

国内贸易部部编中等技工学校烹饪系列教材

烹饪基础化学

(修订版)

朱婉芳 主编

中国商业出版社

编 审 说 明

国内贸易部部编中等技工学校烹饪系列教材是为了更好地为我国社会主义市场经济建设服务,主动适应我国第三产业迅速发展需要和人民饮食结构的变化,大力提高烹饪职工队伍素质,由我司根据《中华人民共和国职业工种分类目录》和有关教学文件的要求,组织有关烹饪高级讲师、特级烹调师和长期在教学第一线任教的教师编写的。经审定,可作为国内贸易部系统中等技工学校教材,也可作为职业中学、中级技术等级培训教材和企业职工自学读物。

《烹饪基础化学》是烹饪系列教材之一,本书在原商业部统编教材基础上作了重大修订。由西安市服务学校高级讲师朱婉芳编写。最后由有关专家教授集体审阅。

在编写过程中得到了许多学校领导和教师的大力支持,在此一并致谢。由于编写时间仓促,水平有限,缺点疏漏在所难免,请广大读者提出宝贵意见,以便进一步修订完善。

国内贸易部教育司
一九九四年十月

目 录

绪言	(1)
第一章 化学基本理论与基础知识	(4)
第一节 元素周期律与元素周期表	(4)
第二节 分子结构	(9)
第三节 化学反应速度和化学平衡	(14)
第四节 分散系和水溶液	(18)
第五节 浓度与食品质量标准	(24)
第六节 电解质溶液	(31)
第七节 胶体	(37)
第二章 重要的元素及其化合物	(43)
第一节 卤素、氧、硫、硒	(43)
第二节 其它重要的非金属及其化合物	(49)
第三节 钠、钾、钙、镁	(57)
第四节 其它金属元素及其盐	(65)
第三章 有机化学基础知识	(72)
第一节 有机化学与有机化合物	(72)
第二节 烃类	(75)
第三节 醇、酚、醛、酮、醌	(86)
第四节 羧酸及其衍生物和羟基酸	(96)
第五节 胺类及含硫有机物	(104)
第六节 杂环化合物与生物碱	(110)
第四章 油脂	(116)
第一节 油脂与脂肪	(116)
第二节 油脂的性质与作用	(120)
第三节 食用油脂在加热、贮存时的变化	(128)

第四节	类脂	(133)
第五章	糖类	(139)
第一节	单糖	(140)
第二节	双糖	(146)
第三节	淀粉	(152)
第四节	多糖	(161)
第六章	蛋白质	(167)
第一节	氨基酸	(167)
第二节	蛋白质	(176)
第三节	烹饪原料中的蛋白质	(189)
第四节	酶	(206)
第七章	维生素、水与无机盐	(211)
第一节	维生素	(211)
第二节	食品中的水	(215)
第三节	烹饪中的无机盐	(229)
第八章	食品中的色、香、味	(235)
第一节	烹饪中的色	(235)
第二节	食品的气味	(249)
第三节	滋味	(262)
附表	元素周期表	(273)

绪 言

一、学习烹饪基础化学的意义

祖国的烹饪技术是我们中华民族艺术宝库中的一颗明珠,在世界上享有盛誉,随着人们生活水平的提高,不仅要求饮食行业提供更多的菜肴、面点,而且还应提高其营养价值与卫生质量,以增进人民的身体健康,使人们同时得到物质和精神上美的享受。

为了赶上世界烹饪的先进行列,使我国的烹饪技术建立在现代科学的基础上,更好地继承和发扬我国古代优秀的烹饪文化技术传统,发展有中国特色的适应时代需要的饮食文化,为人民大众服务,为此必须提高烹饪工作者的素质,在学好烹饪操作技术的同时,还应掌握一定的化学基础知识,为更好地学习烹调、面点制作技术奠定理论基础。

