cl₂和CCl₄需要用到酒精灯、蒸馏烧瓶、温度计、锥形瓶、直形冷凝管等,用不到球形冷凝管,B错误;苯和四氯化碳是互溶的,不能用分液法分离,C错误;用盐酸滴定NaOH溶液,需要用到酸式滴定管和锥形瓶,D正确。

10. AB

思路导引 向桂花中加入石油醚,充分振荡,过滤除去不溶物,然后根据物质沸点的不同,通过蒸馏除去沸点较低的石油醚,得到桂花浸膏,再向桂花浸膏中加入无水乙醇回流1 h,抽滤,并用乙醇洗涤固体残渣,充分回收桂花精油,将分离得到的溶液进行减压蒸馏,得到桂花精油。

【解析】“操作②”的目的是分离互溶的、沸点不同的混合物,应为蒸馏,所得的石油醚可循环利用,A错误;“操作①”是分离难溶性固体与可溶性液体混合物的操作,该操作为过滤,所需的玻璃仪器有烧杯、漏斗、玻璃棒,B错误;残留在固体上的桂花精油能够溶于乙醇,“乙醇洗涤”抽滤时的固体残渣,可减少桂花精油的损失,提高桂花精油的收率,C正确;桂花精油不稳定,高温易变质,“减压蒸馏”可降低桂花精油的沸点,防止桂花精油在较高温度下变质,D正确。

课时2 实验式、分子式、分子结构的确定

刷基础


1. A 【解析】由于A中碳原子的质量分数为44.1%,氢原子的质量分数为8.82%,故A中氧原子的质量分数为100%-44.1%-8.82%=47.08%。观察选项知,C原子数为4或5,当1个分子中有5个C时,则 $N(O) = \frac{5 \times 12}{44.1\% \times 47.08\%} \approx 4$, $N(H) = 12$,故该有机化合物的实验式为C₅H₁₂O₄,A正确。

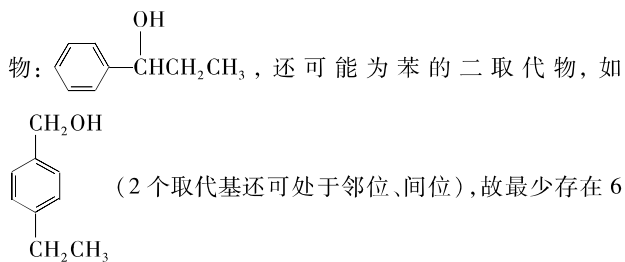
2. CD

思路导引 分析实验装置可知,CuO的作用是使有机物不完全燃烧产生的CO转化为CO₂,保证有机物中的C元素全部转化为二氧化碳。连接装置后检验装置的气密性,先通入氧气排尽装置中的空气,然后点燃b处煤气灯,再点燃a处煤气灯,有机物燃烧生成二氧化碳和水,c管中用无水

氯化钙吸收水,d管中用碱石灰吸收二氧化碳,反应完成后先熄灭a处煤气灯,一段时间后再熄灭b处煤气灯,继续通入氧气至石英管冷却至室温,保证水、二氧化碳被完全吸收,取下c管和d管称量,c管中增加的质量为水的质量、d管中增加的质量为二氧化碳的质量,结合质量守恒及相对分子质量确定分子式。

【解析】根据思路导引,先点燃b处煤气灯,再点燃a处煤气灯,A错误;c管中为无水氯化钙,d管中为碱石灰,若c管中使用碱石灰,则会同时吸收 CO_2 和 H_2O ,无法进行元素分析,B错误;若撤去CuO,则有机物中的碳元素可能转化为CO而无法被吸收,收集到的 CO_2 质量偏小,导致测得 $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z$ 中x:y的值偏小,C正确;c管吸收的水的质量为1.08 g, $n(\text{H}_2\text{O})=0.06\text{ mol}$,氢元素的质量为0.12 g,d管吸收的二氧化碳的质量为3.52 g, $n(\text{CO}_2)=0.08\text{ mol}$,碳元素的质量为0.96 g,则氧元素的质量为2.36 g-0.96 g-0.12 g=1.28 g, $n(\text{O})=0.08\text{ mol}$,C、H、O的原子个数比=0.08 mol:0.12 mol:0.08 mol=2:3:2,最简式为 $\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2$,质谱法测得该有机物的相对分子质量为118,可知其分子式为 $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_4$,D正确。

3. D 【解析】质谱图中质荷比最大的峰对应数值是化合物的相对分子质量,即题给化合物的相对分子质量为136,A错误;分子式为 $\text{C}_9\text{H}_{10}\text{O}$ 的化合物的相对分子质量为134,B错误;由题给信息知,该化合物中含、 $-\text{C}_2\text{H}_5$ 、醇羟基,则该化合物中至少还含有一个C原子,结合相对分子质量知,该化合物分子式为 $\text{C}_9\text{H}_{12}\text{O}$,则该化合物可能为苯的一取代



