

化工基础

王 箴 编 著

(修 订 本)

石油化学工业出版社

12.1
12.1
0.3

化 工 基 础

(修 订 本)

王 箴 编著

石油化学工业出版社

内 容 提 要

本书通过系统地介绍化学基本概念、化工原料、化工单元过程、化工单元操作、化工产品等五个部分的内容，简明扼要地说明化学工业中常用的名词、术语和常见的基本概念。书后附有四个附录，对初学化工的人有所帮助。本书对初接触化工的工人和其他人员，能起普及知识和简明工具书的作用。

化 工 基 础

(修 订 本)

王 箴 编著

石油化学工业出版社出版

(北京和平里七区十六号楼)

石油化学工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

开本 $787 \times 1092^{1/32}$ 印张 $3^{3/8}$ 字数75千字 印数60,151—120,230

1976年7月北京新1版 1978年9月北京第2次印刷

书号15063·化195 定价0.25元

目 录

第一章 化学基本概念

1-1 化学工业的重要性	1	1-6 物质的组成单位	7
1-2 我国的化学工业	2	1-7 物质的单位重量	9
1-3 化学的意义	3	1-8 原子起化学变化的能力	10
1-4 物质的种类	4	1-9 物质的符号	13
1-5 化学变化的主要类型	6		

第二章 化 工 原 料

2-1 概 说	16	2-7 农、林、牧、副、渔产品	27
2-2 无机原料	17	2-8 煤	28
2-3 有机原料	21	2-9 石 油	30
2-4 空 气	23	2-10 天然气	31
2-5 水	24	2-11 综合利用	32
2-6 化学矿物	25		

第三章 化工单元过程

3-1 概 说	34	3-12 磺 化	46
3-2 反应速度	34	3-13 胺 化	47
3-3 氧 化	36	3-14 碱 熔	47
3-4 还 原	38	3-15 烷基化	48
3-5 氢 化	39	3-16 脱烷基	49
3-6 脱 氢	40	3-17 酯 化	50
3-7 水 解	41	3-18 聚 合	50
3-8 水 合	42	3-19 缩 聚	51
3-9 脱 水	43	3-20 催化作用	52
3-10 卤 化	43	3-21 有机合成	53
3-11 硝 化	45		

第四章 化工单元操作

4-1 概 说	54	4-12 萃 取	60
4-2 流体输送	55	4-13 浸 取	61
4-3 过 滤	55	4-14 吸 附	61
4-4 固体流态化	56	4-15 干 燥	62
4-5 热传递	56	4-16 气体液化	63
4-6 蒸 发	57	4-17 冷 冻	63
4-7 冷 凝	58	4-18 固体输送	64
4-8 物质传递	58	4-19 粉 碎	64
4-9 气体吸收	59	4-20 筛 分	65
4-10 蒸 馏	59	4-21 连续化和自动化	65
4-11 精 馏	60	4-22 防腐蚀	66

第五章 化 工 产 品

5-1 概 说	67	5-9 颜 料	78
5-2 化学肥料	67	5-10 涂 料	79
5-3 农 药	69	5-11 药 物	80
5-4 合成树脂	71	5-12 炸 药	80
5-5 塑 料	71	5-13 燃 料	81
5-6 合成橡胶	74	5-14 试 剂	82
5-7 化学纤维	76	5-15 粘合剂	83
5-8 染 料	78		

附录一 重要物质的命名简介	84
I. 化学元素的命名	84
II. 无机化合物的命名	85
III. 有机化合物的命名	86
附录二 重要化学元素表	97
附录三 重要基表	98
附录四 重要化合物表	98
I. 无机化合物	98
II. 有机化合物	100
索引	102

第一章 化学基本概念

1-1 化学工业的重要性

古代人们在进行生产活动的过程中，对于当时常见的自然资源早有实用的知识，如冶金、酿造、制陶、制革等等生产工艺。随着人类的进化，这些生产工艺逐渐发展成为近代工业。

人们只有掌握了自然规律，才能了解自然，克服自然和改造自然。化学工业是什么？化学工业是遵循化学上的自然规律，利用自然资源生产各种化学品，以解决工农业生产和人民生活问题的工业。

