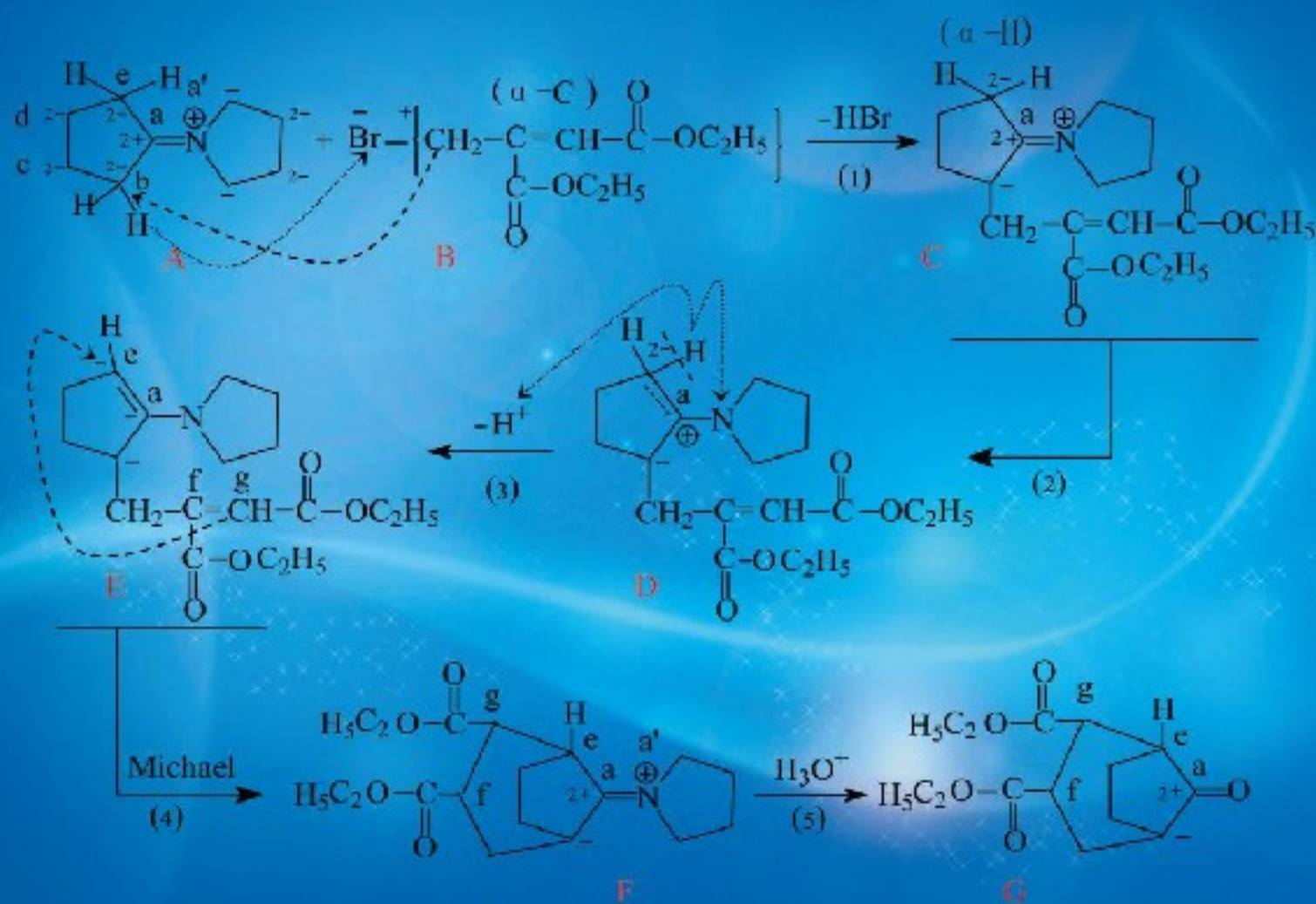


高等院校有机化学教材

The Organic Chemistry of new conceptional fundamentals

新概念基础有机化学

吴阿富 编著



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社

新概念基础有机化学

吴阿富 编著



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

新概念基础有机化学 / 吴阿富编著. — 杭州: 浙江大学出版社, 2010. 12
ISBN 978-7-308-08250-1

I. ①新… II. ①吴… III. ①有机化学—高等学校—教材 IV. ①062

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 245690 号

新概念基础有机化学

吴阿富 编著

责任编辑 季峥(really@zju.edu.cn)

