



特别合作
sina 新浪教育

北京万向思维基础教育教学研究中心成果

高二化学

教材知识详解

下

总主编 刘增利

[审 订] 清华大学 王明忠

章节详解 + 课后解答 + 学科综合 + 思路导航

 北京万向思维

 北京教育出版社
BEIJING EDUCATION PUBLISHING HOUSE



一网打尽系列

教材知识 详解

高二化学(下)

主 编: 皮洪琼 吴海军
作 者: 皮洪琼 吴海军 陶春香
蒋 艳 代明芳



北京万向思维



北京教育出版社
BEIJING EDUCATION PUBLISHING HOUSE

北京万向思维幸运之星奖学金评选活动

参加办法 凡购买北京万向思维任意产品,填写所附“幸运之星奖学金申请卡”,并于2005年11月30日之前邮寄给我们,就有机会获得万向思维幸运之星奖学金。

抽奖时间 第一次:2005年6月10日

第二次:2005年12月10日

奖 金 每次均抽出以下奖项:

一等奖1名,奖学金5000元

二等奖10名,奖学金1000元

三等奖150名,奖学金100元

鼓励奖1000名,每人赠送两套学习信息资料

一、二、三等奖奖金均为税前,个人所得税由北京万向思维国际教育研究中心代扣代缴。

以上获奖者还将有幸成为万向思维幸运之星,参加全国性、地方性宣传推广活动。

抽奖结果 中奖名单将于2005年6月30日和2005年12月31日在万向思维学习网上公布,届时我们还将以电话或信件方式通知本人,敬请关注。

本次抽奖活动的最终解释权归北京万向思维国际教育研究中心。

本次抽奖活动经北京市海淀区公证处公证

● 版权所有 翻印必究 ●

教材知识详解 高二化学(下)

策划设计:北京万向思维基础教育教学研究中心

中学化学教研组

总主编:刘增利

主 编:皮洪琼 吴海军

责任编辑:王 瑛 陈 双

责任校对:皮洪琼

封面设计:魏 晋

出版发行:北京教育出版社

印 刷:陕西思维印务有限公司

经 销:各地书店

开 本:890×1240 1/32

印 张:16.75

字 数:445千字

版 次:2004年10月第一版

印 次:2004年10月第一次印刷

书 号:ISBN 7-5303-3341-0/G·3267

定 价:17.80元

一网打尽系列 丛书编委会

一线名师大联手

清华附中	北大附中	北师大附中	首都师大附中	北京二一四中	北京一零一中学
北京三中	北京五中	北京十四中	北京十一学校	天津海河中学	北师大实验中学
密云二中	大峪中学	北京十五中	北京交大附中	东城教研中心	海淀教师进修学校
育英中学	卫固中学	北京十九中	北京三十一中	西城教研中心	大兴教师进修学校
北医附中	郑州二中	北京二十中	北京四十四中	崇文教研中心	顺义教师进修学校
矿院附中	郑州中学	中关村中学	北京六十六中	朝阳教研中心	教育学院丰台分院
黄村四中	四平二中	知春里中学	北京一三八中	密云教研中心	教育学院宣武分院
黄村七中	四平十七中	花园村中学	北京一五九中	石家庄教科所	门头沟教师进修学校
黄村八中	燕城教研室	梨树第四中学	梨树第一中学	郑州五十七中	天津市河西区教研室
郑州五中	太平路中学	梨树师范附中	梨树第二中学	郑州大学二附中	郑州市教育局教研室
郑州八中	北京教科院	郑州三十四中	郑州外语中学		河南省第二实验中学

