

无机及分析化学

广东农林学院土化系

1975年11月

第一章 化学的基本概念

本章首先指出：自然界一切都是由物质组成的，而物质是在不停地运动——目的在于使同学们初步建立用辩证唯物主义观点去观察自然界。

本章主要篇幅用于介绍化学上一些最基本的概念：如物质的物理变化和化学变化的特征；物质的组成——分子、原子、元素及其符号；分子式的表达，分子式与化合价的关系，原子量与分子量的计算，如何从分子式计算物质中各元素的质量含量，化学方程式的写法与运算等，我们尽可能采用实验以导出概念使同学们获得一定的感性知识和确立一切理论都是来源于实践的唯物观点。

§1-1 物质的变化

整个自然界都是由各种各样的物质所组成。自然界的一切都是物质。我们日常碰到的：水、土地、化肥、农药、作物、牲畜以及人类等，都是物质；空气中的氧气、氮气、二氧化碳等也都是物质。世界上的物质千千万万（现估计约有二百多万种），而各种物质的性质又是千差万别。

当我们认真观察自然界的时候，“首先呈现在我们眼前的是——一幅由种种相互联系和相互作用，无穷无尽地交织起来的画面，其中没有任何东西是不动的和不变的，而是一切都在运动、变化、产生和消失”。如果，我们仅仅看到物质的存在，忘了他们的产生和消亡，^{看到物质的静止，忘了他们的运动}看到一个一个的事物；忘了他们互相间的联系，这就是形而上学的观点。

同学们也许会问：一粒种子不是静止的吗？那来运动呢？但是，你说它静止，为什么贮藏久了就失去了发芽的能力呢？这难道不正说明种子在不停地运动和变化吗？其实他的内部运动得可热闹哩！我们前面的种子，表面上看来也是静止的，但种子是放在地球上的地球不是在这运动吗？毛主席在“送瘟神”一诗里，用无产阶级革命家的胸怀，写下了这样两句富含辩证唯物主义哲理的诗句：“坐地日行八万里，巡天遥看一千河”。地球这

转一昼夜是八万华里，鲜明而生动地概括了客观世界的运动现象。地球在运动，难道~~来~~^它不是在这运动吗？由此可知，静止只不过是相对而言，运动却是绝对的。物质既然是处于不断运动变化过程中，我们认识物质当然就要从认识物质的运动形式开始了。物质的运动形式很多，但就涉及化学研究的范围来说，一般可分两大类：物理变化和化学变化。

在日常生活中，我们看到：水沸腾时变成水蒸汽（气态）这是水从液体变化成气体，当水冷却到摄氏零度（ 0°C ）时，就开始结成冰（固态），这是水从液体变成固体。水、水蒸汽、冰，虽然状态不同，但它们都是同一种物质——水。大多数物质都有气态、液态、固态这三种状态。我们通常见到的是它们的一、二种状态。又如金属铝可以拉成丝做电线，也可以制成各种口具。铝制品和铝线的形状虽然不同，但都仍然是铝。象这些，只改变物质的状态和形状，而没有新物质产生（即物质的本质没有改变），的变化，人们称之为物理变化。

还有一类变化，它的特征跟物理变化根本不同。

我们先从农业上常用的石灰和碳酸氢铵开始，观察这些变化，从中获得感性知识并阐明化学研究的对象。

〔实验 1-1〕

生石灰和水作用。

生石灰是一种白色的块状固体，化学名称叫氧化钙，农业上多用它来中和土壤的有机酸，用以改良土壤。

现在我们把几块生石灰放在蒸发皿内，加入少量的水，可以看到生石灰吸水后，开始松散开来，变成白色粉末，并剧烈发热，使一部分水变成蒸汽冒出来。

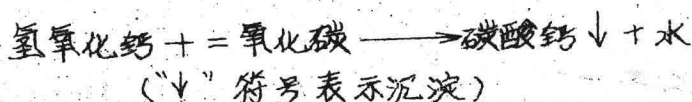
生石灰和水作用所生成的白色粉末已经不再是生石灰了，这是一种新的物质，叫做消石灰（或熟石灰），它的化学名称叫做氢氧化钙，是一种碱，所发生的变化，可用下式表示：