出版发行 浙江大学出版社

(杭州市天目山路 148 号 邮政编码 310007)

(网址: <http://www.zjupress.com>)

排 版 杭州求是图文制作有限公司

印 刷 杭州日报报业集团盛元印务有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 17.5

字 数 455 千字

版 印 次 2010 年 12 月第 1 版 2010 年 12 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-308-08250-1

定 价 35.00 元

版权所有 侵权必究 印装差错 负责调换

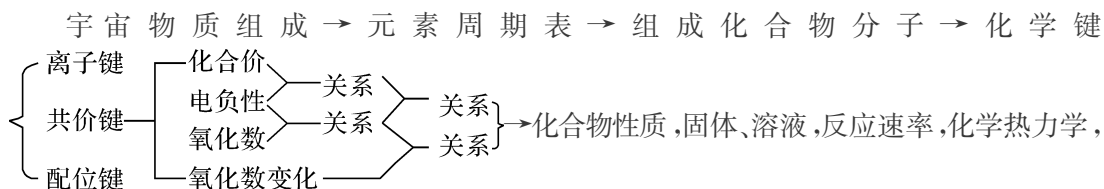
浙江大学出版社发行部邮购电话 (0571)88925591

前 言

从宏观到微观,宇宙世界的一切物质都由分子组成,而分子由原子组成,原子由原子核与电子组成……人类有男女,动物有雌雄,化合物原子有正负,中医(神农)有阴阳,病体有虚实,磁极有 N、S,社会有矛盾……这些现象都是客观存在的。经研究发现,在化合物中也存在着这种“阴阳”自然现象,我们的祖先伏羲早在 7000 年前已在《易经》中提出。本教材正是采用这种实用的理论与思维方法,使化学类学生及相关工作者在学习、研究和应用化学时,挂靠已知,不用死记,少花时间,同时也给研究自然科学、社会科学辩证法的工作者提供了许多相通的实例。

1. 本教材的编写思路

从理论上研究化学键主要有价键理论、配位场理论和分子轨道理论。本教材的编写思路主要是,从价键理论、配位场理论、原子外层电子排布规则出发,研究化合物经历化学反应前后氧化数的变化与物质的量的关系,化学反应的活性中心与氧化数的关系,通过人为改变化合物某原子的氧化数改变该原子的阳活性或阴活性。通过对某化合物的结构分析就有可能巧妙利用氧化数,推测合成某新物质的可能性。



化学与物质的量平衡,通用方程计算,化学反应方程配平,有机合成反应机理和四谱解析等

2. 本教材的优点

- ①本教材附有大量例题与习题,便于读者更系统地掌握知识。
- ②本教材中介绍的通用方程适用于各类化学反应的化学计算,对于非一步反应、歧化反应、非定量反应以及相当得失数百个电子的有机化学反应均适用。
- ③反应物、相关主产物知道后,其他的副产物一般可以推测。
- ④从有机反应物氧化数的标注能大致判断化学反应发生的活性部位;从有机化合物氧化数的变化规律可以判断和解释化学反应的类型。

3. 本教材的适用范围

本教材可以作为“大学有机化学基础”教材,适用于学习、研究化学、化工生产和对化学有兴趣、爱好的各层次的学生(包括高中生)、教师、工程技术人员、科研工作者,以及从事社会学、自然、科技辩证法教学的师生。读者可以从中获得研究型的学习方法,并把自然科学与社会科学知识、大自然各学科的知识、日常生活知识,融为一体、这样可以不用记忆,举一