语文	连中国	张 洋	郑伯安	李 娜	崔 萍	宋君贤	王玉河	朱世生	张春青
	邢冬方	胡明珠	徐 波	韩伟民	王迎利	乔书振	潘晓娟	张连娣	杨 丽
	宋秀英	周京昆	吕立人	王淑宁	李淑贤	王 兰	孙汉一	陈奥月	黄占林
	穆 昭	赵宝桂	李永茂	柳 莉	张彩虹	刘晚静	徐 波	马东杰	夏 宇
	李锦航	褚晓波	高乃明	史玉涛	赵经平				
数学	郭根秋	程 霞	郭翠敏	刘丽霞	王 燕	李秀丽	张贵君	许玉敏	沈 飞
	马会敏	张君华	剧荣卿	张 诚	石罗栓	李云雪	扈军平	霍雪雷	岳云海
	张巧珍	郭雪翠	张秀芳	岳胜兰	贾玉娟	程秀菊	何中义	邢玉申	成丽君
	秦莉莉	籍青则	郭树林	虎秀兰	马丽红	鲍 静	王继增	孙玉章	刘向伟
	韩尚庆	邢 军	张 云	毛玉忠	胡传新	石 静	王 伟	刘春艳	王健敏
	王拥军	宋美贞	宿守军	王永明	孙向尧	吕晓华	樊艳慧	王微微	于宏伟
	冯瑞先	刘志凤	耿宝柱	李晚洁	张志华	赵凤江	薛忠政	杨 贺	张艳霞
	杨 升	赵小红	耿文灵	柴珍珠	杜建明	钱万山	曹 荣	李连军	瞿关生
	高广梅								
英语	黄玉芳	孙 妍	李星辰	张 卓	关 高	张小燕	孙 瑜	王文晔	李 微
	马玉珍	杜志芬	张秀洁	严瑞芳	魏 雪	张莉萍	周书丽	杨红琳	王利华
	刘 欣	于 欣	朱慧敏	卢志毅	高红艳	石 娟	陈 艳	刘占林	马三红
	应 劼	周兆玉	郭玉芬	黄 芳	钟菁菁	孙 妍	张晚燕	张树军	朱重华
	何玉玲	李 霞	阎 晶	杜 欣	王开宇	丛广香	衣彤彤	李海霞	
物理	陈立华	孙嘉平	金文力	王树明	赵 炜	李隆顺	林萃华	唐细受	刘 凌
	张文瑰	谭宇清	成世强	李 里	吴希慧	张京文	文瑞琴	何德强	郭合群
	边 红	汪维诚	陈翠梅	杨艳青	任廷全	张丽珠	王春艳	鲁桂英	崔晓丽
	杨柏青	郑 奇	韩惠安	姜维忠					
化学	马京莉	魏 安	魏新华	谢 虹	顾俊英	李五英	刘松伟	班文岭	赵玉静
	吴海军	郭熙军	李 艳	李 海	史立武	孙忠岩	于占清	常如正	代明芳
	蒋 艳	史丽武	孙忠岩	李东红					
政治	朱 勇	罗 霞	舒嘉文	沈义明	李克峰	张银线	靳 荣	葛本红	陈立华
	崔红艳	王阿丽	帅 刚	张国湘	秦晚明	李 季			
历史	谢国平	张斌平	郭文英	张 鹰	李文胜	李慧敏	张 丹	刘 艳	
地理	陶 利	孟胜修	丁伯敏	高 枫	卢奉琦	史纪春	李 薇	刘文宝	孙淑范
生物	赵京秋	刘 峰	孙 岩	李 萍	王 新	姜 敏	邓志惠	邵丽新	徐佳琳

化学审读

[清华大学] 王明忠 [南开大学] 皮 佳 [北京师范大学] 李 帆

万向思维专家顾问团

王大绩

语文特级教师 享受国务院特
殊津贴的专家。北京市教育学会语
文教学研究会常务理事，北京市教
育科学研究院兼职教研员。光明日
报《考试》杂志编委。

多年从事语文教学与高考规
律，有数篇论文获国家级奖项，录
制音像制品数十种，多次在中央电
视台、中央人民广播电台、中央教
育电视台、北京电视台及新浪网、
搜狐网等媒体做高考辅导讲座，每
年应邀到全国各地讲学。

寄语：立志冲击顶峰，探索登
山道路，是师生共同的责任；而冲
击顶峰，登上峰顶，靠同学自己！



王建民

数学特级教师 享受国务院特
殊津贴的专家。中国数学奥林匹克高
级教练。多次被评为市、区先进工作
者、模范教师，被评为海淀区教育战
线十佳中共党员。曾任北京市海淀区
第七至第十一届人民代表大会代表。

多次在中央人民广播电台、中央
电视台、中央教育电视台、北京电视
台、新浪网、搜狐网等做高考辅导讲
座，每年应邀到全国各地讲学。

寄语：认真读书，深入思考，崇
尚理性精神，领悟教学思想，从教学
的学习中，获得可持续发展的教学能
力。



王乐君

英语特级教师 2001至2003届北
京市高级教师职称英语学科评审主
任、市级特级教师评审委员。教学35
年，熟悉中学和大学各种教材，擅长
培养和训练学生用英语思维进行书面
表达。经常应邀到全国各地讲学。

寄语：丰富的语言知识和较强的
语言技能会使你成为英语高才生。



徐兆泰

政治特级教师 原北京教科院基
础教育教学研究中心政治室主任。参
加全国高校招生命题工作14年。组织
并编写：《北京市中学思想政治课
课堂教学评价标准》、北京市《中华传
统美德》实验教材；撰写了：《北京
市思想政治课的教研工作》等。

寄语：正确理解并全面掌握基本
概念、原理和理论知识，是形成能力
的前提和基础。分析问题和解决问题
的能力是练出来的，只有多运用所学
知识去认识事物，才能不断提高自己
认识世界和改造世界的能力。



周誉蔼

物理特级教师 原北京十五中副
校长。人民教育出版社特聘编辑，光
明日报《考试》杂志编委。长期任北
京市物理兼职教研员。参与编写了人
教社《高中物理教学》，编写多部学
生高考辅导书、高中学生物理辅导书
和教师培训教材等。

寄语：联系实际、反复思考，领
悟理论、提高能力。



孟广恒

历史特级教师 原北京教科院基
础教育教学研究中心历史室主任、全
国历史专业委员会常务理事，副秘书
长、北京历史教学研究会会长。历史
教学著述和论文达200多万字。指导、
培养优秀教师多人。