〔实验 1-2〕石灰水和二氧化碳作用

消石灰微溶于水，成为石灰水。

取细玻璃管插入盛有澄清的石灰水试管中，用口向玻璃管吹气，可以看到，澄清的石灰水逐渐变混浊，这是因为石灰水和呼出的二氧化碳作用，生成一种难溶于水的新物质——碳酸钙，它的变化是：



家里用石灰水刷墙壁，开始並不显得很白，但时间长了，石灰水逐渐吸收空气中的二氧化碳生成了白色的碳酸钙，墙壁就显得洁白了，就是发生了上述的变化。(当然，水份的消失也是原因之一)。

[实验1-3] 碳酸氢铵受热分解

碳酸氢铵是一种新型的氮素化学肥料。

取干燥试管一支，加入一小匙碳酸氢铵，将试管固定于铁架上，使其底部略高于管口，塞好配有导气管的塞子，然后用酒精灯在试管底部微微加热。

很快就可以从导管口嗅到强烈的氨臭，可以看到试管口附近有水气聚成水滴，如果把导管插入盛有澄清的石灰水中，石灰水立即变为浑浊，表明还有二氧化碳产生。

实验表明：碳酸氢铵受热，易于分解，放出氨气、水和二氧化碳，它的变化是：



(“↑”符号表示有气体产生，“Δ”符号表示加热。

氨、水、二氧化碳再也不是碳酸氢铵了。

此外，如锄头的铁，生铁锈(主要是氧化铁)铁锈再也不是铁，绿色植物在阳光照射下，从叶面吸收二氧化碳和根部吸收的

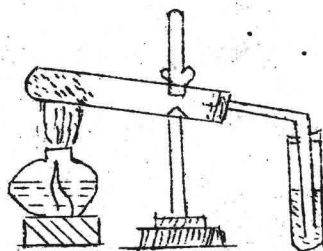


图 1-1

碳酸氢铵分解

的水分和养份，经过一系列变化，构成植物体，如根、茎、叶、花果、吃时根、茎、叶、花果，再也不是二氧化碳，水和养份，而是新的物质了。

综合上述的实验，表明物质在变化过程中都有新的物质生成。化学上把这类有新的物质生成的变化叫做化学变化又叫化学反应。所以，我们说化学变化的特征是物质发生了质的变化。

从上述的实验中，我们还看到：在化学变化过程中，常常伴随发生某些现象，例如放热、吸热、发光、变色、放出气体、或析出沉淀等，因此常常借助这些现象，用以帮助我们判断是否有化学反应的发生。

物质在化学变化时表现出来的性质，叫做化学性质，例如生石灰能与水作用的性质；氢氧化钙能吸收二氧化碳的性质，碳酸氢铵易于分解的性质；铁易氧化的性质等等都是它们各自的化学性质。而物质的另一些性质（如气味、颜色、沸点和比重等），不需要物质发生化学变化就能表现出来；可以通过人们的感官或仪器测量出来的。这类性质叫做物质的物理性质，例如纯水是没有气味、无色透明的液体，沸点是 100°C 等，这是水的物理性质。

各种物质的性质所以千差万别，关键是其内部矛盾（即内部结构）不同，因此要深入了解物质的性质和掌握它们的变化规律就必须了解其内部结构。那么？化学是研究什么的呢？概括的说化学就是一门研究物质的组成结构、性质和变化规律的科学，我们学习化学的目的就是要认识和掌握化学变化的规律，使我们能更好地认识世界和能动地改造世界。

§1-2 分子和原子

既然物质的性质和变化规律都是由它的内部构造所决定，于是向人们提出一个问题：物质是由什么组成的？对于这一问题，这里只作初步和粗略的介绍，在第三章还要详细的讨论。

当我们在田里浇粪水时，为什么会嗅到臭的气味？为什么湿的衣服可以晾干？为什么放在衣柜里的臭丸，会逐渐变小？为什么糖放在水里，会使水变甜？……将一瓶酒精和一瓶醋酸，请同