反三,大大地激发发散联想的思维,学会挂靠已知的学习方法。

本教材中部分关于氧化数判断与计算、通用方程概念内容编入《新概念无机及分析化学》及《化学定量分析》教材中。对于大学化学初学者,建议先掌握《新概念无机及分析化学》的有关知识和理论。

笔者在学习、研究分析与有机化学的过程中曾得到华东理工大学汪葆俊、邵令娴、李世晋、刘馥英等教授的悉心教导,在教学中得到中国药科大学于如赓、倪青云教授和《化学通报》杨金泞主任编辑的热情帮助。本教材在出版过程中得到了浙江大学院校领导、浙江大学出版社的领导和编辑、浙江大学化学系包伟良教授的支持,以及上海大泉建筑安装有限公司董事长兼总经理王渭富总工程师的真诚相助。吴昊、吴旻为本书初稿校对、编辑等做了大量工作。在此一并对他们深表谢意!

限于编者水平,书中难免有疏漏和不妥之处,敬请广大读者批评指正。

吴阿富 于浙江大学
2009年10月

作者邮箱: wuafu250215190@sina.com

目 录

第 1 章 有机化学概论	1
1.1 有机化合物的特点	1
1.2 有机化合物的表示方法、构型分类和异构体	4
1.2.1 有机化合物的表示方法	5
1.2.2 有机化合物的构型分类和异构体	5
1.3 有机化合物的分类	8
第 2 章 脂肪烃	10
2.1 脂肪烃的系统命名法	10
2.2 脂肪烃的物理性质	10
2.3 脂肪烃的化学性质	11
2.3.1 饱和烷烃的氧化-还原反应	11
2.3.2 烯烃和炔烃的加成反应	11
2.3.3 双键邻位元素原子的氧化数高低对加成位向的影响	13
2.3.4 其他氧化-还原反应	15
2.3.5 马尔可夫-尼可夫规则	16
2.3.6 反马尔可夫-尼可夫规则	17
2.3.7 烯烃的羰基化反应	18
2.3.8 有机氧化-还原反应类型	19
2.3.9 查依采夫脱水规则	23
2.4 亲电与亲核加成反应	24
2.4.1 烯烃的亲电加成反应	24
2.4.2 烯烃的亲核加成反应	25
2.5 共轭双烯反应	26
2.5.1 共轭双烯的加成反应	26
2.5.2 环加成反应(Diels-Alder 反应)	27
第 3 章 芳香烃和杂环化合物	28
3.1 芳香烃邻对位定位基的亲电取代反应	28
3.1.1 邻对位定位基的特点	28

3.1.2 邻对位的亲电取代反应	30
3.2 芳香烃间位定位基的亲电取代反应	32
3.2.1 间位定位基的特点	32
3.2.2 间位的亲电取代反应	33
3.3 由定位基预测产物	34
3.3.1 由定位基预测合成某产物的可能性	34
3.3.2 利用定位基制备、合成目标产物	38
3.4 定位基对酚类和羧酸类化合物酸性强弱的影响	40
3.4.1 定位基对酚类化合物酸性强弱的影响	40
3.4.2 定位基对羧酸类化合物酸性强弱的影响	41
3.5 傅-克反应	42
3.5.1 傅-克烷基化反应	42
3.5.2 傅-克酰基化反应	44
3.6 杂环化合物碳的氧化数和化学反应	45
3.6.1 杂环化合物的分类及各个碳的氧化数	45
3.6.2 五元杂环化合物的化学反应	45
3.6.3 六元杂环化合物的化学反应	48
3.6.4 稠杂环化合物的化学反应	50
3.7 斯克劳普合成法	50
3.7.1 喹啉合成法	50
3.7.2 8-羟基喹啉的制备	51
3.7.3 2-甲基喹啉的制备	51
第4章 有机卤化物和有机金属化合物	52
4.1 有机卤化物	52
4.2 卤代反应机理	52
4.3 有机金属化合物	55
4.3.1 有机金属化合物的制备	55
4.3.2 常见有机金属化合物的应用	56
4.3.3 格氏试剂的用途	57
4.3.4 有机卤化物的反应与电负性	57
4.3.5 有机金属配合物	58
4.4 有机卤化物与有机金属化合物在有机合成中的应用	58
4.4.1 Heck 反应	58
4.4.2 Negishi 交叉偶联反应	60
4.4.3 Suzuki 交叉偶联反应	61
第5章 醇和酚	62
5.1 用醛、酮和格氏试剂制备伯、仲、叔醇	62

