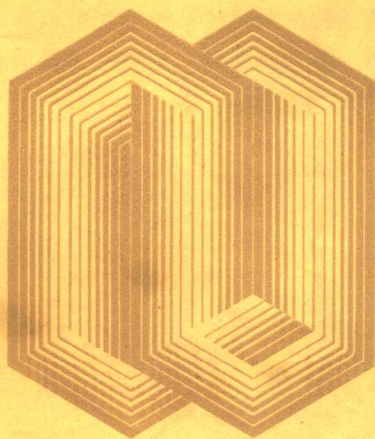


# 化学 II

[日] 长仓三郎 等编



吉林人民出版社

七  
郎

# 化 学

## Ⅱ

(日本高中化学)

〔日〕长仓三郎 等编

吉林师范大学化学系

赵世良 魏庆藩 郝 雷 刘 勤

林培良 张振毅 高连奎 孙云鹤 译

吉林人民出版社

# 化 学

## I

(日本高中化学)

(日)长仓三郎等编

吉林师范大学化学系

赵世良 王天藩 郝 雷 刘 勤  
林培良 张振权 高连 孙云鸿 译

吉林人民出版社出版 吉林省新华书店发行

吉林市印刷厂印刷

\*

开本787×1092毫米32开本 印张： $7\frac{1}{8}$  字数：144,000字

1979年10月第1版 1979年10月第1次印刷

书号：13091·38 定价：0.59元

## 后 记

为了解国外的教学情况，翻译出版了日本中学数理科教科书，供国内教学研究参考。全书包括初中的数学和理科，高中的数学、物理、化学和生物等。

这套教材是吉林师范大学外研所日本教育研究室、吉林师范大学数学系、物理系和化学系有关教师参加翻译的。

由于时间仓促及译者水平所限，对不当之处，请读者批评指正。

# 序 言

在《化学》I里，明确了物质是原子、分子或离子的集合体，各种各样的物质都有其固定的结构。同时，对形成这样的化学结构的内在联系(化学键)和化学变化的特征等基础知识已经学习过了。在《化学》II里，对这些问题还要深入地分析，弄清化学键的本质，尽量系统地学习一下我们周围的物质的结构和性质方面的知识。

当我们学习化学的时候，最大的困难之点是肉眼不能直接看到原子或分子的运动情况。为了观察微小的物质虽然有显微镜，但用它看到的物质的大小只能是  $10^{-5}\text{cm}$  左右。而原子的大小为其 100 分之一以下，至于原子核和电子就更小了。因此，原子、分子、原子核和电子等用显微镜是不能看到的。但是物理学家和化学家应用各种原理，发现了精细地测得原子或分子结构的方法。例如，x 一射线，其波长和原子大小程度概同的电磁波的衍射现象，以及物质对紫外线，可见光、红外线或微波的吸收等，正在广泛地应用于原子或分子的研究上。

象这样，为了研究物质的结构，拥有大量的强而有力的手段是现代化学的最大特征。此外，还可举出另一个特征，是能够把极微量的物质经过分离、确认，将其进行定量分析。分析极微量的汞、镉和二氧化硫等成为可能，这在防止环境污染上起着巨大作用是众所周知的。化学分析方法的进展，正在广泛地应用在研究化学反应或确定结构的手段上，以及化学工业的工程管理技术上。

# 目 录

## 序 言

### 第 1 编 化学变化的探讨

I	化学反应是怎样进行的·····	( 2 )
1	怎样研究化学反应的机理·····	( 2 )
2	多步反应和反应中间产物·····	( 4 )
3	化学反应速度和浓度·····	( 5 )
4	反应历程和反应中间产物·····	( 8 )
5	化学反应的历程和同位素·····	( 12 )
6	温度对反应速度的影响·····	( 16 )
7	活化状态·····	( 17 )
8	催化剂的作用·····	( 20 )
	习 题·····	( 23 )
II	化学平衡是由什么决定的·····	( 25 )
1	反应的可逆性和平衡状态·····	( 25 )
2	可逆反应和不可逆反应·····	( 27 )
3	平衡原理·····	( 28 )
4	平衡常数的确定和根据平衡式的计算·····	( 31 )
5	溶度积·····	( 33 )
6	各种因素对平衡的影响·····	( 35 )
a	浓度的影响·····	( 35 )
b	压力的影响·····	( 36 )
c	温度变化导致平衡的移动·····	( 37 )

d 平衡移动的一般原理	( 38 )
7 平衡是由什么决定的	( 39 )
习 题	( 42 )