学们嗅一下，虽然都是无色的溶液，但每一个同学都能准确辨别这两瓶各是什么东西，这又是什么呢？

人们在长期的实践中，逐渐地认识到，物质是由许许多多肉眼看不见的微粒所组成，这些粒子称为分子。例如水是由水分子组成的，一小滴水中大约就有 1.5×10^{21} 个分子（约几十亿亿万分子），可见，分子是很小很小的。一切物质的分子都是在不停地运动，只是运动的速度和范围不同而已，有时它可以离开它本身的“集体”而逃至空间去，所以，当打开一瓶酒精，醋酸或洗髮水时，正是由于这些酒精、醋酸和氨等分子的运动，进入我们的鼻子，刺激嗅觉神经才感到它们的气味。衣服为什么会晾干，是由于水分子的运动逐渐离开衣服跑到空气中的缘故，将放入水中、粉的分子不断运动而逐渐分散到水里，因而使水变甜了，所有这些现象，都充分说明组成物质的微粒是分子，而分子是在不停地运动。显然，物质的性质，是由组成它的分子的性质所决定。例如水的性质是由水分子的性质所决定。氧气的性质是由氧分子的性质所决定。碳酸氢铵受热能分解为氨水、二氧化碳，是由于碳酸氢铵分子只有在受热情况下变为氨分子、水分子和二氧化碳分子性质的缘故。因此，我们说分子是保持物质化学性质的最小微粒。同种物质的分子，它们的大小、重量、性质、组成都相同。不同物质的分子则不同。世界上所以有千千万万种不同的物质，其内在原因这是由于组成这些物质的分子不同。

分子虽然是保持原物质一切化学性质的最小微粒，但它还可以继续分下去，那么，分子由什么构成的呢？让我们从最常见的水分子谈起吧。

〔演示实验〕电解水

水在 1000°C 以上可以发生分解作用，但在常温下可以通入电流，使水分解，装置如图（1-2）所示。

当接通直流电流后，两个电极立刻有气泡产生，气体积聚在管的上端，经过一定的时间后，用一根将熄的火柴梗，放在气体体积较小的管口上，火柴梗会重新剧烈燃烧，这种气体就是氧气。因为氧气具有助燃的性质，才会将熄的火柴梗重新燃烧起来，

在气体体积较大的另一管口上，用火一点，它就会燃烧而发生淡蓝色的火焰，这种气体就是氢气。我们不禁要问：为什么能够灭火的水，经过电流分解，会变成一种能“助燃”的氧气和“自燃”的氢气呢？原来水分子

在电流作用下，发生了质的变化（即化学变化）此时水分子分解为氢原子和氧原子，而两个氢原子又自己组合为氢分子，两个氧原子也自己组合为氧分子，这样一来，水就分解成了和它本身性质完全不同的两种新物质即氢气和氧气了。

从上述实验说明，水虽然是由很小的微粒水分子所组成，水分子是保持了水一切化学性质的最小微粒，但是它还

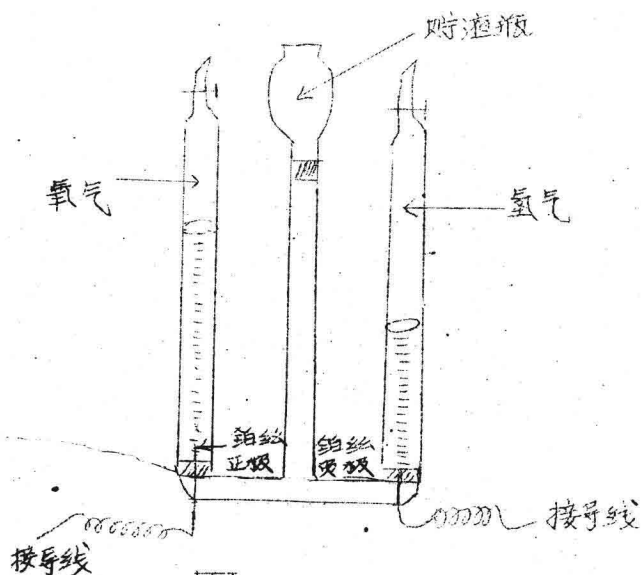
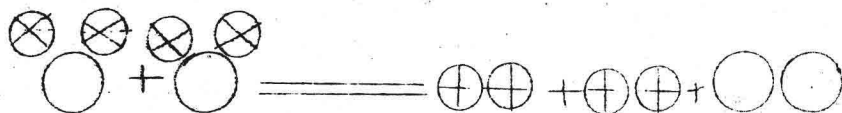


