

高职高专“十二五”规划教材



HUAXUE WULIAO SHIYONG

YU FENXI

(XIA)

化学物料识用与分析 (下)

■ 李淑丽 王元有 主编
■ 秦建华 沈发治 主审



化学工业出版社

高职高专“十二五”规划教材

化学物料识用与分析 (下)

李淑丽 王元有 主编
秦建华 沈发治 主审



化学工业出版社

· 北京 ·

《化学物料识用与分析》分为上下两册,其中上册包含3个学习情境、16个学习任务和18个实验项目,下册包含5个学习情境、24个学习任务和17个实验项目。共计课时224。内容呈现理实一体化。每个学习任务都配有思考与习题。全书选材典型、内容设置合理、重点突出,强调物料的识用。

本书既可作为应用化工技术、石油化工技术、有机化工生产技术、高分子材料应用技术、化学制药技术、精细化学品生产技术、生物化工工艺、工业分析与检验、环境监测与治理技术专业的必修基础课程教材,也可作为高职院校层次相关专业的教材和参考用书,还可供相关专业技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

化学物料识用与分析(下)/李淑丽,王元有主编. —北京:
化学工业出版社,2013.1

高职高专“十二五”规划教材

ISBN 978-7-122-15683-9

I. ①化… II. ①李…②王… III. ①化学工业-物料-高等
职业教育-教材 IV. ①TQ04

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第250211号

责任编辑:陈有华 高 钰

文字编辑:向 东

责任校对:陶燕华

装帧设计:刘丽华

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 刷:北京市振南印刷有限责任公司

装 订:三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张16 字数396千字 2013年1月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:32.00元

版权所有 违者必究

前言

《化学物料识用与分析》以“工作过程系统化导向”的专业建设和课程改革为导向,以典型无机化学物料、有机化学物料和生物化学物料为研究对象,通过物料的名称、结构、性质、用途等基本知识的学习,渗透溶液性质、气体的状态方程、化学反应速率、化学四大平衡及平衡移动、热力学第一、二定律等基本原理和基本规律,为专业课程的学习奠定理论基础;通过物质的性质验证、含量测定、成分分析、熔沸点与旋光度、折射率等特征常数测定、固液体混合物的分离与提纯、简单有机化合物的合成、无机化合物的制备等基本实验操作,为专业课程的学习奠定基本操作技能,按照“必需”、“够用”、“实用”的原则来组织内容,共形成了8个学习情境、40个学习任务和35个实验项目的理实一体化教材。具有以下三个主要特点。

1. 内容呈现方式理实一体化。

每个学习情境都是按照“情境—任务—项目”的形式呈现内容,将相关理论知识和实验操作相融合。

2. 内容选择突出典型性和实用性。

学习情境设计依据专业课程的知识 and 技能需要,注重典型性,体现基础性。以水、s区、卤族元素及其重要化合物和甲烷、乙烯、乙炔、乙醇、葡萄糖、脂肪、氨基酸和蛋白质等常用、基本、典型的物料为载体,以物理性质、化学性质和基本用途为内容,在对典型物料认识和应用的学习过程中,渗透理论性较强的基本原理和基本规律。如在铜、铁等性质学习时渗透了氧化还原反应、配位反应等。

3. 内容编排突出学生主体性。

遵循由无机—有机—生物物料,由简单—复杂的递进次序进行学习情境排列。在任务内容编排中,适当的穿插有“相关链接”,为学生的学习起到铺垫、搭桥和拓展之用,更好地体现出“必需”、“够用”、“实用”的原则。除了“思考与习题”以外,还设计了“练一练”、“查一查”等内容,既能使学生即时性地巩固相关的学习内容,更能使学生参与到教学过程中,有利于发挥学生的主体作用。在每个任务开始之前,都有“实例分析”引入,诱发学生的好奇心,增强知识的实用性。例如,以消除汽车尾气污染的化学反应为实例,引出化学反应速率及其影响因素的任务探究。

