


## 章末检测卷(一)




(满分: 100分)

一、选择题(本题包括 16 小题, 每小题 3 分, 共 48 分。每小题只有一个选项符合题意)

1. (2020·山西应县高二期中)下列对有机化合物的分类结果正确的是( )

- A. 乙烯、苯、环己烷属于不饱和烃
- B. 苯、环戊烷、环己烷同属于芳香烃
- C. 乙烯、乙炔同属于烯烃
- D.  同属于环烷烃

答案 D

解析 环己烷()分子中的碳碳键全部是单键, 属于饱和烃, 故 A 错误; 只由 C 和 H 两种元素组成, 含有苯环的为芳香烃, 环戊烷()、环己烷()不含有苯环, 不属于芳香烃, 属于脂环烃, 故 B 错误; 乙炔中含有碳碳三键, 属于炔烃, 故 C 错误; 饱和环烃为环烷烃, 环戊烷、环丁烷、乙基环己烷均属于环烷烃, 故 D 正确。

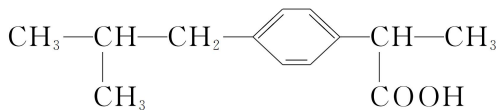
2. 下列有机物中, 属于烃的衍生物且含有两种官能团的是( )

- A.  $\text{CH}_3\text{Cl}$
- B.  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$
- C.  $\text{CH}_2=\text{CHBr}$
- D.  $\text{CH}_2=\text{CH}_2$

答案 C

解析  $\text{CH}_3\text{Cl}$ 、 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$  属于烃的衍生物但只有一种官能团,  $\text{CH}_2=\text{CHBr}$  中含有碳碳双键和碳溴键,  $\text{CH}_2=\text{CH}_2$  属于烃类物质。

3. 具有解热镇痛及消炎作用的药物“芬必得”主要成分的结构简式为



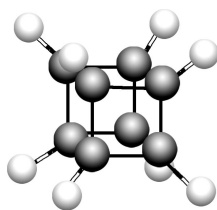
, 下列关于“芬必得”主要成分的叙述错误的是( )

- A. 该物质的分子式为  $\text{C}_{13}\text{H}_{18}\text{O}_2$
- B. 该物质属于芳香烃
- C. 该物质属于羧酸类有机物
- D. 该物质可以发生取代反应

答案 B

解析 由“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。

4. 如图是立方烷的球棍模型, 下列有关说法不正确的是( )



- A. 它的一氯代物只有一种
- B. 它的二氯代物有两种
- C. 它的核磁共振氢谱图上只有一组峰
- D. 它与苯乙烯( $C_6H_5-CH=CH_2$ )互为同分异构体

答案 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组峰, 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 项错误。

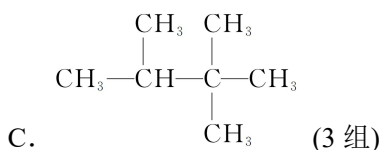
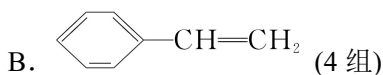
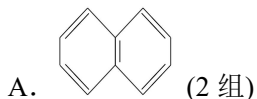
5. 随着科学技术的发展, 人们可以利用很多先进的方法和手段来测定有机物的组成和结构。下列说法正确的是( )

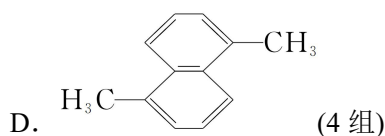
- A. 李比希元素分析仪可以测定有机物的结构简式
- B. 质谱仪能根据最小的碎片离子确定有机物的相对分子质量
- C. 红外光谱仪能测出各种化学键和官能团
- D. 对有机物  $CH_3CH(OH)CH_3$  进行核磁共振分析, 能得到 4 组峰, 且峰面积之比为 1 : 1 : 3 : 3

答案 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 种等效氢原子, 核磁共振氢谱中有 3 组峰, 且峰面积之比为 1 : 1 : 6, D 错误。

6. 下列化合物的核磁共振氢谱中吸收峰的数目不正确的是( )