## 第 2 编 物质结构的探讨

<b>Ⅱ</b> 分子是怎样形成的	( 44 )
1 分子和原子	( 44 )
2 原子内电子的状态	( 46 )
a 原子光谱	( 47 )
b 原子内电子的轨道	( 49 )
c 原子中的轨道和周期律	( 51 )
3 氢分子是怎样形成的	( 54 )
a 2 个氢原子接近时价电子的轨道有什么变化	( 54 )
b 2 个氢原子接近时能量的变化	( 55 )
4 共价键的模型和性质	( 55 )
a 共价键的弹簧模型	( 55 )
b 键长	( 56 )
c 离解能	( 58 )
5 键的极性	( 59 )
a 极性分子和非极性分子	( 59 )
b 电负性	( 60 )
〈怎样解释键的极性〉	( 62 )
习 题	( 63 )
<b>Ⅳ</b> 分子的结构是怎样确定的	( 64 )
1 化学反应性能和结构式——乙醇和甲醚	( 64 )
a 乙醇和甲醚不同的反应性能和结构式	( 64 )
b 结构异构	( 66 )

2	碳化合物的立体结构	(68)
a	甲烷的结构	(68)
b	具有4个不同的原子或基的甲烷衍生物的结构	(70)
c	乙烯的结构——不饱和化合物的立体化学	(72)
3	化学物理分子结构确定法	(75)
a	从化学的结构确定法发展到化学物理的结构确定法	(75)
b	用化学物理方法确定的分子结构	(76)
	习 题	(79)

## V 物质结构和化学键 (81)

1	价电子的轨道和分子结构	(81)
a	氧的价电子轨道和键角	(81)
b	氮原子的价电子轨道和键角	(83)
c	碳原子的键角和价电子轨道	(84)
2	苯的结构和化学键	(88)
a	苯的结构和结构式	(88)
b	苯的价电子和结合状态	(89)
c	苯的结合状态的特点及其性质	(91)
3	石墨的结构和性质	(94)
4	金属的结构和金属键	(96)
5	第4族元素的结构和性质	(100)
a	从绝缘体到金属	(100)
b	金属锡和灰锡	(101)
	习 题	(103)

## 第3编 物质的结构和性质

VI	水的结构和性质	(105)
1	地球上的水	(105)



2	水的特性	(107)
a	热学性质	(107)
b	力学性质	(109)
3	水和冰的结构	(111)
4	离子晶体的溶解	(113)
<b>VI</b>	<b>络盐的结构和性质</b>	<b>(116)</b>
1	什么是络盐	(116)
2	络离子的立体结构	(119)
3	过渡元素和配价键	(122)
4	结晶水和络离子	(125)
5	水合与水解	(127)
<b>VII</b>	<b>碳化合物的结构和反应</b>	<b>(131)</b>
1	有机化合物和无机化合物	(131)
2	碳化合物的结构、性质与合成	(132)
3	烃	(135)
a	烷烃	(135)
b	烯烃 炔烃	(136)
c	芳香烃	(136)
4	碳化合物按官能团的分类	(138)
5	卤代烃	(139)
6	含氧的碳化合物	(141)
a	醇和醚	(141)
b	酚类	(142)
c	醛和酮	(145)
d	羧酸和酯	(147)
	«羧酸»	(147)
	«酯»	(148)

7	含氮的碳化合物	(150)
a	胺	(150)
b	氨基酸	(151)
c	硝基化合物	(152)
8	碳化合物的反应	(154)
a	游离基反应	(155)
b	分子反应	(155)
c	离子反应	(156)
9	芳香族化合物的核取代反应	(156)
习 题		(159)
<b>K</b>	<b>高分子物质的结构和性质</b>	(161)
1	高分子是什么样的化合物	(161)
2	合成高分子及其用途	(163)
3	生物体中的高分子	(168)
a	淀粉和纤维素	(168)
b	蛋白质	(170)
c	核酸	(172)
4	无机物中的高分子	(174)
a	硅酸和硅酸盐	(174)
5	天然橡胶与合成橡胶	(175)
a	天然橡胶	(175)
b	硫化	(176)
c	合成橡胶	(177)
6	离子交换树脂	(179)
习 题		(181)
实 验		(183)
试剂	主要物质的鉴定法	(205)

# 化学变化的探讨

## 第 1 编

I 化学反应是怎样进行的

II 化学平衡是由什么决定的

# I 化学反应是怎样进行的

我们居住着的地球、太阳系，甚至构成整个宇宙的物质，包括生物体在内，都随着时间在不断地变化。这些物质的变化，有着各种各样的形式。所谓宇宙的进化或者地球上生物的进化等现象是经过漫长时间所起的变化。