二、烹饪基础化学与专业的关系

烹饪基础化学是一门年轻的学科,它是从普通化学和食品生物化学中衍生而来的,它不仅为学生奠定必要的化学基础,而且进一步探讨烹饪原料中的化学成份及其性质,相互反应和加工贮存中的变化,以及探讨烹饪加工原理和烹饪营养卫生的重要基础理论课。它是烹饪理论的重要组成部分,是促进烹饪技术科学化前提之一。

(一)烹饪原料的化学成份

烹饪原料是由许多化学成份组成的混合物,不同的原料中各种成份的含量不同。

烹饪原料的化学成份是指各种烹饪原料所含有的并且可能用化学方法进行分析的各类化合物。主要包括以下几种物

质:糖类、脂肪、蛋白质、维生素、水、无机盐、核酸、生物催化剂(酶)、有机酸、生物碱、气味物质、滋味物质、色素等等。在烹饪过程中加入的各种食品添加剂,例如调味品、辛香料、人工合成食用色素、防腐剂……。以上这些物质均是烹饪基础化学讨论的对象,通过教学,让学生从中领悟各种原料的特性和可利用性及它们的营养价值。

(二)烹饪过程中的化学现象

烹饪原料中各种化学成份之间在常温下似乎没有什么关系,但当外界环境和条件发生变化后,各种物质分解、转化、互相发生反应生成很多新的物质,出现很多现象。如肉加热后散发出浓郁的香味,其中绝大部分香气物质是在加热过程中产生的。粮食经过微生物发酵可制成白酒、黄酒和啤酒、醋。核桃仁过夏会产生哈喇味。食品的腐败变质生成有强臭味的有害物质。虾加热后颜色变红,油条炸后呈红棕色等等,这些现象都存在着各种化学变化。而这些变化正是烹饪基础化学所要探讨的。

三、烹饪基础化学的主要内容

烹饪原料取自于大自然中的各种动、植物,菌类及加工制品,各种原料中所含的化学成份各不相同。例如植物性原料中的粮食、马铃薯以淀粉为主要成份;绿色蔬菜和水果含维生素和无机盐比较丰富;大豆和肉类含蛋白质及脂肪比较高,这些不同的化学成份在烹饪加工贮藏过程中发生不同的物理、化学变化,从而使各种菜肴、面点具有不同的色、香、味、形和不同的营养价值。

《烹饪基础化学》包括基础化学及专业化学两大部分,首先定性地、简要地阐述了必要的基础理论和基本概念及与专业密切相关的代表物的性质和作用,其次进一步探讨烹饪原

料中的主要化学成份的性质和变化及对原料的影响,主要有以下内容:

1. 化学的基本概念与基本理论,包括元素周期律,物质的结构,化学反应速度和化学平衡,分散系、物质的浓度,电离,盐类水解,pH,胶体。

2. 介绍与专业关系密切的元素、化合物的性质及作用。

3. 各类有机物质的结构特点、分类和与烹饪有关的性质。

4. 烹饪原料中主要化学成份的重要性质与作用。

5. 进一步探讨影响烹饪中色、香、味的化学组成及在加工中的变化。

四、学习方法

烹饪基础化学是一门理论性较强的专业基础课,对每个烹饪工作者来说,学习这门课是十分重要的,怎样才能学好这门课程呢!

1. 要扎实地学好化学基础理论和基本概念,为进一步学习专业课奠定理论基础。

2. 根据各类化合物不同的特点去了解与专业有关的物理性质和化学性质。

3. 要将烹饪原料中各种复杂的成份与单一的化学成份有机地联系起来,善于将原料及烹饪过程中生成的各种形形色色的化合物进行归纳分类,找出哪些决定原料的形,哪些是属于色、香、味物质;哪些是有益的或有害的物质,从中进一步找出它们共同的规律及其各自的特性和内在联系,或加以利用、保护,或控制、去除。

最后,学习的过程中应在理解的基础上进行记忆,并且联系实际加以体会、应用,还可以展开必要的专题讨论,将这门课学好学活。

第一章 化学基本理论与基础知识

第一节 元素周期律与元素周期表

自然界发生的各种物质间的化学变化和生命现象,都与它们的结构有关,只有从本质上了解它们的结构,才能更好地掌握和认识物质及其变化规律。我们在中学学习了化学变化中最小微粒—原子及其结构的基础上进一步对元素周期律作一简单的介绍。