本书由扬州工业职业技术学院化学工程系基础化学教研室教师与江苏扬农化工集团有限

公司、扬州市环境监测中心站共同编写。《化学物料识用与分析》分为上下两册，共有 8 个学习情境，学习情境一、二由李淑丽、王元有、王吉忠（江苏扬农化工集团有限公司高级工程师）编写，学习情境三、四由束影、周培、汪雷（扬州市环境监测中心站高级工程师）编写，学习情境五由徐斌、赵敏编写，学习情境六、七由陈丽萍、李淑丽编写，学习情境八由张杰、朱权编写，其中的实验项目由罗斌和周慧编写。本书由李淑丽、王元有担任主编，扬州工业职业技术学院教学院长秦建华、化学工程系主任沈发治担任主审。本书在编写过程中参考了有关资料，在此向相关作者表示衷心感谢，同时感谢江苏扬农化工集团有限公司、扬州市环境监测中心站的大力支持。

限于编者的水平，书中难免有不足之处，恳请读者批评指正。

编者

2012 年 10 月

目录

学习情境四 烃

1

任务一 甲烷及烷烃的识用	2
一、有机化合物概念与分类	2
二、甲烷	4
三、烷烃	6
四、烷烃的性质	10
任务二 乙烯及烯烃的识用	12
一、乙烯	12
二、烯烃	18
三、二烯烃	21
任务三 乙炔及炔烃的识用	24
一、乙炔	24
二、炔烃	28
任务四 环己烷及脂环烃的识用	30
一、环己烷	30
二、脂环烃	31
任务五 苯及芳香烃的识用	34
一、苯	34
二、苯环上亲电取代反应的定位规律（定位效应）	38
三、芳香烃	40
任务六 有机化合物熔沸点的测定	43
一、熔点及测定	44
二、沸点及其测定	45
【项目 19】 尿素、肉桂酸及其混合物熔点的测定	45
【项目 20】 丙酮、无水乙醇沸点的测定	47
思考与习题	49

学习情境五 烃的衍生物

55

任务一 氯乙烷及卤代烃的识用	56
----------------------	----

一、氯乙烷	56
二、卤代烃的分类与命名	56
三、卤代烃的性质	58
任务二 乙醇、苯酚、乙醚及醇酚醚的识用	62
一、乙醇与醇	62
二、苯酚	67
三、乙醚	71
任务三 乙醛、丙酮及醛酮的识用	74
一、乙醛的性质和用途	74
二、丙酮的性质和用途	74
三、醛、酮的分类和命名	75
四、醛、酮结构及化学性质	76
任务四 乙酸及羧酸衍生物的识用	86
一、乙酸	86
二、羧酸	87
三、羧酸衍生物	93
任务五 苯胺及胺、硝基苯及硝基化合物的识用	97
一、苯胺	97
二、胺的分类、命名和性质	101
三、硝基苯	103
四、硝基化合物分类、命名和性质	104
任务六 有机化合物的分离与提纯	106
一、萃取	106
二、蒸馏与分馏	108
三、水蒸气蒸馏	108
四、重结晶	110
五、升华	110
【项目 21】 重结晶法提纯苯甲酸	111
【项目 22】 粗萘的升华操作	113
【项目 23】 碘液的萃取操作	114
【项目 24】 工业乙醇的蒸馏	116
【项目 25】 丙酮-水混合物的分馏	119
思考与习题	120

学习情境六 糖类和脂类

127

任务一 葡萄糖及糖类的识用	128
一、葡萄糖的物理性质	128
二、葡萄糖的结构和变旋现象	128
三、葡萄糖的化学性质	131
四、葡萄糖的用途	133

五、其它糖类	134
【项目 26】 尿糖定性及半定量测定	137
任务二 油脂及脂类的识用	138
一、油脂	138
二、脂类	140
【项目 27】 脂肪转化为糖的检验	142
任务三 有机化合物旋光度和折射率的测定	143
一、手性分子	143
二、平面偏振光和旋光性	144
三、旋光度和比旋光度	145
四、折射率的测定	146
【项目 28】 果糖、葡萄糖旋光度的测定	146
【项目 29】 乙醇-丙酮溶液折射率的测定	149
思考与习题	151

学习情境七 蛋白质和酶

152

任务一 氨基酸的识用	153
一、氨基酸结构与分类	153
二、氨基酸的性质	155
【项目 30】 纸色谱法分离氨基酸	158
任务二 蛋白质的识用	160
一、蛋白质的结构	160
二、蛋白质的分类	162
三、蛋白质的性质	163
【项目 31】 蛋白质的沉淀与凝固	165
【项目 32】 蛋白质两性性质验证及等电点的测定	167
任务三 酶功能及应用	169
一、酶的概念	170
二、酶的命名与分类	170
三、酶的催化特性	173
四、酶的化学本质及组成	174
五、酶分子结构特征和酶原激活	174
任务四 酶促反应速率及变化	176
一、酶浓度的影响	176
二、底物浓度的影响	176
三、pH 的影响	177
四、温度的影响	178
五、激活剂的影响	178
六、抑制剂的影响	179
【项目 33】 温度、pH、激活剂与抑制剂对酶促反应的影响	180

