

配江苏教育版

普通高中课程标准实验教科书



Jiaoxue Yu Ceshi

高中

化学

教学与测试

《高中化学教学与测试》编委会 编



选修

有机化学基础



苏州大学出版社





《高中化学教学与测试》

编委会

(江苏教育版·选修 有机化学基础)

主 任：高 敏 吴培华

执行编委：顾德林 毛 明

编 委：毛 明 朱绍昌 吴培华 陆子涪

张 凝 陈孝康 徐 宾 高 敏

耿曙生 管兆宁 顾德林 庄 浩

严建波



前 言

PREFACE

为

了配合全日制普通高中课程标准实验教科书(江苏教育版·化学选修)的使用,根据教育部新颁布的教学大纲和新课程标准的精神,结合化学选修教材编写的特点和教学要求的变化,我们组织了特级教师、学科带头人和骨干教师,在认真学习、深刻理解,交流研讨新教材、新课标的基础上,编写了《高中化学教学与测试·选修 有机化学基础》。

本书按江苏教育版选修教材的章节顺序和教学指导用书建议的课时计划编写,与教学过程同步。每一专题内容设计了课时训练和专题总结等板块,力求引导学生自主学习、自主检测与反馈,实现知识与能力,过程与方法,情感、态度与价值观等发展目标。课时训练中的“精讲释疑”针对学生学习过程中出现的疑难问题,精讲释疑,指点迷津,旨在帮助学生解析难点、掌握要点,将新旧知识融会贯通。“启迪思维”通过对典型例题的剖析,阐述该课时知识的应用与思考问题的方法,旨在帮助学生掌握基本的思想方法,形成基本的解题思路,提高学生审题和解题的能力。“反馈测评”与授新课同步,注重基础性、建构性和精细化,以夯实学生的基础知识,形成基本的解题技能。专题总结中的“归纳拓展”引导学生将本专题内容进行归纳整理、举一反三、探究创新,以培养学生的创新精神与实践能力。“反馈测评”习题的选编与教材知识点相吻合,兼顾重点与难点,体现了系统性、渐进性和方法性,以帮助学生巩固知识,提高思维能力。模块复习中的“归纳拓展”以图表及文字的形式表明了该模块的知识体系和网络结构,重点突出,脉络清晰;“自主测评”供学生在学完该模块内容以后综合测试之用,习题的编制以能力培养立意,按识记与理解、巩固与运用、迁移与提升三个层次设计,在要求上有明显的梯度,体现了学科内知识的综合,旨在引导学生用化学知识分析、解决实际问题,在实践中领悟化学学科的基本思想与方法。书中的习题均附有参考答案,能力要求较高的习题给出了提示或详细的解题过程。

本书主要编写人员为:毛明、庄浩、严建波、郑学裕、张援、张苏平、陶兴学、钱雪良、唐敏、顾德林、邵燕。

高中化学课程以模块的形式呈现在我国还是第一次,我们编写这样的教学指导用书也是一种尝试。由于时间仓促,书中的缺点和错误在所难免,欢迎使用本书的广大师生批评指正。

编 者

2006.3

目 录

CONTENTS

专题 1 认识有机化合物

第一单元 有机化学的发展和应用	(1)
第一课时 有机化学的发展和应用	(1)
第二单元 科学家怎样研究有机物	(4)
第一课时 有机化合物组成的研究	(4)
第二课时 有机化合物结构的研究(一)	(7)
第三课时 有机化合物结构的研究(二)	(10)
第四课时 有机化学反应的研究(一)	(13)
第五课时 有机化学反应的研究(二)	(17)
 专题总结	(20)

专题 2 有机物的结构与分类

第一单元 有机物的结构	(25)
第一课时 有机物中碳原子的成键特点(一)	(25)
第二课时 有机物中碳原子的成键特点(二)	(28)
第三课时 有机物结构的表示方法	(30)
第四课时 同分异构体(一)	(33)
第五课时 同分异构体(二)	(37)
第六课时 同分异构体(三)	(40)
第二单元 有机化合物的分类和命名	(45)
第一课时 有机化合物的分类	(45)
第二课时 有机化合物的命名(一)	(49)
第三课时 有机化合物的命名(二)	(53)
第四课时 有机化合物的命名(三)	(58)
 专题总结	(62)

专题 3 常见的烃

第一单元 脂肪烃	(67)
第一课时 脂肪烃(一)	(67)
第二课时 脂肪烃(二)	(69)
第三课时 脂肪烃的来源与石油化学工业	(73)



第二单元 芳香烃	(76)
第一课时 苯的结构与性质	(76)
第二课时 苯同系物的结构与性质	(79)
第三课时 芳香烃的来源与应用	(82)
 专题总结	(86)

专题 4 烃的衍生物

第一单元 卤代烃	(90)
第一课时 卤代烃	(90)
第二单元 醇、酚	(93)
第一课时 醇的性质和应用(一)	(93)
第二课时 醇的性质和应用(二)	(97)
第三课时 酚的性质和应用(一)	(101)
第四课时 酚的性质和应用(二)	(105)
第三单元 醛和羧酸	(108)
第一课时 醛的性质与应用	(108)
第二课时 羧酸的性质与应用(一)	(111)
第三课时 羧酸的性质与应用(二)	(115)
 专题总结	(119)

专题 5 生命活动的物质基础

第一单元 糖类 油脂	(123)
第一课时 糖类(一)	(123)
第二课时 糖类(二)	(126)
第三课时 油脂	(129)
第二单元 氨基酸 蛋白质 核酸	(131)
第一课时 氨基酸	(131)
第二课时 蛋白质 核酸(一)	(134)
第三课时 蛋白质 核酸(二)	(137)
 专题总结	(140)

模块复习	(144)
检测评估	(145)
参考答案	(151)



专题1 认识有机化合物

第一单元 有机化学的发展和应用

第一课时 有机化学的发展和应用



精讲释疑

1. 有机化学的发展经历了哪些阶段?