寄语：历史知识的基础性，理解
问题的深邃性，分析问题的全面性，
与有关学科的交流性，再加之学习方
法的灵活性，掌握这五性，你就一定
会成功。



程耀尧

化学特级教师 原北京教育科
学院丰台分院副院长。参与人民教育
出版社《新课程标准高中化学》课
本的编写。中国教育学会教育统计
与测量分会考试委员会副主任、常
委；曾荣获教师奖获得者；中央广
播电视学校十佳教师。著述有：
《化学基础》、《化学教育与素质
教育》。

寄语：自学主动，自思自励，
做一辈子主动学习的人。



郭正权

地理特级教师 北京中学地理教
研员。曾专职编写中学地理教材。40
多年来献身中学地理教育事业，并撰
写出了《中国自然地理常识问答》、
《中学地理教材中的名人》、《现代
中学地理教学研究》等地理教育专著，
发表地理教学论文数十篇。

寄语：紧紧地抓住环境、资源、
人口和可持续发展这个主题，密切地
联系当地实际，学会分析和思考地理
问题的方法，这是学好地理知识的一
条必由之路。



裴伯川

生物特级教师 原北京市教育科
学研究院基础教育教学研究中心生物
室主任。全国生物专业委员会常务理
事兼学术委员会常务副主任；首都师
范大学研究生院客座教授。

寄语：既要通过对生物的学习，
加深理解，又要主动参与，不断创新
全面提高自身的生物科学素养。



万向思维学生顾问团



马亦欣：2002年以山东省理科第七名的高考成绩考入北京大学。现就读于北大元培计划实验班。

座右铭：Tomorrow is another day.

对学弟学妹的希望：把握现在，把握自己，用自己的努力塑造自己的明天。



王悦：清华大学2002级电子工程系电子科学与技术专业。高中时获得山西省化学、生物、英语竞赛一等奖，物理竞赛二等奖。大一曾担任班级组织委员。



刘雅洁：现就读于北京大学金融系。高中时曾获山西省奥林匹克竞赛物理二等奖、化学二等奖。

2002年高考总分685分（理科），山西省第四名，大同市第一名。



夏华：1985年出生于江西湖口县，2002年毕业于湖口县中学，高考总分为683分，就读于北京大学信息管理与信息系统专业。高二曾参加高考被东南大学少年班录取。

我的理念是：幸运总是只垂青于锲而不舍的人们！

面对困难，让我们抱着平常心、自信心和背水一战的心态为自己的未来和梦想打拼！旗鼓相当勇者胜！成功与辉煌在向勇士们招手！



魏娜：现就读于北京大学金融系。2002年高考新疆文科状元。中学时曾多次获得省三好学生和优秀班干部称号。

人生格言：自信是远胜一切的人生法宝！



李光明：清华大学2002级工业工程专业的学生。高中时担任班长三年，参加了全国奥林匹克物理竞赛与全国高中生数学联赛，取得物理一等奖、数学二等奖的成绩。



黄琳娜：北京大学法学院2003级本科生。

最喜欢的名言是：

能够摄取必要营养的人要比吃的很多的人更健康；同样地，真正的学者往往不是读了很多书的人，而是读了有用的书的人。

——（古希腊）亚里士多德



王朝薇：北京大学2002级日语系本科生。在同日本大体的交流活动中担任日文主持，并兼任北大校长的日文翻译。现任北大外国语学院学生会副主席，北大中日青年交流协会会长兼团支书，北大广播台专栏节目主编兼播音、记者。

曾作为中央电视台银声少年电视艺术团团员在各地演出，并于“全国城市童声合唱节”获得优秀奖。高中时获得北京市优秀学生干部奖，担任北京十五中学学生会文艺部部长、广播台台长，在历次的考试中名列年级前三名。学习之余，受中央电视台、北京广播电台邀请，参与了多期栏目的录制活动。暑期曾代表首都学生远赴澳大利亚进行艺术交流活动，在当地引起巨大轰动。