5.2 醇与氢卤酸的反应·····	63
5.3 苯酚的傅-克反应·····	63
第6章 醛和酮·····	65
6.1 醛和酮概述·····	65
6.1.1 醛和酮的区别反应·····	65
6.1.2 醛和酮的分类·····	66
6.1.3 醛和酮的物理性质·····	66
6.2 醛、酮与氨的衍生物的加成脱水反应·····	66
6.2.1 氨的衍生物·····	66
6.2.2 醛、酮与氨的衍生物的氧化数·····	67
6.2.3 醛、酮与氨的衍生物的加成脱水反应·····	67
6.3 醛、酮与醇的亲核加成反应·····	68
6.4 醛、酮 α -活泼H的反应·····	70
6.4.1 醛、酮 α -活泼H的卤代反应·····	70
6.4.2 醛、酮 α -活泼H的酮式和烯醇式的互变异构·····	71
6.4.3 醛、酮的卤仿反应·····	72
6.4.4 醇-醛或醇-酮缩合反应·····	73
6.4.5 曼尼希反应·····	73
6.4.6 克莱森反应·····	74
6.4.7 柏琴反应·····	74
6.5 羰基的还原反应和歧化反应·····	75
6.5.1 麦尔威茵-彭杜尔夫还原反应·····	75
6.5.2 克莱门森还原反应·····	75
6.5.3 乌尔夫-凯惜纳-黄鸣龙还原反应·····	75
6.5.4 康尼查罗氧化-还原反应·····	76
6.6 α -、 β -不饱和醛和酮·····	76
6.6.1 α -、 β -不饱和醛和酮的亲核加成·····	77
6.6.2 α -、 β -不饱和醛和酮的格氏加成·····	78
6.6.3 α -、 β -不饱和醛和酮的亲电加成·····	78
6.6.4 α -、 β -不饱和醛和酮的插烯规律·····	79
6.6.5 乙烯酮的加成反应·····	79
6.6.6 酮与乙炔的反应·····	80
第7章 羧酸及其衍生物·····	81
7.1 羧酸概述·····	81
7.1.1 羧酸的分类·····	81
7.1.2 羧酸的结构特点·····	82
7.2 羧酸的制备·····	82

7.2.1 格氏试剂法制备羧酸	82
7.2.2 氧化法制备羧酸	83
7.2.3 水解法制备羧酸	83
7.3 羧酸、羧酸衍生物和取代羧酸	83
7.3.1 羧酸、羧酸衍生物和取代羧酸的碳的氧化数	83
7.3.2 常见的取代羧酸	86
7.4 羧酸的化学反应	87
7.4.1 羧酸的成盐反应	87
7.4.2 羧酸中羟基氢的反应	87
7.4.3 羧酸与醇的酯化反应机理讨论	89
7.4.4 羧酸衍生物的制备	91
7.5 酯的化学反应	92
7.5.1 酯的醇解反应	92
7.5.2 酯的氨解反应	92
7.5.3 酯的酸解反应	92
7.5.4 酯与金属有机化合物的反应	92
7.6 乙酰乙酸乙酯的特殊性	93
7.6.1 用取代乙酰乙酸乙酯的酮式分解二元酮	93
7.6.2 丙二酸二乙酯合成法的应用	94
7.7 缩二脲反应	95
7.8 丙二酰脲	95
7.9 磺胺及磺胺类药物	96
第8章 胺和酰胺	97
8.1 胺概述	97
8.1.1 胺的分类	97
8.1.2 胺的物理性质	98
8.1.3 胺的碱性	98
8.2 胺的制备方法	98
8.2.1 硝基化合物还原制备胺	98
8.2.2 腈类化合物还原制备伯胺	99
8.2.3 肟还原制备伯胺	99
8.2.4 氨或胺的烷基化反应	99
8.3 胺的化学反应	99
8.3.1 胺的成盐反应	99
8.3.2 胺的烷基化反应	100
8.3.3 芳环胺的亲电取代反应	100
8.3.4 三聚氰胺的成环反应	104
8.4 酰胺的化学反应	105