任务五 酶活力及其测定	182
一、酶活力与酶活力单位	182
二、酶活力测定	182
【项目 34】 碘-淀粉比色法测定淀粉酶活力	184
思考与习题	185

学习情境八 物质及其变化

187

任务一 气体 p 、 V 、 T 计算	188
一、理想气体的状态方程	188
二、理想气体的基本定律	189
三、混合理想气体的基本定律	190
四、实际气体的计算	192
任务二 化学反应速率及测定	196
一、化学反应速率的表示与测定	196
二、活化能	198
三、影响化学反应速率的外界因素	199
任务三 化学反应热效应计算	204
一、热力学基本概念	204
二、热力学第一定律及应用	208
三、等容热、等压热及焓	209
四、相变热的计算	211
五、化学反应热效应计算	215
任务四 化学反应方向及变化	223
一、热力学第二定律	224
二、吉布斯自由能与化学反应方向	225
三、化学反应的限度和平衡常数	227
【项目 35】 化学反应速率测定和化学平衡移动	234
思考与习题	236

附录

242

附录 9 一些气体的范德华常数	242
附录 10 一些气体的临界参数	242
附录 11 一些有机化合物的标准摩尔燃烧焓 (298K)	242
附录 12 标准热力学数据 (298K)	243

参考文献

248

学习情境四

烃

- 任务一 甲烷及烷烃的识用 /2
- 任务二 乙烯及烯烃的识用 /12
- 任务三 乙炔及炔烃的识用 /24
- 任务四 环己烷及脂环烃的识用 /30
- 任务五 苯及芳香烃的识用 /34
- 任务六 有机化合物熔沸点的测定 /43

● 知识目标

1. 了解甲烷、乙烯、乙炔、环己烷与苯的物理性质和用途。
2. 理解甲烷、乙烯、乙炔、环己烷分子结构，掌握其化学反应与应用。
3. 掌握取代反应、加成反应、聚合反应和 Diels-Alder 反应。
4. 掌握烷烃、烯烃、炔烃及芳香烃的命名与化学反应。
5. 掌握苯环上取代基的定位规律，并会实际运用。
6. 了解有机化合物熔沸点测定意义，掌握测定方法。

● 技能目标

1. 熟悉各类烃的命名。
2. 能够正确书写卤代反应、加成反应、聚合反应和 Diels-Alder 反应。
3. 能正确运用苯环上取代基的定位规律预测产物类型。
4. 会测定有机化合物的熔沸点。

有机化合物数目巨大、结构复杂,目前人类已知的有机物达 1400 多万种。有机物对人类的生命、生活、生产具有极其重要的意义,是人类赖以生存的重要物质基础。人类衣食住行等生活必需品中,糖类、油脂、蛋白质、石油、天然气、天然橡胶等来源于天然有机物,塑料、合成纤维、合成橡胶、合成药物等人工合成的有机物也广泛运用于生活的方方面面,大量具有特殊功能的有机化合物的合成,大大改善了人类的生活质量。

任务一

甲烷及烷烃的识用

实例分析

沼气的主要成分甲烷是一种理想的气体燃料,它无色无味,与适量空气混合后就能燃烧。每立方米沼气完全燃烧后,能产生相当于 0.7kg 无烟煤提供的热量。沼气除直接燃烧用于炊事、烘干农副产品、供暖、照明和气焊等外,还可作内燃机的燃料以及生产甲醇、福尔马林、四氯化碳等化工原料。

一、有机化合物概念与分类

1. 有机化合物及其特点

有机化合物是碳氢化合物及其衍生物的统称。只含有碳和氢两种元素的有机化合物叫碳氢化合物,简称烃。烃分子中的氢原子被其它原子或原子团取代后得到烃的衍生物。烃是有机化合物的母体。