一、元素周期律

人们在长期的生产斗争和科学实验中已证实了各元素之间的互相联系和其具有的内部规律。为了研究方便,人们按核电荷数由小到大的顺序给元素编号,这样的序号,称为该元素的原子序数。原子序数的数值与该原子的核电荷数相等,也是此原子的核外电子数。下面按原子序数的顺序将1~18号元素的性质变化与核外电子排布关系列于下表中加以讨论。

元素性质变化与核外电子排布关系表

原子序数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
元素名称	氢	氦	锂	铍	硼	碳	氮	氧	氟	氖
元素符号	H	He	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
最外电子 构 型	1s ¹	1s ²	2s ¹	2s ²	2s ² 2p ¹	2s ² 2p ²	2s ² 2p ³	2s ² 2p ⁴	2s ² 2p ⁵	2s ² 2p ⁶

原子序数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
金属性与非金属性	活泼非金属	不活泼非金属	活泼金属	较活泼金属	非金属	非金属	非金属	极活泼非金属	最活泼非金属	稀有气体
原子半径	0.32	1.32	1.52	1.11	0.98	0.92	0.92	0.74	0.71	1.60
最高和最低化合价	+1	0	+1	+2	+3	+4 -4	+5 -3	-2	-1	0
原子序数	11		12	13	14	15	16	17	18	
元素名称	钠		镁	铝	硅	磷	硫	氯	氩	
元素符号	Na		Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar	
最外电子构型	$3s^1$		$3s^2$	$3s^23p^1$	$3s^23p^2$	$3s^23p^3$	$3s^23p^4$	$3s^23p^5$	$3s^23p^6$	
金属性与非金属性	极活泼金属		较活泼金属	活泼金属	非金属	非金属	较活泼非金属	极活泼非金属	稀有气体	
原子半径	1.86		1.60	1.43	1.17	1.10	1.02	0.97	1.91	
最高和最低化合价	+1		+2	+3	+4 -4	+5 -3	+6 -2	+7 -1	0	

(一)核外电子排布的周期性变化

从上表中可见到 1~18 号元素原子的最外层电子排布呈周期性的变化。原子序数 1~2 号元素氢和氦只有一个电子层,电子由 1 个增到 2 个,氦达到稳定结构。原子序数从 3~10 的元素,即从锂到氖,占有两个电子层,最外层电子由 1 个递增到 8 个,氖达到 8 个电子的稳定结构。原子序数从 11~18 的元素,即从钠到氩,共有三个电子层,前二层电子排满后,最外层电子也从 1 个增加到 8 个,氩达到 8 个电子的稳定结构。如果将 18 号以后的元素继续编排下去,就可以发现每隔一定数目的元素的最外层的电子数从 1 个增加到 8 个的情况。这就说明了,随着原子序数的递增,元素原子的最外层电子排布呈周期性的变化。

(二)原子半径的周期性变化

从表中可以看到,不论从锂到氟,还是从钠到氯,随着原子序数的递增,原子半径由大逐渐变小。将18号以后的元素按原子序数排列起来后,也会发现,随着原子序数的递增,元素的原子半径呈周期性的变化。

(三)元素主要化合价的周期性变化

从表中还可以看到,从3~10号元素,最高化合价由+1递变到+5,从碳元素开始出现负价,以后的元素负价由-4变至-1,10号元素为0价。11~18号元素最高化合价由+1增至+7,从硅元素出现负价,由-4变至-1,18号元素氩也为0价。18号元素以后的元素的化合价也会重复出现上述的变化。这说明了元素的化合价随着原子序数的递增而起着周期性的变化。