种不同化学环境的氢原子,C错误,D正确。

4. B 【解析】常用X射线衍射测定分子的空间结构,A错误;X射线衍射实验是区分晶体和非晶体最科学的方法,B正确;利用红外光谱可确定分子中的化学键和官能团,C错误;可用质谱法测定相对分子质量,D错误。

归纳总结

波谱类型	应用
质谱法	利用最大质荷比确定相对分子质量
红外光谱	分析官能团和化学键
X射线衍射	测定分子的空间结构,包括键长、键角
核磁共振氢谱	确定氢原子的种类和相对数目

5. D 【解析】题图甲为核磁共振氢谱图,表明氢原子种类及其数目比,题图丙为红外光谱图,A错误;题图乙为质谱图,表明该有机化合物的相对分子质量为46,B错误;由题图甲可知该有机物分子中有3种不同化学环境的氢原子,且个数比为3:2:1,C错误;该有机化合物的相对分子质量为46,含有 $\text{O}-\text{H}$ 、 $\text{C}-\text{O}$ 、 $\text{C}-\text{H}$,有3种不同化学环境的氢原子,且个数比为3:2:1,可知A的结构简式为 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$,D正确。

刷提升

1. D 【解析】6.4 g某化合物在氧气中完全燃烧,只生成8.8 g CO_2 和7.2 g H_2O , $n(\text{CO}_2)=0.2\text{ mol}$, $n(\text{H}_2\text{O})=0.4\text{ mol}$,根据元素守恒,6.4 g该化合物中含有0.2 mol C、0.8 mol H,根据质量守恒定律可知,6.4 g该化合物中O的物质的量为 $\frac{6.4\text{ g}-0.2\text{ mol}\times 12\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}-0.8\text{ mol}\times 1\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}}{16\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}}=0.2\text{ mol}$ 。

该化合物含碳、氢、氧三种元素,A、C错误;6.4 g该化合物中含有0.2 mol C、0.8 mol H,碳、氢原子的个数比等于元素的物质的量之比,故碳、氢原子个数比为1:4,B错误;6.4 g该化合物中含有0.2 mol C、0.8 mol H、0.2 mol O,该化合物中C、H、O原子个数比为2:8:2=1:4:1,则实验式为 CH_4O ,D正确。

2. AC

思路导引 9 g A在足量氧气中充分燃烧,并使其产物依次缓缓通过足量的浓硫酸和碱石灰,发现两者质量分别增加5.4 g和13.2 g,说明A完全燃烧生成水的质量为5.4 g(0.3 mol),生成二氧化碳的质量为13.2 g(0.3 mol),则9 g A中 $n(\text{H})=0.6\text{ mol}$, $n(\text{C})=0.3\text{ mol}$, $n(\text{O})=\frac{m}{M}=\frac{9\text{ g}-0.6\text{ mol}\times 1\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}-0.3\text{ mol}\times 12\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}}{16\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}}=0.3\text{ mol}$,所以A的实验式为 CH_2O ,通过质谱法测得A的相对分子质量为90,设分子式为 $(\text{CH}_2\text{O})_n$,则 $(12+2+16)n=90$, $n=3$,故A的分子式为 $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$ 。

【解析】A的分子式为 $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$,A错误;根据红外光谱知A中含有 $-\text{OH}$ 和 $-\text{COOH}$,由核磁共振氢谱可知,A中含有4种不同化学环境的氢原子,其数目比为1:1:1:3,故A的结构简式为 $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$,B正确;1 mol A和 $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ 分别完全燃烧消耗的氧气的物质的量均为3 mol,则无论以何种物质的量的比例混合,1 mol A和 $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ 的混合物完全燃烧消耗氧气的量都为3 mol,C错误;B是A的位置异构体,则B为 $\text{CH}_2(\text{OH})\text{CH}_2\text{COOH}$,共有4种不同化学环境的氢原子,个数比为2:2:1:1,即B在核磁共振氢谱中峰面积之比为2:2:1:1,D正确。

快解 A 的化学式可表示为 $C_2H_6O \cdot CO_2$, 则等物质的 A 与 C_2H_6O 完全燃烧时耗氧量相同。

3. (1) 蒸馏烧瓶 y

(2) ① C_2H_4O ② $C_4H_8O_2$

(3) 羟基、酮羰基



【解析】(1) 根据图示, 仪器 a 的名称是蒸馏烧瓶, 蒸馏装置中应该选用直形冷凝管, 所以应选用仪器 y。

(2) 有机物 M 中碳的质量分数为 54.5%, 氢的质量分数为 9.1%, 则氧的质量分数为 $1 - 54.5\% - 9.1\% = 36.4\%$ 。

① $n(C) : n(H) : n(O) = \frac{54.5\%}{12} : \frac{9.1\%}{1} : \frac{36.4\%}{16} \approx 2 : 4 : 1$, 所以

M 的实验式为 C_2H_4O 。② 已知 M 的密度是同温同压下 CO_2 密度的 2 倍, 故 M 的相对分子质量为 88, 则 M 的分子式为 $C_4H_8O_2$ 。

(3) 根据 M 的核磁共振氢谱图可知, M 分子中有 4 种不同化学环境的氢原子, 个数比为 1:3:1:3, 再根据 M 的红外光谱图可知, M 中有 $O-H$ 和 $C=O$, 结合 M 的分子式可知, M 的