答案 B

解析 A项, 分子中心对称, 有2种不同化学环境的氢原子, 吸收峰有2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 $180^\circ$ 后重叠, 有4种不同化学环境的氢原子, 吸收峰有4组, 正确。

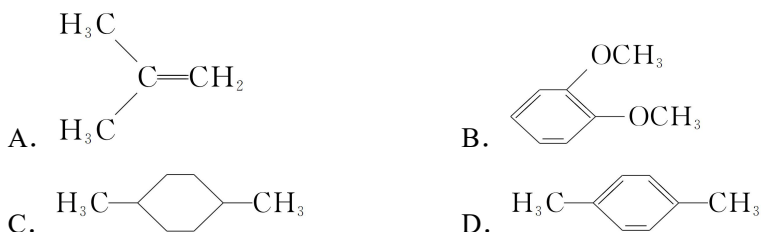
7. 下列分离或除杂方法不正确的是( )

- A. 利用密度与水大小的差异, 用水分离苯和溴苯
- B. 利用沸点差异, 用蒸馏法分离苯和溴苯
- C. 用降温结晶法除去硝酸钾中的氯化钠杂质
- D. 用饱和  $\text{NaHCO}_3$  溶液除去  $\text{CO}_2$  中混有的少量  $\text{HCl}$  气体

答案 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受温度影响的不同, 可采用降温结晶法除去硝酸钾中的氯化钠杂质, C项正确;  $\text{HCl}$  能与  $\text{NaHCO}_3$  反应生成  $\text{CO}_2$ , D项正确。

8. 在核磁共振氢谱中出现两组峰, 其氢原子数之比为3:2的化合物是( )

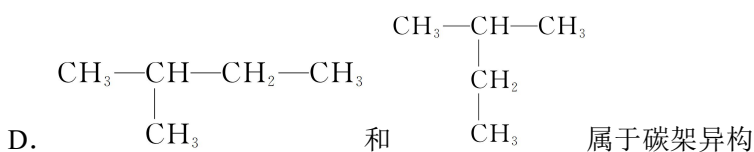


答案 D

解析 根据有机物结构简式可判断 A 中有2组峰, 其氢原子数之比为3:1, B 中有3组峰, 其氢原子数之比为3:1:1, C 中有3组峰, 其氢原子数之比为3:1:4, D 中有2组峰, 其氢原子数之比为3:2。

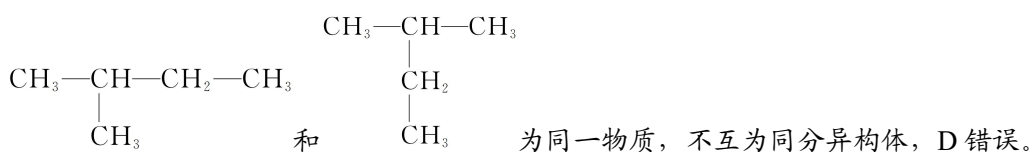
9. 下列说法正确的是( )

- A.  $\text{C}_3\text{H}_7\text{Cl}$  有3种同分异构体
- B. 相对分子质量相同、结构不同的两种化合物互为同分异构体
- C. 同分异构体之间的转化是化学变化



答案 C

解析  $C_3H_7Cl$  有 2 种同分异构体, 即  $(CH_3)_2CHCl$  和  $CH_3CH_2CH_2Cl$ , A 错误; 相对分子质量相同, 但分子式不一定相同, 故相对分子质量相同、结构不同的两种化合物不一定互为同分异构体, B 错误; 同分异构体为不同的物质, 故它们之间的转化是化学变化, C 正确;



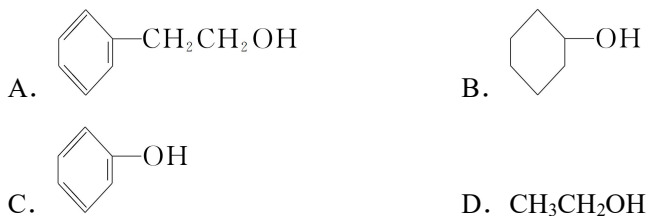
10. 为提纯下列物质(括号内的物质为杂质), 所选用的除杂试剂和分离方法都正确的是( )