自己的格言：生命中，没有什么是我的终极目标。生命的线，因不断延长，而永远找不到停滞的那一天。

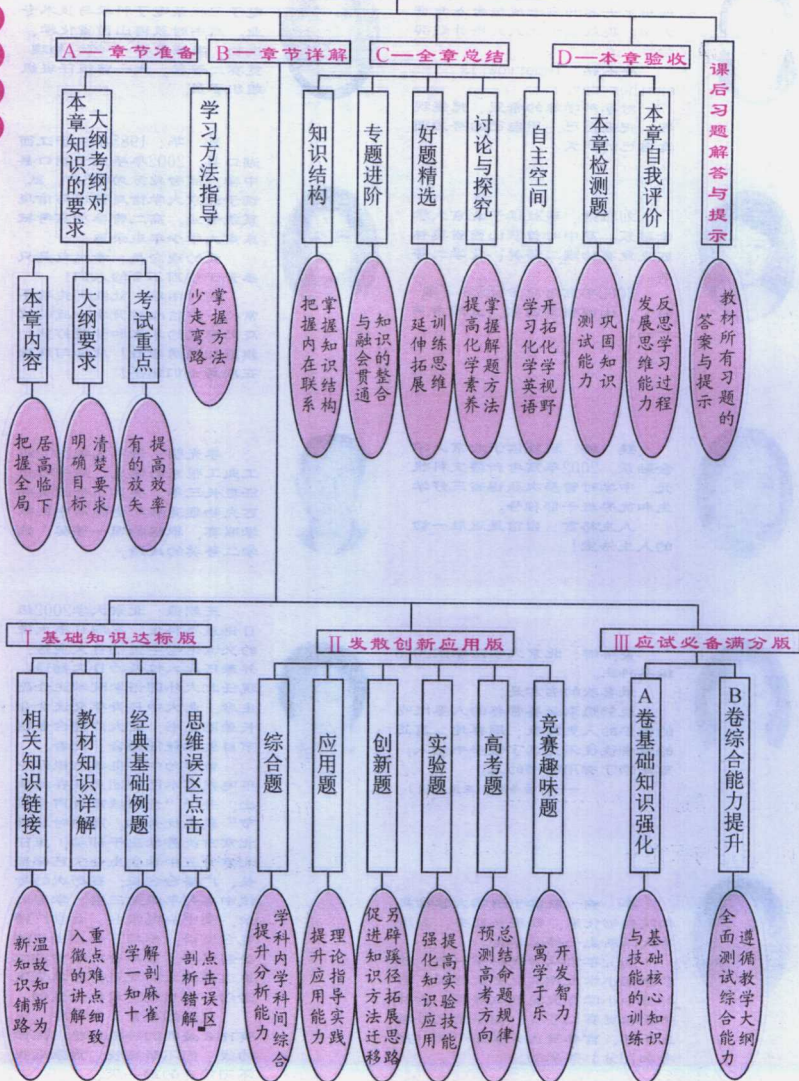


李响：就读于清华大学信息学院自动化系，任班长职务，获清华大学新生一等奖学金。

2002年吉林省理科第一名。曾获全国小学生作文竞赛优秀奖、吉林省中小学作文竞赛二等奖、吉林省化学竞赛二等奖、四平市优秀学生干部、吉林省优秀学生干部（高考加10分）等奖励。

来自作者的使用说明

教材知识详解·高二化学(下)



CONTENTS 目录

第五章 烃

A——章节准备

- 一、大纲考纲对本章知识的要求 (1)
- 二、学习方法指导 (2)

B——章节详解

- 第一节 甲烷 (2)
- 第二节 烷烃 (22)
- 第三节 乙烯 烯烃 (45)
- 第四节 乙炔 炔烃 (69)
- 第五节 苯 芳香烃 (90)
- 第六节 石油的分馏 (115)

C——全章总结

- 一、知识结构 (135)
- 二、专题进阶 (135)
- 三、好题精选 (138)
- 四、讨论与探究 (142)
- 五、自主空间 (144)

D——本章验收

- I 本章检测题 (145)
- 本章检测题答案及点拨 (148)
- II 本章自我评价 (151)

第六章 烃的衍生物

A——章节准备

- 一、大纲考纲对本章知识的要求 ... (153)
- 二、学习方法指导 (154)

B——章节详解

- 第一节 溴乙烷 卤代烃 (154)
- 第二节 乙醇 醇类 (176)
- 第三节 有机物分子式和结构式的确定 (207)
- 第四节 苯酚 (230)
- 第五节 乙醛 醛类 (248)
- 第六节 乙酸 羧酸 (268)

C——全章总结

- 一、知识结构 (302)
- 二、专题进阶 (303)
- 三、好题精选 (306)
- 四、讨论与探究 (315)
- 五、自主空间 (316)

D——本章验收

- I 本章检测题 (319)
- 本章检测题答案及点拨 (323)
- II 本章自我评价 (327)

CONTENTS 目录

第二学期期中测试卷 (329)

第二学期期中测试卷答案及点拨

..... (333)

第七章 糖类 油脂 蛋白质

A——章节准备

一、大纲考纲对本章知识的要求

..... (340)

二、学习方法指导 (341)

B——章节详解

第一节 葡萄糖 蔗糖 (341)

第二节 淀粉 纤维素 (362)

第三节 油脂 (376)

第四节 蛋白质 (394)

C——全章总结

一、知识结构 (414)

二、专题进阶 (414)

三、好题精选 (424)

四、讨论与探究 (427)

五、自主空间 (427)

D——本章验收

I 本章检测题 (430)

本章检测题答案及点拨 (433)

II 本章自我评价 (435)

第八章 合成材料

A——章节准备

一、大纲考纲对本章知识的要求

..... (436)

二、学习方法指导 (436)

B——章节详解

第一节 有机高分子化合物简介

..... (437)

第二节 合成材料 (453)

第三节 新型有机高分子材料 ... (469)

