

第一章 认识有机化合物

第一节 有机化合物的分类


【新课探究】

知识点一

1. 链状 环状 脂环 芳香 2. (1)苯环 (2)苯环

思维拓展

【提示】①脂肪烃是链状的碳氢化合物，链状化合物包括脂肪烃。

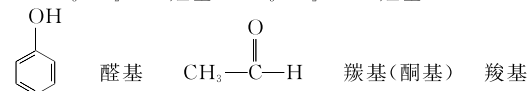
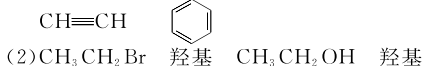
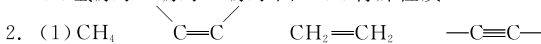
②芳香化合物中一定含有苯环()，也可能含有其他环状结构；脂环化合物中一定不含苯环，一定含有环状结构。

例 1 (1)①③⑤⑦⑧⑨ (2)⑤⑦ (3)③⑧⑨

(4)①②④⑤⑥ (5)①②④⑥

知识点二

1. (1)氢原子 原子 原子团 (2)特殊性质



思维拓展

【提示】①

	基	官能团
区别	有机物分子里含有的原子或原子团	决定化合物特殊性质的原子或原子团
联系	“官能团”属于“基”，但“基”不一定是“官能团”，如甲基($-\text{CH}_3$)不是官能团	

②

	基	根
概念	化合物分子中去掉某些原子或原子团后，剩下的原子团	指带电荷的原子或原子团，是电解质电离的产物
电性	电中性	带电荷
实例及电子式	$-\text{OH}$ 、 $\cdot\ddot{\text{O}}:\text{H}$	OH^- 、 $[\cdot\ddot{\text{O}}:\text{H}]^-$
联系	“根”与“基”二者可以相互转化，如 OH^- 失去 1 个电子，可转化为 $-\text{OH}$ ，而 $-\text{OH}$ 获得 1 个电子转化为 OH^-	

例 2 (1)①⑤ (2)③ (3)⑧ (4)④⑥ (5)②④ (6)⑥ (7)碳碳双键、醛基 $-\text{OH}$ 、 $-\text{COOH}$ (8)①⑤
【解析】①③⑤⑧中只含碳和氢两种元素，属于烃类，其中③含碳碳双键，是烯烃；⑧含苯环，属于芳香烃；①和⑤是烷

烃，且互为同系物。⑥中的羟基有一个直接连在苯环上，有一个与除苯环之外的烃基碳原子相连，所以⑥可属于酚类，也可属于醇类。④中的羟基连在除苯环之外的烃基碳原子上，属于醇类。②和④中含羧基，属于羧酸类。

例 3 (1)②⑤⑥ (2)②⑤⑥⑧ (3)①③④

【解析】(1)官能团属于基，而基不一定是官能团，且官能团和基均为电中性，容易判断②⑤⑥是官能团，它们分别为氨基、硝基、羟基，而①③④带有电荷，它们均为离子，⑦ NO_2 为分子，⑧ $-\text{CH}_3$ 表示甲基，不属于官能团。(2)基与基之间可以直接结合成有机物分子， $-\text{C}_2\text{H}_5$ 为乙基，能与其结合成有机物分子的有②⑤⑥⑧；结合成的有机物分子分别为 $\text{C}_2\text{H}_5-\text{NH}_2$ (氨基乙烷)、 $\text{C}_2\text{H}_5-\text{NO}_2$ (硝基乙烷)、 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ (乙醇)、 $\text{C}_2\text{H}_5-\text{CH}_3$ (丙烷)。(3) C_2H_5^+ 为阳离子(根)，能与其结合成分子的必须为阴离子(根)，有①③④；结合成的有机物分子分别为 $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$ (氨基乙烷)、 $\text{C}_2\text{H}_5\text{Br}$ (溴乙烷)、 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ (乙醇)。

【当堂自测】

- (1)× (2)× (3)√ (4)× (5)× (6)√
- D 【解析】左侧物质 $-\text{OH}$ 与苯环直接相连，为酚类，右侧物质含 Cl，为卤代烃，D 项正确。
- C 【解析】 $-\text{OH}$ 直接连在苯环上属于酚类，连在烃基上属于醇类，所以①错误。
- A 【解析】羟基直接连在苯环上的有机物属于酚类，故 A 项中的两种有机物均属于酚类；B 项中的两种有机物，前者属于酚类，后者属于酯类；C 项中的两种有机物，前者属于醇类，后者属于酚类；D 项中的两种有机物，前者属于羧酸类，后者属于酯类。
- C 【解析】烷基和苯环均不是官能团，所以 A、B、D 项中的有机物只有一种官能团；C 项中的有机物含有碳碳双键和溴原子两种官能团，故正确答案为 C。
- (1)羟基、羧基 碳碳双键、酯基 (2)BCE

第二节 有机化合物的结构特点

【新课探究】

知识点一

1. 4 共价键 2. 单键 双键 三键 支链 碳环



4. (1) $109^\circ28'$ (2) $\text{H}:\ddot{\text{C}}:\text{H}$ CH_4

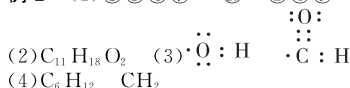
思维拓展

【提示】①不能。若甲烷分子为平面结构，4 个碳氢键也可以等同。

②电子式 $\xrightarrow[\text{共用电子对}]{\text{短线替换}}$ 结构式 $\xrightarrow[\text{省略单键}]{\text{省去碳氢元素符号}}$ 结构简式
键线式

例 1 C 【解析】甲烷分子的结构式只能表示分子中各原子的连接方式，不能表示出空间构型；球棍模型只能表示分子中各原子在空间的连接方式；比例模型既表示分子中各原子的连接方式，又给出了各原子在空间的相对位置和比例大小，故比例模型最能反映其真实存在状况，A 项错误。碳原子可与氧、氮等原子形成不饱和键，B 项错误。环己烷中碳原子间形成碳碳单键，苯中碳原子间形成的是一种介于单键和双键之间的特殊的化学键，两者结构不一样，C 项正确。碳原子间可以形成环状结构，5 个碳原子若形成环状，可有 5 个碳碳单键，D 项错误。

例 2 (1)①③④⑦ ⑩ ②⑥⑨ ⑤ ⑧



3. (1)a. 温度计 b. 蒸馏烧瓶 c. 石棉网 d. 冷凝管
e. 锥形瓶 (2)② $\frac{2}{3}$ ③蒸馏烧瓶支管口处 ④防止暴沸 ⑤下口 上口

思维拓展

[提示] 选择条件:(1)溶质在萃取剂中的溶解度远大于原溶剂;(2)萃取剂与原溶剂互不相溶;(3)萃取剂与溶质不反应。不能用酒精作溴水的萃取剂,因为酒精与水互溶。

例 1 C **[解析]** 乙醛、乙酸均为低沸点物质,都易挥发,直接蒸馏得不到其纯净物质,故分离前先将 CH_3COOH 转化为沸点高的 CH_3COONa 。

知识点二

2. (1)溶解度 固态
(2)①很小或很大 ②温度 较大 较小
(3)加热溶解 趁热过滤 冷却结晶

思维拓展

[提示] ①洗涤的目的是除去晶体表面附着的可溶性杂质;用冷溶剂洗涤可降低洗涤过程中晶体的损耗。

②不是。温度过低,杂质的溶解度也会降低,部分杂质也会析出,达不到提纯的目的;温度极低,溶剂也会结晶,给实验操作带来麻烦。

例 2 B **[解析]** A 项,粗苯甲酸加热溶解后,考虑到过滤时溶液与环境的温差较大,易使苯甲酸晶体提前析出,滞留在过滤器中,故需在过滤前适当稀释,不能直接过滤,A 项错;趁热过滤后,用冰盐水冷却形成的结晶很少,表面积大,吸附的杂质多,C 项错;重结晶过程中温度太低,杂质的溶解度也会降低,部分杂质也会析出,达不到提纯苯甲酸的目的,D 项错。

知识点三

1. (1)互不相溶 溶解性 (2)有机溶剂
2. 分液漏斗 烧杯 3. 振荡 下层 上层

思维拓展

[提示] ①溶质在萃取剂中的溶解度要比在原溶剂中的溶解度大;②萃取剂和原溶剂互不相溶;③萃取剂和溶质不能发生化学反应。

例 3 D **[解析]** 酒精和水互溶,不能作为萃取剂,A 项错;萃取完成后,上层溶液应从上口倒出,下层溶液从下口放出,B 项错;萃取操作后,水层的位置取决于水和有机溶剂的密度的相对大小,若有机溶剂的密度小于水的密度,则水层应该在下层,C 项错。

例 4 C **[解析]** 乙酸乙酯和乙酸钠溶液互不相溶且上下分层,可用分液法分离;乙醇和甘油、碘和四氯化碳相互溶解但沸点相差较大,可用蒸馏法分离;溴化钠易溶于水而单质溴易溶于有机溶剂,故可用萃取法分离。