有机化学的发展经历了三个阶段:第一阶段是从动植物中分离、提取出天然有机物并加以利用;第二阶段是研究有机物的组成、结构、性质和应用;第三阶段是根据需要合成自然界中存在的或不存在的有机物。目前,有机化学的发展处于第二、第三阶段。

2. 有机化学有哪些重要的应用?

在农业上,应用有机化学研究合成杀虫剂、除草剂,利用基因工程育种,研究光合作用的机制等。在工业上,利用有机化学知识加工天然有机物,生产合成洗涤剂,生产合成纤维、合成橡胶和塑料,制造新的有机高分子材料。在医学、生命科学方面,利用有机化学知识从植物中提取药物;改造药物的分子结构,减少药物的副作用,提高药效;研制防病治病的新药。在日常生活中,利用有机化学知识帮助我们安全、合理地使用有机化学品(如洗涤剂、消毒剂、染发剂、防腐剂),提高生活的质量。



启迪思维

例题 有机化学的发展极大地提高了人类的生活质量。家用洗衣机的外壳材料是人工合成的ABS工程树脂,它由丙烯腈($\text{CH}_2=\text{CHCN}$,英文缩写A)、1,3-丁二烯($\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$,英文缩写B)和苯乙烯($\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}=\text{CH}_2$,英文缩写S)按一定配比共聚而得。

(1) A、B和S三种单体中,碳氢原子个数比值最小的单体是_____。

(2) 经元素分析可知该ABS样品的组成为 $\text{C}_a\text{H}_b\text{N}_c$ (a 、 b 、 c 为正整数),则原料中 $\text{CH}_2=\text{CHCN}$ 和 $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$ 的物质的量之比是_____ (用 a 、 b 、 c 表示)。

分析 (1) A、B、S的碳氢原子个数比分别为 1 、 $\frac{2}{3}$ 、 1 ,所以1,3-丁二烯中的碳氢原子个数比最小。(2) 根据三种单体的组成关系可知,样品中的氮原子只来源于 $\text{CH}_2=\text{CHCN}$,所以生成1个 $\text{C}_a\text{H}_b\text{N}_c$ 分子需要 c 个 $\text{CH}_2=\text{CHCN}$ 分子,由(1)的碳氢比可知,1个 $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$ 分子中氢原子比碳原子多2个,而1个 $\text{C}_a\text{H}_b\text{N}_c$ 分子中氢原子比碳

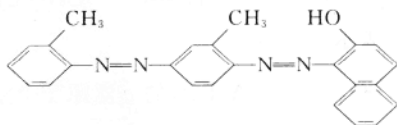


原子多 $(b-a)$ 个,所以形成1个 $C_aH_bN_c$ 分子需要 $\frac{b-a}{2}$ 个 $CH_2=CH-CH=CH_2$ 分子,则ABS样品的原料中A和B的物质的量之比为 $2c:(b-a)$ 。



反馈测评

- 最早提出有机化学概念的科学家是 ()
A. 瑞典的贝采里乌斯 B. 德国的李比希
C. 英国的道尔顿 D. 德国的维勒
- 下列各组物质中,都不属于天然有机物的是 ()
A. 淀粉、蛋白质 B. 棉花、水泥
C. 石油、油脂 D. 酚醛树脂、塑料
- 1965年,我国科学家完成了世界上第一次人工合成蛋白质的工作,合成的蛋白质是 ()
A. 青霉素 B. 结晶牛胰岛素 C. 核糖核酸 D. 氨基酸
- 形成化合物种数最多的元素在周期表中的 ()
A. 第四周期ⅧA族 B. 第二周期ⅣA族
C. 第三周期ⅣA族 D. 第三周期ⅦA族
- 以下命题,违背化学变化规律的是 ()
A. 将 CO_2 与 H_2 反应生成有机物 B. 煤加氢变成人造石油
C. 水变成汽油 D. 用化学方法改变某种蛋白质的结构
- 背景材料:①2004年夏季,特氟隆(聚四氟乙烯 $[-CF_2-CF_2-]_n$)不粘锅事件引起公众关注;②2004年冬季,诺贝尔化学奖授予研究蛋白质的科学家;③2005年冬季,松花江发生苯、硝基苯泄漏造成的水污染事故;④2005年冬季,我国发生多起人感染了禽流感。其中涉及有机化学且说法正确的是 ()
A. 特氟隆的单体四氟乙烯是高分子化合物
B. 蛋白质是由氨基酸形成的不可降解的高分子化合物
C. 苯、硝基苯极易溶于水中
D. 高致病性禽流感病毒是有机物
- 合成的药物能帮助人类战胜疾病。人类通过合成的药物治疗疾病,大大地延长了人类的寿命。下列有关合成药物的叙述正确的是 ()
A. 合成的药物都是有机化合物 B. 合成的药物没有副作用
C. 合成药物一定要以有机化合物为原料 D. 可以针对某种疾病合成新的药物
- 化学工作者一直关注食品安全,2005年春发现有人将工业染料“苏丹红1号”非法用做食用色素。苏丹红是一系列人工合成染料,其中“苏丹红4号”的结构式如右图。下列关于“苏丹红4号”说法正确的是 ()
A. 它的分子式为 $C_{24}H_{20}ON_4$ B. 它是一种烃