8.4.1 水解反应	105
8.4.2 醇解反应	105
8.4.3 还原反应	105
8.5 重要的胺及其衍生物	106
第9章 糖类化合物	107
9.1 糖类化合物概述	107
9.1.1 糖类化合物的分类	107
9.1.2 糖类化合物的检测	108
9.2 单糖	108
9.2.1 费歇尔投影式表达方法	109
9.2.2 D-型糖和 L-型糖	109
9.2.3 手性碳原子和对映体	109
9.2.4 哈瓦斯结构	109
9.2.5 α -D-葡萄糖	110
9.2.6 (+)或 d、(-)或 l、 $[\alpha]_D^{20}$ 的意义	110
9.2.7 单糖的成苷反应	111
9.3 二糖	112
9.3.1 麦芽糖	112
9.3.2 乳糖	112
9.3.3 蔗糖	112
9.3.4 纤维二糖	113
9.4 多糖	113
9.4.1 淀粉	114
9.4.2 纤维素	114
9.5 糖的化学反应	115
9.5.1 糖的氧化-还原反应	115
9.5.2 糖的还原反应	116
9.5.3 糖的成脎反应	116
9.5.4 糖与高碘酸盐的氧化-还原反应	117
第10章 氨基酸、肽、蛋白质和核酸	118
10.1 氨基酸与蛋白质	118
10.1.1 氨基酸的等电点	118
10.1.2 氨基酸与蛋白质的一级结构关系	118
10.1.3 氨基酸的定性和定量的化学分析方法	119
10.1.4 氨基酸的化学反应	120
10.2 核糖核酸(RNA)和脱氧核糖核酸(DNA)	121
10.2.1 核糖核酸(RNA)链和脱氧核糖核酸(DNA)链示意图	122

10.2.2 DNA 的双螺旋结构示意图	123
第 11 章 醇、羧酸、胺的酸碱性比较	125
11.1 正碳离子的相对稳定性	125
11.2 卢卡斯试剂脱水反应速率	126
11.3 醇的酸碱性比较	127
11.4 羧酸的酸碱性比较	127
11.5 脂肪胺的酸碱性比较	128
11.6 芳香族化合物的酸碱性比较	130
11.7 有机化合物酸碱性的实验数据讨论	132
第 12 章 人名反应	137
1. Aldol 缩合反应	137
2. Allan-Robinson 反应	137
3. Angeli-Rimini 反应	138
4. Borger 吡啶合成	138
5. Bradsher 反应	139
6. Bucherer-Bergs 反应	140
7. Baker-Venkataraman 重排	140
8. Biginelli 嘧啶酮合成	140
9. Bischler-Mohr 吡啶合成	141
10. Bischler-Napieralski 反应	141
11. Boekelheide 反应	142
12. Chichibabin 吡啶合成	142
13. Claisen 缩合反应	143
14. Combes 喹啉合成	143
15. Conrad-Lipach 反应	143
16. Cook-Heilbron 噻唑合成	144
17. Cornforth 酮-噻唑的热重排	144
18. Diels-Alder 反应	144
19. Doebner 合成喹啉	145
20. Doebner-Vonmiller 反应	145
21. Pictet-Spengler 异喹啉合成	146
22. Feist-Benary 咪唑合成	146
23. Friedlander 合成喹啉	146
24. Fries 重排	147
25. Fujimoto-Beleau 反应	147
26. Guareschi-Thorpe 缩合反应	148
27. Hantzsch 吡啶合成	148

