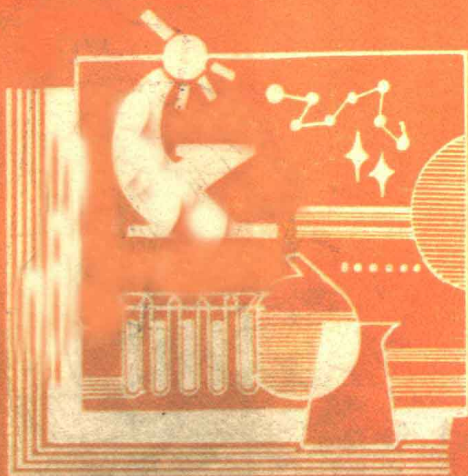


916101

商业专科烹饪专业试用教材

烹饪基础化学



中国商业出版社

商业专科烹饪专业试用教材

烹饪基础化学

陈文生 主编

中国商业出版社

商业专科烹饪专业试用教材

烹 饪 基 础 化 学

陈文生 主编

•

中国商业出版社出版发行

新华书店经销

•

广益印刷厂印刷

787×1092毫米32开 24.625印张 545千字

1989年11月第1版 1989年11月第1次印刷

印数：1—5000册 定价：4.80元

ISBN7—5044—0354—7/TS·61

编审说明

本书是根据1987年商业部制定的烹饪专业（专科三年制）教学计划中所规定的培养目标编写的。在编写过程中，参考了国内外大专院校的有关教材、资料，综合其中主要内容编写了这本基础化学。

基础化学是烹饪专业的一门重要基础课，内容较多，它包括无机化学、有机化学、分析化学及胶体化学等。为与教材配合使用，同时编有《基础化学实验教材》。可供烹饪专业学生使用，与可供在职高级培训用。

本书由黑龙江商学院陈文生副教授主编，哈尔滨工业大学化学系韦永德教授审定。参加本书编写工作的有：四川烹饪专科学校高群（第一、二、三、五、六章），江苏商业专科学校陈蓉秀（第四、七、八章），黑龙江商学院陈文生（第九、十、十一章），广东商学院郭思章（第十二、十三、十四、十五、十六、十七章），黑龙江商学院崔殿文（十八、十九、二十、二十一、二十二、二十三、二十四、二十五章）。实验教材由陈文生、崔殿文编写。

由于时间仓促及限于编者水平，错误不妥之处，希读者批评指正。

商业部教材编审委员会

1988年8月

F-A070170-08

目 录

第一章	气体与反应热	(1)
第一节	气体	(1)
第二节	反应热	(5)
第二章	溶液 胶体	(15)
第一节	溶液的浓度	(15)
第二节	稀溶液的通性	(20)
第三节	胶体	(29)
第三章	化学反应速度与化学平衡	(41)
第一节	化学反应速度	(41)
第二节	影响反应速度的因素	(46)
第三节	化学平衡	(50)
第四节	影响化学平衡的因素	(56)
第四章	电离平衡 酸碱滴定法和沉淀滴定法	(65)
第一节	弱电解质的电离平衡	(65)
第二节	溶液的酸碱性	(74)
第三节	盐类的水解	(78)
第四节	缓冲溶液	(84)
第五节	酸碱滴定分析法	(90)
第六节	多相离子平衡	(113)
第七节	沉淀滴定法	(118)
第五章	原子结构和周期律	(127)
第一节	玻尔氢原子结构理论	(127)

第二节	原子轨道与电子云.....	(131)
第三节	原子轨道能级.....	(143)
第四节	核外电子排布与元素周期表.....	(147)
第五节	元素的性质与原子结构的关系.....	(156)
第六章	分子结构.....	(165)
第一节	离子键.....	(165)
第二节	价键理论	(169)
第三节	分子轨道理论简介.....	(180)
第四节	分子间力和氢键.....	(186)
第五节	晶体的基本类型.....	(192)
第七章	氧化还原和氧化还原滴定法.....	(202)
第一节	氧化还原反应的实质.....	(202)
第二节	原电池和电极电位.....	(204)
第三节	氧化还原反应的方向.....	(214)
第四节	氧化还原反应的程度.....	(218)
第五节	氧化还原滴定法.....	(221)
第八章	配位化合物和配位滴定法.....	(238)
第一节	配位化合物的基本概念	(238)
第二节	配位化合物的化学键和空间构型.....	(242)
第三节	配合平衡及平衡常数.....	(256)
第四节	配离子的生成与破坏.....	(261)
第五节	螯合物.....	(265)
第六节	配合物的应用.....	(272)
第七节	配合滴定法.....	(274)
第九章	p 区元素.....	(293)
第一节	元素电势图及其应用.....	(293)
第二节	卤族元素.....	(299)