【当堂自测】

- (1)× (2)× (3)× (4)× (5)√ (6)×
- C** **[解析]** 由于 A、B 两物质除了沸点有较大差异,其他物理性质较为接近,所以选择利用沸点差异进行分离,选择蒸馏。
- C** **[解析]** 蒸馏时温度计应测馏分的温度,温度计的水银球应在蒸馏烧瓶支管口处;二者沸点不同,能用蒸馏的方法分离;为了减少趁热过滤时苯甲酸的损失,加热溶解后还要加少量蒸馏水;苯甲酸重结晶实验中,为减少苯甲酸的损耗要趁热过滤。
- C** **[解析]** 乙酸乙酯在氢氧化钠溶液中能完全水解,A 项错; Br_2 与 NaOH 溶液反应,上层溶液颜色变为无色,B 项错;乙酸与氧化钙反应生成高沸点的盐,乙醇不能与氧化钙反应,蒸馏得到乙醇,C 项正确;D 项的操作会使上层液体被下层液体污染,故错。
- (1)①防暴沸 冷凝 ②防止环己烯挥发
(2)①上 c ②g 除去水分 ③83 °C c
(3)bc
- (1)F (2)C、F (3)D (4)E (5)G (6)A

第 2 课时 有机化合物分子式和结构式的确定

【新课探究】

知识点一

- 质量分数 最简整数 CO_2 H_2O
- (1)相对质量 质量不同
(2)相对质量 质荷比的最大值

思维拓展

[提示] 对于质谱图,其中纵坐标表示相对丰度,即各分子离子和碎片离子的百分含量。当“质”为该有机物的相对分子质量、“荷”为一个单位电荷时,质荷比的最大值即为该有机物的相对分子质量,即最右边一条谱线表示的数值为该有机物的相对分子质量。

例 1 (1) $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$ (2)74 $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$

[解析] (1)该有机物分子中 C、H、O 的原子个数比为 $N(\text{C}) : N(\text{H}) : N(\text{O}) = \frac{64.86\%}{12} : \frac{13.51\%}{1} : \frac{1-64.86\%-13.51\%}{16} = 4 : 10 : 1$,因此该有机物的实验式为 $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$ 。(2)根据质谱图中的质荷比最大值就是该未知物的相对分子质量,该有机物的相对分子质量为 74,因此该有机物的分子式为 $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$ 。

例 2 A 的分子式为 $\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_3$

[解析] 水的质量 $m(\text{H}_2\text{O}) = 1.08 \text{ g}$
 CO_2 的质量 $m(\text{CO}_2) = 3.06 \text{ g} - 1.08 \text{ g} = 1.98 \text{ g}$
氢的质量 $m(\text{H}) = 1.08 \text{ g} \times \frac{2}{18} = 0.12 \text{ g}$
碳的质量 $m(\text{C}) = 1.98 \text{ g} \times \frac{12}{44} = 0.54 \text{ g}$

因 $m(\text{H}) + m(\text{C}) = 0.12 \text{ g} + 0.54 \text{ g} = 0.66 \text{ g} < 1.38 \text{ g}$,所以有机物中还含有 O 元素,其质量 $m(\text{O}) = 1.38 \text{ g} - 0.66 \text{ g} = 0.72 \text{ g}$ 。
因此该有机物分子中各元素原子数目比为

$$N(\text{C}) : N(\text{H}) : N(\text{O}) = \frac{0.54 \text{ g}}{12 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} : \frac{0.12 \text{ g}}{1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} : \frac{0.72 \text{ g}}{16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 3 : 8 : 3。$$

则该有机物的实验式为 $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$,其相对分子质量为 $12 \times 3 + 1 \times 8 + 16 \times 3 = 92$ 。

有机物 A 的相对分子质量 $M_r = 46 \times 2 = 92$,与实验式的相对分子质量相等,故 A 的实验式即为分子式,故该有机物的分子式为 $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$ 。

知识点二

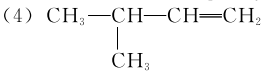
- (2)化学键 官能团 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3$
- (1)种类和数目 (2)位置 氢原子数
- (3)氢原子种类数 氢原子数目比

思维拓展

[提示] 红外光谱是通过谱图确定有机物含有的化学键判断对应的官能团,从而来推测结构;核磁共振氢谱则是根据吸收峰来确定等效氢的种类数和个数比来推测结构。从原理来看,二者不同,但在很多结构确定中要同时参考两种谱图最终确定结构。

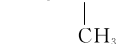
例 3 D **[解析]** 根据红外光谱图可以看出,该有机物分子中含有 C—H、C—O、O—H 等化学键,A 项正确;核磁共振氢谱图只能判断出有机物分子中氢原子类型数和个数比而无法知道氢原子总数,B、C 项正确;因为 A 有三种类型氢原子,且个数比为 1 : 2 : 3,故其结构简式应为 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$,D 项错。

例 4 (1)70 (2) CH_2 C_5H_{10} (3)烯烃 环烷烃



[解析] (1)根据公式 $M = D \cdot M(\text{CH}_2)$ 计算该有机物的相对分子质量等于 $16 \times 4.375 = 70$ 。

(2)由 A 的燃烧反应知,5.6 g A 含 $m(\text{C}) = 17.6 \text{ g} \times \frac{12}{44} = 4.8 \text{ g}$, $m(\text{H}) = 7.2 \text{ g} \times \frac{2}{18} = 0.8 \text{ g}$,确定该有机物只含碳、氢两种元素,实验式为 CH_2 ,设分子式为 $(\text{CH}_2)_n$,则 $12n + 2n = 70$, $n = 5$,分子式为 C_5H_{10} 。(3)符合分子式为 C_5H_{10} 的有烯烃和环烷烃,若能使溴水褪色,则为烯烃,若不能,则为环烷烃。(4)读取该核磁共振氢谱共有 4 个吸收峰,吸收峰面积之比为 1 : 1 : 2 : 6,则 $\text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$ 符合题意。



【当堂自测】

- (1)√ (2)√ (3)× (4)× (5)× (6)×

2. D **[解析]** $n(\text{CO}_2) = \frac{8.8 \text{ g}}{44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.2 \text{ mol}$, $n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{7.2 \text{ g}}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.4 \text{ mol}$; $m(\text{C}) + m(\text{H}) = 0.2 \text{ mol} \times 12 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} + 0.4 \text{ mol} \times 2 \times 1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 3.2 \text{ g} < 6.4 \text{ g}$, 故 $n(\text{O}) = \frac{6.4 \text{ g} - 3.2 \text{ g}}{16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.2 \text{ mol}$; 则 $n(\text{C}) : n(\text{H}) : n(\text{O}) = 0.2 \text{ mol} : (0.4 \text{ mol} \times 2) : 0.2 \text{ mol} = 1 : 4 : 1$, 该化合物的实验式为 CH_4O , 由于 CH_4O 中氢原子已饱和, 故实验式即为分子式。
3. B **[解析]** 因为二甲醚和乙醇是同分异构体, 其相对分子质量相同, 没法用质谱法鉴别。
4. A **[解析]** 分析选项中各有机物不同化学环境的氢原子的种数及原子个数(吸收强度)之比, 再与已知核磁共振氢谱对照即可找出答案。A 中物质有 3 种不同化学环境的氢原子, 个数之比为 2 : 3 : 3; B 中物质有 4 种不同化学环境的氢原子, 个数比为 2 : 1 : 2 : 3; C 中物质有 4 种不同化学环境的氢原子, 个数比为 3 : 2 : 2 : 1; D 中物质有 3 种不同化学环境的氢原子, 个数比为 3 : 1 : 1。核磁共振氢谱图中有 3 种不同化学环境的氢原子, 再由原子个数(吸收强度)之比可知 A 项符合。
5. (1)46 (2) $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ (3)能 $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ (4) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ (5) CH_3OCH_3 1

[解析] (1)在 A 的质谱图中, 最大质荷比为 46, 所以其相对分子质量是 46。

(2)在 2.3 g 该有机物中, $n(\text{C}) = 0.1 \text{ mol}$, $m(\text{C}) = 1.2 \text{ g}$

$$n(\text{H}) = \frac{2.7 \text{ g}}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 2 = 0.3 \text{ mol}, m(\text{H}) = 0.3 \text{ g}$$

$$m(\text{O}) = 2.3 \text{ g} - 0.3 \text{ g} - 1.2 \text{ g} = 0.8 \text{ g}$$

$$n(\text{O}) = 0.05 \text{ mol}$$

$$\text{所以 } n(\text{C}) : n(\text{H}) : n(\text{O}) = 0.1 \text{ mol} : 0.3 \text{ mol} : 0.05 \text{ mol} = 2 : 6 : 1, \text{A 的实验式是 } \text{C}_2\text{H}_6\text{O}.$$

(3)因为实验式 $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ 的相对分子质量为 46, 所以其实验式即为分子式。

(4)A 有如下两种可能的结构: CH_3OCH_3 或 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$; 若为前者, 则在核磁共振氢谱中应只有一个峰; 若为后者, 则在核磁共振氢谱中应有三个峰, 而且三个峰的面积之比是 1 : 2 : 3。显然后者符合题意, 所以 A 为乙醇。