化学工业范围很广，包括化学矿物、无机化工原料、有机化工原料、化肥、农药、合成树脂、塑料、合成橡胶、合成纤维、染料、涂料、颜料、燃料、医药、炸药、试剂、粘合剂等部门。

化学工业生产的化工原料和化工产品，种类极多，比较经常生产的大约有一万种，如果包括不经常生产而确有需要的那就更多了。

化学工业生产的化工原料和化工产品，有广泛的、重要的用途。化学工业为农业提供了化肥、农药，为轻工业提供了纯碱、烧碱、合成树脂、合成橡胶，为纺织工业提供了烧碱、硫酸、染料、合成纤维，为冶金工业提供了氧气（氧还原）、硫酸、纯碱，为机电工业提供了电石（电石气）、塑料、涂料，为矿物开采提供了炸药，为交通运输提供了轮胎、汽

油、柴油。就是说，化学工业为国民经济各部门提供了必要的原材料。

化学工业和人民生活具有密切的关系。农业上用了化肥、农药，提高了粮、棉、油等农作物的产量。工业上用了化工原料、合成树脂、塑料、合成橡胶、合成纤维、染料、涂料，生产了更多更好的衣料、建筑材料、交通工具和日用化学品，来满足人民生活衣、食、住、行各方面的需要。此外，化学工业还提供了医药，来为人民防治疾病，增进健康。

由此可见，化学工业是一个多行业、多品种的工业，为促进我国社会主义建设和改善人民生活起着重要的作用。

1-2 我国的化学工业

解放以前，我国的化学工业是极其薄弱的，而且仅有的一点化学工业也处在帝国主义、封建主义和官僚资本主义控制之下，原材料大部分依靠进口，设备陈旧，品种不多，产量很小，质量也差。

解放以后，我国的化学工业，在毛泽东思想的指引下，坚持“独立自主、自力更生”的方针，遵循“鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义”的总路线，大搞群众运动，以世界各国从来没有的速度向前迈进。原材料基本上做到自给，设备不断革新，品种迅速发展，产量成千百倍地增长，质量大幅度提高，初步满足了我国国防建设和国民经济各方面的要求。我国化学工业战线上的广大革命职工，一定要高举毛主席的伟大旗帜，沿着毛主席的革命路线，为在本世纪内把我国建设成为伟大的社会主义现代化强国，争取对人类作出较大的贡献，努力奋斗。

为了能够理解化学工业的生产程序和产物性能，人们就

得先懂得化学是什么？下面叙述一些化学上的基本概念。

1-3 化学的意义

物质的种类是无限多样的。那么人们怎样来认识物质？

“人的认识物质，就是认识物质的运动形式，……机械运动、发声、发光、发热、电流、化分、化合等等都是。”运动的形式是无限多样的。那么人们怎样来认识运动形式？人们的认识，依赖于社会实践。“人类的生产活动是最基本的实践活动，是决定其他一切活动的东西。”人们经过生产活动，逐渐地认识了地面上的水受了太阳的热，变为水蒸汽而上升，在天空中受了冷，凝为云、雾，降为雨、雪。天冷的时候，水凝结成冰。天热的时候，冰熔化成水。铁会生锈。炭会燃烧。水的状态（气、液、固）的转变，以及铁的生锈、炭的燃烧等等，都是物质的变化。物质的变化是物质本身所具有的规律性。物质的变化形式，就是物质的运动形式。

人们经过生产活动，又逐渐地认识了空气是无色无臭无味的气体，水是无色无臭无味的液体，盐是白色有咸味的固体，糖是白色有甜味的固体，铁是深灰色会生锈的固体，炭是灰黑色会燃烧的固体。状态、色、臭、味、生锈、燃烧等等，都是物质的性质，物质的性质是物质的不可分的根本属性。