选项	A	B	C	D
被提纯物质	乙醇(水)	乙醇(乙酸)	乙烷(乙烯)	溴苯(溴)
除杂试剂	生石灰	氢氧化钠溶液	酸性高锰酸钾溶液	KI 溶液
分离方法	蒸馏	分液	洗气	分液

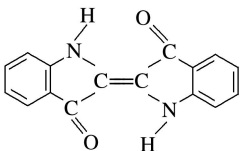
答案 A

解析 生石灰与水反应, 消耗了乙醇中混有的水, 蒸馏可得到乙醇, A 项正确; 乙醇易溶于水, 利用分液的方法不能将乙醇与盐溶液分离开, B 项错误; 酸性高锰酸钾溶液可将乙烯氧化为二氧化碳, 引入了新的杂质, C 项错误; 溴可将 KI 氧化为碘单质, 而碘易溶于溴苯, 引入了新的杂质, D 项错误。

11. 下列物质中既属于芳香族化合物又属于醇的是( )



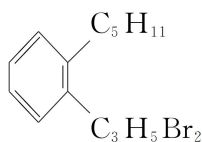
答案 A

12. 靛蓝的结构简式为  , 下列关于靛蓝的叙述错误的是( )

- A. 靛蓝由碳、氢、氧、氮四种元素组成
- B. 它的分子式为  $C_{16}H_{10}N_2O_2$
- C. 该物质属于芳香族化合物
- D. 它含有碳碳双键和酯基

答案 D

13. 某有机物结构如图所示, 它的结构最多有( )



A. 108 种 B. 72 种 C. 56 种 D. 32 种

答案 B

解析  $-\text{C}_5\text{H}_{11}$  是戊烷去掉一个 H 之后形成的戊基，共 8 种； $-\text{C}_3\text{H}_5\text{Br}_2$  根据碳架异构和 Br 位置异构共 9 种，因此总共  $8 \times 9 = 72$  种。

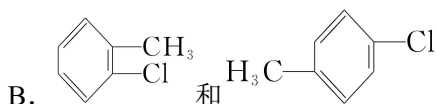
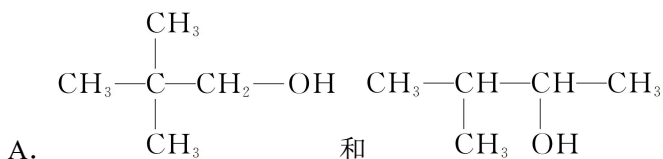
14. 二甲醚和乙醇互为同分异构体，其鉴别可采用化学方法或物理方法，下列鉴别方法中不能对二者进行鉴别的是( )

- A. 利用金属钠或金属钾 B. 利用质谱法  
C. 利用红外光谱法 D. 利用核磁共振氢谱

答案 B

解析 乙醇中含有  $-\text{OH}$ ，可与金属钠或金属钾反应生成氢气，可鉴别，A 正确；质谱法可测定有机物的相对分子质量，由于二者分子式相同，相对分子质量相同，利用质谱法不能鉴别，B 错误；二甲醚和乙醇中分别含有醚键和羟基，官能团不同，可用红外光谱法鉴别，C 正确；二者含有的氢原子的种类和性质不同，可用核磁共振氢谱鉴别，D 正确。

15. 下列各组物质不互为同分异构体的是( )



C.  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  和  $\text{NH}_4\text{CNO}$



答案 D

解析 A、B、C 三个选项中二者的分子式相同、结构不同，互为同分异构体；D 项中  $\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{C}=\text{CH}_2 \\ | \\ \text{COOH} \end{array}$  的分子式为  $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_2$ ， $\text{HCOOCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$  的分子式为  $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$ ，分子式不同，不互为同分异构体。

16.  $\text{C}_6\text{H}_{14}$  的各种同分异构体中所含甲基数和它的一氯取代物的数目分别是( )