图 1-2

水的电解实验



可以再分，分为氢原子和氧原子，可是，此时的氢原子和氧原子，已经不再具备水的化学特性了。事实上，在分子中，原子与原子之间是矛盾着的两个方面，它们之间是互相联系又相互排斥和相互斗争，共处于分子这个统一体中，在一定条件下（例如水在电流影响下），如果分子中的原子，它们之间的排斥力大于吸引力，分子就易于分裂为原子了，这些原子如果与另一个原子的吸引力大于排斥力，那么，它们又可以结成另一新的分子，这样就产生了化学反应。因此化学反应的实质就是分子的拆开和原子的重新

组合的过程。而物质在物理变化过程中，分子的结构和性质并不发生根本(质)的变化，例如水蒸发变为水蒸气始终仍是水分子。

原子虽然比分子更小，但它仍有一定的重量和体积。从辩证唯物主义的观点来看，物质是无限可分的，宇宙从大的方面来看是无限的，从小的方面来看也是无限的，物质可以分为分子，分子又可以分为原子，原子还可以分为更小的微粒，它们同样可以被认识，人类的认识水平总是不断发展，永远不会停止在一个水平上。

§1-3 元素及其符号、原子量

一、元素和符号

毛主席教导我们：“社会实践的继续，使人们在实践中，引起感觉和印象的东西反复了多次，于是在人们的脑子里生起了一个认识过程中的突变(即飞跃)，产生了概念。”元素这个概念也是这样产生的。我们从实践中已经知道水分子里含有氧原子，氧分子里也含有氧原子；土壤、植物体以及其它许多物质里也有氧原子化学上把具有同种性质的同种原子(不管它存在于那种物质里)都称为某元素。所以说，元素是同种原子的总称(更严格的说，核电荷数相同的一类原子属于同一种元素，但目前还难于理解，待学了第三章后就明白了)，这样，我们就可以说，水是由氢、氧两种元素所组成的，土壤、植物中含有氧元素。各种氮肥都含有氮元素。到目前为止，人们已经发现了105种元素，自然界里所有物质，正是由过一百多种元素所组成的。

元素种类很多，各种元素都有他自己的名称，正如我们各人都有自己的姓名一样。我国对化学元素的名称，用一个汉字表示固态金属元素，用“钅”字旁，如铜、铁、铝、钠。固态的非金属元素，用“石”字旁，如碳、磷、硫；气体的非金属元素用“气”字头，如氢、氧、氮等。因此当我们看见它们的名称时，就可以知道它的种类和状态了。

然而在生产斗争和科学实践中，为了表示物质的成份和书写的方便，国际上采取通用的符号来代表各种元素，这些符号称为

元素符号，它是以元素的拉丁文名称的第一个字母（大写）表示
例如：

氢 (Hydrogenium) 用 "H" 表示之，

氮 (Nitrogenium) 用 "N" 表示之，

如果几种元素的拉丁文名称第一个字母相同时，则取第一个字母和后面字母中的一个（用小字）作符号，以相互区别。

例如：

碳 (Carbonium) 用 "C" 表示之，

钙 (Calcium) 用 "Ca" 表示之，

钴 (Cobaltum) 用 "Co" 表示之，

注意，第二个字母小写，如果把钴 "Co" 写成 "CO"（一氧化碳）则大错特错了。

使用元素符号，简单明了，是化学的语言，它不仅表示了元素的简称，而且在量的方面也有一定的意义，例如 "H" 表示氢元素，同时还表示它是一个氢原子，其重量为氢的原子量 (1.008)。