人们经过生产活动，还逐渐地认识了人和物质的关系，以解决人类物质生活问题。空气可供呼吸，水可供饮用，盐、糖可供食用，铁可用来做工具，炭可用来做燃料等等，都是物质的应用。人们的利用物质，是人们认识物质的变化和物质的性质之必然的结果。

“科学研究的区分，就是根据科学对象所具有的特殊的

矛盾性。……例如，……化学中的化分和化合，……”化学是什么？化学是研究物质的运动形式化分、化合的一门自然科学，也是研究物质的变化、性质和应用的一门自然科学。

1-4 物质的种类

自然界的物质，既然是无限多样的，那么人们怎样来把物质分类？人们的认识物质，总是先认识不同物质的特殊的本质，然后进行概括工作，认识许多物质的共同的本质。人们认识了这种共同的本质以后，再以这种共同的认识为指导，继续地向它种物质进行研究，找出其特殊的本质。“这是两个认识的过程：一个是由特殊到一般，一个是由一般到特殊。”这样，人们可以把无限多样的物质分成下面三大类。

一、单质 人们大都知道铁和硫（硫黄）两种物质，把铁粉和硫粉分别详细观察，可以知道它们的性质很不相同。

铁粉	硫粉
(1) 深灰色	(1) 淡黄色
(2) 有金属光泽	(2) 没有金属光泽
(3) 不容易熔化	(3) 容易熔化
(4) 能被磁铁吸引	(4) 不能被磁铁吸引

铁粉和硫粉都是不能用普通的化学方法再分成更简单的物质。凡是不能用普通的化学方法再分的最简单的物质，叫做**单质**。铁和硫是两种单质。

二、混合物 人们把大约相等重量的铁粉和硫粉充分混合，得到一种绿灰色的粉末，外表看起来和铁粉不同，和硫粉也不同。但是用放大镜观察，仍旧可以看见深灰色的铁粉和淡黄色的硫粉混杂在一起。凡是几种物质虽然互相混合而仍旧保持各自原有性质的物质，叫做**混合物**。铁粉和硫粉混

合而成的物质是一种混合物。铁和硫是这种混合物的组分。

三、化合物 人们把适当比例的铁粉和硫粉充分混合后加热，得到一种多孔而脆的黑色固体，经研细后，得到一种灰黑色的粉末。这种物质粗看起来有些像铁粉，但是它的金属光泽不很显著，并且不被磁铁吸引，所以并不是铁粉，又不容易熔化，所以也不是硫粉。就是说，铁粉和硫粉都已经失去它们原有的性质而变成一种新物质叫硫化亚铁。这样两种或两种以上的物质互起变化而成的物质，叫做**化合物**。硫化亚铁是一种化合物。化合物中所含着的各种成分是化合物的组分，用百分数表示的是**百分组成**。例如硫化亚铁 100 份中有铁 63.53 份（%）和硫 36.47 份（%）。

在上面三类物质中，单体和化合物是纯物质，混合物是不纯物质，化合物有一定的组成比例，混合物没有一定的组成比例。

一百多年前，人们根据当时的生产实践和认识水平，把自然界无限多样的物质分成两大类：一类被认为无生活机能，叫**无机物**，指属于矿物界的物质如矿石、土壤等；一类被认为有生活机能，叫**有机物**，指属于植物界和动物界的物质如农、林、牧、副、渔产品。同样，把自然界无限多样的化合物分成两大类：一类叫**无机化合物**如水、盐等；一类叫**有机化合物**如糖等。这样的分类并不是完全科学的，因为有些无机化合物如氨（读安）等现在可以从有机化合物制得，有些有机化合物如尿素等现在可以从无机化合物制得。所以无机化合物和有机化合物，只是相对的名词，不是绝对的名词，现在为了便利起见仍旧沿用。实际上，有机物不过是碳化合物的代名词。经过人们的不断研究，已经发现的无机化合物有几万种，已经发现的有机化合物则特别多，在一百万