(5)其同分异构体为 CH_3OCH_3 , CH_3OCH_3 具有对称性, 6 个 H 完全相同, 核磁共振氢谱中只有一种吸收峰。

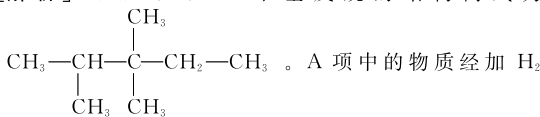
本章总结提升

例 1 (1)C

(2)①2,2-二甲基丁烷 ②2,4-二甲基-2-己烯

③1,2,4-三甲苯

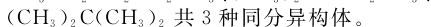
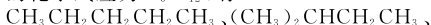
[解析] (1)2,3,3-三甲基戊烷的结构简式为



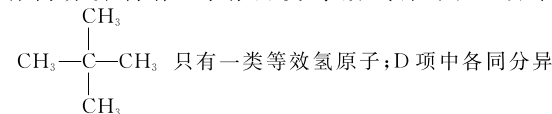
后将生成 $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{C}-\text{CH}_3$, 所以它不可能; B

项、D 项加氢后将生成与 A 项生成物相同的物质, 所以也不可能; 只有 C 项物质经过加氢后可以生成 2,3,3-三甲基戊烷。

例 2 A **[解析]** 根据表格中烃的分子式排布规律可确定空格中烃的碳原子数应为 5, 氢原子数应为 12, 即该烃的化学式应为 C_5H_{12} , 有



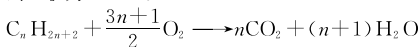
例 3 C **[解析]** A 项中有两类等效氢原子; B 项中有两种同分异构体, 均有两类等效氢原子; C 项中



构体中至少有 2 类等效氢原子, 故一氯代物不可能只有一种。

例 4 分子式为 C_5H_{12} , 可能结构简式为 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$, $\text{C}(\text{CH}_3)_4$, $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{CH}_3$ 。

[解析] 设烷烃的分子式为 $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$, 2 mL 烷烃反应消耗的 O_2 为 a mL。

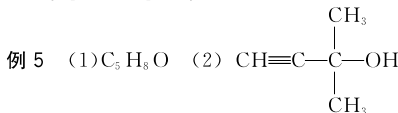


$$1 \quad \frac{3n+1}{2}$$

$$2 \quad a$$

$$1 : \frac{3n+1}{2} = 2 : a, a = 3n+1$$

根据题意, $13 < a < 19$, 得 $13 < 3n+1 < 19$, 解得 $4 < n < 6$ 。因为 n 为正整数, 所以 $n=5$, 分子式为 C_5H_{12} , 可能的结构简式为 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ 、 $\text{C}(\text{CH}_3)_4$ 、 $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{CH}_3$ 。



例 5 (1) $\text{C}_5\text{H}_8\text{O}$ (2) $\text{CH}\equiv\text{C}-\text{C}-\text{OH}$

$$\text{[解析]} m(\text{C}) + m(\text{H}) = 22.0 \text{ g} \times \frac{12}{44} + 7.2 \text{ g} \times \frac{2}{18} =$$

6.8 g, 则 $m(\text{O}) = 8.4 \text{ g} - 6.8 \text{ g} = 1.6 \text{ g}$, $N(\text{C}) : N(\text{H}) : N(\text{O}) = 5 : 8 : 1$, 则实验式为 $\text{C}_5\text{H}_8\text{O}$, 其分子式为 $(\text{C}_5\text{H}_8\text{O})_n$ 。由其相对分子质量为 84, 得 $n=1$, 该有机物的分子式为 $\text{C}_5\text{H}_8\text{O}$, 结合红外光谱图知含有一OH 和 $\text{—C}\equiv\text{C—}$, 核磁共振氢谱有三个峰, 峰面积之比为 6 : 1 : 1,

经过合理拼凑, 知 A 的结构简式为 $\text{CH}\equiv\text{C}-\text{C}-\text{OH}$ 。

第二章 烃和卤代烃

第一节 脂肪烃

第 1 课时 烷烃和烯烃

【新课探究】

知识点一

1. 小于或等于 4 2. 升高 3. 增大 小

例 1 C **[解析]** 烷烃分子中的所有碳原子可能位于同一平面上(如 CH_3-CH_3 , $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$), 也可能不都位于同一平面上[如 $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_3$ 分子中最多只有 3 个碳原子共平面]; 随着碳原子数的增加, 烷烃的分子间作用力逐渐增大, 使其熔、沸点逐渐升高; 分子式不同的不同烷烃之间互为同分异构体, 分子式相同的烷烃之间互为

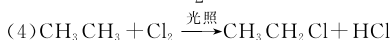
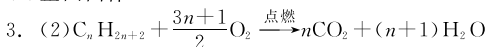
同系物。

知识点二

1. $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$

2. (1)饱和链 碳碳单键

(2)正四面体 3 3



思维拓展

[提示] ①不是。乙烷和 Cl_2 的取代反应是连续的, 产物是从一氯乙烷至六氯乙烷的混合物。

第一章 认识有机化合物

第一节 有机化合物的分类

1. D 【解析】A项、B项均为芳香烃，C项为链烃，D项中所含碳环不是苯环，属于脂环烃。
2. (1)①②⑤⑥⑦⑧ (2)②⑤⑦ (3)碳碳双键 羟基、羧基
3. C
4. D 【解析】由各物质结构可知①为醛，②为酚，③为芳香烃，④为酯，⑤为羧酸，⑥含醛基和羧基，可看成醛或酸，综上D项正确。
5. D 【解析】该物质含除C、H以外的元素，不属于烃，A项错误；该物质只含有氯原子(新课标要求为碳卤键)一种官能团，B项错误；分子式为 $C_{14}H_9Cl_5$ ，C项错误；D项正确。
6. A 【解析】维生素A中含有醇羟基和碳碳双键两种官能团，③正确；维生素A属于不饱和的一元醇，①正确；维生素A中无苯环，不属于芳香族化合物，②错误；维生素A中含C、H、O三种元素，不属于烯烃，④错误。
7. D 【解析】分子式为 $C_{17}H_{20}O_6$ ，A项错误；该物质分子中含有苯环，故应属于芳香化合物，B项错误；该物质中含有

的官能团有碳碳双键、羟基、羧基、酯基($-\text{C}-\text{O}-$)、醚键，C项错误；该物质中含有羟基、羧基，故可与金属钠反应产生氢气，D项正确。

8. (1)c
- (2)碳碳双键、酯基
- (3) $C_9H_{10}O_2$

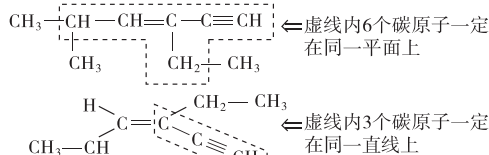
【解析】(1)该物质除含C、H元素外，还含有O元素，它不属于烃类，故a、b不正确；它含有碳碳双键和酯基两种官能团，故d不正确；碳碳双键可以与 H_2 发生加成反应，故c正确。

第二节 有机化合物的结构特点

1. D 【解析】 H_2O 中存在 $H-O$ 极性键； $CH_2=CH-CH_3$ 中存在 $C=C$ 、 $C-C$ 非极性键和 $C-H$ 极性键。
2. D 【解析】若甲烷分子是正方形平面结构，甲烷分子中四个键的键能、键长及键角也都相等，但二氯甲烷有两种结构： $\begin{array}{c} \text{Cl} & & \text{Cl} \\ | & & | \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} & \text{和} & \text{H}-\text{C}-\text{Cl} \\ | & & | \\ \text{Cl} & & \text{H} \end{array}$ ，故只有二氯甲烷没有同分异构体，才能证明甲烷构型是四面体。

3. C
4. C 【解析】图示为该有机物的键线式，分子式为 $C_{13}H_{17}Cl$ ，由于有机物分子中含有碳碳双键，因而具有烯烃的性质，能使溴水因化学反应而褪色，在加热和催化剂作用下能与 $4\text{ mol } H_2$ 加成(苯环 3 mol ，碳碳双键 1 mol)。
5. C 【解析】甲、乙、丙互为同分异构体，A错误； C_5H_{12} 存在3种结构，B错误；丙的二氯取代物只有2种，D错误。
6. C 【解析】分子式为 C_5H_{12} 的烷烃有正戊烷、异戊烷和新戊烷三种同分异构体。其中正戊烷的一氯代物有 $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2Cl$ 、 $CH_3CH_2CH_2CHClCH_3$ 、 $CH_3CH_2CHClCH_2CH_3$ 三种同分异构体；异戊烷的一氯代物有 $(CH_3)_2CHCH_2CH_2Cl$ 、 $(CH_3)_2CHCHClCH_3$ 、 $(CH_3)_2CClCH_2CH_3$ 、 $CH_2ClCH(CH_3)CH_2CH_3$ 4种同分异构体；新戊烷的一氯代物只有1种，为 $(CH_3)_3CCH_2Cl$ ，总共有8种，C正确。
7. D 【解析】三元轴烯与苯的分子式均为 C_6H_6 ，但结构不同，二者互为同分异构体，D项正确。
8. C 【解析】采用替代法，将氯原子代替氢原子，氢原子代替氯原子，从二氯代物有四种同分异构体，就可得到六氯代物也有四种同分异构体，C项正确。
9. C 【解析】注意题中“一定”二字，可能在同一平面上的