C. 它属于天然有机物

D. 它作为食品添加剂可危害人的健康

9. 人们发明的一种“喷水溶液法”新技术可使沙漠变绿洲,该法使用了人工合成的聚丙烯酸酯($[-CH_2-CH-]_n$)的水溶液。下列关于聚丙烯酸酯的说法不正确的是 ()



A. 聚丙烯酸酯是由 $CH_2=CH-COOR$ 聚合而成的

B. 聚丙烯酸酯是一种分子量很大的有机物

C. 聚丙烯酸酯分子中的 R 不可能是氢原子

D. 1 个聚丙烯酸酯分子中含有 n 个 $C=C$ 键

10. 某同学探讨有机化合物在日常生活中的应用,举出了以下的实例:①用酒精、过氧乙酸等有机物作消毒剂可杀死细菌和一些病毒;②用牛奶、蛋清、豆浆等含蛋白质的物质可解重金属离子的毒性;③合成塑料、橡胶的绝缘性保证了家庭用电的安全;④合成的涂料、油漆等有机物保护了金属,美化了环境;⑤用合成纤维织布制衣;⑥用糖类、油脂、蛋白质等物质作食品;⑦用黏土制砖瓦建房屋;⑧用天然气作汽车的燃料;⑨用 CO 炼铁。你认为其中与有机物无关的是 ()

A. ①②③④

B. ⑤⑦⑧⑨

C. ⑦⑨

D. ⑤⑥⑦⑧⑨

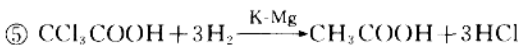
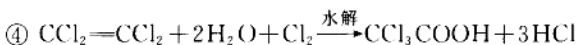
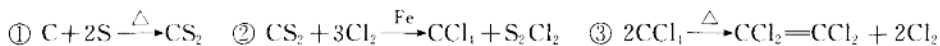
11. 工业上以生石灰、焦炭和水为原料制取有机物 Z,其反应过程分为两步: CaO 和 C 在高温时反应生成 CaC_2 和 CO , CaC_2 与 H_2O 反应生成有机物 X 和 $Ca(OH)_2$ 。X 与 HCl 以物质的量之比为 1:1 反应生成 Y, Y 聚合生成 Z, Z 是一种常用塑料。

(1) 第一步反应中氧化剂、还原剂物质的量之比为_____。

(2) X 转化成 Y 的反应类型为_____。

(3) 写出 Y 聚合生成 Z 的化学方程式:_____。

12. 德国化学家柯尔贝(Kolbe, 1818—1884)花了 7 年心血,用氯气、氢气等无机物,在 1845 年合成了醋酸,用事实支持了维勒的结论。他合成醋酸的方法如下:



(1) 从无机物合成有机物的角度看,第_____个反应就实现了目标。

(2) 五步反应是否都是氧化还原反应?_____,理由是_____。

(3) 反应⑤的类型是_____。

A. 取代反应

B. 加成反应

C. 聚合反应

D. 消去反应

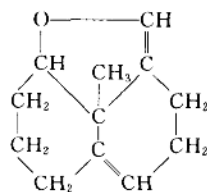
13. 1990 年报道的第 1000 万种化合物如右图所示,该化合物的分子式为_____,它_____ (填“可以”或“不可以”)有同分异构体,_____ (填“可以”或“不可以”)与水发生加成反应,该化合物属于_____ (填序号)。

A. 离子化合物

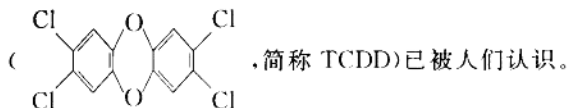
B. 共价化合物

C. 有机化合物

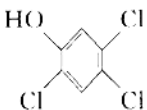
D. 无机化合物



14. 有机化学的发展可改变人们的不良习惯,如焚烧垃圾会产生有毒的二噁英



(1) TCDD 的分子式为 _____, 它 _____ 溶于水。

(2) 由两个  (2,4,5-三氯苯酚) 分子反应生成一个 TCDD 分子, 反应的化学方程式为 _____, 该反应的类型是 _____。

学方程式为 _____, 该反应的类型是 _____。

15. 某种甜味剂 A 的甜度是蔗糖的 200 倍, 由于它热值低、口感好、副作用小, 已在 90 多个国家广泛使用。实验测得甜味剂 A 的相对分子质量小于 300, 其中各元素的质量分数如下: C 为 56.38%, H 为 6.12%, O 为 27.21%, 其余为氮元素。

(1) 求该甜味剂的分子式。

(2) 若该甜味剂能与盐酸反应, 则分子中可能含有什么原子团?

第二单元 科学家怎样研究有机物

第一课时 有机化合物组成的研究



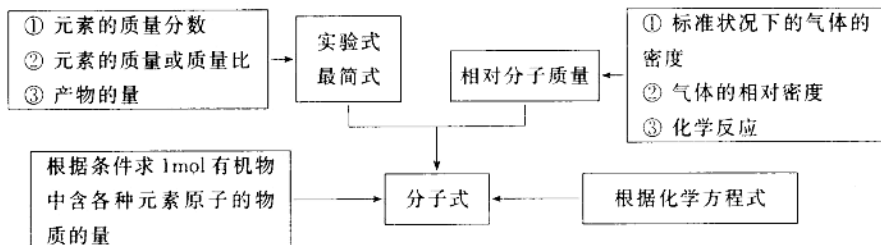
精讲释疑

1. 确定有机物中有哪些元素, 用定性实验还是用定量实验?