结构简式为 $CH_3CHOHCOCH_3$, 或写为 官能团为羟基

和酮羰基。

第二节综合训练

刷能力

1. B **【解析】** 红外光谱仪可获得分子所含有的化学键或官能团信息, 乙醇和二甲醚的官能团不同 (乙醇有 $-OH$, 二甲醚有 $-C-O-C-$), 二者的红外光谱会显示不同的特征吸收峰, **A 正确**; 元素分析仪只能测定化合物中各元素的含量, 无法直接确定分子式, 还需要结合质谱仪或其他方法确定, **B 错误**; 核磁共振氢谱可以区分丙酮 (CH_3COCH_3) 和二甲醚 (CH_3OCH_3), 丙酮只有 1 种化学环境的氢原子 (2 个甲基对称), 二甲醚也只有 1 种化学环境的氢原子 (2 个甲基对称), 但它们的化学位移不同, **C 正确**; X 射线衍射仪能测定晶体的空间结构, 对映异构体的晶体结构不同, X 射线衍射图谱会有差异, **D 正确**。

2. B **【解析】** 将黄花蒿干燥后, 在研钵中进行研磨, 得到固体粉末, 加入乙醚进行萃取, 萃取后过滤 (操作 I), 将得到的提取液进行蒸馏 (操作 II), 蒸出乙醚, 得到粗品青蒿素, 再将粗品青蒿素进行萃取、蒸馏, 得到精品青蒿素。研磨时应该将黄花蒿置于研钵中, **A 正确**; 操作 I 是过滤, 不需要分液漏斗, **B 错误**; 操作 II 是蒸馏, 所用的玻璃仪器主要有蒸馏烧

瓶、酒精灯、直形冷凝管、温度计、锥形瓶、牛角管, **C 正确**; 青蒿素分子中含有过氧键 ($-O-O-$), 具有强氧化性, 能与碘化钠作用生成碘单质, **D 正确**。

3. D

思路导引 根据题干信息, 某有机化合物的燃烧产物只有 CO_2 和 H_2O , 该有机物肯定含有 C、H 两种元素, 可能含有 O 元素; 该物质的蒸气密度是相同条件下氢气的 29 倍, 则该有机物的相对分子质量为 58; 完全燃烧 2.9 g (0.05 mol) 该物质, 生成 3.36 L (0.15 mol) CO_2 (标准状况), 说明该有机物分子中含有 3 个 C 原子, 若该物质能发生银镜反应, 且 0.58 g (0.01 mol) 该物质与足量银氨溶液反应生成 2.16 g (0.02 mol) Ag, 说明该有机物分子中含有 1 个醛基, 则该有机物的分子中至少含 1 个 O 原子, 结合相对分子质量计算知, 1 个该有机物分子中有 1 个 O 原子、6 个 H 原子, 即该有机物结构简式为 CH_3CH_2CHO 。

【解析】 该有机物为 CH_3CH_2CHO , 既可以发生氧化反应生成丙酸, 又可以发生还原反应生成丙醇, **A 错误**; 该有机物的分子式为 C_3H_6O , **B 错误**; 银氨溶液的配制是向硝酸银稀溶液中逐滴加入稀氨水至沉淀恰好溶解, **C 错误**; 若该物质不能发生银镜反应, 说明不含醛基, 且核磁共振氢谱中只有一组

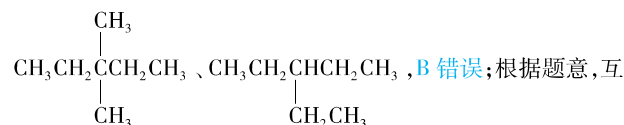
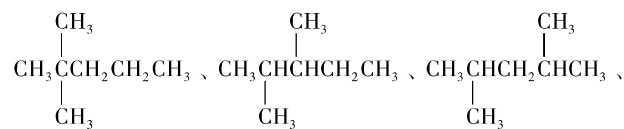
峰, 则其结构简式为 $CH_3-C(=O)-CH_3$, **D 正确**。

4. B **【解析】** a g 某脂肪烃完全燃烧生成 3.08 g CO_2 和 1.44 g

H_2O , 二氧化碳的物质的量是 $\frac{3.08 \text{ g}}{44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.07 \text{ mol}$, 水的物

质的量是 $\frac{1.44 \text{ g}}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.08 \text{ mol}$, 分子中 $n(C) : n(H) = 7 :$

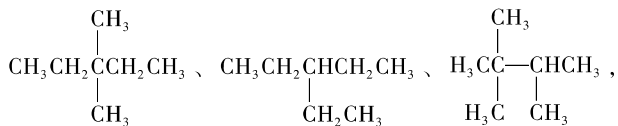
16, 根据烃的饱和性, 该脂肪烃的分子式为 C_7H_{16} , 因此属于烷烃, **A 正确**; 该脂肪烃主链有 5 个碳原子的结构有 5 种:



为同分异构体的脂肪烃中, 支链越多, 沸点越低, 该脂肪烃的

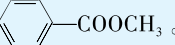
结构中 支链最多, 则其沸点最低, **C 正确**; 该脂肪烃的

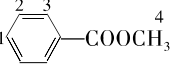
结构中核磁共振氢谱有三组峰的有 4 种: $CH_3CHCH_2CHCH_3$ 、、、




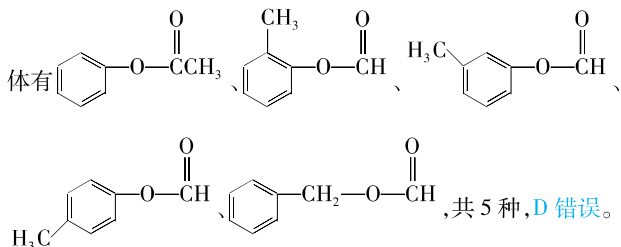
D 正确。

5. AD

思路导引 有机物 A 的分子式为 $\text{C}_8\text{H}_8\text{O}_2$, 不饱和度为 5, A 分子中苯环上只有一个取代基, A 的核磁共振氢谱有 4 组峰且峰面积之比为 1:2:2:3, 说明 A 含有四种不同化学环境的氢原子且个数之比为 1:2:2:3, 则有机物 A 中含 $-\text{CH}_3$; 结合红外光谱可知, 分子中存在酯基等基团, 故有机物 A 的结构简式为 .

【解析】由分析知, 有机物 A 为 , 有机物 A 的一氯代物有四种 (数字为 $-\text{Cl}$ 可取代的位置), A 错误, C


正确; 苯环上所有原子共平面,  上所有原子共平面, 碳碳单键可以旋转, 使两个平面重合, 可以旋转 $\text{C}-\text{O}$, 使甲基 C 原子与甲基中 1 个 H 原子位于该平面, 所以有机物 A 分子中最多有 16 个原子共平面, B 正确; 与有机物 A 属于同类有机化合物的 A 的同分异构体含有苯环、酯基, 符合条件的同分异构



6. B **【解析】**浓缩过程中玻璃棒的作用为搅拌, 过滤操作中玻璃棒的作用为引流, 两个操作中玻璃棒的作用不同, A 正确; 甘露醇为有机醇类物质, 灼烧时发生氧化反应, 无法从海带灰中提取出甘露醇, 所以不能将海带灼烧, B 错误; 由题述信息知, 甘露醇溶解度随温度的升高而增大, 降低温度后甘露醇析出, 则操作①是降温冷却, 过滤后得到粗品甘露醇, 利用甘露醇与杂质在水中溶解度随温度变化的差异进行重结晶可得到精品甘露醇, C 正确; 甘露醇在水中的溶解度随乙醇的含量增大而减小, 向浓缩液中加入乙醇可使甘露醇析出, 则增大乙醇浓度能够提高甘露醇的析出率, 经操作①和过滤后得到的溶剂为乙醇和水的混合液, 分离出乙醇后可再次加入浓缩液中循环利用, D 正确。

7. B **【解析】**由题图可知, A 分子中至少含有碳氢键、碳氧单键、氢氧键三种不同的化学键, A 正确; 分子中已知化学键均为单键, 故 A 分子中可能只含有饱和碳原子, 即碳原子只有

sp^3 一种杂化方式, B 错误; 一般用质谱法测定有机化合物的相对分子质量, 用红外光谱只能得到分子中含有的化学键或官能团的信息, C 正确; 共价单键均为 σ 键, 若 A 分子的结构

简式为 , 则 1 个 A 分子中有 2 个 $\text{C}-\text{C}$ 、7 个 $\text{C}-\text{H}$ 、1 个 $\text{C}-\text{O}$ 、1 个 $\text{O}-\text{H}$, 共 11 个 σ 键, D 正确。

8. (1) $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_4$

(2) ①红外光谱法 核磁共振氢谱法

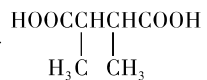
② $\text{HOOCCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ 羧基

(3) ①  ② 烷基为推电子基团, 烷基越长

推电子效应越大, X 中 $-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-$ 比丁二酸中 $-\text{CH}_2\text{CH}_2-$ 更长, 故 X 的羧基中的羟基的极性更小, 更难电离出氢离子, 酸性: $\text{X} < \text{丁二酸}$

【解析】(1) 由质谱图可知 X 的相对分子质量为 146, 结合实验式可推出 X 的分子式为 $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_4$ 。

(2) ①由谱图可知 a 为红外光谱图, 故 a 的仪器分析方法为红外光谱法; b 为核磁共振氢谱图, 故 b 的仪器分析方法为核磁共振氢谱法。②红外光谱图结果显示 X 中只含有羧基, 核磁共振氢谱结果显示 X 中有 3 种等效氢, 且个数比为 2:2:1, 结合分子式可知 X 分子中含有 2 个羧基, 且为对称结构, 故 X 的结构简式为 $\text{HOOCCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$, 其官能团的名称为羧基。