28 .Hantzsch 吡咯合成	149
29 .Haworth 反应	150
30 .Henry(硝醇)反应	150
31 .Mannich 反应	150
32 .Horner-Wadsworth-Emmons 反应	151
33 .Meinwald 重排	152
34 .Michaelia 加成反应	153
35 .Paal-Knorr 呋喃合成	153
36 .Paal-Knorr 吡咯合成	153
37 .Pechmann 缩合反应	153
38 .Von Braum 反应	154
39 .V .M .Markovnikov 规则	154
40 .A .Saytzeff 规则	154
41 .Robert Burus Woodward 周环反应	155
42 .Kolbe-R .Schmitt 反应	156
43 .Reimer-Tiemann 反应	157
44 .Claisen-Schmidt 反应	157
45 .Wolff-Kishner-Huang Minglong 还原反应	157
46 .Reformatsky 反应	158
47 .Grignard 试剂反应	158
48 .Dieckmann 缩合反应	159
49 .Mannich 反应	159
50 .(Sandmeyer)-Gatterman 反应	160
第 13 章 有机化合物的结构分析	161
13.1 核磁共振氢谱	161
13.1.1 进动	162
13.1.2 屏蔽效应	163
13.1.3 化学位移	163
13.1.4 自旋偶合和自旋分裂	165
13.1.5 自旋分裂的规律	165
13.1.6 化学位移、电负性与磁各向异性效应的关系	166
13.2 紫外吸收光谱	169
13.2.1 紫外吸收光谱的原理	170
13.2.2 根据紫外吸收光谱推测有机化合物的结构	170
13.2.3 根据有机化合物的结构推算最大吸收峰波长	171
13.3 红外吸收光谱	175
13.3.1 红外吸收光谱的原理	175
13.3.2 红外吸收光谱产生的必要条件	177

13.3.3	红外吸收光谱与有机物分子结构的关系	178
13.3.4	物质分子基团的伸缩振动频率(波数)	179
13.3.5	典型红外吸收光谱一般规律分析	182
13.4	质谱法	190
13.4.1	质谱法的原理	190
13.4.2	质谱法的理论依据和质量分析器	191
13.4.3	各种类型的质谱峰	192
13.4.4	质谱解析简介	198
第 14 章	有机反应机理讨论与习题	207
14.1	有机反应机理讨论实例	207
14.2	光谱小结	246
14.3	有机化学练习 1	248
14.4	有机化学练习 2	253
参考文献		267

第 1 章

有机化学概论

迄今为止已知的化合物有 1100 多万种,而有机化合物占绝大多数。有机化合物是指碳氢化合物及其衍生物。有机化合物与无机化合物不同,有自己的特点,有机分子有许多独特的表达方式和异构体。有机化学是研究有机化合物的分子结构、性能、制备、应用及其变化规律和有关理论的一门学科,是化学学科的一个重要分支。

本章重点是,掌握有机化合物特点,有机化合物分子的离子键、共价键和配位键的区分,氧化数规则与化学键的关系以及有机化合物的分子结构、异构体、表达方式和分类。其中,氧化数规则的灵活应用是本教材的思维主线和核心内容。

1.1 有机化合物的特点

1. 可燃性

有机化合物大多是碳氢化合物及其衍生物,少数是金属有机化合物、有机络合物,它们都含有极其易燃的碳、氢元素原子。

2. 熔点低,沸点低

对脂肪族化合物而言,每分子含 4 个碳原子以下的在常温、常压下是气体;5~16 个碳原子的是液态;高级的烷烃、烯烃、炔烃是固体,熔点大多在 300℃ 以下。

(1) 有机化合物的熔点高低大致有以下规律:

- ① 对于同碳数的化合物,饱和二元酸的熔点 > 饱和一元酸的熔点 > 烷烃的熔点。
- ② 对于同系列的化合物,熔点随碳原子数的增加而升高,饱和二元酸熔点的变化最不明显,烷烃熔点的变化最明显。但对于含 18 个碳原子以上的化合物,随着碳原子数的上升,熔点变化缓慢,并逐步接近。