C——全章总结

一、知识结构 (477)

二、专题进阶 (478)

三、好题精选 (478)

四、讨论与探究 (483)

五、自主空间 (484)

D——本章验收

I 本章检测题 (486)

本章检测题答案及点拨 (490)

II 本章自我评价 (492)

第二学期期末测试卷 (493)

第二学期期末测试卷答案及点拨

..... (498)

课后习题解答与提示 (507)

第五章 烃

A

章节准备

一、大纲考纲对本章知识的要求

1. 本章内容

本章教材以共价键理论为指导,以甲烷、乙烯、乙炔、苯等重要代表物为线索,按照碳原子之间的单键、双键、三键、苯环的结构顺序依次介绍烷烃、烯烃、炔烃和芳香烃的有关知识。同时还介绍了烷烃的命名方法、同系物、同分异构体、取代反应、加成反应、聚合反应等。最后介绍了石油和煤的加工及综合利用。甲烷、乙烯、乙炔、苯的结构和性质是这章的重点,而烷烃的命名、同分异构体及苯的结构和性质是这章的难点。

2. 大纲要求

	教学内容	教学要求	实验与活动
甲烷	甲烷的化学性质(氧化反应、取代反应、受热分解)	C	演示实验: 甲烷的化学性质
烷烃	烷烃的结构和性质(饱和烃、同系物) 同分异构现象、同分异构体(烃基) 烷烃的命名	B B B	(1)展示几种有机物的分子模型 (2)制作丁烷的同分异构体模型
乙烯 烯烃	不饱和烃 乙烯的实验室制法 乙烯的化学性质(氧化反应、加成反应、聚合反应) 乙烯的用途 烯烃	B C C A B	演示实验: 乙烯的化学性质 乙烯的实验室制法
乙炔 炔烃	乙炔的化学性质(氧化反应、加成反应) 炔烃	B B	演示实验: 乙炔的化学性质
苯 芳香烃	苯的结构(芳香烃) 苯的化学性质(与溴的反应、硝化反应、加成反应) 苯的同系物	B C A	演示实验: 苯、甲苯、二甲苯的氧化性
石油的分馏	分馏产品和用途 石油的裂化和裂解 煤的综合利用	A 选学 选学	观看录像: (1)石油化工 (2)煤的综合利用

3. 考试重点

- (1) 甲烷的结构及化学性质
- (2) 烷烃的结构通式及性质的递变规律、烷烃的命名方法
- (3) 同系物、同分异构现象和同分异构体
- (4) 乙烯的化学性质、实验室制法和用途
- (5) 乙炔的化学性质和主要用途
- (6) 苯的结构特征和主要性质
- (7) 加成反应、取代反应、聚合反应及氧化反应
- (8) 石油的分馏产品的用途

主要考试题型为选择题、填空题、推断题、信息题,分值在高考中占 15% 左右。

二、学习方法指导

有机化合物的特点是数目众多和异构现象普遍存在。究其原因,应该从碳元素在元素周期表中的位置出发,认识碳原子结构及其成键特点。按照结构决定性质、性质决定用途的思路,以一些典型的烃类化合物为例,了解有机化合物的基本碳架结构及基团、官能团、同分异构体、同系物等概念的同时,掌握各类烃(烷烃、烯烃、炔烃、芳香烃)中各种碳碳键、碳氢键的性质和主要化学反应,并掌握烷烃的命名原则。

烷烃分子中各原子均以单键结合,性质稳定,不与强酸、强碱、强氧化剂反应。烯烃、炔烃分子中含有 $C=C$ 键或 $C\equiv C$ 键,因而易发生加成、氧化和加聚反应等。而苯分子中碳碳键是介于单键与双键之间的独特键,因而既能发生取代又能发生加成反应,但不能使溴水和 $KMnO_4$ 溶液褪色。在苯环的影响下,苯的同系物侧链易被氧化而使酸性 $KMnO_4$ 溶液褪色。

对石油和煤这部分的学习应了解有机物的主要来源,了解石油化工、煤化工及污染和环保的概念。

P

第一节 甲 烷

I 基础知识达标版

★ 请先用几分钟时间回想并复述你在本节所学的知识,完成下列问题,做知识的梳理。

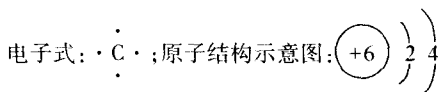
1. 仅含 _____ 两种元素的 _____ 物称为碳氢化合物,又称 _____。
2. 用短线来表示一对共用电子的图示叫作 _____。
3. 甲烷的分子式是 _____,电子式可表示为 _____。
4. _____ 的反应叫作取代反应。

答案:1. 碳和氢 有机 烃 2. 结构式 3. CH_4 $H \times \begin{array}{c} H \\ \times \\ \cdot \\ \times \\ \cdot \\ \times \\ \cdot \\ \times \\ \cdot \\ H \end{array} \times H$