通过检验燃烧产生的 CO_2 和 H_2O 的定性实验, 可确定有机物中含有的碳元素、氢元素; 通过检验有机物与钠共融产物中的 NaCN 、 NaCl 、 NaBr 、 Na_2S 等定性实验, 可确定有机物中含有 N、Cl、Br、S 等元素; 通过某些含氧有机物的典型性质 (如与 Na 反应产生 H_2) 实验, 确定其中含氧元素。对于无特征反应的有机物是否含氧元素, 一般要进行定量实验, 测定一定量有机物燃烧后所得 CO_2 、 H_2O 中所含碳元素、氢元素的质量, 再进行推算。

2. 根据元素质量分数计算有机物的分子式是否还要其他数据?

根据元素质量分数, 利用元素的相对原子质量, 可计算出有机物中原子个数比, 得出物质的最简式。若要计算分子式, 一般需要相对分子质量。它们的关系如下图所示:



知道烷烃、饱和醇 (如甲醇、乙醇) 等的最简式后, 还可根据 C、H 原子个数关系 $n(\text{H}) =$



$2n(\text{C}) + 2$, 推出分子式。



启迪思维

例题 用元素分析仪分析某有机化合物 6.4 mg, 结果测得生成 8.8 mg CO_2 和 7.2 mg H_2O , 无其他物质生成。下列说法中正确的是 ()

- A. 该化合物分子式为 $\text{C}_2\text{H}_8\text{O}_2$ B. 该化合物中碳、氢原子个数比为 1:4
C. 无法确定该化合物是否含有氧元素 D. 该化合物中一定含有氧元素

分析 8.8 mg CO_2 为 0.000 2 mol, 含碳元素 2.4 mg, 7.2 mg H_2O 中含氢元素 0.8 mg, 即含氢原子 0.000 8 mol, 因此, 原 6.4 mg 有机物中一定含氧元素, 氧元素质量为 $6.4 \text{ mg} - 2.4 \text{ mg} - 0.8 \text{ mg} = 3.2 \text{ mg}$, 含氧原子 0.000 2 mol, 则 C 项不正确, D 项正确。碳、氢原子个数比为 0.000 2 : 0.000 8 = 1 : 4, B 项正确。由于只含 C、H、O 元素的有机物分子中氢原子数最多为碳原子数的两倍再加 2, 故该有机化合物的分子式不是 $\text{C}_2\text{H}_8\text{O}_2$, 而是 CH_4O , A 项不正确。选 B、D。



反馈测评

1. 大多数有机化合物具有的性质是 ()

① 容易燃烧 ② 受热易分解 ③ 熔点、沸点较低 ④ 化学变化时副反应较多 ⑤ 化学反应的速率较慢 ⑥ 易溶于极性较小的溶剂

- A. ①②⑥ B. ③④⑤ C. ③④⑥ D. ①②③④⑤⑥

2. 知道某有机化合物中各元素的质量分数, 一定能推出该有机化合物的 ()

- A. 分子式 B. 最简式 C. 相对分子质量 D. 结构式

3. 有机物与足量钠混合熔融时, 其中的元素可转化为含钠的化合物。下列有关有机物与足量钠反应, 各元素的转化结果正确的是 ()

- A. 碳元素都转化在氰化钠中 B. 氯元素转化在高氯酸钠中
C. 溴元素转化在溴化钠中 D. 硫元素转化在硫酸钠中

4. 红热铜丝蘸取有机物在火焰上灼烧, 火焰呈绿色, 则该有机物中一定含有 ()

- A. 氧元素 B. 氮元素 C. 硫元素 D. 卤素

5. 一定量某有机物 X 在 O_2 中完全燃烧, 生成了 $n \text{ mol CO}_2$ 和 $n \text{ mol H}_2\text{O}$, 则关于 X 的说法正确的是 ()

- A. X 分子中一定有 n 个碳原子, $2n$ 个氢原子
B. X 分子中一定含有碳、氢、氧三种元素
C. X 分子中一定含有碳、氢元素, 可能含有氧元素
D. X 分子中碳、氢元素质量比一定为 1 : 2

6. 有关有机物充分燃烧所得产物的说法中, 不正确的是 ()

- A. 燃烧产物一定能使无水硫酸铜变成蓝色
B. 燃烧产物一定能被碱石灰完全吸收
C. 燃烧产物一定有二氧化碳和水, 还可能还有其他物质
D. 燃烧产物的总质量一定大于有机物的总质量



7. 1 体积某有机物蒸气与 4 体积氧气恰好反应,生成二氧化碳和水,反应后混合气体的密度比反应前的密度减小了 $\frac{1}{6}$ (气体体积都在 150°C 、 $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ 时测定),此有机物的分子式是 ()

- A. C_3H_8 B. $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_2$ C. $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ D. $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$

8. 靛青是一种染料,利用元素分析仪分析其样品,发现它只含碳、氢、氧、氮四种元素,四种元素的质量分数如下:碳为 73.3%、氢为 3.80%、氮为 10.7%、氧为 12.2%。则靛青的最简式为 ()