不能计算在内。



10. A 【解析】根据“碳4、氧2、氢6”可知，黑色球为氧原子，灰色球为碳原子，白色球为氢原子，故该物质的结构简式为 $CH_2=C(CH_3)COOH$ 。
11. A 【解析】符合题目要求的烷烃有：

$$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ | \quad | \\ \text{CH}_3 \quad \text{C}_2\text{H}_5 \end{array}$$
 和 $\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ | \\ \text{C}_2\text{H}_5 \end{array}$ 两种。
12. D 【解析】立方烷、棱晶烷、金刚烷的分子式均不符合通式 C_nH_{2n+2} ，①错误；盆烯分子中含有碳碳双键，能与溴水发生加成反应，②正确；棱晶烷、盆烯、苯的结构不同，但分子式均为 C_6H_6 ，三者互为同分异构体，③正确；立方烷有3种二氯代物，即可取代同一棱上、面对角线上或体对角线上的H，④正确；金刚烷与癸烷的分子式不同，不互为同分异构体，⑤错误。
13. (1)①②③④⑥⑦⑧ (2)①
(3)②④ (4)③⑥⑦⑧ (5)⑤

第三节 有机化合物的命名

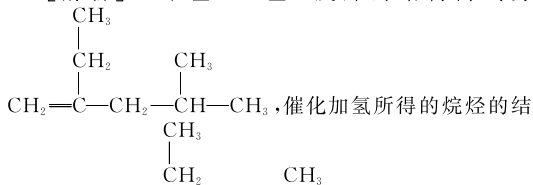
1. D
2. D 【解析】该烃的结构简式为 $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_2 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$ ，其正确命名为2,2,4-三甲基戊烷。
3. B 【解析】A项主链选择错误，其正确名称是2-甲基丁烷；C项中的两个甲基处于对位，应称为对二甲苯；D项在对烯烃命名编号时，应从离双键较近的一端编号。其正确名称应为2-甲基-1-丙烯(可简称为2-甲基丙烯)。
4. D 【解析】根据烯烃的命名法，先正确命名，然后与四位同学的命名作对比，找出错因，从而确定正确答案。根据对照可以看出甲的主链选择正确，但对主链碳原子的编号错误；乙同学的命名主链选择错误；丙同学的命名主链选择错误；只有丁同学的命名正确。
5. B 【解析】主链含5个碳原子，从右往左依次编号，即正确命名为3,4,4-三甲基-1-戊炔，B项正确。
6. B 【解析】A项根据所给物质写出其结构简式为 $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ | \quad | \\ \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \\ | \quad | \\ \text{CH}_2 \quad \text{CH}_2 \end{array}$ ，其正确名称为2,4-二甲基己烷，A项错误；B项写出其结构简式为 $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \\ | \quad | \\ \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{C}=\text{CH}_2 \\ | \quad | \\ \text{CH}_2 \quad \text{CH}_2 \end{array}$ ，重新命名与原名相同，B

项正确;C项写出其结构简式为 $\text{CH}_3-\text{CH}-\text{C}\equiv\text{CH}$, 正确命名为 3-甲基-1-丁炔,C项错误;不存在 4-甲基-3-戊炔,D项错误。

7. C 【解析】苯环上的一溴取代物种类分别是:乙苯 3 种、邻二甲苯 2 种、对二甲苯 1 种、间二甲苯 3 种。

8. D 【解析】根据烷烃、烯烃主链的选择,甲分子中含碳碳双键的最长碳链中碳原子有 5 个,乙分子为烷烃,最长碳链中碳原子有 6 个,甲名称为 2-乙基-1-戊烯,乙的名称为 3-甲基己烷,D 正确。

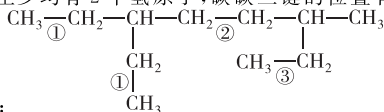
10. D 【解析】4-甲基-2-乙基-1-戊烯的结构简式为



催化加氢所得的烷烃的结构简式是 $\text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_3$, 其正确名称为 2,4-二甲基己烷。

11. B 【解析】A 项,主链选错,名称应为 2-甲基丁烷;C 项名称应为对二甲苯;D 项名称应为 3-甲基-1-丁炔。

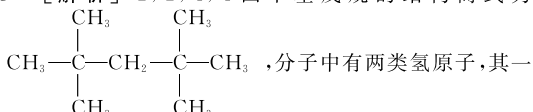
12. C 【解析】碳碳三键与氢气发生加成反应后,相邻的两个碳原子至少均有 2 个氢原子,碳碳三键的位置有图示



三种情况: , 即该炔烃可能的结构有 3 种,C 项正确。

13. D 【解析】依题意有两条原则:①离环交接处最近的碳原子为 1 号碳原子,②碳原子编号顺序,从 1 号开始,将同苯环的碳原子依次编为 2 号、3 号、4 号,再按同一方向进入另一苯环,依次为 5、6、7、8,另外命名还遵从取代基的序号和最小原则,故 D 项正确。

14. C 【解析】2,2,4,4-四甲基戊烷的结构简式为



分子中有两类氢原子,其一

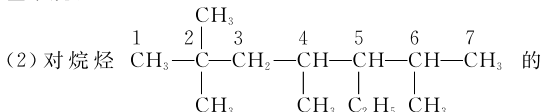
氯代物共有 2 种。

15. (1)主链未选对 编号不正确 2-甲基丁烷

(2)2,2,4,6-四甲基-5-乙基庚烷

【解析】(1)有机物 $\text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_3$ 的主链碳原子有 4

个,且从距离支链较近的一端开始编号,其名称为 2-甲基丁烷。



命名,如主链的选取有多种可能时,应选择含支链最多的最长碳链作为主链,且支链位置的总序号和为最小,即 2,2,4,6-四甲基-5-乙基庚烷。

16. (1)3,3,4-三甲基己烷 (2)1,4-二甲基-2-乙基苯

(3)4-甲基-2-乙基-1-己烯 (4)2-甲基-1,3-丁二烯

(5)5-甲基-1-庚炔

【解析】(1)为烷烃,选出最长的碳链为 6 个碳原子,根据取代基的编号原则,3 号位有两个甲基,4 号位有 1 个甲基,正确命名为 3,3,4-三甲基己烷。

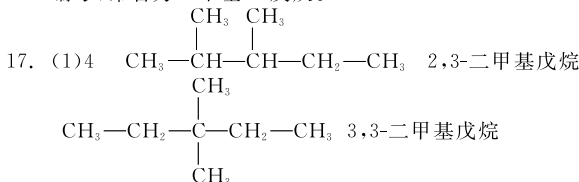
(2)为苯的同系物,先将离乙基最近的甲基所连的苯环碳原子编号为 1,然后按顺时针给苯环上的其他碳原子编号,最后命名为 1,4-二甲基-2-乙基苯。

(3)为单烯烃,含碳碳双键最长的碳链为 6 个碳原子,按照

烯烃命名原则,从右向左编号,命名为 4-甲基-2-乙基-1-己烯。

(4)为二烯烃,官能团在 1,3 号位,结合支链位次,应从左向右进行编号,命名为 2-甲基-1,3-丁二烯。

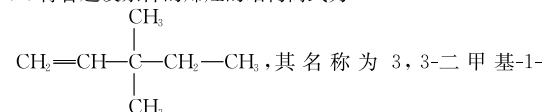
(5)含碳碳三键的最长碳链上有 7 个碳原子,从右往左编号,命名为 5-甲基-1-庚炔。



(2)3,3-二甲基-1-戊烯

【解析】(1)在主链上移动两个甲基的位置即可得到符合题设条件的该烷烃的四种同分异构体。

(2)符合题设条件的烯烃的结构简式为



戊烯。

18. (1)2-甲基丙烷 (2) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ (3)(b)(f)

(4) $\text{CH}\equiv\text{CH}$ (合理即可) (5)(a)(f)

第四节 研究有机化合物的一般步骤和方法

第 1 课时 有机物的分离、提纯

1. D 【解析】研究有机化合物的基本步骤首先应该是分离、提纯,然后再进行元素定量分析,所以 D 不正确。

2. (1)温度计位置错误,冷凝管进出水方向不对,没有加碎瓷片

(2)水 (3)45 °C

【解析】(1)蒸馏装置图中错误有:温度计水银球未位于蒸馏烧瓶的支管口处;冷凝管的冷却水未下进上出;没有加碎瓷片。(2)水的沸点低于甘油,故被蒸馏出来的物质为水。(3)乙醚的沸点为 45 °C,故应控制温度为 45 °C。

3. B 【解析】重结晶是提纯固态有机物常用的方法。

4. D

5. C 【解析】原溶剂为水,四氯化碳、苯、直馏汽油与水均不互溶,可用作萃取剂;而乙醇能和水互溶,不能用作萃取剂。

6. B 【解析】用分液漏斗分离物质即分液,其要求是混合物中的各组分互不相溶,静置后能分层。A 项中的乙醇和水混溶在一起不分层,A 项错误;B 项中三对物质均不互溶,可用分液的方法进行分离,B 项正确;C 项中三对物质均互溶,不能用分液的方法进行分离,C 项错误;D 项中的己烷和苯互溶,不可以用分液的方法进行分离,D 项错误。