种以上。

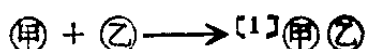
1-5 化学变化的主要类型

自然界物质的变化，是普遍的现象。为什么物质会发生变化？物质的变化的根本原因都在物质本身的内部，而不在物质的外部，主要地是由于物质内部矛盾的发展。外部的条件改变能起促进作用，如加热、加压、加催化剂。

自然界物质的变化，虽然是多种多样的，人们经过观察和实验，可以概括为两类。一类是物质不改变组成的变化，叫做**物理变化**。例如水化成汽或结成冰的状态的转变，没有改变水的组成。一类是物质改变组成的变化，叫做**化学变化**或**化学反应**。例如铁的生锈变成铁锈，炭的燃烧变成二氧化碳，改变铁和炭的组成。

化学变化也是多种多样的，可以概括为四种主要类型。

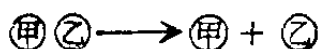
一、化合 两种或者两种以上物质结合成一种新物质的化学变化，叫做**化合**。例如：



① 和 ② 或是单质，或是化合物，① ② 是化合物（1-9），（2-2）〔2〕。

人们可以得到关于化合物的一个更为明显的概念，就是经化合而成的物质叫做**化合物**（1-4）。

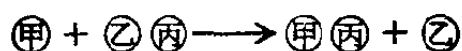
二、分解 一种物质分为二种或二种以上物质的化学变化，叫做**分解**或**化分**（2-5）。例如：



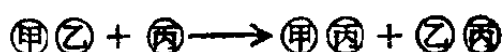
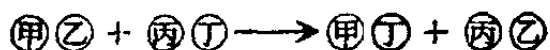
〔1〕 箭头表示化学变化进行的方向。

〔2〕 括弧内数字表示参看章节。

三、取代 一种物质从另一种物质中代出其一种组分的化学变化，叫做取代，又叫做置换（2-2）。例如：



四、双分解 二种物质互相作用而成二种新物质的化学变化，叫做双分解，又叫做复分解。例如：



大多数场合是第一种形式，甲乙、丙丁、甲丁和丙乙是化合物（2-2）。少数场合是第二种形式，甲乙、甲丙和乙丙是化合物，丙是单质（3-7）。

许多复杂的化学变化，表面上似乎并不属于上面四种的任何一种，实际上把四种交相为用，就可以解释它们。

“化分、化合”是对化学和化学变化的高度概括（1-3）。

1-6 物质的组成单位

古代的朴素的唯物主义，反映着当时生产力的发展，反映着当时人们对自然界的科学认识的初步成就。有些思想家相信一切物质都是由异常微小而又不能再分的原子所组成。他们只是空想，没有根据，没有用这种概念去进一步解释物质的组成。近代科学家把一种物质（单质或化合物）用机械方法连续分裂到仍旧不失去原有性质的最微粒子叫分子。又把分子再用普通的化学方法分成具有单质性质的最微粒子叫原子。就是说，原子是参加化学变化的最小单位，物质是由分子组合而成，分子又是由原子组合而成。

原子和分子微小到什么程度，人们很难想象。现在举两个例子来说明：假使把氢（读轻）原子排列起来，要一亿个才能成一厘米长；假使把水的一滴放大到地球一样大的体

积，水的一个分子和足球一样大。

原子虽然很小，但不是不可再分的。物质的微小是无限的。原子是可再分的。

单质和化合物都有分子。单质的分子是由同种类的分子组合而成。例如一个汞（水银）蒸气的分子是单独的一个原子，一个分子就是一个原子；一个氢分子是由二个氢原子组合而成。化合物的分子是由不同种类的原子组合而成。例如一个水分子是由二个氢原子和一个氧原子组合而成。