- A. $\text{C}_8\text{H}_5\text{NO}$ B. $\text{C}_2\text{H}_2\text{NO}$ C. $\text{C}_4\text{H}_6\text{NO}$ D. $\text{C}_7\text{H}_8\text{NO}$

9. 已知室温下 C_5H_{12} 为液体,相同条件下,1 体积某气态烃和足量氧气混合并充分燃烧后,再冷却到室温,气体总体积比反应前缩小了 3 体积,则该气态烃可能是 ()

- A. C_3H_8 B. C_3H_6 C. C_6H_{14} D. C_4H_8

10. 取 $a \text{ g}$ 某物质在氧气中完全燃烧,将其产物跟足量的过氧化钠固体完全反应,反应后固体的质量恰好也增加了 $a \text{ g}$ 。下列物质中能满足上述结果的是 ()

- A. 酚醛树脂 $[(\text{C}_7\text{H}_7\text{O})_n]$ B. 灭脂灵 $(\text{C}_{31}\text{H}_{34}\text{O}_6)$
C. 葡萄糖 $(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)$ D. 蔗糖 $(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11})$

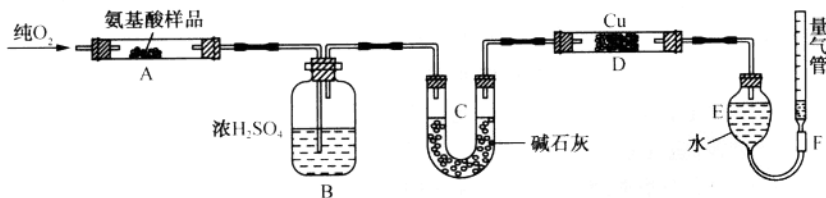
11. (1) 要正确写出某物质的分子式,需知道分子中所含原子的 _____ 和 _____,若只知道物质的最简式,还需知道物质的 _____。

(2) 标准状况下,某气体的密度为 $d \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$,则该气体的摩尔质量为 _____ $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。常温常压下,某气体对空气的相对密度为 d ,该气体的相对分子质量为 _____。

12. $a \text{ g}$ 有机物在足量氧气中完全燃烧,产物通过高氯酸镁固体时,固体增重 $b \text{ g}$,再通过碱石棉,碱石棉增重 $c \text{ g}$,则 a 、 b 、 c 之间的关系是 _____。

13. 吗啡和海洛因都是严格查禁的毒品。分析吗啡分子中各元素的质量分数得到下列结果:碳元素 71.58%、氢元素 6.67%、氮元素 4.91%,其余为氧元素。又根据实验推得吗啡相对分子质量不超过 300。则吗啡的相对分子质量为 _____;吗啡的分子式为 _____。已知 1 mol 吗啡与 2 mol 乙酸反应生成 1 mol 海洛因和 2 mol 水,则海洛因的相对分子质量为 _____;海洛因的分子式为 _____。

14. 科学家们经实验验证发现氨基酸是生命起源的物质。实验室用燃烧法测定某种氨基酸 $(\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z\text{N}_p)$ 的分子组成。取 $n \text{ g}$ 该种氨基酸放在纯氧中充分燃烧,生成 CO_2 、 H_2O 和 N_2 。现按下图所示装置进行实验(A、B、C、D、E、F 为仪器标号):



请回答下列有关问题:

(1) 实验开始时,首先要通入一段时间的氧气,其理由是 _____。

(2) 以上装置中需要加热的仪器有 _____ (填仪器标号,下同)。操作时应



先点燃_____处的酒精灯。

(3) A 装置中发生反应的化学方程式是_____。

(4) 装置 D 的作用是_____。

(5) 读取 N_2 体积时, 应注意: ① _____; ② _____。

(6) 实验中测得 N_2 的体积为 V mL (已折算为标准状况)。为确定此氨基酸的分子式, 还需要的有关数据有 _____ (用字母填空)。

A. 生成 CO_2 气体的质量

B. 生成 H_2O 的质量

C. 通入 O_2 的体积

D. 氨基酸的相对分子质量

15. 现取有机物 A 3.00g 与 4.48L 氧气 (标准状况) 在密闭容器中燃烧, 燃烧后产物只有二氧化碳、一氧化碳和水蒸气 (没有反应物剩余)。将反应生成的气体依次通过浓硫酸和碱石灰, 浓硫酸增重 3.60g, 碱石灰增重 4.40g。回答下列问题:

(1) 3.00g A 中所含氢原子、碳原子的物质的量各是多少?

(2) 通过计算确定该有机物的分子式。

第二课时 有机化合物结构的研究 (一)



精讲释疑

1. 基团有什么特点?

基团是电中性的、不能独立稳定存在的原子或原子团, 不同的基团体现不同的性质, 其中的电子数也与离子有区别, 如 $-OH$ 中有 9 个电子, OH^- 中有 10 个电子。

2. 不同化学环境氢原子的含义是什么?

同一碳原子上连接的氢原子化学环境完全相同。不同碳原子上连接的基团若不相同, 则两个碳原子上连接的氢原子化学环境不同, 不同碳原子上连接的基团若相同, 则两个碳原子上连接的氢原子化学环境完全相同, 如 $CH_3-CH_2-CH_3$ 中, $-CH_3$ 与 $-CH_2-$ 上的氢原子化学环境完全不同, 两个 $-CH_3$ 上的氢原子化学环境完全相同。

3. 怎样根据 1H 核磁共振谱推测有机物的分子结构?