7. B 【解析】苯加入到溴水中,将溴萃取到苯中形成溴的苯溶液,有机层在上层;四氯化碳加入到溴水中,将溴萃取到四氯化碳中形成溴的四氯化碳溶液,有机层在下层;酒精加入到溴水中,不分层,故选 B。

8. B 【解析】向该工业酒精中加入生石灰,与水反应生成 $\text{Ca}(\text{OH})_2$, CaO 和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 都是不溶于酒精且难挥发的固体,而酒精是易挥发的液体,再蒸馏即可获得无水乙醇。

9. D 【解析】乙酸异戊酯比水密度小,分液时在上层,应先将水层从分液漏斗的下口放出,再将乙酸异戊酯从上口倒出。

10. D 【解析】加氢氧化钠溶液使乙酸成盐,再进行蒸馏,蒸出乙醇,再加酸酸化蒸馏。

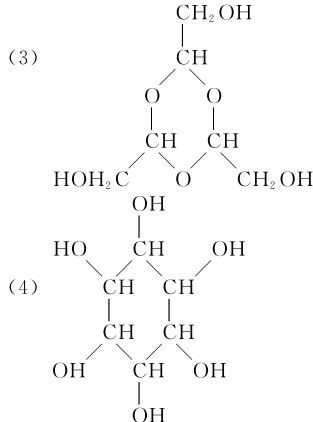
11. A 【解析】因 A、B 两种物质的沸点相差较大,故可用蒸馏法分离。

12. A 【解析】水与 CCl_4 不互溶,可用分液法分离,A 项正确;洗涤沉淀时,加入的水要浸没沉淀,但不能超过滤纸沿,且不能用玻璃棒搅拌,B 项错误; CCl_4 的密度比水的密度大,在水的下面,因此下层为紫红色,C 项错误;洗气时气体应从长管进入短管流出,D 项错误。

13. D 【解析】萃取的原则之一是两种溶剂互不相溶,但乙醇易溶于水,故不能分离,A 项错误;分液原理是分离互不相溶的液体,乙酸乙酯和乙醇均为液体有机物,可以互

溶,B项错;重结晶可以除去 KNO_3 中混杂的 NaCl 是因为 KNO_3 的溶解度随温度变化比 NaCl 大,C项错。

14. (1) CH_2O (2) $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$



[解析] 燃烧时 $n(\text{CO}_2) = n(\text{O}_2)$, 说明有机物的分子式可表示成 $\text{C}_x(\text{H}_2\text{O})_y$, $n(\text{CO}_2) = n(\text{H}_2\text{O})$, 说明有机物分子中碳原子数与氢原子数之比为 1:2, 故其最简式为 CH_2O , 结合 A 的相对分子质量为 180 可知, A 的分子式为 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ 。由该有机物分子中碳原子和氧原子都有两种不同的化学环境且分子中含有六元环知, 该六元环必是由 3 个碳原子和 3 个氧原子交替连接形成。剩下的 3 个碳原子和 3 个氧原子有两种组合方式, 1 种是 CH_2O —, 1 种是 HOCH_2 —, 再结合分子中氢原子有 3 种不同的化学环境可得出正确结论。若所有碳原子均处于相同的化学环境, 则必是由 6 个碳原子形成六元环。

15. (1) BCE (2) 过滤

[解析] (1) 根据苯乙酸的熔点为 76.5°C , 微溶于冷水, 溶于乙醇, 可知苯乙酸以固体形式存在, 反应结束后加适量冷水, 再用过滤的方法分离, 所以选 BCE。(2) 根据信息“从装置 II 中获得已析出的晶体”, 可知为固液分离, 所以选择过滤。

16. (1) 萃取分液 苯甲醇 (2) 蒸馏 苯甲醇

(3) 过滤 苯甲酸 (4) b 冷凝管、酒精灯、锥形瓶、牛角管 34.8°C

[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, 根据相似相溶原理, 乙醚中溶有苯甲醇, 水中溶有苯甲酸钾, 两种液体可用分液法分离。(2) 溶解在乙醚中的苯甲醇沸点高于乙醚, 可蒸馏分离。(3) 加入盐酸后生成的苯甲酸为难溶于水的晶体, 可过滤分离。

第 2 课时 有机化合物分子式和结构式的确定

1. B **[解析]** 只根据生成物 CO_2 和 H_2O 无法确定该有机物中是否含有氧元素。根据题意知 $n(\text{C}):n(\text{H})=1:4$ 。

2. B

3. C **[解析]** 装有浓硫酸的洗气瓶增加的质量为 H_2O 的

质量, $n(\text{H}) = \frac{2.7 \text{ g}}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 2 = 0.3 \text{ mol}$, 即 $m(\text{H}) = 0.3 \text{ g}$; 装有碱石灰的干燥管增加的质量为 H_2O 和 CO_2 的总质量, 其中 $m(\text{CO}_2) = 7.1 \text{ g} - 2.7 \text{ g} = 4.4 \text{ g}$, $n(\text{C}) = \frac{4.4 \text{ g}}{44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.1 \text{ mol}$, $m(\text{C}) = 1.2 \text{ g}$, $n(\text{O}) = \frac{2.3 \text{ g} - 0.3 \text{ g} - 1.2 \text{ g}}{16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.05 \text{ mol}$, 则 $n(\text{C}):n(\text{H}):n(\text{O}) = 0.1:0.3:0.05 = 2:6:1$, B、D 错误; 若 A 为 $\text{C}_2\text{H}_{12}\text{O}_2$ 时, 氢原子数大于 $2 \times 4 + 2 = 10$, 该物质不存在, A 错误; 综合分析 C 正确。

4. B **[解析]** 红外光谱图用来判断化学键和官能团。

5. A **[解析]** HCHO 的分子中只有 1 种类型的氢原子, 在核磁共振氢谱中只给出一种信号, A 项符合题意; $\text{CH}_2\text{OH} \cdot \text{HCOOH} \cdot \text{CH}_3\text{COOCH}_3$ 的分子中均有 2 种类型的氢原子, 在核磁共振氢谱中给出两种信号, B、C、D 项不符合题意。

6. B **[解析]** 核磁共振氢谱可以测定有机物中氢原子的种类和数目比。核磁共振氢谱图中出现几个峰, 就说明在分子中有几种不同化学环境的氢原子, A 中是 2 种, B 中

是 4 种, C 中是 2 种, D 中是 3 种, 故正确答案为 B。

7. C **[解析]** 核磁共振氢谱用来分析有机物分子中氢原子的种类和数目比, 而质谱法则是用来测定有机物的相对分子质量, 故 C 项错误。

8. D **[解析]** 由题图所示可知该烃的分子式为 C_5H_4 , 碳原子化学环境有 2 种(中间和上下碳原子不同), 碳原子所成化学键数目(以单键算)为 4, 但上下碳原子只和 3 个原子相连, 所以碳原子和碳原子中间应该有双键。

9. A **[解析]** 因 M_1 的实验式为 XY_3 , 且 M_2 中 Y 的质量分数高于 M_1 中 Y 的质量分数, 设 M_2 的化学式为 XY_a , 则 $a > 3$, 故 M_2 的化学式中 X 与 Y 原子数目之比小于 1:3, 符合这一条件的只有选项 A。

10. C **[解析]** A 项据对称分析知有 3 种类型氢原子, 个数比为 3:2:2; B 项据对称分析知有 2 种类型氢原子, 个数比为 3:2; C 项有 2 种类型氢原子, 个数比为 3:1; D 项据对称分析知有 2 种类型氢原子, 个数比为 3:2。

11. D **[解析]** 因该有机物燃烧生成的 CO_2 和水蒸气在相同状况下的体积之比为 3:4, 所以可设该有机物的分子式为 $(\text{C}_3\text{H}_8)_n\text{O}_m$, 由题意得: $11n + m = 13 \dots \dots ①$ 和 $26n + 8m = 42 \dots \dots ②$, ①②式联立成为方程组, 解得 $n = 1$, $m = 2$, 故该有机物的分子式为 $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_2$ 。

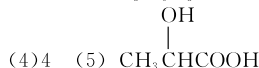
12. C **[解析]** 甲中氢原子的化学环境完全相同, 其核磁共振氢谱中只有 1 个吸收峰; 乙中与铁相连的 2 个五元环结构全等, 每个五元环中有 3 种不同化学环境的氢原子, 则其核磁共振氢谱中有 3 个吸收峰。

13. A **[解析]** 乙醚($\text{C}_2\text{H}_5\text{O}$)可以表示为 $\text{C}_2\text{H}_5 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 故乙炔(C_2H_2)、苯(C_6H_6)、乙醚($\text{C}_2\text{H}_5\text{O}$)的混合气体可以看作 C_6H_6 、 C_2H_2 、 H_2O 的混合物, O 元素的质量分数为 8%, 故 H_2O 的质量分数为 $\frac{8\%}{\frac{16}{18}} = 9\%$, 故 C_6H_6 、 C_2H_2 总