第三节	氧族元素.....	(313)
第四节	氮族元素.....	(329)
第五节	碳族元素.....	(345)
第六节	硼族元素.....	(358)
第十章	s区及 ds 区元素.....	(367)
第一节	s 区元素	(367)
第二节	ds 区元素	(374)
第十一章	d 区元素.....	(391)
第一节	d 区元素通性概述.....	(391)
第二节	铬、钼及其化合物.....	(394)
第三节	锰及其化合物.....	(400)
第四节	铁、钴、镍及其化合物.....	(404)
第十二章	有机化合物概述.....	(414)
第一节	有机化合物及其特点.....	(414)
第二节	有机化合物的结构.....	(417)
第三节	有机化合物的分类.....	(425)
第十三章	开链烃.....	(430)
第一节	烷烃.....	(430)
第二节	烯烃.....	(440)
第三节	炔烃.....	(449)
第四节	二烯烃.....	(456)
第十四章	闭链烃.....	(461)
第一节	脂环烃.....	(461)
第二节	芳香烃.....	(465)
第十五章	卤代烃.....	(493)
第一节	卤代烃的分类、命名与存在.....	(493)
第二节	卤代烷.....	(495)

第三节	卤代烯 卤代芳烃.....	(503)
第十六章	醇 酚 醚.....	(511)
第一节	醇.....	(511)
第二节	酚.....	(523)
第三节	醚.....	(529)
第四节	硫醇、硫酚、硫醚.....	(534)
第十七章	醛 酮 醌.....	(540)
第一节	醛和酮.....	(540)
第二节	醌.....	(554)
第十八章	羧酸.....	(562)
第一节	一元羧酸.....	(562)
第二节	二元羧酸.....	(573)
第十九章	羧酸衍生物.....	(580)
第一节	酰氯、酰胺和酸酐.....	(580)
第二节	羧酸酯.....	(587)
第二十章	取代羧酸.....	(600)
第一节	羟基酸.....	(600)
第二节	羧基酸.....	(605)
第三节	氨基酸和蛋白质.....	(610)
第二十一章	含氮有机化合物.....	(625)
第一节	硝基化合物.....	(625)
第二节	腈和异腈.....	(628)
第三节	胺.....	(630)
第四节	偶氮化合物与染料.....	(641)
第二十二章	杂环化合物.....	(651)
第一节	杂环化合物的分类与命名.....	(651)
第二节	五元杂环化合物.....	(654)

第三节	六元杂环化合物·····	(662)
第四节	稠苯杂及稠杂环化合物·····	(665)
第五节	生物碱·····	(671)
第二十三章	立体异构·····	(675)
第一节	几何异构·····	(675)
第二节	旋光异构·····	(680)
第三节	构象·····	(694)
第二十四章	碳水化合物·····	(701)
第一节	碳水化合物的概念与分类·····	(701)
第二节	单糖·····	(702)
第三节	双糖·····	(713)
第四节	多糖·····	(715)
第二十五章	萜类和甾体化合物·····	(720)
第一节	萜类化合物·····	(720)
第二节	甾体化合物·····	(736)
附录	·····	(744)
一、	国际原子量表·····	(744)
二、	化合物的式量表·····	(746)
三、	难溶化合物的溶度积·····	(751)
四、	离子的活度系数·····	(754)
五、	基准物质及其干燥温度·····	(756)
六、	标准电极电势表·····	(758)
七、	国际单位制 (SI) 基本单位·····	(766)
八、	弱电解质的电离常数·····	(767)
九、	元素周期表·····	(768)