1H 核磁共振谱中特征峰的数目, 反映了有机物分子中氢原子化学环境的种数, 不同特征峰的强度比 (即特征峰的高度比), 反映了不同化学环境氢原子的数目比, 由此可推测有机物的分子结构。如 C_5H_{12} 的 1H 核磁共振谱中, 有 3 个特征峰的为 $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_3$, 有 4 个特征峰的为 $CH_3CH_2CH_2CH(CH_3)_2$, 有 1 个特征峰的为 $C(CH_3)_4$ 。



启迪思维

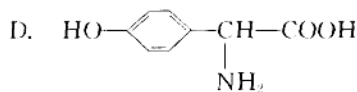
例题 某有机化合物的 1H 核磁共振谱有 6 个特征峰, 则该有机化合物可能是 ()

A. CH_3-CH_2-COOH

B. $CH_3-CH-COOH$

$\begin{array}{c} | \\ NH_2 \end{array}$





分析 ^1H 核磁共振谱中有 6 个特征峰,说明分子中有 6 种化学环境不同的氢原子。A 项中 6 个氢原子分为 3 种,即 $-\text{CH}_3$ 上 3 个 H 相同, $-\text{CH}_2-$ 上 2 个 H 相同,但既不同于 $-\text{CH}_3$ 中的 H,又不同于 $-\text{COOH}$ 中的 H。B 项氢原子的化学环境分为 4 种,即 $-\text{CH}_3$ 中的 H、 $-\text{CH}_2-$ 中的 H、 $-\text{CH}-$ 中的 H、 $-\text{COOH}$ 中的 H。C 项中氢原子的化学环境分为 4 种。D 项中羟基邻位碳上的氢相同,间位碳上的氢也相同,氢原子的化学环境为 6 种,选 D。



反馈测评

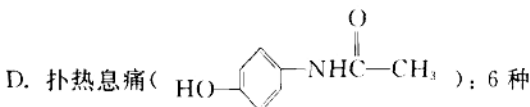
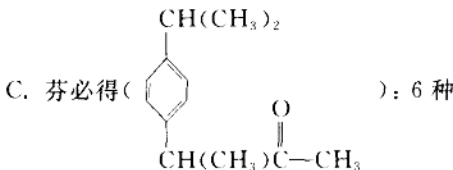
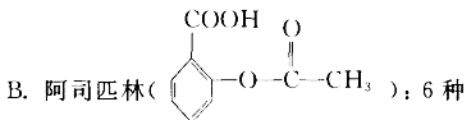
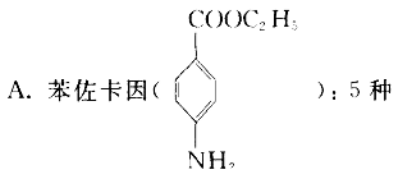
1. 下列有关说法正确的是 ()

- A. 有机化合物中原子间都是以共价键结合的
- B. 有机物分子中原子连接顺序不同,性质不同
- C. 有机物分子中原子成键方式不同,性质不同
- D. 有机物的性质只与有机物的分子结构有关

2. 若某有机物分子中只含有 C、N、H 三种元素,以 $n(\text{C})$ 、 $n(\text{N})$ 分别表示 C、N 的原子数目,则 H 原子数最多为 ()

- A. $2n(\text{C}) + n(\text{N}) + 2$
- B. $2n(\text{C}) + 2n(\text{N}) + 2$
- C. $2n(\text{C}) + 2n(\text{N}) + 1$
- D. $3n(\text{C}) + 2n(\text{N})$

3. 下列四种药物的主要成分中,氢原子的化学环境的种数正确的是 ()



4. 下列有关基团的说法正确的是 ()



- A. 有机物分子中的基团在反应中只能被取代,不能发生其他变化
 B. 不同的基团具有不同的结构
 C. 性质不同的基团,它们的结构一定不同
 D. “基团理论”的提出者是德国的维勒

5. 羟基、醛基、羧基、甲基中,任意两个不同基团组成的有机化合物有 ()

- A. 8 种 B. 7 种 C. 6 种 D. 5 种

6. 下列基团中含有双键的有 ()

- A. 羟基 B. 醛基 C. 羧基 D. 氨基

7. 有关有机物的¹H 核磁共振谱的说法正确的是 ()

- A. 分子中有几个氢原子就有几个特征峰
 B. 同一化学环境的氢原子越多,反映这种氢原子的特征峰就越高
 C. ¹H 核磁共振谱只能反映连在碳原子上的氢化学环境
 D. 同一化学环境的氢原子越多,其峰的化学位移就越大

8. 下列有机物的¹H 核磁共振谱只有一个特征峰的是 ()

- A. $\text{CH}_2\text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$ B. HCHO
 C. $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$ D. $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$

9. 合成涤纶的原料是对苯二甲酸二甲酯 ($\text{CH}_3\text{OC}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COCH}_3$) 和乙二醇 ($\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$),有关这两种物质的¹H 核磁共振谱的说法正确的是 ()

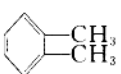
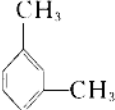
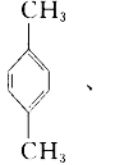
- A. 对苯二甲酸二甲酯有 2 个特征峰,强度为 3 : 2
 B. 对苯二甲酸二甲酯有 3 个特征峰,强度为 3 : 1 : 1
 C. 乙二醇有 2 个特征峰,强度为 2 : 1
 D. 乙二醇有 4 个特征峰,强度为 2 : 2 : 1 : 1