的质量分数为 $1 - 9\% = 91\%$, 由两种物质的化学式可知最简式为 CH , C、H 质量之比为 12:1, 故 C 元素的质量分数为 $91\% \times \frac{12}{13} = 84\%$ 。

14. C **[解析]** 核磁共振氢谱有 4 个峰, 说明分子中共有 4 种化学环境不同的氢原子, A 项错; 相对分子质量为 70, 红外光谱表征到 $\text{C}=\text{C}$ 和 $\text{C}=\text{O}$ 的存在, 可得该物质的分子式为 $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}$, B 项错; 分子式为 $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}$, 且核磁共振氢谱的峰面积之比为 1:1:1:3 的有机物只有 $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCHO}$, C 项正确; 在一定条件下, 1 mol $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCHO}$ 最多与 2 mol 的氢气加成。

15. (1) $\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_3$ (2) $\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_3$ (3)—COOH —OH



[解析] (1) A 的密度是相同条件下 H_2 密度的 45 倍, 相对分子质量为 $45 \times 2 = 90$ 。9.0 g A 的物质的量为 0.1 mol。

(2) 燃烧产物依次缓缓通过浓硫酸、碱石灰, 发现两者分别增重 5.4 g 和 13.2 g, 说明 0.1 mol A 燃烧生成 0.3 mol H_2O 和 0.3 mol CO_2 。1 mol A 中含有 6 mol H、3 mol C。

(3) 0.1 mol A 跟足量的 NaHCO_3 粉末反应, 生成 2.24 L CO_2 (标准状况), 若与足量金属钠反应则生成 2.24 L H_2 (标准状况), 说明分子中含有一个 —COOH 和一个 —OH。

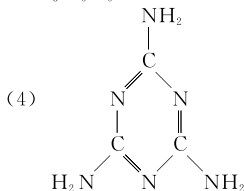
(4) A 的核磁共振氢谱中有 4 个峰, 说明分子中含有 4 种处于不同化学环境下的氢原子。

(5) 综上所述, A 的结构简式为 $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$ 。

16. (1) (2) 卤代烃 醛基 (3) 2-丁烯酸乙酯 (4) 环丁烷

[解析] 烃 A 的相对分子质量为 70, 则根据 $70 \div 14 = 5$, 得该烃的分子式是 C_5H_{10} 。核磁共振氢谱显示只有一种化学环境的氢, 所以为环戊烷。(2) HCCl_3 是三氯甲烷, 属于卤代烃。(4) C_4H_8 分子不能使溴水褪色, 说明不含碳碳双键, 且其一氯代物只有一种, 所以是环丁烷。

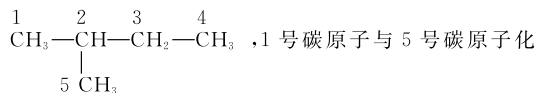
17. (1) 1 : 2 : 2
 (2) $3 \frac{100 \times 28.57\%}{12} < N(C) < \frac{150 \times 28.57\%}{12}$, 即 $2.4 < N(C) < 3.6$, 又 $N(C)$ 为正整数, 所以 $N(C) = 3$
 (3) $C_3H_6N_6$



【解析】(1) $N(C) : N(H) : N(N) = \frac{28.57\%}{12} : \frac{4.76\%}{1} : \frac{66.67\%}{14} = 1 : 2 : 2$ 。(2) $\frac{100 \times 28.57\%}{12} < N(C) < \frac{150 \times 28.57\%}{12}$, 即 $2.4 < N(C) < 3.6$, 又 $N(C)$ 为正整数, 所以 $N(C) = 3$ 。(3) 因为 $N(C) : N(H) : N(N) = 1 : 2 : 2$, 又 $N(C) = 3$, 所以, 分子中 $N(C)$ 、 $N(H)$ 、 $N(N)$ 分别为 3、6、6。

单元测评(一) A

1. C
 2. C 【解析】主链 5 个碳原子, 从左向右编号。
 3. B 【解析】 的分子式为 C_7H_8O , 的分子式也为 C_7H_8O , 二者互为同分异构体, B 项正确。
 4. B 【解析】通过观察“芬必得”的结构简式可知分子中含有羧基, 不属于芳香烃, B 项错误。
 5. C 【解析】解本题时先根据有机物的名称写出其结构简式, 然后再根据结构简式重新命名, 最后与原名称对照判断正误。如 C 项, 有机物的结构简式为 , 名称是 2,2-二甲基-3-己烯, 所以原名称错误。
 6. B 【解析】未知物 A 中 C、H、O 的原子个数比为 $\frac{52.16}{12} : \frac{13.14}{1} : \frac{100 - 52.16 - 13.14}{16} = 2 : 6 : 1$ 。未知物 A 的实验式(最简式)为 C_2H_6O , 因实验式中氢原子个数已达饱和, 故该实验式即为未知物 A 的分子式。
 7. B 【解析】立方烷分子中仅有 1 种等效氢原子, 因此它的一氯代物只有一种, 且核磁共振氢谱图上只有一个峰, A、C 项正确; 立方烷和苯乙烯的分子式均为 C_8H_8 , 二者互为同分异构体, D 项正确; 立方烷分子中的碳原子形成正方体结构, 其二氯代物的两个氯原子可分别在正方体的棱、面对角线、体对角线上, 共 3 种, B 项错。
 8. C 【解析】李比希最早提出测定有机化合物中碳、氢元素质量分数的方法, A 错误; 质谱仪测定的最大质荷比为相对分子质量, 则利用质谱仪可以测定有机物的相对分子质量, B 错误; 有机物 $CH_3CH(OH)CH_3$ 有 3 种等效氢, 核磁共振分析有 3 个峰, 且峰面积之比为 1 : 1 : 6, D 错误。
 9. B 【解析】A 项, 分子中心对称, 有两种不同化学环境的氢原子, 吸收峰有两组, 正确; B 项, 有 5 种不同化学环境的氢原子, 吸收峰有 5 组, 不正确; C 项, 有 3 种不同化学环境的氢原子, 吸收峰有 3 组, 正确; D 项, 该分子按中心点旋转 180° 后重叠, 有 4 种化学环境不同的氢原子, 吸收峰有 4 组, 正确。
 10. A 【解析】苯和溴苯互溶且难溶于水, 需根据沸点不同采用蒸馏法分离, A 项错误, B 项正确; 根据硝酸钾和氯化钠的溶解度不同, 可采用降温结晶法除去硝酸钾中的氯化钠杂质, C 项正确; HCl 能与 $NaHCO_3$ 反应生成 CO_2 , D 项正确。
 11. B 【解析】将 $(CH_3)_2CHCH_2CH_3$ 展开并编号为






- 学环境相同。若 1(或 5 号)、2 号碳原子各去掉 1 个 H 原子, 形成的烯烃为 2-甲基-1-丁烯; 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; 若 3、4 号碳原子各去掉 1 个 H 原子, 形成的烯烃为 3-甲基-1-丁烯; 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; 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; 故选 B。
 12. B 【解析】根据题意, 特定条件下可发生如下反应:
 从结构简式可知该反应是取代反应, A 项正确; 甲苯的相对分子质量小于二甲苯, 故沸点低于二甲苯, B 项错误; 四种物质中苯的沸点最低, 蒸馏时苯先被分离出来, C 项正确; 二甲苯混合物相互间沸点相近, 熔点差异大, 利用冷却结晶可以将温度控制在 $13^\circ C$ 左右, 使对二甲苯结晶析出, D 项正确。
 13. (1) 3,3,4-三甲基己烷
 (2) 3,3-二甲基-1-戊烯
 (3) 2,5-二甲基-4-乙基庚烷
 (4) 2-甲基-2,4-己二烯
 (5) $CH_3-CH_2-CH-CH-CH_2-CH_2-CH_3$
 (6) $CH_3-CH=C-CH_2-CH_3$
 (7) (8) 苯乙炔
 【解析】(2) 先将 改写为 , 然后再命名。
 14. (1) ① 2-甲基丙烷 ② 2 (2) ① $C_{20}H_{30}O$ ② 5
 (3) ① $CH_2=C-COOH$ ② 碳碳双键 羧基
 【解析】(1) A 的结构简式为 , 其同分异构体的结构简式为 , 分子中有 2 种化学环境不同的氢原子。
 (2) 根据键线式中每一个拐点代表一个碳原子, 每条线端点也代表一个碳原子, 可确定碳原子个数为 20, 该分子不饱和度为 6, 有一个氧原子, 可知维生素 A 的分子式为 $C_{20}H_{30}O$; 维生素 A 分子中含有 5 个碳碳双键, 故 1 mol 维生素 A 最多可与 5 mol H_2 加成。
 15. (1) 浓硫酸 饱和碳酸钠溶液 导气兼冷凝 (2) 4
 (3) CaO $CH_3CH_2CH_2OH$ 浓硫酸 $C_2H_5O_2$
 【解析】(1) C_3H_8O (醇) 与乙酸发生酯化反应要用浓硫酸作催化剂; 生成的乙酸丙酯蒸气中含有丙醇和乙酸, 要用饱和碳酸钠溶液分离混合物; 长导管起到导气和冷凝乙酸丙酯蒸气的作用。(2) C_3H_8O 对应的醇有两种($CH_3CH_2CH_2OH$ 和 $CH_3CHOHCH_3$), 两种醇可发生消去反应生成同一种物质丙烯; 任意两分子的醇可发生分子间脱水反应生成醚, 可以是相同醇分子间脱水, 也可以是不同醇分子间脱水, 则这两种醇任意组合, 可生成 3 种醚, 所以生成的有机物可能有 4 种。(3) 在乙酸和 1-丙醇的混合液中加入 CaO , 把乙酸转化为盐, 加热蒸