(3) ①根据已知条件可知, Y 中也只含 $-\text{COOH}$ (2 个), 且有 3 种等效氢, 则 Y 的结构简式为 ; ②由

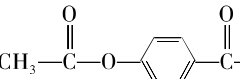
$\text{p}K_a$ 可知 X 的酸性更弱, 从结构上来说, X 与丁二酸均含 2 个 $-\text{COOH}$, 但推电子基团分别为 $-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-$ 和 $-\text{CH}_2\text{CH}_2-$, 烷基越长推电子效应就越大, $-\text{OH}$ 极性越弱, $\text{O}-\text{H}$ 越难断裂, 酸性越弱。


第一章素养检测

刷速度

1. A **【解析】**  所含官能团为 (酮) 羰基

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

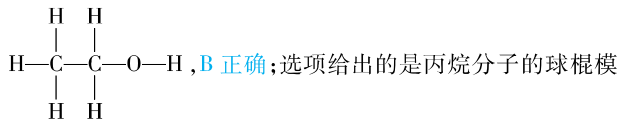
 中的官能团为酯基

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

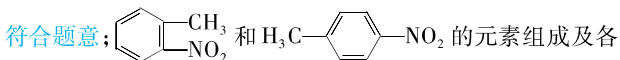
中的官能团为碳溴键(—C—Br)和羟基(—OH), **C 正确**;

$\text{CH}_2=\text{CH—C}(=\text{O})\text{—H}$ 中的官能团为碳碳双键($\text{C}=\text{C}$)和醛基($\text{—C}(=\text{O})\text{—H}$), **D 正确**。

2. B 【解析】羟基的电子式为 $\cdot\ddot{\text{O}}:\text{H}$, **A 错误**;乙醇的结构式为



3. C 【解析】2-戊烯分子式为 C_5H_{10} ,新戊烷的分子式为 C_5H_{12} ,二者相对分子质量不相等,质谱法测定的最大质荷比不相同,可以用质谱法区分, **A 不符合题意**;乙醇和二甲醚中分别含有羟基和醚键,官能团不同,红外光谱信号不同, **B 不符合题意**;

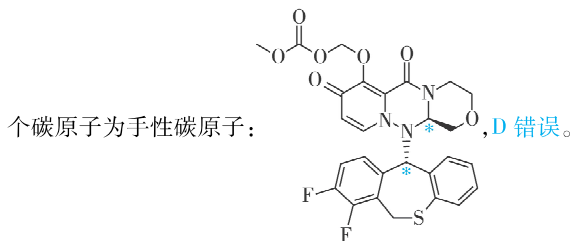


正丁烷和异丁烷分子中 H 原子的化学环境不同,核磁共振氢谱中峰的数目及面积比均不相同, **D 不符合题意**。

4. D 【解析】KF 晶体中存在钾离子和氟离子形成的离子键, **A 错误**;a 中氯原子被氟原子取代,发生了取代反应, **B 错误**;b 的结构对称,所有 H 原子等效,其核磁共振氢谱有一组峰, **C 错误**;冠醚分子可识别钾离子,增加 KF 在有机溶剂中的溶解度, **D 正确**。

5. C 【解析】0.8 mol CO_2 中 $m(\text{C}) = 0.8 \text{ mol} \times 12 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 9.6 \text{ g}$, 9 g H_2O 中 $m(\text{H}) = \frac{2}{18} \times 9 \text{ g} = 1 \text{ g}$, $9.6 \text{ g} + 1 \text{ g} = 10.6 \text{ g}$,所以该有机化合物组成元素为碳和氢,分子中 $n(\text{C}) : n(\text{H}) = 0.8 \text{ mol} : \frac{1 \text{ g}}{1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 4 : 5$,设该有机化合物的化学式为 $(\text{C}_4\text{H}_5)_n$,由题图知该有机化合物相对分子质量为 106,所以 $(4 \times 12 + 5) \times n = 106$,解得 $n = 2$,该有机化合物分子式为 C_8H_{10} ,由该物质的核磁共振氢谱图中只有两组峰知,该芳香族化合物结构为 $\text{H}_3\text{C—C}_6\text{H}_4\text{—CH}_3$ 。该有机化合物属于芳香烃,分子式为 C_8H_{10} , **A 正确**;该有机化合物中两个甲基上的 6 个氢原子化学环境相同,苯环上 4 个氢原子化学环境相同,所以该有机化合物的核磁共振氢谱图中两组峰的峰面积之比为 3:2, **B 正确**;该有机化合物属于芳香族化合物的同分异构体有邻二甲苯、间二甲苯和乙苯三种, **C 错误**;烃类物质均难溶于水, **D 正确**。

6. C 【解析】BXA 分子中含有酮羰基、羟基、酰胺基、醚键四种含氧官能团, **A 错误**;反应生成 HCl,碳酸钾可与 HCl 反应,减小生成物浓度、促进平衡正向移动, **B 错误**;玛巴洛沙韦分子中,不饱和碳原子形成 1 个双键或参与形成大 π 键,饱和碳原子形成 4 个单键,碳原子的孤电子对数都为 0,则碳原子的杂化方式有 sp^2 、 sp^3 两种, **C 正确**;玛巴洛沙韦中,标“*”的 2



7. AB 【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 正确**;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**。