10. 有的烷烃分子中所有氢原子的化学环境完全相同,如甲烷、乙烷。下列烷烃分子中所有氢原子的化学环境也可能完全相同的是 ()

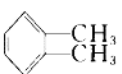
- A. C_3H_8 B. C_5H_{12} C. C_7H_{16} D. C_8H_{18}

11. 乙烷的氯代物共有 9 种,利用¹H 核磁共振的方法可推测它们的分子结构。

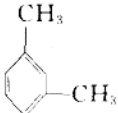
- (1) 其中¹H 核磁共振谱中只有一个特征峰、且不存在甲基的氯代物有 _____;
 (2) ¹H 核磁共振谱中有两个特征峰的氯代物有 _____;
 (3) ¹H 核磁共振谱中没有特征峰的氯代物有 _____。

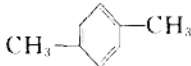
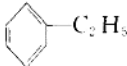
12. 含有苯环结构的烃 C_8H_{10} 有四种,分别为 、、、



,它们的¹H 核磁共振谱中, 有 _____ 个特征峰,其强度比(由大到



小,下同)为 _____;  有 _____ 个特征峰,其强度比为 _____;

 有 _____ 个特征峰,其强度比为 _____;  有 _____ 个特征峰,其强度比为 _____。

13. 核磁共振(NMR)是研究有机物结构的有力手段之一。

(1) 某含氧有机物,它的相对分子质量为 46.0,碳的质量分数为 52.2%,氢的质量分数为 13.0%。NMR 中只有一个特征峰,请写出其结构简式: _____。

(2) 分子式为 $C_3H_6O_2$ 的甲、乙两种有机物,甲的结构简式为 $HOCH_2CH_2CHO$,乙的结构简式为 CH_3COOCH_3 ,则在 NMR 中,甲有 _____ 个特征峰,其强度之比为 _____;乙有 _____ 个特征峰,其强度之比为 _____。

14. 某链状烃的分子式是 C_4H_8 ,有多种同分异构体。

(1) 若该物质与溴水反应时生成 $C_4H_8Br_2$,且溴原子集中在两个碳原子上,则该烃分子的结构简式可能为 _____。

(2) 若该物质与溴水反应时,每个碳原子上都连有一个溴原子,则产物的结构简式为 _____,原烃的结构简式为 _____。

15. 某有机物 A 的相对分子质量是氢气的 45 倍,分子中碳的质量分数为 40%,氢的质量分数为 6.6%,完全燃烧时只生成二氧化碳和水。

(1) 若 A 的 1H 核磁共振谱中有 1 个特征峰,则 A 的可能结构为 _____。

(2) 若 A 的 1H 核磁共振谱中有 3 个特征峰,其强度之比为 3:2:1,则 A 的可能结构为 _____。

(3) 若 A 的 1H 核磁共振谱中有 4 个特征峰,其强度之比为 3:1:1:1,则 A 的可能结构为 _____。

(4) 若 A 的 1H 核磁共振谱中有 4 个特征峰,其强度之比为 2:2:1:1,则 A 的可能结构为 _____。

(5) 若 A 的 1H 核磁共振谱中有 5 个特征峰,其强度之比为 2:1:1:1:1,则 A 的可能结构为 _____。

第三课时 有机化合物结构的研究(二)



精讲释疑

1. 怎样根据红外光谱图推测有机物的分子结构?

有机物中,不同的原子团或化学键吸收的红外光的频率不同,但一般都有固定的范围,据此解读有机物的红外光谱图,从特殊原子或原子团在一定频率处的特征吸收峰(也可通过透射率)可推知有机物中典型的原子团,再根据原子团的种类推出分子结构。如 $C_2H_4O_2$,若有一OH、 $C=O$,没有—CHO,则其为 CH_3COOH ;若有一CHO、没有—OH,则其为 $HCOOCH_3$;若有一CHO、—OH,则其为 $HOCH_2CHO$ 。



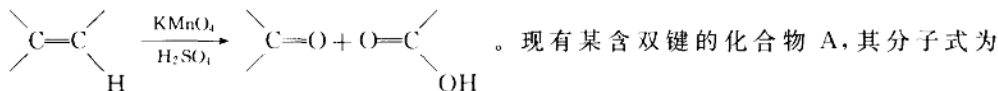
2. 还可用哪些方法测定有机物的分子结构?

测定有机物的分子结构的方法还有质谱法、紫外光谱法,这些利用仪器的分析方法,药品用量少,实验过程简洁。此外还可利用降解法、氧化断键法、分析取代产物的种类等方法确定有机物的分子结构,但这些方法较繁。



启迪思维

例题 烯烃在强氧化剂酸性高锰酸钾溶液的作用下,碳碳双键按下图所示方法断裂:



现有某含双键的化合物 A,其分子式为 $\text{C}_{10}\text{H}_{18}$,经催化加氢得到化合物 B,B 的分子式为 $\text{C}_{10}\text{H}_{22}$ 。化合物 A 跟过量的酸性高锰酸钾

作用得到下列三种化合物:

$$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \diagdown \\ \text{C}=\text{O} \\ \diagup \\ \text{CH}_3 \end{array}, \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}-\text{OH} \\ \parallel \\ \text{O} \end{array},$$

$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{OH} \end{array}$,由此判断化合物 A 的结构简式可能为:_____。