与无机化合物相比较,有机化合物的数量极多,有机化合物的共性特点见表 4-1。

表 4-1 有机化合物和无机化合物性质的比较

性质	有机化合物	无机化合物
可燃性	多数能燃烧	多数不能燃烧
耐热性	多数不耐热,固体的熔点常在 400℃ 以下	多数耐热,难熔化,熔点一般很高
溶解性	多数不溶于水,溶于有机溶剂,溶于水的有机物多数不电离	多数溶于水,不溶于有机溶剂,溶于水的无机物多数电离
化学反应性	一般反应速率较慢,副反应多,产率较低	一般反应速率较快,副反应少,产率较高

但也有例外,如四氯化碳不仅不燃烧,而且可用来灭火;乙酸不仅可溶于水,而且能电离;石油裂解反应不仅不慢,而且瞬时完成等。

2. 分类

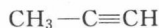
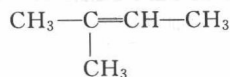
有机物的分类一般有两种方法。

(1) 按碳骨架分类

按碳骨架不同可以将有机物分成以下三类。

① 脂肪族化合物(开链化合物)。分子中碳原子间相互连接成链状,也称链烃。碳原子

间以 C—C 键相连者为烷烃，以 C=C 键相连者为烯烃，以 C≡C 键相连者为炔烃。



② 碳环化合物。分子中含有完全由碳原子组成的环。根据碳环结构和性质的不同又可分为脂环族化合物和芳香族化合物。脂肪族化合物在结构上也可看作是由开链化合物关环而成的，其性质与脂肪族化合物相似。例如：



芳香族化合物是含有苯环的碳环化合物，具有特殊的性质。例如：



由于这类有机物最初是从具有芳香味的香树脂中发现的，所以叫做芳香烃。

③ 杂环化合物。在其分子的环中除碳原子外还含有被称为杂原子的其它原子（如 O、N、S）。例如：

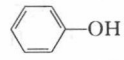
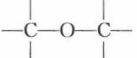


按碳骨架不同进行的分类方法在一定程度上反映了各类有机物的结构特征，但还不能体现有机物的主要性质。

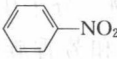
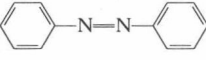
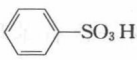
(2) 按官能团分类

官能团是有机物分子中比较活泼而易发生反应的原子或原子团，常决定有机物的主要化学性质，因此含有相同官能团的有机物具有相似的化学性质。有机物中常见的官能团及其分类见表 4-2。

表 4-2 常见有机化合物的官能团及其分类

有机物类别	官能团结构	官能团名称	化合物实例
烯烃		碳碳双键	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{H}-\text{C}=\text{C}-\text{H} \end{array}$ 乙烯
炔烃	$-\text{C}\equiv\text{C}-$	碳碳三键	$\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$ 乙炔
卤代烃	$-\text{X}$	卤素	$\text{CH}_3\text{CH}_2-\text{Cl}$ 氯乙烷
醇	$-\text{OH}$	醇羟基	$\text{CH}_3\text{CH}_2-\text{OH}$ 乙醇
酚	$-\text{OH}$	酚羟基	 苯酚
醚		醚键	$\text{CH}_3\text{CH}_2-\text{O}-\text{CH}_2\text{CH}_3$ 乙醚
醛		醛基	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{H} \end{array}$ 乙醛
酮		酮基(羰基)	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_3 \end{array}$ 丙酮

续表

有机物类别	官能团结构	官能团名称	化合物实例
羧酸	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C}-\text{OH} \end{array}$	羧基	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{OH} \end{array}$ 乙酸
硝基化合物	$-\text{NO}_2$	硝基	 硝基苯
胺	$-\text{NH}_2$	氨基	CH_3-NH_2 甲胺
腈	$-\text{C}\equiv\text{N}$	氰基	CH_3-CN 乙腈
偶氮化合物	$-\text{C}-\text{N}=\text{N}-\text{C}-$	偶氮基	 偶氮苯
磺酸	$-\text{SO}_3\text{H}$	磺酸基	 苯磺酸

3. 分子构造式

分子构造指分子中原子间的连接方式和顺序,表示分子构造的式子叫做构造式。构造式可用短线式、缩简式(构造简式)和键线式来表示,举例说明如下:

	短线式	缩简式 (可省略代表单键的短线)	键线式 (不写碳和氢,短线的连接点和端点代表碳原子)
丁烷	$\begin{array}{cccc} \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \\ & & & \\ \text{H}-\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C}-\text{H} \\ & & & \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array}$	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	
异戊烷	$\begin{array}{cccc} & & & \\ & & & \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \\ & & & \\ \text{H}-\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C}-\text{H} \\ & & & \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \\ & & & \\ & \text{H}-\text{C}-\text{H} & & \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CHCH}_2\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	
1-丁烯	$\begin{array}{cccc} \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \\ & & & \\ \text{H}-\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & =\text{C}-\text{H} \\ & & & \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array}$	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}_2$	
2-丁醇	$\begin{array}{cccc} & & & \\ & & & \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \\ & & & \\ \text{H}-\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C}-\text{H} \\ & & & \\ \text{H} & \text{O} & \text{H} & \text{H} \\ & & & \\ & \text{H} & & \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CHCH}_2\text{CH}_3 \\ \\ \text{OH} \end{array}$	
环己烷	$\begin{array}{ccccc} & \text{H} & \text{H} & & \\ & & & & \\ \text{H} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{H} & \\ & & & & \\ \text{H} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{H} & \\ & & & & \\ \text{H} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{H} & \\ & & & & \\ & \text{H} & \text{H} & & \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}_2 \\ \quad \\ \text{CH}_2-\text{CH}_2 \end{array}$	

二、甲烷

有机化合物的链烃分子中,只含有碳碳单键和碳氢键的化合物称为烷烃。甲烷是最简单的烷烃。

1. 物理性质

甲烷是无色、无味、可燃和微毒的气体。在标准状况下密度为 $0.717\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$, 大约是空

气的一半。甲烷极难溶于水，在 20℃、0.1kPa 时，100 个体积的水，只能溶解 3 个体积的甲烷。在自然界分布很广，是天然气、沼气、油田气及煤矿坑道气的主要成分。

2. 分子结构

实验证明甲烷的分子不是平面构型，而是正四面体构型，即四个氢原子位于正四面体的四个顶点，碳原子位于正四面体的中心，四个 C—H 键长都为 0.109nm，所有键角 $\angle\text{HCH}$ 都是 109.5°，见图 4-1。

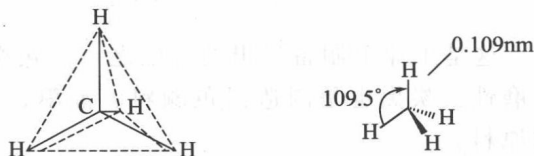


图 4-1 甲烷的正四面体构型

甲烷的正四面体构型可用杂化轨道理论加以解释。碳原子的基态电子排布是 $(1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^0)$ ，碳原子在与其它四个氢原子结合时，一个 s 轨道与三个 p 轨道经过杂化后，形成四个等同的 sp^3 杂化轨道，彼此间夹角为 109.5°。当它们分别与四个氢原子的 s 轨道重叠时，就形成了四个完全等同的 C—H σ 键。

3. 化学性质和用途

甲烷的化学性质稳定，在一般条件下（常温、常压），与大多数试剂如强酸（浓 H_2SO_4 、浓 HNO_3 等）、强碱（ NaOH 、 KOH 等）、强氧化剂（ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 、 KMnO_4 等）、强还原剂（ $\text{Zn} + \text{HCl}$ 、 $\text{Na} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 等）及活泼金属钠等都不起反应。但在高温、光照或加催化剂的条件下，也能发生氧化反应、取代反应等。

(1) 氧化反应

有机化学反应中，把分子中增加氧原子或减少氢原子的反应称为氧化反应，把减少氧原子或增加氢原子的反应称为还原反应。

甲烷虽不能被高锰酸钾氧化，但可以燃烧。在氧气充足的条件下，纯净的甲烷在空气中可以安静地燃烧，产生淡蓝色的火焰，同时放出大量的热。



利用这一反应可以测定烷烃的 C、H 含量。

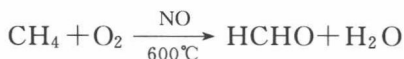
如果甲烷在空气不足时燃烧，会产生大量黑烟（C）。



烷烃的不完全燃烧会产生有毒的 CO 和黑烟 C，是汽车尾气所造成的空气污染之一。

甲烷是一种很好的气体燃料，燃烧值很高。但是必须注意，含甲烷 5%~15% 的甲烷-空气混合物，遇到火花会立即发生爆炸（又称瓦斯爆炸）。因此在使用甲烷时应注意安全。在点燃甲烷前必须检查甲烷的纯度。在煤矿井里，必须采取措施如通风、严禁烟火等，以防爆炸事故发生。