通过上面的核外电子排布、原子半径、化合价的周期性变化,可以归纳出一条规律:元素的性质随着元素原子序数的递增而呈周期性的变化。这个规律叫做元素周期律。

元素原子的最外层电子排布呈现周期性变化是元素性质的周期性变化的根本原因。

二、元素周期表

科学家根据元素周期律,把已知的107种元素按原子序数递增的顺序排列成表,将电子层数目相同的各种元素按递增顺序从左到右排成横行;再把最外层电子数相同的元素,按电子层数递增的顺序由上而下排成纵行,得到的表叫做元素周期表(见附录)。它是元素周期律的具体表现形式,反映了元素之间相互联系的规律。

(一)元素周期表

1. 周期:目前发现的元素核外电子最多排到第七电子层,

故而周期表中只有七个横行。我们把处在同一电子层中,按照原子序数递增的顺序排列的一系列元素,称为一个周期。周期表中有七个周期,原子具有的电子层数就是该元素原子所处的周期数。

除第一周期外,每个周期中,各元素原子最外层的电子数自左到右都是从1个逐渐增加到8个。均从活泼的金属元素开始,逐步过渡到活泼的非金属元素,最后以稀有气体结束。

2. 族:周期表中有18个纵行。除第八、九、十等三个纵行称为第Ⅷ族元素外,其余15个纵行为15个族。由6或7个周期的元素构成的族叫做主族。位于主族的元素叫做主族元素。主族的序数用罗马数字表示,并在后面标“A”字,如ⅠA、ⅡA……ⅦA共七个主族。稀有气体元素的化学性质很不活泼,通常情况下很难发生化学反应,它们的化合价可以看作0,因而叫做零族。

由第四、五、六或四、五、六、七周期的元素构成的族叫做副族,位于副族的元素叫做副族元素。副族的序数用罗马数字后面加“B”表示,如ⅠB、ⅡB、……ⅧB。综上所述,元素周期表中有7个主族、8个副族和一个零族,共16个族。

(二)原子结构与元素性质变化的关系

1. 元素的金属和非金属性与原子结构:通常将元素的原子失去电子成为正离子的倾向称为元素的金属性;把元素的原子得到电子成为负离子的倾向称为元素的非金属性。

科学实验证明,由于原子中最外层的电子的排布呈周期性的变化,使元素的性质变化有一定的规律,见下表。

元素金属性和非金属性的递变表

族 周期	I A I A..... III A NA VA VIIA VIIA	0
1		稀有 气体 元素
2		
3		
4		
5		
6		
7		

从上表可见：

第一：每周期都是从处于 I A 的活泼金属开始（第一周期除外），自左向右，主族元素的金属性逐渐减弱，非金属性逐渐增强，最后以 0 族元素结尾。

第二：每主族从上到下，元素的非金属性逐渐减弱，金属性逐渐增强。

第三：周期表中，在硼、硅、砷、碲、铋与铝、锗、铟、钋之间划一条虚线，以虚线为分界线，其左面是金属元素，右面是非金属元素，位于分界线附近的元素，既表现有金属性，又表现出非金属性。

2. 元素的化合价与原子结构的关系：元素的化合价与原子结构有密切的关系，特别是元素原子的最外层电子数直接影响着元素的化合价，因此将与元素化合价有关的电子层中的电子称为价电子。主族元素的价电子数即该元素原子最外层的电子数。

主族元素的原子在化学反应中有失去或得到电子成为 8

个电子稳定结构的趋向。价电子全部失去表现为最高化合价，数值等于该元素的族数；非金属元素得到电子使最外层达到8个电子稳定结构，表现为最低化合价，即族数 $-8 =$ 最低化合价。例如碳原子外层有4个价电子，处于ⅣA，它的最高化合价为 $+4$ ，最低化合价为 $4-8 = -4$ 。