第一章 气体与反应热

第一节 气 体

一、分压定律

道尔顿(J·Dalton)分压定律表明了混合气体与各组分气体之间的关系。这个定律可以表述为：混合气体的总压力等于各组分气体分压之和；某组分气体分压的大小和它在混合气体中的体积分数（或摩尔分数）成正比。它的数学表示式为

$$p_{\text{总}} = p_1 + p_2 + p_3 + \cdots + p_i = \sum p_i$$

$$p = p_{\text{总}} \frac{V_i}{V_{\text{总}}} = p_{\text{总}} X_i$$

式中 p_i 为分压， V_i 为表分体积， X_i 为体积分数。对于这几个符号的意义分别叙述如下：

分体积：指在相同温度下，组分气体具有与混合气体相同压力时所占的体积。例如，在恒温、 $6.67 \times 10^4 \text{Pa}$ 压力下，将30mL氮气和20mL氧气混合。总体积为50mL。氮气与氧气的分体积分别是30mL和20mL。很明显，在不发生化学反应的情况下，混合气体的总体积等于各组分气体的分体积之和。即：

$$V_{\text{总}} = V_1 + V_2 + V_3 + \cdots + V_i = \sum V_i$$

体积分数：每一组分气体的体积分数就是该组分气体的分体积与总体积之比：

$$X_i = \frac{V_i}{V_{\text{总}}}$$

在上述混合气体中，氮气和氧气的体积分数分别为

$$X_{N_2} = \frac{30}{50} = 0.6 \qquad X_{O_2} = \frac{20}{50} = 0.4$$

对于气体来说，组分气体的体积分数等于其摩尔分数：

$$X_i = \frac{n_i}{n_{\text{总}}}$$

分压力：恒温时，组分气体占据与混合气体相同体积时对容器所产生的压力，叫做该组分气体的分压力。

根据波义耳定律，可以看出：当组分气体占有与混合气体相同的总体积时，具有分压力；当组分气体占有分体积时，具有与混合气体相同的总压力。其体积和压力的乘积应该相等：

$$p_i V_{\text{总}} = p_{\text{总}} V_i \quad (T \text{一定时})$$

$$p_i = p_{\text{总}} \frac{V_i}{V_{\text{总}}} = p_{\text{总}} X_i$$

上述混合气体中氮气和氧气的分压力应该是：

$$p_{N_2} = 500 \times \frac{30}{50} = 4.00 \times 10^4 \text{Pa}$$

$$p_{O_2} = 500 \times \frac{20}{50} = 2.67 \times 10^4 \text{Pa}$$

组分气体分压力和恰好等于混合气体总压力。

根据分压定律，可以由各气体组分的分压力算出混合气体的总压力，也可以从总压力中求出气体的分压力。

例 在25°C时，将压力为35kPa的氮气200mL和压力为45kPa的氧气300mL移入300mL的真空容器，问各组分气

体的分压力、分体积和混合气体的总压力各是多少?

解:
$$p_{N_2} = 35 \times \frac{200}{300} = 23.3 \text{ kPa}$$

$$p_{O_2} = 45 \times \frac{300}{300} = 45.0 \text{ kPa}$$

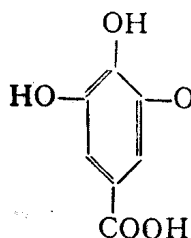
$$p_{\text{总}} = 23.3 + 45.0 = 68.3 \text{ kPa}$$

$$V_{N_2} = 300 \times \frac{23.3}{68.3} = 102.3 \text{ mL}$$

$$V_{O_2} = 300 \times \frac{45.0}{68.3} = 197.7 \text{ mL}$$

答: 氮气、氧气的分压分别为 $2.23 \times 10^4 \text{ Pa}$ 和 $4.66 \times 10^4 \text{ Pa}$, 分体积分别为 96.9 mL 和 203.1 mL , 总压力为 $6.89 \times 10^4 \text{ Pa}$ 。

在实际工作中, 用压力计一般得到的是混合气体的总压力, 直接测量分压比较困难。通常的作法是对混合气体进行气体分析, 测出各组分气体分数(或百分含量), 来计算该组分气体的分压。一般气体分析是利用不同的吸收剂来吸收不同的气体组分。例如, 用 KOH 溶液吸收 CO_2 ; 用焦性没食子酸



溶液吸收 O_2 等。混和气体通过某吸收剂吸收后, 减小的体积与总体积之比即为该组分气体的体积分数。

二、理想气体状态方程式

理想气体状态方程式为:

$$pV=nRT$$

式中 p 为压力， V 为体积， T 为热力学温度， n 为物质的摩尔数量， R 为气体常数。

应该注意的是 p 、 V 的单位不同， R 的取值也不同（参看表1—1）。

表1—1 不同单位的气体常数 R

pV 的单位	R 值	R 的 单 位
$\text{Pa} \cdot \text{m}^3$	8.3143	$\text{Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ 或 $\text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
$\text{Pa} \cdot \text{L}$	8314.3	$\text{Pa} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
$\text{atm} \cdot \text{L}$	0.08206	$\text{atm} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
$\text{mmHg} \cdot \text{mL}$	62363	$\text{mmHg} \cdot \text{mL} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