8. C

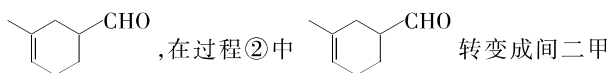
教材变式 本题是教材 P26 复习与提高第 8 题的变式题,综合考查了根据质谱图、红外光谱图和核磁共振氢谱图来推测未知物质结构的能力。

【解析】 $n(\text{CO}_2) = \frac{26.4 \text{ g}}{44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.6 \text{ mol}$,则 $n(\text{C}) = 0.6 \text{ mol}$,
 $m(\text{C}) = 0.6 \text{ mol} \times 12 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 7.2 \text{ g}$, $n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{10.8 \text{ g}}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.6 \text{ mol}$,则 $n(\text{H}) = 1.2 \text{ mol}$, $m(\text{H}) = 1.2 \text{ mol} \times 1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 1.2 \text{ g}$, $m(\text{O}) = 14.8 \text{ g} - 7.2 \text{ g} - 1.2 \text{ g} = 6.4 \text{ g}$, $n(\text{O}) = \frac{6.4 \text{ g}}{16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.4 \text{ mol}$, $n(\text{C}) : n(\text{H}) : n(\text{O}) = 0.6 \text{ mol} : 1.2 \text{ mol} : 0.4 \text{ mol} = 3 : 6 : 2$,所以 M 的实验式为 $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$, **A 正确**;由质谱图可知有机物 M 的相对分子质量为 74,设 M 的分子式为 $(\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2)_n$, $(12 \times 3 + 1 \times 6 + 16 \times 2)n = 74$,解得 $n = 1$,所以 M 的分子式是 $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$, **B 正确**;根据燃烧数据计算得到 M 的实验式为 $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$,根据红外光谱图分析,可知 M 分子中含有 C—H 、 —COOH ,但由于不知道 M 的相对分子质量,无法得到其分子式,不能确定 M 是丙酸, **C 错误**;由燃烧数据和质谱图可得到实验式和分子式,结合红外光谱图能确定 M 中含有的官能团等结构信息,不需要核磁共振氢谱图就可确定 M 是丙酸(核磁共振氢谱图能进一步验证结构), **D 正确**。

9. BD 【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 错误**;M 中饱和碳原子采取 sp^3 杂化,但碳碳双键、碳氧双键中

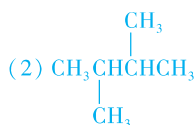
高中必刷题 化学

的碳原子采取 sp^2 杂化, M 转化为对二甲苯过程中, 饱和碳原子杂化方式由 sp^3 变为 sp^2 , **B 正确**; 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 $C=C$, 且含有醛基, 结构简式为 $H_3C-C_6H_4-CHO$, **D 正确**。

10. (1) 酯基、酰胺基

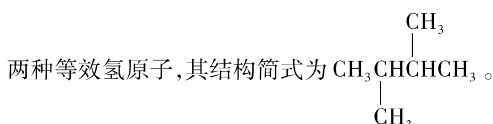


(3) C

(4) ①90 $C_3H_6O_3$ ②羧基 ③ $CH_3CH(OH)COOH$ ④2.24

【解析】(1) 根据有机化合物的结构简式可知, 含有的官能团是酯基、酰胺基。

(2) 与  互为同分异构体且一氯代物有两种的烃中有



(3) 提纯苯甲酸可采用重结晶的方法, A 正确; 正己烷和正庚烷互溶且沸点相差约 $30^\circ C$, 可采用蒸馏的方法分离, B 正确; 乙醇与水互溶, 所以不可用乙醇萃取溴水中的溴, C 错误; 乙醇和二甲醚所含官能团不同, 可用红外光谱法鉴别乙醇 (CH_3CH_2OH) 和二甲醚 (CH_3OCH_3), D 正确。

(4) 已知 9.0 g C 在足量 O_2 中充分燃烧, 生成水的质量为 5.4 g (0.3 mol), 生成 CO_2 的质量为 13.2 g (0.3 mol), 根据质量守恒定律, 氧原子的质量为 $9.0\text{ g} - 0.3\text{ mol} \times 2 \times 1\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} - 0.3\text{ mol} \times 12\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 4.8\text{ g}$, 则氧原子的物质的量为 0.3 mol , 该有机化合物中 C、H、O 的物质的量之比为 $3:6:3=1:2:1$ 。①由 C 分子的质谱图可知其相对分子质量是 90, 根据分析, 该有机化合物的最简式为 CH_2O ,

$$\frac{90}{12+1 \times 2+16}=3, \text{ 则 C 的分子式是 } C_3H_6O_3; \text{ ②C 能与 } NaHCO_3$$

溶液发生反应生成 CO_2 , C 一定含有的官能团名称是羧基;

③C 分子的核磁共振氢谱有 4 组峰, 峰面积之比是 $1:1:1:3$, 即 C 分子中有 4 种等效氢原子, 且个数比为 $1:1:1:3$, 则 C 的结构简式是 $CH_3CH(OH)COOH$; ④羟基与羧基均能与 Na 反应生成 H_2 , 根据该有机化合物的结构简式可知, 0.1 mol C 与足量 Na 反应生成的 H_2 的物质的量为 0.1 mol , 在标准状况下体积是 2.24 L 。