元素周期律和元素周期表是学习化学的工具，它指出了元素及其化合物的性质变化规律。

第二节 分子结构

物质由分子构成，分子是由原子组成的。那么，原子是怎样互相结合成分子的呢？为什么一百余种元素的原子能构成形形色色的物质呢？这就需要对分子结构进行探讨。

一、化学键

经专家测定得出，相邻的原子与原子之间存在着相互作用，如破坏它，将原子分开，需要消耗比较大的能量。这种相邻原子间强烈的相互作用，通常叫做化学键。

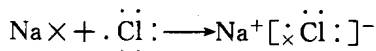
化学键的主要类型有离子键、共价键等。

(一) 离子键和离子晶体

1. 离子键。食盐的主要成分是氯化钠，氯化钠是金属钠跟氯气反应生成的。反应时，钠原子最外层的一个电子失去，转移到氯原子的最外层上，形成带一个单位正电荷的钠离子(Na^+)和带一个单位负电荷的氯离子(Cl^-)，这两种离子的最外层都是8个电子的稳定结构。 Na^+ 与 Cl^- 由于带着相反的电荷而产生静电吸引，彼此靠近；另一方面两离子中的电子与电子、原子核与原子核之间存在着相互的排斥作用，使 Na^+ 和 Cl^- 间保持一定的距离，这时吸引和排斥作用达到平衡，在

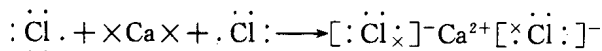
Na^+ 与 Cl^- 间形成了稳定的化学键。

在化学反应中,一般只是原子的最外层电子发生变化,为了简便起见,可以用电子式(在元素符号周围用小黑点或 $\times$ 来表示原子最外层电子的式子)表示氯化钠的生成。

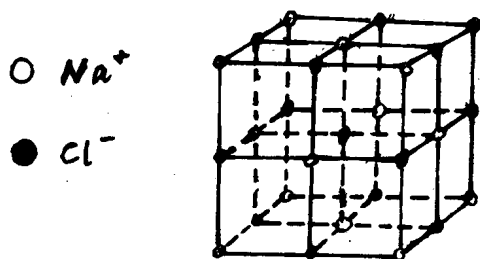


象氯化钠那样,阴、阳离子通过静电引力所形成的化学键叫做离子键。

活泼金属与活泼非金属化合时,都能形成离子键。例如,氯化钙就是由离子键形成的。



2. 离子晶体。由离子键形成的物质叫做离子化合物。它们在常温下以晶体的形式存在。这种由阴、阳离子通过离子键所形成的有规则排列的晶体称为离子晶体。例如,氯化钠晶体中的晶格为正方体形, Na^+ 与 Cl^- 交替占据各结点,它们的数目比应为 1:1,见下图:



在离子晶体中,由于离子键比较牢固,因此离子间的结合比较紧密,故而离子晶体一般具有较高的熔、沸点和硬度,不易

挥发,难以拉伸,大多数能溶于水等性质。

(二)共价键

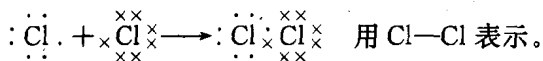
很多分子是以共价键相结合的,例如氢气(H_2)、氯化氢(HCl)、二氧化碳(CO_2)等等。下面以氢气为例来说明共价键的形成。

当两个氢原子充分接近时,每个氢原子上的核外电子,不但受到本身原子核的吸引,而且被另一个氢原子核所吸引,这时氢原子上的电子不是被转移到另一个氢原子上去,而是围绕着两个氢原子核运动,为两个氢原子所共用,形成共用电子对,构成氢分子,其中每个氢原子都具有氦原子的稳定结构。

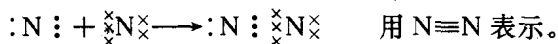
象氢分子那样,原子间通过共用电子对所形成的化学键叫做共价键。

化学上常用一根短线表示一对共用电子,氢分子可用 $H-H$ 表示其结构,电子式为 $H \times H$ 。

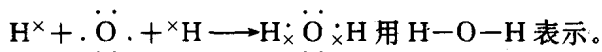
很多分子的形成如 Cl_2 、 N_2 、 H_2O 等均以共价键相结合,成为分子的过程与 H_2 相似,用电子式表示如下:



氮分子的形成过程中它的共用电子对不是一对而是三对,叫做共键叁键,每个氮原子成为 8 个电子的稳定结构。



水分子虽然由不同原子以共价键形成的分子,但形成过程仍与 H_2 相似。其中二个氢原子各具有氦原子的结构,而氧原子的结构与氖相似。



二、分子的极性和分子间的力

(一)非极性分子和极性分子

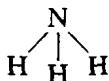
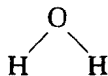
1. 共价键的极性:由两个相同原子形成的单质分子,由于两个原子对共用电子对吸引的能力完全相同,共用电子对不偏向任何一个原子,成键的原子不显电性,这样的共价键叫做非极性共价键,简称非极性键。例如 H—H 键,Cl—Cl 键都是非极性键。

两个不同原子形成的共价键,如 HCl,由于氯原子吸引电子的能力比氢原子强,使共用电子对偏向氯原子一边,使氯原子带部分负电荷,氢原子带部分正电荷,这样的共价键叫做极性共价键,简称极性键。例如 N—H 键,H—O 键都是极性键。

2. 分子的极性:以非极性键结合而成的分子,共用电子对不偏向任何一个原子,整个分子的电荷分布是对称的,这样的分子叫做非极性分子,如 H_2 、 O_2 、 N_2 等。

由极性键结合的双原子分子,共用电子对偏向吸引电子能力较强的原子,使该原子就带部分负电荷,吸引电子能力较弱的原子就带部分正电荷,整个分子的电荷分布不对称,这样的分子叫做极性分子,如 HCl、HF、CO 等。

以极性键结合的多原子分子是不是都有极性呢?回答是否定的。这些分子可能是极性分子,也可能是非极性分子,主要取决于分子中各键在空间的排列。如果极性键在空间呈对称分布,那么各键的极性可以互相抵消,整个分子没有极性,这样的分子属于非极性分子。如二氧化碳的两个 C=O 键呈直线型分布($O=C=O$),氧原子对称地位于碳原子的两侧,两个键的极性互相抵消,整个分子没有极性。所以二氧化碳是非极性分子。如果分子中的各键在空间排列不对称,那么各键的极性不能相互抵消,整个分子具有极性,这样的分子为极性分子,如水分子($\begin{array}{c} \text{O} \\ / \quad \backslash \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$)、氨分子($\begin{array}{c} \text{N} \\ | \quad / \quad \backslash \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$)等。



(二)分子间的力

二氧化碳在常温下是气体,冷却及增大压强时能转变成液态,还可以进一步凝结成固体(俗称“干冰”)。为什么二氧化碳能从无规则运动的气体转变成有规则排列的晶体呢?这说明它依靠分子间存在的作用力结合成固体的,分子间的这种作用力叫做范德华力。

范德华力比化学键弱得多。分子间的力越大,该物质的熔、沸点就越高。范德华力的大小与分子内电子数有关,分子量大的化合物由于电子数多,分子间的力较强,要使这些物质熔化或气化需要较多的能量来克服范德华力,故而分子量大的物质的熔、沸点相对地要高些。如高分子化合物中的淀粉、纤维素在常温下,均以固态存在。

(三)分子晶体

分子间依靠范德华力结合成的晶体叫做分子晶体。极性分子和非极性分子都可以形成分子晶体。例如氯化氢、水、二氧化碳等等都可以形成分子晶体。

由于分子晶体是靠范德华力结合而成的,所以分子晶体的熔点、沸点比离子晶体的熔、沸点低得多,硬度也较小。如水的熔点为 0°C ,沸点是 100°C ,而氯化钠的熔点为 808°C 。

(四)氢键

同族中相似结构的分子晶体随分子量增大,分子间的作用力随之增大,它们的熔、沸点也随着升高。但有三种氢化物(即 HF 、 H_2O 、 NH_3)的分子量虽小,它们的沸点与同族元素的氢化物相比却特别高,出现了反常的现象。这说明了在这三种物质的分子间不仅存在着范德华力,而且还存在着一种新的分子间的力,这种力就是氢键。

氢键的形成是由于氢原子和非金属性很强的原子(如 N 、