作为构成物质的粒子的变化即从微观的角度来观察这些变化时，通常把这种变化的现象称为反应。其中包括有原子核反应和化学反应。

化学反应比原子核反应平稳的多，反应热也少，但地球上地质学的变化或生物的代谢以及生物遗传等，都是以化学反应为基础的现象。此外，在现代社会中，利用化学反应，人工合成各种各样的人们生活需要的物质，正在广泛地进行着。明确这样的化学反应的机理，研究新的化学反应的可能性，以及研究确定物质结构，都已成为化学上的非常重要的研究领域。

## 1 怎样研究化学反应的机理

研究化学反应的机理，有哪些方法呢？可从我们切身生活中的化学反应来考虑。我们生存着这个事实，就可以说是在

无数复杂的化学反应之中进行的。摄取食物、保持着体温、或者进行运动，甚至各种各样的脑力活动，也都可以认为是通过化学反应进行的。

但是，这些反应是非常复杂的，由此出发来研究化学反应的机理是不适宜的。于是，化学工作者首先尽可能地选取简单的化学反应，从明确其反应机理开始。同时尽量使其在条件一定的情况下，着手研究化学反应是怎样进行的。

首先怎样才能知道某物质发生了化学反应呢？化学反应发生与否，一般是根据沉淀的生成或消失；气体的发生或吸收；颜色的变化；放热或者吸热等现象来判断。可是，如把蔗糖水溶液冷却后，即使有蔗糖的结晶沉淀出来，也不是由于化学反应而引起的。还有，即使发生了化学反应，用肉眼完全看不见的时候也是不少的。化学反应的结果，为得知某一物质变成了另一物质，常用的是所谓化学分析的方法。各种各样的化学分析方法近年来有显著的进步。迅速检出极微量的物质，未知物分离以及判断它的结构等都是能作得到的。在研究化学反应时，化学分析的技术起着非常大的作用。

根据化学分析若能够知道反应结果生成的物质，确定反应物与生成物量的关系之后，就能够写出化学反应式。

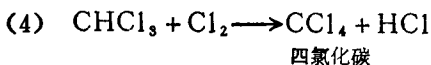
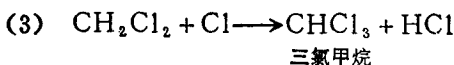
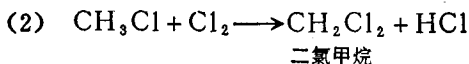
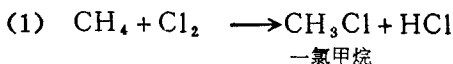
化学反应式是表示反应物与生成物的关系。这一基本事实可以比喻为旅行时的出发地点和目的地点的关系。

**问 1** 在《化学》I中，已学的化学反应有许多类型，试从各种观点（如放热和吸热）来分类。

## 2 多步反应和反应中间产物

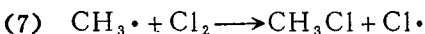
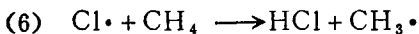
旅行时由出发地点怎样到达目的地，考察其路径和所需时间是很重要的。象旅行时在途中逗留或者改乘交通工具那样，研究化学反应时也是如此。在由反应物变化到生成物之间，经过几个步骤进行的时候是很多的。反应中间生成的物质（反应中间产物），常常是一旦生成又立即反应完了，所以它是反应性能很强的物质。

例如，若使氯气与甲烷反应，反应将逐个接续进行，最后生成四氯化碳。



这里，一氯甲烷、二氯甲烷、三氯甲烷就是所谓反应中间物。这些中间物都能单独地分离出来而成为稳定的物质。如进一步详细研究这些反应，便知，(1)~(4)各个反应也是由几个反应步骤组成的。以反应(1)为例，是由如下的多步反应完成的\*。

\* 把每一步反应，有时称为单(基)元反应。



反应(5)是氯气分子吸收光变成氯原子的反应。氯原子和甲烷反应变成了氯化氢和 $\text{CH}_3\cdot$ 。在这个 $\text{CH}_3\cdot$ 里，有一个不成对的电子。象这样的物质称为游离基\*。游离基是和氯原子等一样，都是反应性能很强的物质，在通常的情况下，以纯净的状态单独取出是很困难的。