11. (1) 三颈烧瓶 作催化剂 (或催化)

(2) 使混合物受热均匀, 防暴沸; 使反应更充分



(4) ①BC ②Q 点

(5) O—H 吸收峰消失 (或羟基/—OH 吸收峰消失)

(6) 85%

思路导引 由制备原理知, 反应过程中 $(CH_3COO)_2Cu$ 先消耗后生成, 即 $(CH_3COO)_2Cu$ 为催化剂, 则安息香在 $(CH_3COO)_2Cu$ 作催化剂的条件下与硝酸铵反应生成二苯乙二酮, 在三颈烧瓶里加入 $(CH_3COO)_2Cu$ 、 NH_4NO_3 (过量)、安息香和冰醋酸, 加热搅拌, 平稳回流, 当安息香已全部转化为二苯乙二酮后, 停止加热, 冷却后, 析出淡黄色固体, 过滤, 用 95% 乙醇重结晶, 干燥后得二苯乙二酮晶体。

【解析】(1) 装置 A 的名称是三颈烧瓶, 由分析可知, $(CH_3COO)_2Cu$ 的作用是作催化剂。

(2) 步骤 II 中, 搅拌的作用是使混合物受热均匀, 防暴沸; 使反应更充分。

(3) 反应 B 为 CH_3COOCu 与硝酸铵反应生成 $(CH_3COO)_2Cu$ 、氮气与水, 化学方程式为 $2CH_3COOCu + NH_4NO_3 + 2CH_3COOH \rightleftharpoons N_2 \uparrow + 2(CH_3COO)_2Cu + 3H_2O$ 。

(4) ①乙酸乙酯密度小于水, A 正确; Si—O 稳定, 不与水发生反应 (类比 SiO_2 与水不发生反应), B 错误; 根据题干“硅胶层表面对安息香与二苯乙二酮吸附力强弱不同”, 结合安息香与二苯乙二酮的结构可知, “吸附力”并非仅是范德华力, 二者均可与硅胶表面形成氢键, C 错误。②比较安息香与二苯乙二酮的结构, 可知安息香与硅胶表面—OH 形成氢键的能力更强, 吸附力也更强, 所以随着展开剂向上展开时, 安息香爬升较慢, 故题图戊中的 Q 点为安息香指示点, 所以当 Q 点消失时, 证明三颈烧瓶中液体不含安息香, 即反应完全, 可停止加热。

(5) 通过红外光谱测试, 可得到化合物中含有的官能团或化学键的信息。比较安息香与二苯乙二酮的结构, 可知二者的官能团差异在于二苯乙二酮结构中无—OH (或 O—H), 故谱图变化为 O—H 吸收峰消失。

(6) 根据步骤 III 中数据可计算二苯乙二酮的物质的量为

$$\frac{3.57\text{ g}}{210\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.017\text{ mol}, \text{ 安息香的物质的量为}$$

$$\frac{4.24\text{ g}}{212\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.02\text{ mol}, \text{ 则 } n_{\text{理}}(\text{二苯乙二酮}) = 0.02\text{ mol}, \text{ 故}$$

$$\text{二苯乙二酮的产率为 } \frac{0.017\text{ mol}}{0.02\text{ mol}} \times 100\% = 85\%。$$

第一章高考强化

刷真题

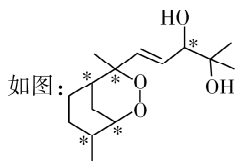
1. D 【解析】苯甲酸在水中的溶解度受温度的影响较大,因此一般采用重结晶法提纯苯甲酸。加热使苯甲酸粗品溶解在水中后,趁热过滤除去不溶于水的杂质,再冷却结晶、过滤、洗涤获得苯甲酸,因此操作 X 为冷却结晶, D 正确。

2. D 【解析】 ^{14}C 断代法是一种利用放射性同位素 ^{14}C 衰变规律测定含碳物质年代的技术,可用于测定竹筒年代, A 不符合题意; X 射线与晶体中的电子相互作用产生衍射现象,获得衍射图后经计算可获得晶体结构的有关信息,故 X 射线衍射法可用于分析玉器的晶体结构, B 不符合题意;原子光谱法可以测定元素种类, C 不符合题意;红外光谱法可用于获得有机分子中所含有的化学键或官能团的信息,测定有机分子的相对分子质量应采用质谱法, D 符合题意。

3. B 【解析】手性碳原子是指与 4 个互不相同的原子或原子团直接相连的饱和碳原子,闭环螺吡喃分子中有 1 个手性碳原子(与 N、O 相连的碳原子),存在手性异构体,有手性,开环螺吡喃分子中没有手性碳原子,也不存在手性异构体,没有手性, A 错误;根据两者的结构简式,可知它们的分子式相同,结构不同,互为同分异构体, B 正确;闭环螺吡喃分子中 N 原子通过 5 个价电子形成 3 个单键,还有 1 个孤电子对,杂化方式为 sp^3 杂化,而开环螺吡喃分子中 N 原子失去 1 个价电子,形成 2 个单键和 1 个双键,无孤电子对,杂化方式为 sp^2 杂化,两者 N 原子的杂化方式不同, C 错误;由题给结构可知开环螺吡喃中存在分子内得失电子形成的正电和负电中心,则开环螺吡喃分子的极性强于闭环螺吡喃,根据相似相溶原理,开环螺吡喃亲水性更好, D 错误。