- A. 2 个甲基，能生成 4 种一氯代物  
B. 4 个甲基，能生成 1 种一氯代物  
C. 3 个甲基，能生成 5 种一氯代物

D. 4 个甲基，能生成 4 种一氯代物

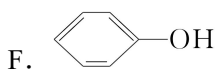
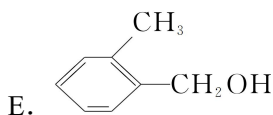
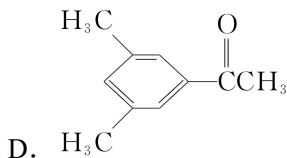
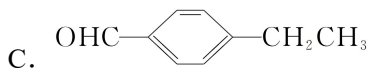
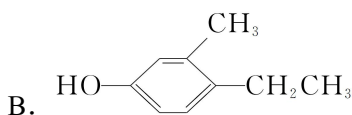
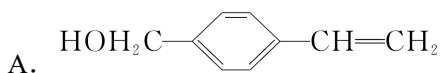
答案 C

解析 含 2 个甲基，为  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ ，有 3 种类型的氢原子，则有 3 种一氯代物，

故 A 错误；含 4 个甲基，有  $\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ | \quad | \\ \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \end{array}$  和  $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$  两种结构，前一种结构有 2 种一氯代物，后一种结构有 3 种一氯代物，故 B、D 错误；含 3 个甲基，有  $\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$  和  $\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$  两种结构，前一种结构有 5 种一氯代物，后一种结构有 4 种一氯代物，故 C 正确。

二、非选择题(本题包括 5 小题，共 52 分)

17. (12 分)现有六种有机物，请回答下列问题：



(1)A 物质中含有的官能团名称为\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。

(2)B 的分子式为\_\_\_\_\_。

(3)D 的一氯代物最多有\_\_\_\_\_种。

(4)上述化合物中互为同分异构体的是\_\_\_\_\_ (填字母，下同)；互为同系物的是\_\_\_\_\_。

答案 (1)碳碳双键 羟基 (2) $\text{C}_9\text{H}_{12}\text{O}$  (3)4 (4)A 和 C B 和 F

解析 (1)根据 A 的结构简式可知，分子中含有的官能团名称是碳碳双键、羟基。(2)根据 B 的结构简式可知 B 的分子式为  $\text{C}_9\text{H}_{12}\text{O}$ 。(3)根据同一个碳原子上的氢原子是等效的，其次同一个碳原子所连接的所有甲基上的氢原子是等效的，再就是具有对称性结构的(类似于平面镜成像中物体和像的关系)可知，D 分子中氢原子为 4 类，因此 D 的一氯代物最多有 4 种。

(4)分子式相同，而结构不同的化合物互为同分异构体，则上述化合物中互为同分异构体的是 A 和 C；结构相似，分子组成相差若干个  $\text{CH}_2$  原子团的有机物互为同系物，则互为同系物的是 B 和 F(因为二者均属于酚)。

18. (8 分)一般来说，对一种未知有机物结构的测定主要包括以下几个方面：

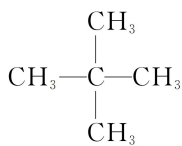
- ①确定相对分子质量；
- ②测定元素组成(种类和比例)；
- ③研究该有机物的各种性质；
- ④确定结构。

(1)相对分子质量的确定一般利用质谱法、蒸气密度法等。某有机物 A 的质谱图显示其相对分子质量最大是 72。组成元素的测定常采用元素分析仪，也可采用燃烧法。称取 3.6 g A，在足量氧气中充分燃烧，生成物通过浓硫酸后，浓硫酸的质量增加 5.4 g，剩余气体通过碱石灰，碱石灰的质量增加 11 g，则有机物 A 的分子式为\_\_\_\_\_。