分析 由 A 催化加氢得到 $\text{C}_{10}\text{H}_{22}$ 知,A 中含有两个碳碳双键,氧化产生的化合物中, $\text{C}=\text{O}$ 双键是由 $\text{C}=\text{C}$ 双键转化成的,但 CH_3COOH 中的双键不可能是与 $(\text{CH}_3)_2\text{CO}$ 中的双键由同一个 $\text{C}=\text{C}$ 双键转化而来,因为如果是同一个 $\text{C}=\text{C}$ 双键转化成的,则 $(\text{CH}_3)_2\text{C}=\text{CHCOOH}$

与 $\text{CH}_3\text{CO}-$ 组成了一个分子,不能与另一个原子团组成分子,因此,

$$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \diagdown \\ \text{C}=\text{O} \\ \diagup \\ \text{CH}_3 \end{array},$$

$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{OH} \end{array}$ 中的双键只能是与 $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}-\text{OH} \\ \parallel \\ \text{O} \end{array}$ 中的双键由某一个

$\text{C}=\text{C}$ 双键转化成的,由于 $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}-\text{OH} \\ \parallel \\ \text{O} \end{array}$ 分子中两个 $\text{C}-\text{C}$ 双键不同,故 $\text{C}_{10}\text{H}_{18}$ 有两种连接方式,即 $(\text{CH}_3)_2\text{C}=\text{C}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_3$ 或 $\text{CH}_3\text{CH}=\text{C}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}=\text{C}(\text{CH}_3)_2$ 。



反馈测评

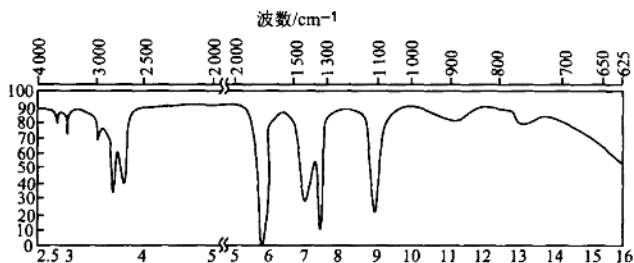
- 用 C_5H_{12} 进行 ^1H 核磁共振谱实验,实验结果肯定不正确的是 ()
 - 只有 1 个特征峰
 - 有 4 个特征峰
 - 有 3 个特征峰
 - 有 2 个特征峰
- 1mol C_8H_{14} 可与 2mol Br_2 发生加成反应,则关于 C_8H_{14} 结构的推断不正确的是 ()
 - 分子中一定含有 2 个 $\text{C}=\text{C}$ 键
 - 分子中可能含有 1 个 $\text{C}\equiv\text{C}$ 键



C. 分子中一定含有 14 个 C—H 键

D. 分子中一定有 2 个 $-\text{CH}_3$

3. 已知红外光谱中, $\text{C}=\text{O}$ 的吸收峰在 $1\,870\sim 1\,650\text{cm}^{-1}$, 醛基上的 C—H 的吸收峰位于 $2\,665\sim 2\,800\text{cm}^{-1}$, 醇羟基的吸收峰位于 $3\,590\sim 3\,650\text{cm}^{-1}$ 。下图是一有机物的红外光谱图(纵坐标为吸收率), 该有机物可能为 ()



A. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$

B. CH_3CHO

C. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$

D. CH_3COOH

4. ^{13}C -NMR(核磁共振)、 ^{15}N -NMR 可用于测定蛋白质、核酸等生物大分子的空间结构, Kurt Wu thrich 等人因此获得 2002 年诺贝尔化学奖。下面有关 ^{13}C 、 ^{15}N 叙述正确的是 ()

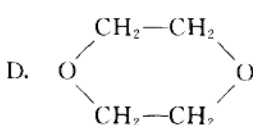
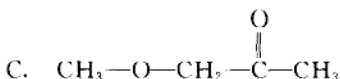
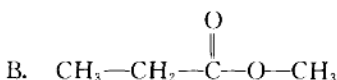
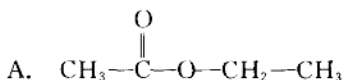
A. ^{13}C 与 ^{15}N 有相同的中子数

B. ^{13}C 与 C_{60} 互为同素异形体

C. ^{15}N 与 ^{14}N 互为同位素

D. ^{15}N 的核外电子数与中子数相同

5. 根据红外光谱判断出 $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$ 分子中的基团有 $-\text{CH}_3$ 、 $-\text{CH}_2-$ 、 $\text{C}=\text{O}$ 键及 $\text{O}-\text{C}$ 键, 无 $-\text{CHO}$ 和 $-\text{OH}$ 。该分子的结构不可能为 ()



6. 下列分子属于手性分子的是 ()

A. $\text{CHCl}_2\text{CH}_2\text{Cl}$

B. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CHClCH}_2\text{CH}_3$

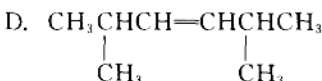
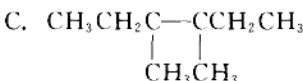
C. $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$

D. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOCH}_2\text{CH}_3$

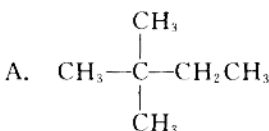
7. 某烯烃 C_8H_{16} 与 HCl 加成只有一种产物, 该烯烃不可能的结构简式为 ()

A. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$

B. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{C}(\text{CH}_2\text{CH}_3)_2$



8. 1mol 某烃在氧气中充分燃烧, 需要消耗氧气 179.2L (标准状况下)。它在光照的条件下与氯气反应能生成三种不同的一氯取代物。该烃是 ()



B. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$