③ 对于同系列的含 14 个碳原子以下的化合物,偶数碳二元酸的熔点 > 相邻的奇数碳二元酸的熔点 > 偶数碳一元酸的熔点 > 相邻的奇数碳一元酸的熔点;而烷烃的这种规律不明显。

(2) 有机化合物的沸点高低大致有以下规律:

- ① 对于同系列的化合物,沸点随碳原子数的增加而升高。同分异构体中没有支链的沸点高。
- ② 相对分子质量相近的化合物分子极性大,则沸点高。如果有氢键形成,则沸点更高,因为沸腾时分子溢出液面还必须克服分子间或分子内部形成的氢键的原子间的引力。

3. 难溶于水

因为有机化合物原子间大多是由共价键结合而成的,含疏水基团,而水的极性很大,由相似相溶、分子间作用力和各类化学反应原理来分析,有机化合物大多是溶于非极性有机试剂中的。当然,某些极性大的有机化合物(如有的有机酸、碱、醇等离子型的含某些亲水极性基团的有机物),譬如 $-\text{OH}$ 、 $-\text{C}=\text{O}$ 、 $-\text{COOH}$ 、 $-\text{NH}_2$ 、 $-\text{SO}_3\text{H}$ 等,还是容易溶于水的。

4. 反应速率慢,产物复杂

因为有机化合物本身的结构复杂,加上反应部位不局限于某个基团或原子上,所以产物很多,而且反应也慢。但是也并不是都是如此。譬如燃烧、爆炸、火箭液体燃料喷口点火等反应瞬间完成。另外,有机反应产物也并不是都是复杂的。譬如只有 C、H、O 组成的有机物,在空气充足的状态下燃烧,产物仅有 CO_2 和 H_2O 。这些只是数量上的差异,不可绝对,而且反应速率也与反应条件有关。

5. 有机化合物原子间大多是共价结合

1916 年,柯塞尔和路易斯提出离子键和共价键概念。**共价键**是 2 个原子分别提供等同的电子共享而形成的化学键:2 个原子各提供 1 个电子形成单键(σ 键),各提供 2 个电子形成双键(σ 键和 π 键),各提供 3 个电子形成三键(1 个 σ 键和 2 个 π 键),一般每个原子与相邻原子的共用电子对形成八偶体的饱和状态。**配位键**是特殊的共价键,2 个原子的共用电子对的 1 对电子是由 1 个原子提供的。

共价键是由对自旋方向相反的成键电子所在的原子轨道重叠而形成,是电子云运动分布几率最大的轨迹,对于 s 电子为球形,而对于 p 电子为哑铃形,可由薛定谔方程的波函数 ψ 描述。它在核外空间运动遵循量子力学规律及统计学规则。

以氢分子为例,当各带 1 个电子且自旋方向相反的 2 个氢原子相互靠近到一定程度时,由于原子轨道的重叠,两核间出现电子云密度较大的区域。两核对核外电子的吸引,形成共价键,体系能量逐步下降,在核间距 $r=74\text{pm}$ 时最低,形成稳定的基态 H_2 分子。当 $r < 74\text{pm}$,因为两核靠近到一定的程度必然要发生“ $+\leftrightarrow+$ ”的排斥作用,但由于两核分别对它们的环绕电子“ $+\leftarrow-$ ”、“ $(+\rightarrow-)$ ”都有吸引力,使得两氢步步靠近,当靠近到一定程度,两核环绕电子之间也有“ $(-\leftrightarrow-)$ ”排斥作用,体系势能升高。因此,共价键键长有一定范围(图 1.1、图 1.2)。