严格地说，只有在气体分子本身体积和分子间引力可以忽略的情况下，上述气体状态方程才是准确的，这时的气体称为理想气体。在不低于 0°C 和不高于 101.3kPa 的情况下，分子间的引力和分子的体积都可以忽略不计，按上式计算的结果可以接近实际情况。

在一定的温度和压力下，测得一定体积某理想气体的质量，可以利用公式 $pV=nRT$ 来计算出该气体的分子量。

常温常压下，气态方程不仅适用于纯净气体，也适用于混和气体中某一组分气体，其形式为

$$p_i V_{\text{总}} = n_i RT \quad \text{或} \quad p_{\text{总}} V_i = n_i RT$$

例 在 17°C 及 $1.01 \times 10^5 \text{Pa}$ 时，水面上收集了 150mL 氮气，求干燥后氮气的体积（ 17°C 时水的饱和蒸气压为 $1.93 \times 10^3 \text{Pa}$ ）。

$$\text{解：} p_{N_2} = 1.01 \times 10^5 - 1.93 \times 10^3 = 9.86 \times 10^4 \text{Pa}$$

$$p_{N_2} V_{\text{总}} = p_{\text{总}} V_{N_2}$$

$$V_2 = \frac{9.87 \times 10^4 \times 150}{1.01 \times 10^5} = 147 \text{ mL}$$

答：干燥后氮气的体积为147mL。

在实际操作中，水面上收集的气体实际上是一种混合物，其中含有在当时温度下的饱和水蒸气，因此，在用气态方程式进行计算时，必须用分压定律进行校正。关于水的饱和和蒸气压的数据可参看第二章第二节，若需更多的数据可在化学手册中查出。

第二节 反应热

一、焓与焓变

在化学反应过程中，除发生物质的转变外，总要伴随有各种形式的能量变化，通常遇到的多是化学能与热能之间的转化。热能的变化表现为放热或吸热现象。反应中所放出或吸收的热量叫做反应的热效应，简称反应热。

同一反应，分别在等容或等压条件下进行反应时，体系与外界交换的热量是不同的。例如，室温下二氧化硫与氧气反应生成1摩尔三氧化硫，等压条件下放出的热量为99.1千焦，等容条件下放出的热量为97.03千焦。等压条件下热量变化用 q_p 表示，等容条件下用 q_v 表示。

由于大多数反应是在等压条件下（通常指在大气压下敞口的容器中）进行的，所以，很多化学反应中会发生较大的体积变化。因此，可以认为等压反应热 q_p 由两部分组成：一部分是反应体系中内能的变化（ ΔU ），一部分是体系在反应过程中完成的体积功（ w ）。根据能量守恒定律有

$$q_p = \Delta U + w$$

由于体积功等于压力与体积变化的乘积，因此，上式可进一步写成

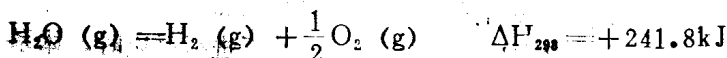
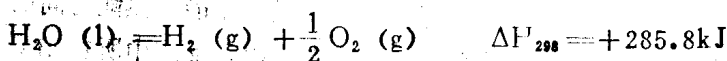
$$q_p = (U_{\text{生成物}} - U_{\text{反应物}}) + p(V_{\text{生成物}} - V_{\text{反应物}}) \\ = (U_{\text{生成物}} + pV_{\text{生成物}}) - (U_{\text{反应物}} + pV_{\text{反应物}})$$

在化学热力学中，称 $U + pV$ 为体系的焓，以 H 表示，即 $H = U + pV$ 。则有

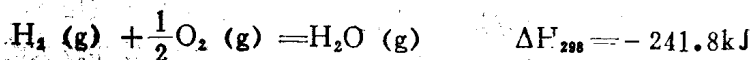
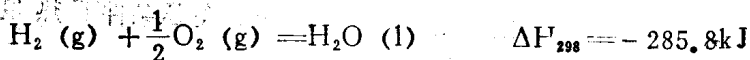
$$q_p = H_{\text{生成物}} - H_{\text{反应物}} = \Delta H$$