1-5节中Ⓐ乙、乙丙、Ⓐ丙、丙丁、丙乙和Ⓐ丁分子中的Ⓐ、乙、丙和丁，可能代表一个或几个原子，也可能代表一种或几种原子。

化学元素是具有相同化学性质的一定种类的原子。化学元素简单叫做**元素**。铁、汞、氢、氧、硫、碳等都是化学元素或元素。

化学元素是指一定种类的原子，不管它是在单质分子中的，还是在化合物分子中的。例如氢元素是指氢单质分子中的氢原子，也指水等分子中的氢原子；氧元素是指氧单质中的氧原子，也指水等分子中的氧原子。

1-4章节中所说的铁和硫是性质不同的两种元素。具有和铁相象性质的单质，就是一般有光泽、导电、传热等性质的单质如铜、锡、铅、汞等叫做**金属**。具有金属性质的元素，叫做**金属元素**。铁、铜、锡、铅、汞等是金属元素。具有和硫相象性质的单质，就是一般没有光泽、导电、传热等性质的单质如碳、氢、氧等叫做**非金属**。具有非金属性质的元素，叫做**非金属元素**。硫、碳、氢、氧等是非金属元素。

人们现在只知道105种元素，经过认识提高一步，不断地深化，必然会发现更多种的元素。

化学元素的命名见附录一 (84页)。重要化学元素见附录二 (98页)。

1-7 物质的单位重量

物质有重量，组成物质的单位——原子和分子——当然也有重量。

[illegible]

这样小的数字对记忆、书写和计算都不方便，所以原子的重量通常不用绝对重量而用相对重量。人们把元素原子的相对重量叫原子量。现在把碳元素的一种原子^[1]的重量12.0000做标准来计算各种元素原子的平均相对重量。例如氢的原子量是1.00797，氧的原子量是15.9994，碳的原子量是12.01115。过去化学上所用的原子量是把氧的原子量定为16.0000做标准来计算其它元素原子的相对重量。两者相差很小。一般旧原子量比新原子量约大百万分之四十三，在应用到四位以上有效数字时才略有差异。为了便利初学起见，原子量可用近似数值表示，例如氢的原子量是1，氧的原子量是16，碳的原子量是12。

人们又把单质分子或化合物分子的相对重量叫**分子量**。分子量等于分子中各原子量的总和。例如一个氢分子含有二个氢原子，所以氢的分子量是 $1+1$ 或 $1\times 2=2$ 。又如一个水分子含有二个氢原子和一个氧原子，所以水的分子量是

[1] 普通的碳元素原子是两种原子的混合物，一种的重量是12，占98.892%，一种的重量是13，占1.108%。

$1 + 1 + 16$ 或 $1 \times 2 + 16 = 18$ 。

原子量和分子量通常是不名数。为了计算便利起见，往往用克来表示原子量和分子量，叫**克原子量**和**克分子量**。例如氢的克原子量是 1 克，氢的克分子量是 2 克，水的克分子量是 18 克。