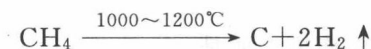
控制适当的反应条件，甲烷可发生部分氧化。工业上以天然气中的甲烷为原料，在一氧化氮的催化作用下，用空气控制氧化来生产甲醛。



甲醛是常用的消毒剂和防腐剂，也是重要的化工原料。

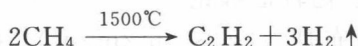
(2) 加热分解

在隔绝空气的条件下,把甲烷加热到 1000~1200℃能分解成炭黑和氢气。



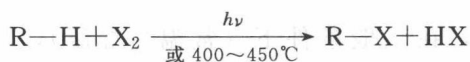
这是工业上制备炭黑的方法之一。炭黑是橡胶工业中的重要填充剂,能增强橡胶的耐磨性。炭黑也是制造黑色颜料、油墨、油漆和墨汁的原材料。氢气可以作为合成氨的原料。

如果在短时间内加热到 1500℃并迅速冷却,甲烷就会分解成乙炔和氢气。

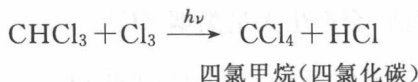
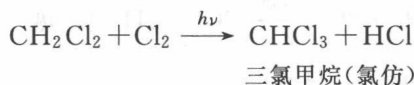
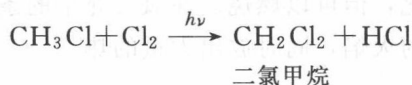
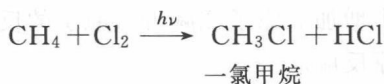


(3) 取代反应

有机物分子中的某些原子或原子团被其它原子或原子团代替的反应,称为取代反应。被卤素原子取代的反应称为卤代反应。



在室温下,甲烷与氯气的混合物在黑暗中可长期保存而不起任何作用。但在漫射光照射(以 $h\nu$ 表示光照)或适当加热时,甲烷分子中的氢原子能逐个被氯原子代替,得到多种氯代甲烷和氯化氢的混合物。



一般情况下,得到四种氯代产物的混合物,根据其沸点不同可以进行分离。如果控制反应条件,特别是调节甲烷与氯气的配比,就可使某种氯代烷成为主要产物。

上述四种氯代产物都不溶于水,在常温下一氯甲烷是气体,其它三种都是油状液体。它们都是重要的有机合成原料。氯仿和四氯化碳是常用的有机溶剂,四氯化碳还可作为灭火剂。

烷烃的卤代反应一般指氯代反应和溴代反应,氟代反应在低温、暗处也会发生猛烈的爆炸,碘代反应则难以进行。

三、烷烃

1. 同系列与同分异构现象

烷烃的通式为 $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ 。最简单的烷烃是甲烷,依次为乙烷、丙烷、丁烷、戊烷等。

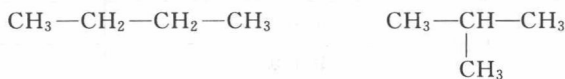
名称	分子式	构造式	构造简式
甲烷	CH_4	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$	CH_4
乙烷	C_2H_6	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	CH_3CH_3
丙烷	C_3H_8	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$
丁烷	C_4H_{10}	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \quad \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$

从上述结构式可以看出，链烷烃的组成都是相差一个或几个 CH_2 （亚甲基）而连成碳链，碳链的两端各连一个氢原子。具有同一通式，结构和化学性质相似，组成上相差一个或多个 CH_2 的一系列化合物称为同系列。 CH_2 称为烷烃的系差。