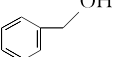
馏,试管B中收集到的馏分为1-丙醇,烧瓶中剩余的为乙酸钙的水溶液,再加浓硫酸得到乙酸,通过蒸馏分离得到乙酸。

16. (1) $C_4H_{10}O$ (2) C_2H_3O

[解析] (1)根据质谱图可知,该有机物的相对分子质量为74,碳的质量分数是64.86%,氢的质量分数是13.51%,氧的质量分数为 $1 - 64.86\% - 13.51\% = 21.63\%$,则该物质中碳、氢、氧原子个数之比 = $\frac{64.86\%}{12} : \frac{13.51\%}{1} : \frac{21.63\%}{16} = 4 : 10 : 1$,所以其实验式为 $C_4H_{10}O$,该有机物的相对分子质量为74,则该有机物的分子式与实验式相同,都是 $C_4H_{10}O$ 。(2) $n(H_2O) = \frac{2.7 \text{ g}}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.15 \text{ mol}$, $n(H) = n(H_2O) \times 2 = 0.3 \text{ mol}$, $m(H) = 0.3 \text{ g}$; $n(CO_2) = \frac{4.48 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.2 \text{ mol}$, $n(C) = n(CO_2) = 0.2 \text{ mol}$, $m(C) = 2.4 \text{ g}$, $m(C) + m(H) = 2.7 \text{ g}$,因有机物的质量为4.3 g,所以有机物中含有氧原子, $m(O) = 4.3 \text{ g} - 2.7 \text{ g} = 1.6 \text{ g}$, $n(O) = \frac{1.6 \text{ g}}{16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.1 \text{ mol}$,则有机物中C、H、O的物质的量之比为 $0.2 \text{ mol} : 0.3 \text{ mol} : 0.1 \text{ mol}$,因此该有机物的实验式为 C_2H_3O 。

单元测评(一) B

1. C **[解析]** 李比希燃烧法只能测定元素含量,二甲醚和乙醇互为同分异构体,无法用李比希燃烧法鉴别,A项错误;二甲醚和乙醇的相对分子质量相同,利用质谱法无法鉴别,B项错误;二甲醚与乙醇中的官能团不同,红外光谱法可鉴别,C项正确;二甲醚和乙醇的组成元素均为C、H、O,不能利用元素分析仪鉴别,D项错误。
2. C
3. B **[解析]** 乙酸乙酯在氢氧化钠溶液中水解,应用饱和碳酸钠溶液除杂,故A错误;苯甲酸与氯化钠的溶解度随温度变化不同,可用重结晶的方法分离,故B正确;工业酒精含有甲醇,直接蒸馏得到共沸物,不能得到纯净的无水酒精,故C错误;乙烯被氧化生成二氧化碳,引入新杂质,应用溴水除杂,故D错误。
4. B **[解析]** 三星烷、四星烷、五星烷的分子式分别为 C_9H_{12} 、 $C_{12}H_{16}$ 、 $C_{15}H_{20}$,它们不符合同系物的概念。对于选项D,它们的一氯代物均只有两种是正确的,而三星烷的二氯代物应该有7种。
5. B **[解析]** A中的有机物正确的名称应是1,2,4-三甲苯;主链含2个碳碳双键和6个碳原子,从左向右依次编号,系统命名为2-甲基-2,4-己二烯,B项正确;主链含5个碳原子,从左向右依次编号,系统命名为2,2,4-三甲基戊烷,C项错误;D中的物质名称应是3-甲基-1-丁炔。
6. A **[解析]** 分子中存在碳环的 C_4H_8 ,存在4个C—C单键,A项正确; 属于脂环烃, 存在C、H、N、O四种元素,不属于芳香烃,B项错误;虽然 和

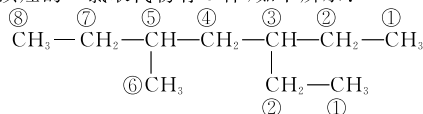
 的分子组成相差一个 $-CH_2-$,但结构不相似,前者属于酚,后者属于醇,因此二者不是同系物关系,C项错误;因红外光谱图上未发现有H—O键的振动吸收,故不能推测该有机物结构简式为 C_2H_5OH ,D项错误。

7. C **[解析]** 由题意可知, $C_4H_8Cl_2$ 是 C_4H_{10} 的二氯代物, C_4H_{10} 的一氯代物有4种结构,且这4种一氯代物的等效

氢共有12种,分别为 $\begin{array}{c} \text{①} \quad \text{②} \quad \text{③} \quad \text{④} \\ \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \\ | \\ \text{Cl} \end{array}$ 、
 $\begin{array}{c} \text{⑤} \quad \text{⑥} \quad \text{⑦} \quad \text{⑧} \\ \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \\ | \\ \text{Cl} \end{array}$ 、
 $\begin{array}{c} \text{⑨} \quad \text{⑩} \quad \text{⑪} \\ \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{CH}_3 \\ | \quad | \\ \text{Cl} \quad \text{CH}_3 \end{array}$ 、

$\begin{array}{c} \text{⑫} \\ | \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$,当第二个氯原子分别取代②和⑤、③和⑧、⑩和⑫的氢原子时,均只得到一种物质。因此分子式为 $C_4H_8Cl_2$ 的有机物共有 $12 - 3 = 9$ 种,C项正确。

8. C **[解析]** A项,峰面积比为3:2;B项,有三组峰,峰面积比为3:3:2;C项,符合题意;D项,峰面积比为1:1。
9. C **[解析]** 该有机物只含碳、氢两种元素,符合通式 C_nH_{2n+2} ,故属于烷烃;根据烷烃命名的原则确定主链和支链号位,则该有机物的命名为3-甲基-5-乙基庚烷,该烃与2,5-二甲基-3-乙基己烷分子式相同,互为同分异构体;该烃的一氯取代物有8种,如下所示:



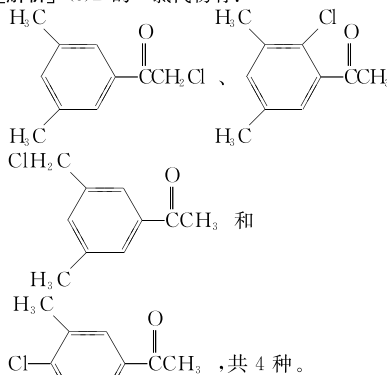
10. C **[解析]** 该有机物中C、H的物质的量分别是: $n(C) = \frac{4.4 \text{ g}}{44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.1 \text{ mol}$, $n(H) = \frac{2.7 \text{ g}}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 2 = 0.3 \text{ mol}$,故该有机物中C、H原子个数比为1:3,可将B、D选项排除。而由核磁共振氢谱分析可知该有机物中含有三种不同化学环境的氢原子,所以只能是 CH_3CH_2OH 。

11. B **[解析]** A项,该有机物中的环不是苯环,故该有机物不属于芳香族化合物,A项错误;B项,该有机物中含有羰基、醚键、羟基三种含氧官能团,B项正确;C项,该有机物中的氢原子处于5种不同的化学环境下,核磁共振氢谱中应有5个峰,C项错误;D项,该有机物中含有碳碳双键,能与溴发生加成反应,不能萃取溴水中的溴,D项错误。

12. D **[解析]** 根据题目信息知,滤液中有浓 H_2SO_4 和1,8-二硝基萘,浓 H_2SO_4 可溶于水,而1,8-二硝基萘不溶于水,故可以将滤液注入水中(相当于浓 H_2SO_4 的稀释),然后过滤即可。

13. (1)碳碳双键 羟基 (2) $C_9H_{12}O$ (3)4 (4)A和C B和F

[解析] (3)D的一氯代物有:



14. (1)6 $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \\ | \quad | \\ \text{H}_3\text{C} - \text{C} - \text{C} - \text{CH}_3 \\ | \quad | \\ \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \end{array}$ 2,2,3,3-四甲基丁烷

(2) $CH \equiv C - CH_2 - CH_3$ 1-丁炔, $CH_3 - C \equiv C - CH_3$ 2-丁炔, $CH_2 = CH - CH = CH_2$ 1,3-丁二烯

(3) $C_{10}H_{16}$ 2

[解析] (1)2,4,6-三甲基-5-乙基辛烷分子中4个支链上有4个 $-CH_3$ 原子团,两端有2个 $-CH_3$ 原子团,共有6个 $-CH_3$ 原子团。根据乙烷的一氯代物只有一种,将乙烷分子中的6个氢原子换成6个甲基,即得符合条件的