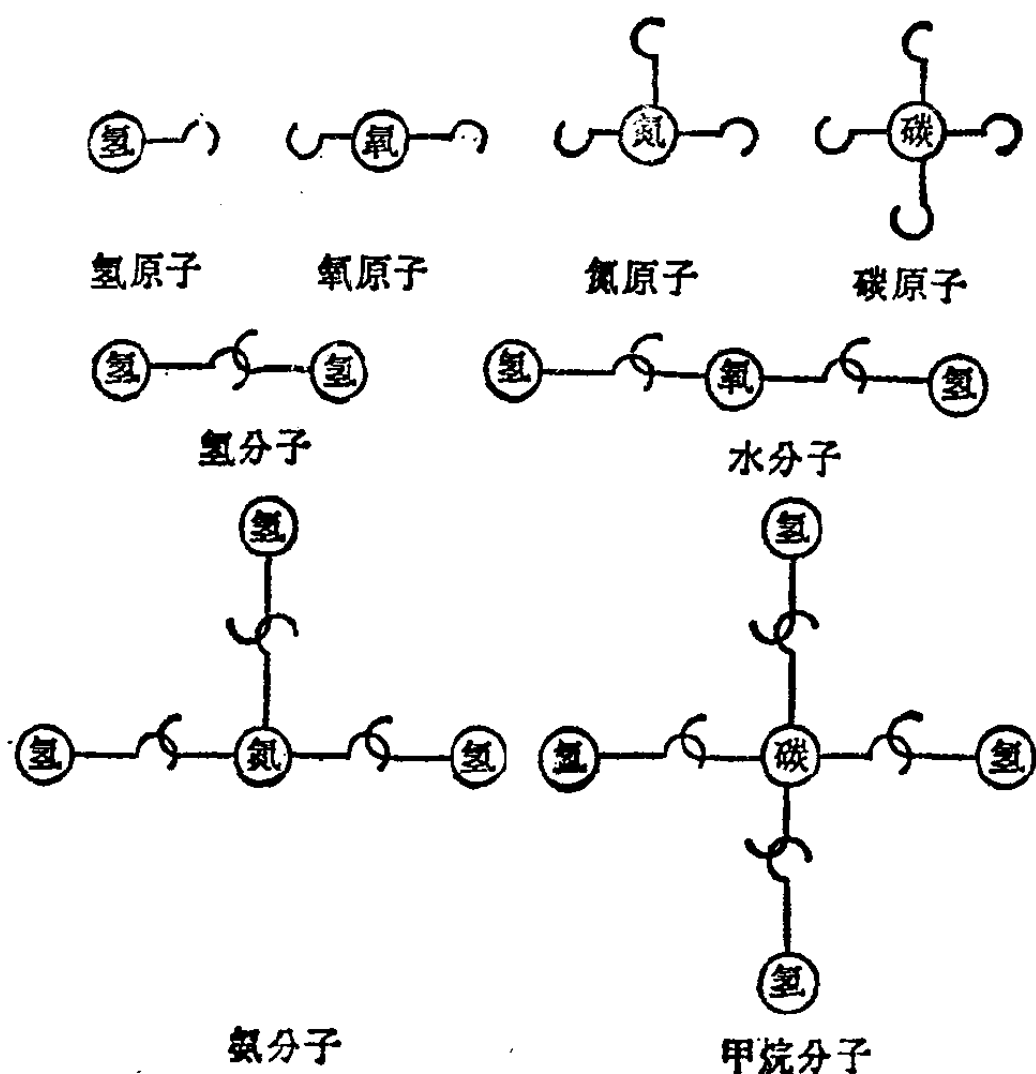
1-8 原子起化学变化的能力

物质的种类是无限多样的，分子的种类也是无限多样的。单质的分子只含有一种元素的原子，分子的种类不会很多。化合物的分子由于原子种类的不同、原子数目的不同、原子起化学变化的能力的不同和原子之间的结合方式的不同，会导致生成很多种的不同分子。因此现在已经知道的 105 种元素的原子能构成自然界多种多样的分子。

化合物既然有一定的组成，化合物分子中所含有各种原子的数目就应该有一定的比例。原子既然是参加化学变化的最小单位，化合物分子中的各种原子的数目就应该是 1、2、3 等整数。这种关系，可用实验证明。人们把这种原子互相化合（或置换）的能力，叫各该元素的**化合价**或**原子价**。化合价通常用氢做标准，定为一价。所以一种元素的化合价就是和它的一个原子互相化合（或置换）的氢原子的数目。有些可以直接决定，有些可以间接推定。例如一个水分子中，一个氧原子和二个氢原子结合，所以氧的化合价是 2，叫**二价**；一个氨分子中，一个氮（读淡）原子和三个氢原子结合，所以氮的化合价是 3，叫**三价**；一个甲烷（读完）分子中，一个碳原子和四个氢原子结合，所以碳的化合价是 4，叫**四价**。