4. 有机物分子里的某些原子或原子团被其他原子或原子团所代替

一、相关知识链接

(一) 碳的原子结构



(二) 置换反应

一种单质跟一种化合物生成一种新的单质和一种新的化合物的化学反应,叫作置换反应。

(三) 有机物

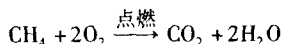
世界上含碳的化合物非常多,占已发现的纯物质中的绝大多数。蔗糖、淀粉、纤维素、油脂、蛋白质等都是含碳的化合物,它们都是我们人类生存的必需品,人们把这类含碳的化合物叫作有机化合物,简称有机物。

(四) 甲烷

天然气的主要成分是甲烷,煤矿的矿坑里常有甲烷逸出,从池沼底部逸出的气体中主要成分也是甲烷。

1. 物理性质:在通常状况下,甲烷是无色、无味的气体,在标准状况下密度为 $0.717 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$,极难溶于水。

2. 化学性质:甲烷气体易燃烧,甲烷完全燃烧生成二氧化碳和水,同时放出大量的热,伴有淡蓝色火焰。



甲烷与空气或氧气混合达到一定的比例,遇火焰或火花时极易发生爆炸,酿成事故。因此,在点燃甲烷之前一定要先检验甲烷的纯度。

甲烷在空气里的爆炸极限是含甲烷 5% ~ 15% (体积分数),在氧气里的爆炸极限是含甲烷 5.4% ~ 59.2% (体积分数)。

二、教材知识详解

(一) 有机物

有机化合物的简称,通常指含碳元素的化合物。但 CO 、 CO_2 、碳酸、碳酸盐、金属碳化物、氰化物仍属无机物,因为它们的结构和性质与无机物相似。组成有机物的元素除碳外还有 H、O、N、S、卤素等。

1. 最早人们认为糖、蛋白质、油脂等只有从动、植物有机体内才能取得,这类化合物叫有机物。到 19 世纪 20 年代,科学家先后用非生物体内取得的物质合成了许多有机物,如尿素、醋酸等,从而打破了有机物只能从有机体内取得的观点,但习惯上还沿用这个名称。

2. 有机物一般难溶于水,易溶于有机溶剂,熔点低,绝大多数有机物受热分解,

容易燃烧,反应速率较慢,并伴随着副反应。

3. 有机物种类繁多,一般分为烃和烃的衍生物两大类;根据物质的碳架结构,可分为开链化合物、碳环化合物和杂环化合物三类;根据有机物所含官能团的不同,也可分为烷、烯、炔、芳香烃和醇、醛、羧酸、酯等。

4. 有机物与无机物的区别。

表 5-1-1 有机物和无机物的区别

性质和反应	有机物	无机物
溶解性	多数不溶于水而易溶于有机溶剂	有些无机物溶于水,大多不溶于有机溶剂
耐热性	多数不耐热;熔点较低,一般在 400 °C 以下	多数耐热;难熔化,熔点一般较高
可燃性	多数可以燃烧	多数不能燃烧
电离性	多数为非电解质	多数是电解质
化学反应	一般比较复杂,副反应多,反应速率较慢	一般比较简单,副反应少,反应速率较快

注意:无机物与有机物在性质及反应上的差别只是相对的,有条件的。不同的有机物有其特殊的性质。例如,乙醇、乙酸等能以任意比与水互溶;四氯化碳、二氟二溴甲烷等有机物不但不能燃烧,反而可以用来灭火;乙酸及其金属盐能在溶液中电离;三氯乙酸是一种强酸;有些反应,如烷烃的热裂解和三硝基甲苯的爆炸都是瞬间完成的,等等。

(二) 有机物种类繁多的原因

1. 碳原子最外层有 4 个电子,每个碳原子不仅能与其他原子形成 4 个共价键,而且碳原子与碳原子之间也能形成共价键,不仅能形成单键,还能形成双键或三键。

2. 多个碳原子可以相互结合形成长长的碳链,也可以形成碳环。

3. 含有相同原子种类和数目的分子可能具有不同的结构。

(三) 烃

仅由碳和氢两种元素组成的一类有机化合物叫碳氢化合物,也称为烃。甲烷是结构最简单的烃。

(四) 甲烷

1. 甲烷的分子结构:正四面体结构,碳原子位于正四面体的中心,4 个 C—H 键键长均为 1.09×10^{-10} m,键能为 $413 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,键角为 $109^{\circ}28'$,是非极性分子。它的电子式、结构式、分子结构示意图、球棍模型、比例模型如图 5-1-1 所示。

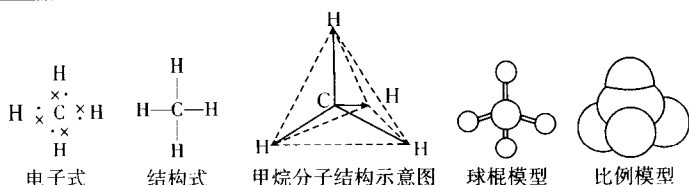
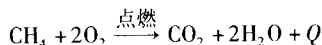