关键点拨 比较物质的亲水性,一般从两方面入手:①能与水形成分子间氢键的物质,亲水性较好;②水为极性分子,根据相似相溶原理,分子极性强的物质一般比分子极性弱的物质亲水性更好。

4. B 【解析】手性碳是指连有 4 个不同原子或原子团的饱和碳原子,由此可知鹰爪甲素分子中有 5 个手性碳,用 * 标记

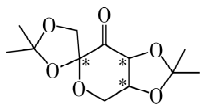


如图: A 正确;鹰爪甲素分子中存在过氧

键,受热不稳定, B 错误;该有机物的不饱和度为 3,而苯环的不饱和度为 4,互为同分异构体的化合物的不饱和度相同,故该有机物同分异构体的结构中不可能含有苯环, C 正确;该分子含有官能团—OH,故红外光谱中会出现 $3\ 000\ \text{cm}^{-1}$ 以上的吸收峰, D 正确。

5. B 【解析】由 M 的结构简式可知,其分子式为 $\text{C}_{12}\text{H}_{18}\text{O}_6$,

A 错误;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, M 中含三个手性碳原子(标“*”),如图所示:



, B 正确;由 M 的结构简式可知,形成羰基的碳原子为 sp^2 杂化,故羰基碳与形成羰基的氧原子和羰基连接的两个碳原子均共平面,其中一个碳原子连接了两个氧原子并且为 sp^3 杂化,因此这两个氧原子与羰基氧不可能共

易错点: sp^3 杂化的碳原子共形成 4 个化学键,该碳原子和与其相连的 4 个原子(共 5 个原子)中只有 3 个共面

平面, C 错误;同系物是指结构相似,分子组成上相差一个或若干个 CH_2 原子团的化合物,故 M 与 $(\text{CH}_3)_2\text{C}=\text{O}$ 不互为同系物, D 错误。

方法技巧 (1)判断手性碳原子的方法:①碳原子形成 4 个共价单键;②碳原子连接 4 个不同的原子或原子团。

(2)判断同系物的方法:①属于同类有机化合物,含有官能团的种类和个数相同;②在分子组成上相差 1 个或若干个 CH_2 原子团。

刷原创

1. B 【解析】根据题图所给分子结构简式,阿托酸的分子式为 $\text{C}_{10}\text{H}_{19}\text{O}_2$, A 错误;阿托酸分子中苯环结构、碳碳双键结构、羧基结构均属于平面结构,且三者以单键相连,单键可以旋转,故分子中所有原子可能在同一平面内, B 正确;阿托酸分子中苯环和碳碳双键可与 H_2 发生加成反应,羧基不能与氢气发生加成反应,故 1 mol 阿托酸分子与 H_2 发生加成反应,最多可消耗 4 mol H_2 , C 错误;手性碳原子指的是连有四个完全不同的原子或基团的碳原子,阿托酸分子与溴的 CCl_4 溶液

反应后的产物为 , * 标记的碳原子为手性碳原子, D 错误。

2. (1) $\text{C}_{25}\text{H}_{32}\text{ClFO}_5$ 17.15%

(2) 酮羰基、羟基、碳氟键、酯基

(3) 7 2 碳碳双键、碳氧双键

(4) BC

(5) 14

【解析】(1)根据题图所给分子结构简式,该有机化合物的分子式为 $\text{C}_{25}\text{H}_{32}\text{ClFO}_5$, 氧元素的质量分数为

$$\frac{5 \times 16}{12 \times 25 + 32 + 35.5 + 19 + 5 \times 16} \times 100\% \approx 17.15\%$$

(2)根据结构简式可知,该分子中还有酮羰基、羟基、碳氟键和酯基。

(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 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; C_2H_4 和 C_3H_6 分子组成上相差一个 CH_2 原子团, C_2H_4 为 $\text{CH}_2=\text{CH}_2$, C_3H_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; C_4H_{10} 和 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 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 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; $\begin{array}{ccccccc} & & \text{CH}_3 & & \text{CH} & \text{CH}_3 & \\ & & | & & | & & \\ 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & & \\ \text{CH}_3 & \text{CH}_2 & \text{CH} & \text{CH}_2 & \text{CH}_3 & & \end{array}$ 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;

$\begin{array}{ccccccc} & & \text{H}_3\text{C} & & \text{CH}_2 & \text{CH}_2 & \text{CH}_3 \\ & & | & & | & & \\ 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & \\ \text{CH}_3 & \text{CH} & \text{CH} & \text{CH}_2 & \text{CH} & \text{CH}_3 & \end{array}$ 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 $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}(\text{C}_2\text{H}_5)\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_3$ 。