反应经多步完成时，知道生成什么样的反应中间物是很重要的。对于推断它的方法，将在后面叙述。现在先讲一些研究化学反应所必需的基础知识。

问 2 把反应(6)用电子式表示出来。

问 3 反应 2，能被分成怎样的多步反应，参照(5)、(6)、(7)反应想想看。

### 3. 化学反应速度和浓度

化学反应速度是用单位时间内，单位体积中反应的物质的分子数来度量。所谓单位体积的分子数无非是浓度，所以反应速度是指反应物质的浓度在每一单位时间内变化的比率\*\*。实际上，反应速度是根据反应物的浓度随时间怎样进

---

\* 因含有奇数个电子的原子和游离基有相类似的化学行为，所以和游离基同样处理。表示游离基的记号不一定标出。

\*\* 参阅《化学》I 反应速度一节。

行变化而求得的。反应物质 A 在某时间  $t_1$  时，浓度为  $[A]_1$ ，当时间为  $t_2$  时，浓度变为  $[A]_2$ 。若  $t_1$  和  $t_2$  之间时间很短，把时间  $t_1$  到  $t_2$  的平均速度  $\bar{v}$ 。定义为：

$$\bar{v} = - \frac{[A]_2 - [A]_1}{t_2 - t_1} \dots\dots\dots(1)$$

图 1 (a) 是表示  $N_2O_5$  的分解反应。随着时间其浓度是怎样变化的。在图 1 表中的第三行的各个数据，分别表示两个时间之间的平均速度  $\bar{v}$ 。并知  $\bar{v}$  随时间的改变而减小。作为  $t_1$

与  $t_2$  之间 A 的平均浓度  $[\bar{A}] = \frac{[A]_2 + [A]_1}{2}$ ，若平均速度

除以平均浓度，其商大体一定。即这个反应的反应速度与反应物的浓度成正比例。

$$\bar{v} = k[\bar{A}]^{**} \dots\dots\dots(2)$$

(a) 在 45°C 时随着  $N_2O_5$  分解反应的进行  $N_2O_5$  浓度的变化

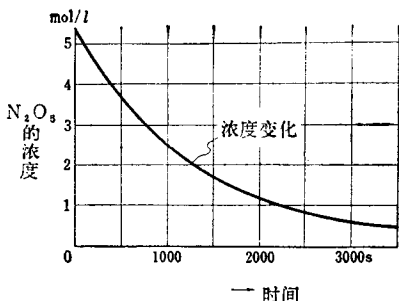
时间 $t$	浓度 (A)	平均速度 ( $\bar{v}$ )	平均浓度 ( $\bar{A}$ )	$\bar{v}/[\bar{A}]$
S	mol/l	$10^{-3}$ mol/l/s	mol/l	$10^{-4}$ /s
0	5.33			
82	5.04	3.54	5.185	6.83
162	4.78	3.25	4.91	6.62
409	4.06	2.91	4.42	6.58
604	3.48	2.97	3.77	7.88
1129	2.37	2.11	2.925	7.21
1721	1.57	1.35	1.97	6.85
1929	1.36	1.01	1.465	6.89
3399	0.53	0.56	0.945	5.93

\* 若随时间而减少的反应 则  $[A]_2 < [A]_1$ ，为使  $\bar{v}$  为正值，则加负号。

\*\* 这个比例常数  $k$  称为反应速度常数。



(b) 在 45°C 时  $N_2O_5$  的分解反应速度  
各个时间的反应速度等于浓度曲线的梯度。反应速度随着时间而减慢。



1  $N_2O_5$  的分解反应速度。

下面是不同的二种分子进行反应的一例。对由氢和碘生成碘化氢的反应来说，从研究其反应速度和氢与碘的浓度关系来看，在反应初期，生成 HI 的反应速度与氢和碘的浓度的一次方成正比\*。设生成碘化氢的速度为  $\bar{v}_{HI}$ ，则

$$\bar{v}_{HI} = k [\bar{H}_2][I_2] \dots\dots\dots(3)$$

相反，对由碘化氢生成氢和碘的反应也同样，在反应初期时，如下(4)式所示。

$$\bar{v} = k' [\bar{HI}]^2 \dots\dots\dots(4)$$

象在《化学》I 中已经学过的那样，化学反应由 A 分子与 B 分子的碰撞发生时，化学反应速度同 A 分子与 B 分子的碰撞次数成正比，它的碰撞次数同 A 分子与 B 分子的浓度乘积成正比。上面例举的氢和碘的反应或者碘化氢生成氢和碘的反应，可以用碰撞理论来说明。

象这样，反应速度同反应物的浓度乘积成正比的例子是不少的。当反应以多步进行时，其总的反应速度不一定是这

\* 随反应之进行，逆反应  $2HI \rightarrow H_2 + I_2$  的部分不断增大，则(3)式关系不成立。