烷烃,该烃的结构简式为 $\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{CH}_3}{\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}}-\overset{\text{CH}_3}{\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}}-\text{CH}_3$,名称是

2,2,3,3-四甲基丁烷。

(2)由题意知 $\frac{n}{2n-2} = \frac{4}{6}$,解得 $n=4$,该烃的分子式为

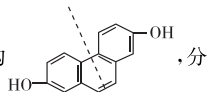
C_4H_6 ,它可能的链状同分异构体共有三种: $\text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$, $\text{CH}_3-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_3$, $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$ 。

(3)由图可知分子式为 $\text{C}_{10}\text{H}_{16}$;金刚烷的分子中有 6 个

“ $-\text{CH}_2-$ ”结构,4 个“ $-\text{CH}-$ ”,其一氯代物有两种。

15. (1)1:1:1:1:1:1 (2) $\text{BrCH}_2\text{CH}_2\text{Br}$ 2
(3)在核磁共振氢谱中,若出现 3 个峰且峰面积之比为 3:2:2,则 $\text{C}_3\text{H}_7\text{Br}$ 的结构为 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Br}$;若出现 2 个峰且峰面积之比为 6:1,则 $\text{C}_3\text{H}_7\text{Br}$ 的结构为 $\text{CH}_3-\overset{\text{Br}}{\underset{|}{\text{CH}}}-\text{CH}_3$

【解析】(1)该有机物是轴对称结构

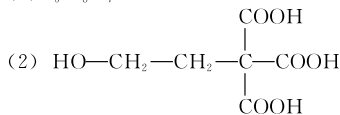


,分子中有 5 种等效氢原子,且每种等效氢原子的个数均为 2,所以该有机物在核磁共振氢谱中观察到 5 个峰且峰面积之比为 1:1:1:1:1。(2)分子式为 $\text{C}_2\text{H}_4\text{Br}_2$ 的化合物有两种结构 $\text{BrCH}_2-\text{CH}_2\text{Br}$ 和 $\text{CHBr}_2-\text{CH}_3$,在核磁共振氢谱中前者有一个峰,后者有两个峰。

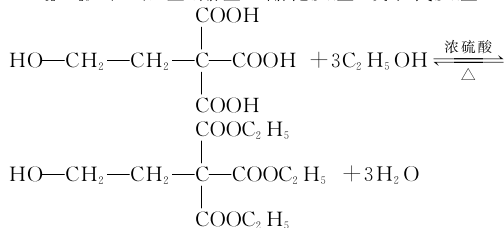
16. (1)B (2)C
(3)增大无水酒精与钠的接触面积,使之充分反应
(4)1 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ $\text{CH}_3-\text{O}-\text{CH}_3$
(5)AB
【解析】(1)可用排水法间接测量产生氢气的体积。(2)导管使分液漏斗液面上方的压强与蒸馏烧瓶内的压强一致,可以使无水酒精顺利流下。(4) $m(\text{C}_2\text{H}_6\text{O})=2.0\text{ mL}\times 0.789\text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}=1.578\text{ g}$, $n(\text{C}_2\text{H}_6\text{O})=1.578\text{ g}\div 46\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}\approx 0.034\text{ mol}$,由于 $0.034\text{ mol C}_2\text{H}_6\text{O}$ 与适量的 Na 完全反应可以生成 0.390 L H_2 ,则 $1.00\text{ mol C}_2\text{H}_6\text{O}$ 与 Na 反应能生成约 11.37 L H_2 ,约为 0.5 mol H_2 ,也就是说在 1 个 $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ 中,只有 1 个 H 可

以被 Na 置换,这说明 $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ 中的 6 个 H 中有 1 个与其他 5 个是不同的。

17. (1) $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$



- (3) $\text{C}_{12}\text{H}_{20}\text{O}_7$ 羟基、酯基 酯化反应(或取代反应)



【解析】(1) $N(\text{C}):N(\text{H}):N(\text{O})=\frac{37.5\%}{12}:\frac{4.2\%}{1}:$

$\frac{58.3\%}{16}=6:8:7$,所以得实验式为 $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ 。

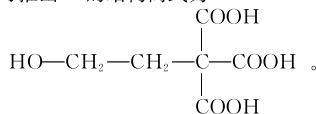
$n(\text{O}_2)=\frac{1.01\text{ L}}{22.4\text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}}\approx 0.045\text{ mol}$,设 A 的分子式为 $(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7)_n$,则有:

$$(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7)_n \sim \frac{9}{2}n\text{O}_2$$

$$\begin{array}{cc} 1 & 4.5n \\ 0.01\text{ mol} & 0.045\text{ mol} \end{array}$$

列式解得 $n=1$,所以 A 的分子式为 $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ 。

(2)1 mol A 与足量的碳酸氢钠溶液反应放出 3 mol CO_2 ,说明 A 分子中含 3 个羧基($-\text{COOH}$),A 与乙酸可发生酯化并结合 A 的分子式可知,A 中含有 1 个羟基。A 分子核磁共振氢谱中有 4 个吸收峰,且面积之比为 1:2:2:3,可推出 A 的结构简式为



第二章 烃和卤代烃

第一节 脂肪烃

第 1 课时 烷烃和烯烃

1. B 【解析】正丁烷的沸点为 -0.5°C ,常温时只需稍微加压即可液化,而减小压力即可汽化,所以最适合作打火机燃料,A 项判断正确;根据题中所给数据,烷烃沸点和燃烧热随碳原子数的增加并没有成比例递增,B 项判断错误;同分异构体的支链越多,熔沸点越低,C 项判断正确;分子里碳原子数 ≤ 4 的脂肪烃在常温常压下都是气体(新戊烷在常温常压下也是气体),正己烷有 6 个碳原子,常温常压下是液体,D 项判断正确。
2. C 【解析】对于烃,一般来说其相对分子质量越大,分子间作用力也越大,其沸点越高,故正己烷的沸点比①②③的高,但比甲苯的低;对于相对分子质量相同的烷烃,支链越多,沸点越低,故 2-甲基戊烷的沸点比正己烷的低,故沸点由低到高的顺序为①<②<③<④<正己烷<⑤,C 项正确。
3. C 【解析】符合 C_nH_{2n} 的烃也可能是环烷烃,A 项错;烷烃均能在光照条件下与氯气发生取代反应,但不能与氯水反应,B 项错;乙烯和丙烯的最简式均为 CH_2 ,14 g 混合气体中 $n(\text{CH}_2)=1\text{ mol}$,含碳原子数为 N_A ,C 项正确;烯烃和环烷烃具有同一通式,但烯烃和环烷烃不是同系物,D 项错。
4. B 【解析】酸性 KMnO_4 溶液可用于鉴别乙烷和乙烯,但不能用于除去乙烷中的乙烯,因为酸性 KMnO_4 溶液可将乙烯氧化成 CO_2 ,引入新的杂质。水和澄清的石灰水既不能鉴别乙烷和乙烯,也不能除去乙烷中的乙烯。只有溴水,与乙烷不反应,与乙烯发生加成反应而褪色,既可以鉴别乙烷和乙烯,又可以除去乙烷中的乙烯。

5. D 【解析】丙烯可看作乙烯分子中的一个 H 被 $-\text{CH}_3$ 取代,由于 C—H 之间的夹角为 120° ,故三个碳原子不可能共线,A 项错误;由于 $-\text{CH}_3$ 中的碳原子形成四个单键,分子中的原子不可能同时共面,B 项错误;丙烯分子不对称, HCl 分子也不对称,二者加成产物有两种: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$ 和 CH_3CHCH_3 ,C 项错误;丙烯分子中

含有 $\text{C}=\text{C}$,可使酸性 KMnO_4 溶液褪色,D 项正确。

6. B 【解析】加成产物的命名应为 2-甲基丁烷,A 项错误;采用逆向分析法,相邻的两个碳原子各去掉一个氢原子,有三种结果,故有 3 种不同的烯烃,B 项正确;1 mol H 消耗 0.5 mol O_2 ,即 0.25 mol O_2 ;1 mol C 消耗 1 mol O_2 ,故 1 mol 产物 C_5H_{12} 充分燃烧消耗 8 mol O_2 ,C 项错误; C_3H_6 有两种结构,一种是丙烯,还有一种是环丙烷,故不一定是烯烃,D 项错误。
7. B 【解析】该物质能使溴的四氯化碳溶液褪色,说明含有碳碳双键,符合条件的异构体有 $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{Cl}$ 、 $\text{CH}_2=\text{CClCH}_3$ 、 $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCl}$ (存在顺反异构),即符合条件的异构体共有 4 种。
8. A 【解析】a 为 2-甲基丙烯,b 为正丁烷,c 为新戊烷,d 为环丁烷。a 和 d 的分子式都是 C_4H_8 ,但其结构不同,由此可知两者互为同分异构体,①正确;b 为 C_4H_{10} ,c 为 C_5H_{12} ,两者均为烷烃,且相差一个 CH_2 ,两者为同系物,②正确;a 有不饱和键,能发生加成反应,b 中无不饱和键,不能发生加成反应,③不正确;在一定条件下,a、b、c、d 均能发生取代反应,④不正确。
9. B 【解析】某气态烃 1 体积只能与 1 体积 HBr 发生加成