如果是核外电子自旋方向相同的 2 个 H 靠近时,则两核间距减小,而电子云密度减弱,势能 E 增大,发生排斥现象,而不能形成分子 H_2 。

对于不同原子之间的共价键,其共用电子对总是偏向电负性大的原子。因为电负性大的原子容易获得电子,而被还原。

所有的共价键都有一定的键长,两核间都有一定的间距 r 。对于不同原子间的共价键,

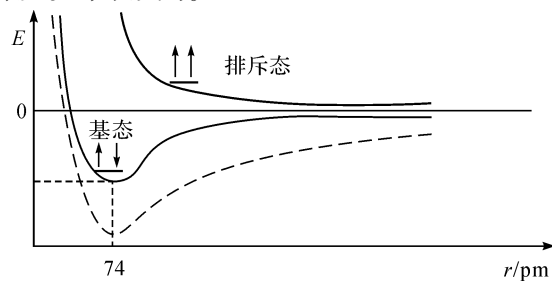


图 1.1 两个氢原子接近时的能量变化曲线

从表 1.1 可以看到:

① 同一个原子与另外不同电负性 χ 的原子形成的化学键,电负性 χ 大的,则键长短,两原子或基团靠得近。因为引力大,键能高,红外伸缩振动吸收峰峰位相对在高波数的方向。

② 其他都相同时,键数多,则键长短,键能高,红外伸缩振动吸收峰出现在相对高波数的方向。

6. 有机化合物原子间的杂化

原子轨道在成键的过程中是要变化的,同 1 个原子中能量相近的不同类型的原子轨道间可重新组合成相同数目新的原子轨道,改变了原来的原子轨道状态,这一过程称为杂化。形成的新轨道叫做杂化轨道。

现以甲烷分子 CH_4 的形成过程为例,讨论原子轨道杂化。

CH_4 的电子排布 ^6C : $1s^2 2s^2 2p^2$ ($p_x^1 p_y^1$)

在激发态 1 个 $2s$ 轨道价电子跃迁到能量略高的 $2p$ 轨道,现有 3 个电子占据 3 个 $2p$ 轨道。然后另 1 个 $2s$ 轨道与 3 个 $2p$ 轨道杂化,得 4 个等同的 sp^3 轨道,每个轨道都含 $\frac{1}{4}s$ 和 $\frac{3}{4}p$ 的成分。这种杂化轨道中所含各种原来的轨道成分都相等的杂化,叫做等性杂化。

碳原子轨道的杂化如图 1.3 所示。

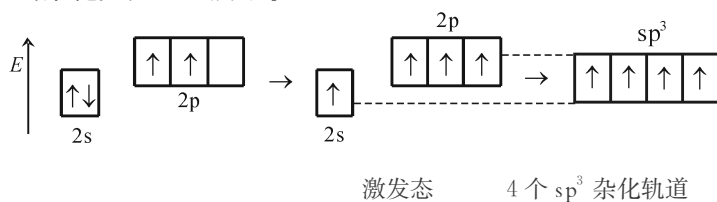


图 1.3 基态碳原子价电子轨道

碳原子每个等同的 sp^3 轨道分别与 4 个氢原子的 $1s$ 轨道重叠生成 4 个 σ 键。因为氢原子 s 球形轨道是沿着杂化轨道空间立体伸展方向重叠的,所以甲烷分子的空间构型为正四面体。 CH_4 的 sp^3 杂化轨道、空间构型和立体结构见图 1.4。

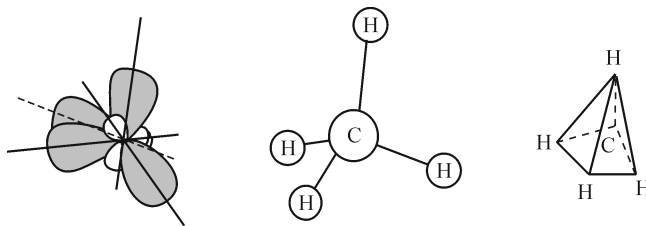


图 1.4 sp^3 杂化轨道、 CH_4 的构型和立体结构

1.2 有机化合物的表示方法、构型分类和异构体

有机化合物与无机化合物不同,种类繁多,结构复杂,光写出它的分子式并不能反映出该化合物的种类和性质。譬如简单的 $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$,可能是 CH_3OCH_3 ,也可能是 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$,加上分子中原子间,平面、空间相对位置的差异,性质也不一样。为了表达准确、形象、方便,出现了以下多种形式的表达方式。