(2)核磁共振谱常用氢谱或碳谱，它主要测定分子中具有不同特点的 H 或 C 的种类与比例。

如对于有机物  $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \end{array}$ ，其碳谱有四组峰，峰面积之比为 2 : 1 : 1 : 1；氢谱有四组峰，峰面积之比为 1 : 2 : 3 : 6。有机物 A 的碳谱有两组峰，峰面积之比为 4 : 1，氢谱有一组峰。试写出有机物 A 的结构简式：\_\_\_\_\_。

(3)有机物 A 的一氯代物有\_\_\_\_\_种，二氯代物有\_\_\_\_\_种。



答案 (1) $\text{C}_5\text{H}_{12}$  (2) (3)1 2

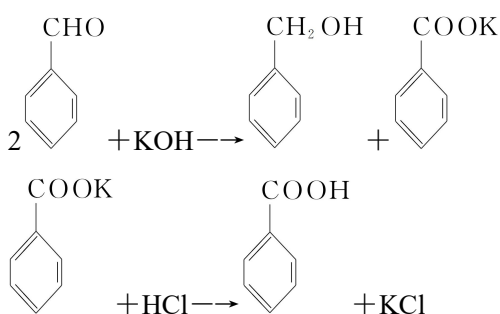
解析 (1)燃烧后产物通过浓硫酸，浓硫酸增重 5.4 g，即燃烧生成的水为 5.4 g，物质的量为 0.3 mol，说明 A 中有 H，物质的量为 0.6 mol；通过碱石灰，增重 11 g，碱石灰吸收的为  $\text{CO}_2$ ，则燃烧生成的  $\text{CO}_2$  物质的量为 0.25 mol，说明 A 中有 C，物质的量为 0.25 mol。质谱图显示其相对分子质量最大是 72，则 A 的相对分子质量为 72，3.6 g A 的物质的量为 0.05 mol，所以 1 个 A 分子中的碳原子数为  $\frac{0.25 \text{ mol}}{0.05 \text{ mol}} = 5$ ，氢原子数为  $\frac{0.6 \text{ mol}}{0.05 \text{ mol}} = 12$ ，所以 A 的分子式为  $\text{C}_5\text{H}_{12}$ 。

(2)有机物 A 的碳谱有两组峰，峰面积之比为 4 : 1，说明 A 中有 2 种类型的碳原子，氢谱有

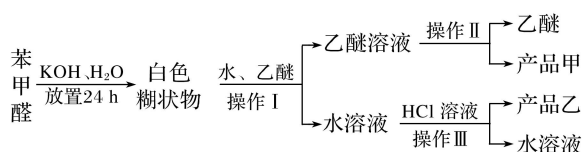
一组峰，说明只有 1 种类型的氢原子，所以 A 的结构简式为  $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$ 。

(3)A 分子中的氢原子都是等效氢，所以只有 1 种一氯代物。如果分子中的 2 个氢原子被氯原子代替，可以是同一个碳原子上的 2 个氢原子被氯原子取代，也可以是不同碳原子上的氢原子被氯原子取代，所以二氯代物有 2 种。

19. (12分)实验室制备苯甲醇和苯甲酸的化学原理是

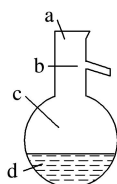


已知苯甲醛易被空气氧化，苯甲醇的沸点为 205.3 ℃；苯甲酸的熔点为 121.7 ℃，沸点为 249 ℃，溶解度为 0.34 g；乙醚的沸点为 34.8 ℃，难溶于水。制备苯甲醇和苯甲酸的主要过程如下所示：



试根据上述信息回答下列问题：

- 操作 I 的名称是\_\_\_\_\_，乙醚溶液中所溶解的主要成分是\_\_\_\_\_。
- 操作 II 的名称是\_\_\_\_\_，产品甲是\_\_\_\_\_。
- 操作 III 的名称是\_\_\_\_\_，产品乙是\_\_\_\_\_。
- 如图所示，操作 II 中温度计水银球上沿放置的位置应是\_\_\_\_\_ (填“a”“b”“c”或“d”)处，该操作中，除需蒸馏烧瓶、温度计外，还需要的玻璃仪器是\_\_\_\_\_，收集产品甲的适宜温度为\_\_\_\_\_。