图 5-1-1

2. 物理性质: 无色、无味、极难溶于水、易燃烧的气体, 密度比空气小。甲烷又叫沼气。

3. 化学性质: 甲烷分子结构稳定, 所以通常不与强酸、强碱和强氧化剂反应, 但在一定的条件下也会发生某些反应。

(1) 氧化反应: 甲烷的氧化反应是指在点燃的条件下可以燃烧, 但甲烷不能被 KMnO_4 溶液氧化。

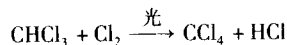
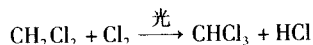
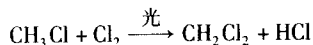
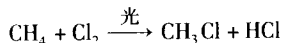


纯净的甲烷在空气里能安静地燃烧, 同时放出大量的热, 所以甲烷是一种很好的气体燃料。但是必须注意, 如果点燃甲烷跟空气或氧气的混合气体, 有可能产生爆炸, CH_4 在空气里的爆炸极限是含 CH_4 5% ~ 15% (体积分数), 在 O_2 里的爆炸极限是含 CH_4 5.4% ~ 59.2% (体积分数)。因此, 在煤矿的矿井里, 为防止瓦斯(主要成分是 CH_4) 爆炸, 必须采取通风、严禁烟火等安全措施。

甲烷、硫化氢、氢气和一氧化碳等气体在空气中燃烧, 火焰呈淡蓝色; 固态的硫和液态的酒精在空气中燃烧, 火焰也呈淡蓝色。

(2) 取代反应: 有机物分子里的某些原子或原子团被其他原子或原子团所代替的反应叫作取代反应。

CH_4 和 Cl_2 在光照条件下可发生取代反应, 生成了 CH_3Cl (气)、 CH_2Cl_2 (液)、 CHCl_3 (液) 和 CCl_4 (液), 同时还有氯化氢气体生成。



反应最终得到的产物是混合物。在甲烷的 4 种取代物中, 除 CH_3Cl 常温下是气体外, 其他 3 种常温下均为液体。应注意: ①反应条件是光照, 但要避免日光直射, 因为光太强时会使反应迅速引发而发生爆炸; ②反应的另一反应物为纯卤素单质, 甲烷与氯水、溴水不发生反应; ③反应是分步进行的, 生成的一取代物会立即继续反应生成二取代物、三取代物和四取代物, 所以产物是几种取代物和氯化氢的混合物。

表 5-1-2 取代反应与置换反应的区别

取代反应	置换反应
生成物中不一定有单质	反应物和生成物中一定有单质
反应能否进行受温度、光照、催化剂等外界条件影响较大	有的反应(如 $\text{CuO} + \text{H}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$)需要一定的条件,有的反应不需外界条件
反应逐步进行,很多反应可逆	反应一般为单方向进行,不可逆

(3) 高温分解(裂解反应): $\text{CH}_4 \xrightarrow{>1000\text{ }^\circ\text{C}} \text{C} + 2\text{H}_2$ 。

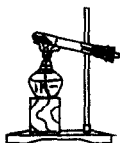
4. 甲烷的实验室制法。

(1) 药品:无水醋酸钠和碱石灰。

注意:碱石灰的成分是烧碱与生石灰的混合物;反应不能用醋酸钠晶体,因为晶体中含有结晶水。

(2) 原理: $\text{CH}_3\text{COONa} + \text{NaOH} \xrightarrow[\text{CaO}]{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CH}_4 \uparrow$ 。

(3) 装置:使用“固+固 $\xrightarrow{\Delta}$ 气”型的物质制备发生装置,此装置还可用于制备氧气、氨气等(装置见图 5-1-2)。



(4) 收集方法:排水法,一般不用排气法,因为排气法收集的气体不纯,易发生爆炸。

5. 甲烷的重要用途:制取氯仿、四氯化碳、氢气和炭黑;作其他有机化工原料。

三、经典基础例题

【例 1】 有机物种类繁多是因为 ()

- A. 碳在地壳中含量大
- B. 碳原子之间能以共价键结合,形成长的碳链
- C. 碳所形成的化合物性质稳定
- D. 碳原子可以跟其他原子形成 4 个共价键

解析:有机物种类繁多的原因主要有 3 个:每个碳原子不仅能与其他原子形成 4 个共价键,而且碳原子与碳原子之间也能相互形成共价键;碳原子可以相互结合形成长长的碳链,也可以形成碳环;含有相同原子种类和数目的分子可能具有不同的结构。故选项 B 正确。

答案:B

点拨:D 容易被错选,如果碳原子只能跟其他原子形成 4 个共价键,而不能跟碳原子本身形成共价键,那有机物的种类就称不上繁多了,所以 D 的叙述不全面,而且没有说明最关键的原因,故不选 D。

【例2】 将100 mL $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的NaOH溶液与100 mL $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的醋酸溶液混合,充分搅拌均匀,然后加热蒸发,再高温灼烧一段时间,最后得到的固体生成物是

()