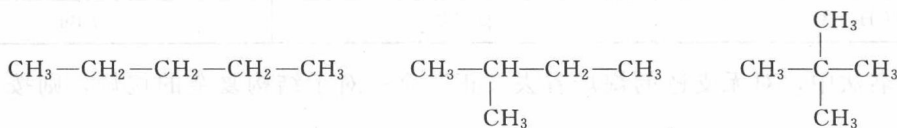
同系列中的化合物互称为同系物。同系物具有相似的化学性质。

2. 同分异构现象

分子式相同而构造式不同的化合物称为同分异构体，这种现象称为同分异构现象。烷烃的同分异构现象是由分子中碳原子的排列方式不同而引起的，这种同分异构又称为构造异构。甲烷、乙烷、丙烷分子中的碳原子只有一种排列方式，所以无构造异构体。丁烷的分子中有 4 个碳原子，可以有两种排列方式，所以有两种异构体。



戊烷分子中有 5 个碳原子，可以有 3 种异构体。



烷烃分子中，随碳原子数目的增加，构造异构体的数目迅速增加。例如，己烷（ C_6H_{14} ）有 5 种，庚烷（ C_7H_{16} ）有 9 种，辛烷（ C_8H_{18} ）有 18 种。

在有机化合物中，同分异构现象普遍存在，并随着碳原子数目的增多，同分异构体的数目也增多。同分异构现象是造成有机物数量繁多的原因之一。

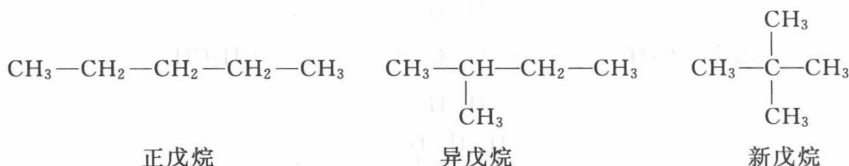
3. 烷烃的命名

烷烃的命名法是有机化合物命名的基础。烷烃常用的命名法有普通命名法和系统命名法。

（1）普通命名法

根据分子中所含碳原子数称某烷。碳原子数在 1~10 时依次用天干（甲、乙、丙、丁、

戊、己、庚、辛、壬、癸)表示;碳原子数在十以上的用十一、十二、十三等数字表示。对含有支链的烷烃,则必须在某烷前面加上一个汉字来区别,在链端第2个碳原子上连有1个甲基时,称为异某烷;在链端第2个碳原子上连有2个甲基时,称为新某烷;相对无支链的同分异构体称为正某烷。例如:



普通命名法简单方便,但只能适用于构造比较简单的烷烃。对于比较复杂的烷烃必须使用系统命名法。

(2) 系统命名法(IUPAC命名法)

系统命名法是中国化学学会根据国际纯粹与应用化学联合会(IUPAC)制定的有机化合物命名原则,再结合我国汉字的特点而制定的。

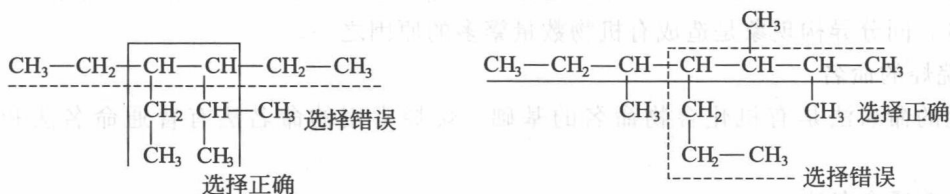
烷烃分之中去掉一个氢原子而剩余的原子团称为烷基,其通式为 $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}$,常用R—表示。常见烷基如表4-3所示。

表 4-3 常见烷基

烷基	名称	常用符号
CH_3-	甲基	Me
CH_3CH_2-	乙基	Et
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2-$	正丙基	<i>n</i> -Pr
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3\text{CH}- \end{array}$ 或 $(\text{CH}_3)_2\text{CH}-$	异丙基	<i>i</i> -Pr
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-$	正丁基	<i>n</i> -Bu
$(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2-$	异丁基	<i>i</i> -Bu
$\text{CH}_3\text{CH}_2\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}\text{CH}_3$	仲丁基	<i>s</i> -Bu
$(\text{CH}_3)_3\text{C}-$	叔丁基	<i>t</i> -Bu

系统命名法中,对无支链的烷烃省去“正”字;对于结构复杂的烷烃,则按以下原则命名。

① 选主链,定母体。选择含碳原子数目最多的碳链作为主链,根据主链所含碳原子数目定名为“某烷”。若分子中有两条以上等长碳链时,则选择支链多的一条为主链。支链作为取代基。例如:



② 编号,定位次。从最接近取代基的一端开始,将主链碳原子用阿拉伯数字编号。