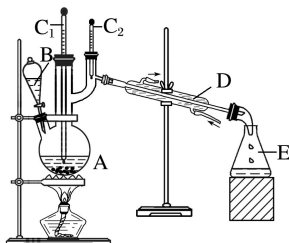
答案 (1)萃取、分液 苯甲醇 (2)蒸馏 苯甲醇 (3)过滤 苯甲酸 (4)b 冷凝管、酒精灯、锥形瓶、牛角管 34.8 ℃

解析 由流程可知，苯甲醛与 KOH 反应生成苯甲醇、苯酸钾，然后加水、乙醚萃取苯甲醇，则乙醚溶液中含苯甲醇，操作 II 为蒸馏，得到产品甲为苯甲醇；水溶液中含苯酸钾，加盐酸发生强酸制取弱酸的反应，生成苯甲酸，苯甲酸的溶解度小，则操作 III 为过滤，则产品乙为苯甲酸。

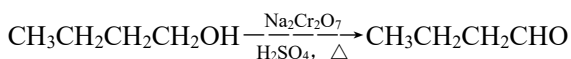
- 据上述分析，操作 I 为萃取、分液；乙醚溶液中溶解的主要成分为苯甲醇。
- 乙醚溶液中含苯甲醇，操作 II 为蒸馏，得到的产品甲为苯甲醇。
- 水溶液中含苯酸钾，加盐酸发生强酸制取弱酸的反应，生成苯甲酸，苯甲酸的溶解度小，则操作 III 为过滤，则产品乙为苯甲酸。

(4)蒸馏时，温度计的水银球应在支管口处，则温度计水银球的放置位置为 b 处；蒸馏实验中需要的玻璃仪器有：蒸馏烧瓶、温度计、冷凝管、牛角管(尾接管)、酒精灯、锥形瓶，所以还缺少的玻璃仪器为冷凝管、酒精灯、锥形瓶、牛角管；通过蒸馏分离出的是乙醚，根据乙醚的沸点可知控制蒸气的温度为 34.8 ℃。

20. (12 分)正丁醛是一种化工原料。某实验小组利用如下装置合成正丁醛。



发生的反应如下：



反应物和产物的相关数据列表如下：

	沸点/℃	密度/(g·cm <sup>-3</sup> )	水中溶解性
正丁醇	117.2	0.810 9	微溶
正丁醛	75.7	0.801 7	微溶

实验步骤如下：

将 6.0 g Na<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 放入 100 mL 烧杯中，加 30 mL 水溶解，再缓慢加入 5 mL 浓硫酸，将所得溶液小心转移至 B 中。在 A 中加入 4.0 g 正丁醇和几粒沸石，加热。当有蒸汽出现时，开始滴加 B 中溶液。滴加过程中保持反应温度为 90~95 ℃，在 E 中收集 90 ℃ 以下的馏分。

将馏出物倒入分液漏斗中，分去水层，有机层干燥后蒸馏，收集 75~77 ℃ 馏分，产量 2.0 g。

回答下列问题：

- (1)实验中，能否将 Na<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 溶液滴加到浓硫酸中，并说明理由：\_\_\_\_\_。
- (2)加入沸石的作用是\_\_\_\_\_。若加热后发现未加沸石，应采取的正确方法是\_\_\_\_\_。
- (3)上述装置图中，仪器 B 的名称是\_\_\_\_\_，仪器 D 的名称是\_\_\_\_\_。
- (4)分液漏斗使用前必须进行的操作是\_\_\_\_\_(填字母)。
  - 润湿
  - 干燥
  - 检漏
  - 标定
- (5)将正丁醛粗产品置于分液漏斗中分离水时，水在\_\_\_\_\_(填“上”或“下”)层。
- (6)反应温度应保持在 90~95 ℃，其原因是\_\_\_\_\_。