人们可以用化合价来做各种元素的原子起化学变化的能力的标准，并且可以用图示方法来做比喻。图中用氢、氧、

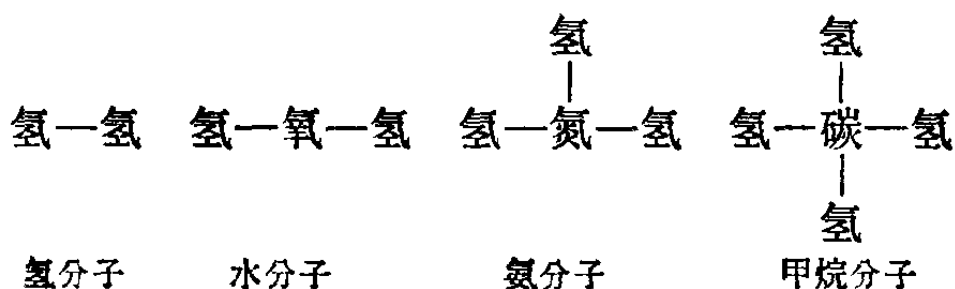
氮、碳代表原子，各种元素的原子各有和它的化合价相等数目的钩，一种原子的一只钩和另一种原子的一只钩连接起来。



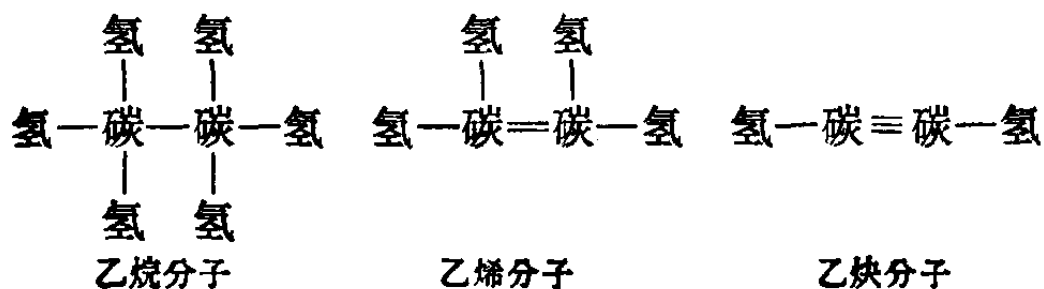
元素的化合价并不是只可有一个，也可有两个或两个以上的。例如铁有二价和三价。一种元素的化合价比较小的化合物往往加“亚”字来区别。例如硫化亚铁中的铁是二价，硫化铁中的铁是三价。

原子间互相连接的化合价，叫做**化学键**（读建），简单叫做**价键**，可用直线表示。例如氢分子有一个价键，水分子有两个价键，氨分子有三个价键，甲烷分子有四个价键。

现在进一步谈谈为什么有机化合物特别多的原因。糖、米



饭会烧焦，麦饼、棉衣会烘焦，而盐不会烧焦烘焦。这是为什么？因为糖、米饭、麦饼中的淀粉，和棉衣中的纤维素的分子，都含有碳原子、氢原子和氧原子。在烧和烘的时候，这些分子会失去水分而余下黑色的碳，发焦就是由于碳的产生。盐含有钠（读纳）原子和氯（读绿）原子，不含碳原子，所以不会烧焦烘焦。就是说，有机化合物含有碳原子，无机化合物不含碳原子（除了二氧化碳等少数化合物以外）。有机化合物，实际上是碳的化合物的代名词。有机化合物特别多的主要原因，是一个碳原子和另一个碳原子能够互相连接起来。最简单的有机化合物是由碳原子和氢原子组合而成，叫做**碳氢化合物**，简单叫做**烃**（读听）。碳原子和碳原子间由一个价键连接起来的是**单键**，例如乙烷（读完，意思是说氢原子完全）；由二个价键连接起来的是**双键**，例如乙烯（读稀，意思是说氢原子稀少）；由三个价键连接起来的是**叁键**，例如乙炔（读缺，意思是说氢原子缺乏）。



这样，碳原子和碳原子互相连接起来而成直链，碳原子的数目可以很多，所成的直链可以很长。并且碳原子和碳原子也可以互相连接起来而成环链。直链上又可以接上支链，环链