这里 ΔH 代表了参与化学反应的物质在等压条件下，由反应物变成生成物时本身焓的变化，简称为焓变，它在数值上等于等压反应热。在不特别指明的情况下，通常说反应热，就是指等压反应热。如果化学反应的 ΔH 为正值，即 $H_{\text{反应物}} < H_{\text{生成物}}$ ，表示体系从环境吸收热量，称此反应为吸热反应。

例如，



如果化学反应的 ΔH 为负值，即 $H_{\text{反应物}} > H_{\text{生成物}}$ ，表示体系放热给环境，称此反应为放热反应。例如，



上述化学方程式不仅表示物质质量的变化，而且表明反应的热效应，因此，称为热化学方程式。因为化学反应的热效应与反应时的条件有关，所以，书写热化学方程式应注意以下几点：

(1) 标明反应的温度和压力。反应如在298.15K (25°C)、101.3kPa (1大气压) 下进行, 则一般不用标明。若反应在其它温度下进行, 则在 ΔH 右下角标明。如由于压力对反应热影响不大, 通常也不必标明。

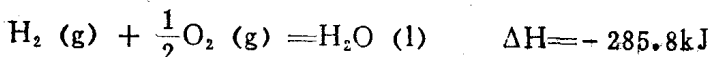
(2) 必须标明物质聚集状态和浓度。用小写符号g、l、s分别表示气、液、固态, 并写在化学式的右侧。

(3) 化学式前的系数是化学计量数, 不是分子数。通常表示有多少摩尔物质参加了反应生成了多少摩尔物质, 故它可以是简单整数, 也可以是简单分数。

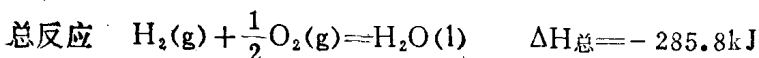
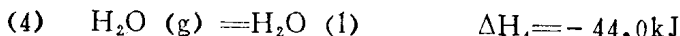
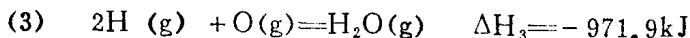
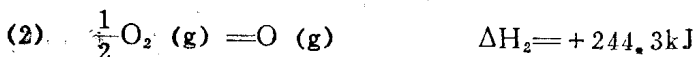
二、盖斯定律

盖斯 (G·H·Hess) 根据实验得出一条重要规律: 不管化学反应过程是一步完成或分几步完成, 其热效应是相同的。即反应的热效应只与物质的始态和终态有关, 而与变化途径无关。它是热化学的一个基本定律, 被称为盖斯定律。

例如, 反应



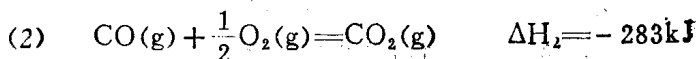
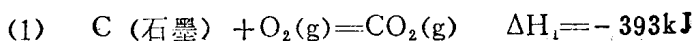
当上述反应按下面四步进行时, 其热效应如下:



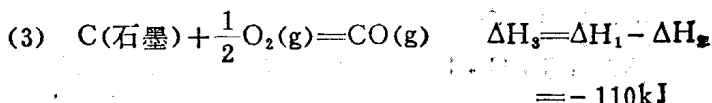
由此可见, 不论反应分几步进行, 只要始态与终态不变, 其

总焓变一定等于一步完成的反应焓变。盖斯定律也是能量守恒定律在热化学中的具体体现。

根据盖斯定律，使我们能够在一些已测知的反应热数值的基础上，计算出一些难于测定的反应热。例如，我们不能用实验方法测得碳和氧合成一氧化碳的反应热，但可以通过下列途径获得：



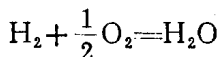
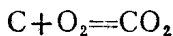
求两步之差：



ΔH_3 即为碳和氧合成一氧化碳的反应热。

三、标准生成热

由单质生成化合物的反应为生成反应，例如，下列反应分别为 CO_2 和 H_2O 的生成反应



在恒温恒压下，由稳定的单质生成1摩尔纯物质时，其反应的焓变称为该物质的生成焓，一般以符号 ΔH_f 表示，“f”表示生成反应。在热力学中称在101.3kPa下的状态为标准状态。在101.3kPa和指定温度下，由稳定的单质合成1摩尔纯物质时，其等压热效应称为该物质的标准生成热，以符号 $\Delta H_{f,T}^\circ$ 表示（“0”表示标准状态，“T”表示指定温