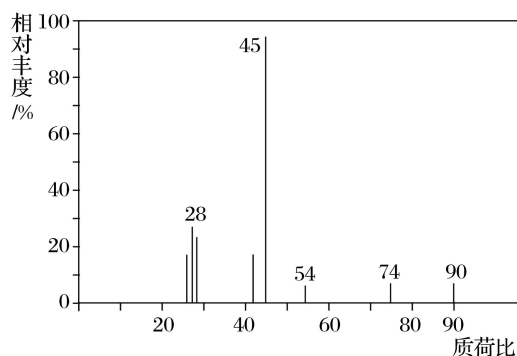
答案 (1)不能，易造成液体飞溅 (2)防止暴沸 冷却后补加 (3)分液漏斗 直形冷凝管 (4)c (5)下 (6)既可保证正丁醛及时蒸出，又可尽量避免其被进一步氧化

解析 (1)由于浓硫酸的密度大，且溶于水放热，所以实验中不能将 Na<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 溶液滴加到浓硫酸中，否则容易导致液体飞溅。(2)加入沸石的作用是防止暴沸，若加热后发现未加沸石，应采取的正确方法是冷却后补加。(3)仪器 B 的名称是分液漏斗，仪器 D 的名称是直形冷凝管。

(4)分液漏斗使用前必须进行检漏。(5)正丁醛的密度为  $0.8017 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ , 小于水的密度, 则水在下层。(6)根据各物质的沸点可知, 反应温度应保持在  $90 \sim 95 \text{ }^\circ\text{C}$ , 既可保证正丁醛及时蒸出, 又可尽量避免其被进一步氧化。

21. (8分)有机物 C 常用于食品行业。已知  $9.0 \text{ g}$  C 在足量  $\text{O}_2$  中充分燃烧, 将生成的混合气体依次通过足量的浓硫酸和碱石灰, 分别增重  $5.4 \text{ g}$  和  $13.2 \text{ g}$ , 经检验剩余气体为  $\text{O}_2$ 。

(1)C 分子的质谱图如图所示, 从图中可知其相对分子质量是 \_\_\_\_\_, 则 C 的分子式是 \_\_\_\_\_。

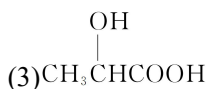


(2)C 能与  $\text{NaHCO}_3$  溶液发生反应, C 一定含有的官能团名称是 \_\_\_\_\_。

(3)C 分子的核磁共振氢谱有 4 组峰, 峰面积之比是  $1:1:1:3$ , 则 C 的结构简式是 \_\_\_\_\_。

(4) $0.1 \text{ mol}$  C 与足量 Na 反应, 在标准状况下产生  $\text{H}_2$  的体积是 \_\_\_\_\_ L。

答案 (1)90  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$  (2)羧基



(4)2.24

解析 (1)有机物质谱图中, 最右边的峰表示有机物的相对分子质量, 因此该有机物的相对分子质量为 90。浓  $\text{H}_2\text{SO}_4$  吸水, 所以生成的水是  $5.4 \text{ g}$ , 即  $0.3 \text{ mol}$ ; 碱石灰吸收  $\text{CO}_2$ , 则  $\text{CO}_2$  是  $13.2 \text{ g}$ , 即  $0.3 \text{ mol}$ 。所以  $9.0 \text{ g}$  C 中氧原子的物质的量是  $\frac{9.0 \text{ g} - 0.3 \text{ mol} \times 2 \times 1 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1} - 0.3 \text{ mol} \times 12 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}}{16 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}} = 0.3 \text{ mol}$ , 所以此有机物的实验式为

$\text{CH}_2\text{O}$ , 又因其相对分子质量为 90, 所以 C 的分子式为  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$ 。(2)C 能与  $\text{NaHCO}_3$  溶液发生反应, 则 C 中含有官能团羧基。(3)根据氢原子的种类及个数之比可知, C 的结构简式为



$\text{CH}_3\text{CHCOOH}$ 。(4)C 中含有 1 个羟基和 1 个羧基, 所以  $0.1 \text{ mol}$  C 与足量 Na 反应能生成  $0.1 \text{ mol}$   $\text{H}_2$ , 标准状况下的体积是  $2.24 \text{ L}$ 。