A. CH_3COONa

B. NaOH

C. Na_2CO_3

D. NaO

解析:NaOH与醋酸首先发生中和反应生成醋酸钠和水,通过计算可知0.1 mol NaOH与0.1 mol 醋酸反应生成0.1 mol 醋酸钠,NaOH过量,剩余量为0.1 mol。加热蒸干后剩下的0.1 mol NaOH与0.1 mol 醋酸钠恰好可完全反应生成 Na_2CO_3 固体和 CH_4 气体。高温灼烧 Na_2CO_3 固体并不会分解,所以最后得到的固体生成物只能是 Na_2CO_3 。

答案:C

点拨:本题属于有一种反应物过量,剩余物又与第一步反应的生成物继续反应的类型。主要考查过量反应的计算和甲烷气体的实验室制法。

【例3】 1 mol CH_4 与 Cl_2 发生取代反应时,待反应完成后测得4种取代物的物质的量相等,则消耗氯气

()

A. 0.25 mol

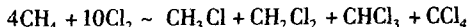
B. 1 mol

C. 2.5 mol

D. 5 mol

解析:由碳原子守恒可知,4种取代物的物质的量都是0.25 mol,即0.25 mol CH_3Cl 、0.25 mol CH_2Cl_2 、0.25 mol CHCl_3 和0.25 mol CCl_4 。氯分子参加反应,是其中1个氯原子取代1个氢原子,所以参加反应的 Cl_2 的物质的量 $= 0.25 \text{ mol} \times 1 + 0.25 \text{ mol} \times 2 + 0.25 \text{ mol} \times 3 + 0.25 \text{ mol} \times 4 = 2.5 \text{ mol}$ 。

另一种解法,可以写出 CH_4 与 Cl_2 光取代反应的关系式,从而求之。



4 10

1 2.5

答案:C

点拨:掌握甲烷与氯气发生取代反应的过程,不要误以为每步反应都是与一个氯气分子反应得到4种取代产物,于是想当然地认为消耗的氯气量为 $0.25 \text{ mol} \times 4 = 1 \text{ mol}$ 。

【例4】 CH_4 和 H_2 混合气体10 mL,完全燃烧后生成6 mL CO_2 气体(气体的体积为相同状况下测定),则混合气体中甲烷和氢气的体积比为

()

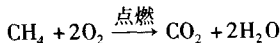
A. 2:3

B. 3:2

C. 2:1

D. 1:2

解析:



1

1

$V(\text{CH}_4)$

6 mL

$$V(\text{CH}_4) = 6 \text{ mL}$$

$$V(\text{H}_2) = 10 \text{ mL} - 6 \text{ mL} = 4 \text{ mL}$$

$$\text{所以 } V(\text{CH}_4) : V(\text{H}_2) = 6 : 4 = 3 : 2$$

答案:B

点拨:相同状况下,气体的体积之比等于物质的量之比,也等于方程式中各物质的计量数之比。

四、思维误区点击

【例5】在光照条件下,将等物质的量的 CH_4 和 Cl_2 充分反应,得到的产物种类最多为 ()

A. 1

B. 2

C. 4

D. 5

正确解法: CH_4 与 Cl_2 发生取代反应 $\text{CH}_4 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{光}} \text{CH}_3\text{Cl} + \text{HCl}$, 该反应一旦进行,生成的 CH_3Cl 将立即与 Cl_2 继续反应生成二氯甲烷、三氯甲烷和四氯甲烷。而且每发生一个氯原子的取代可生成一个 HCl , 所以答案为 D。

正确答案:D

常见错解:A、B、C

错解分析:有些学生错误地认为当 $n(\text{CH}_4) : n(\text{Cl}_2) = 1 : 1$ 时,应按下式进行反应: $\text{CH}_4 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{光}} \text{CH}_3\text{Cl} + \text{HCl}$, 不再发生其他反应,故而误选 B; 如果再漏掉了生成的 HCl , 则会误选 A; 误选 C 是明白了甲烷与氯气反应的特点但却忽略了生成物中的 HCl 。

【例6】将醋酸钠晶体($\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$)与干燥的碱石灰按一定的质量比混合加热后,几乎没有得到甲烷气体。此次实验失败的原因是 ()

A. 用了醋酸钠晶体,应该用无水醋酸钠

B. 加热的温度不够高

C. 不能按质量比将反应物混合

D. 碱石灰过于干燥实验效果反而不好

正确解法:实验室制甲烷时,要求试剂和仪器必须是干燥的。水的存在能阻止反应的进行,因此,有水存在时是得不到 CH_4 的。题中药品是醋酸钠晶体,有结晶水,所以不能得到 CH_4 。

正确答案:A

常见错解:B

错解分析:忽略了制备 CH_4 的药品应用无水醋酸钠,而不用醋酸钠晶体。有水存在时得不到甲烷的原因是:有水存在时,两种反应物按电离方式断键 $\text{CH}_3\text{COONa} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{Na}^+$, $\text{NaOH} \rightleftharpoons \text{Na}^+ + \text{OH}^-$, 这种断键方式与生成 CH_4