各种元素在地壳中分布：最多是氧 (49.13%)，其次是硅 (26%) 这两种元素连同铝、铁、钙、钠、钾、镁和氢等七种元素，总共约占 98% 以上。其余所有元素只占 1.2%。在植物体内含有最多的是碳、氢、氧三种元素，约占植物总重量的 95% 左右，其次是氮、磷、钾、钙、镁、铁和硫等七种元素，它们约占 3-4%，其它元素很少。目前一般认为，碳、氢、氧、氮、磷、钾、硫、钙、镁、铁、铜、锰、锌、硼、氯等 16 种元素，是植物所必需的，虽然有的需要量较多，有的需要量较小，但是，如果缺少那一种元素，植物就生长不正常，或者死亡。例如水稻缺少氮元素时，叶子就会由淡绿色变为黄绿色，分蘖^叶减少了，缺少磷元素，开花迟，种子小而不饱满，缺少钾元素，叶子就会软弱，茎秆矮小而瘦弱，容易倒伏，种子粒数也减少，除上述 16 种植物营养元素外，其它一些元素如钠、硅等对作物也有很大的影响，现在把农业上常见的元素列表于下：

学上采用了一个特殊的重量单位——国际碳单位，来作为衡量各种原子重量的标准单位。一个碳单位就是碳原子实际重量的十二分之一。
 $\frac{1.66 \times 10^{-24} \text{克} \times 12}{1.66 \times 10^{-24} \text{克}} = 1.66 \times 10^{-24} \text{克}$ (克)，即一个碳单位等于以得出所有原子的相对重量。

这样，氧原子的相对重量是 $\frac{2.6559 \times 10^{-23}}{1.66 \times 10^{-24}} = 15.9994$ 碳单位。

氢原子相对重量为 1.0079 碳单位，氮原子相对重量为 14.0067 碳单位。实际应用时，经常把“碳单位”和“相对重量”几个省去，而称氢的原子量为 1.0079，氧原子量为 15.9994，在化学中常常采用其近似值，如氢的原子量为 1，氧的原子量为 16，氮的原子量为 14，各种元素的原子量都可由原子量表查到（请查阅附表）。

§1-4 分子式和分子量

从多次电解水的实验，我们发现：不论水的来源如何，只要水是纯净的，那么，实验所得出的结果是相同的。即产生的氢气和氧气的体积比始终是 2:1，它们的重量比始终是 1:8（一斤重的氢八斤重的氧结合），这些都说明了纯水具有固定的组成。人们经过长期的科学实验证实了，任何一种纯物质，它们的分子组成都是一定的，化学上称之为定组成定律。

既然物质的分子是由原子组成，而原子可以用元素符号来表示，那么，物质分子的组成当然也可以用元素符号表示了。例如氢分子是由两个氢原子组成的，所以用 H_2 表示，水分子是由两个氢原子和一个氧原子组成，用 H_2O 表示。这些用元素符号来表示分子组成的式子称为分子式。分子式中元素符号右下角的数字，表示这个分子里原子的个数。对于气态单质分子来说，由于它们一般是由两个同种元素的原子组成，如氢气，氧气，氯气故其分子式分别为 H_2 、 O_2 、 Cl_2 。也有少数气体是由单原子组成的，如惰性气体：氦、氖、氩、其分子式为 He 、 Ne 、 Ar 。金属元素和固态的非金属元素的单质，结构比较复杂，这些物质的分子式，习惯上就用它的元素符号表示，如铁（ Fe ）、钙（ Ca ）、硫（ S ）。

磷(P)等,对于化合物分子,例如氯化氢,是由一个氯原子和一个氢原子组成的,故分子式为 HCl ;氨分子是由一个氮原子和三个氢原子组成,其分子式为 NH_3 ,甲烷分子是由一个碳原子和四个氢原子组成,用 CH_4 表示,可见,分子式是能简单地表明物质的分子组成,是学习化学的一种重要工具,为了今后更好地掌握物质变化规律,熟识和记忆一些常见化合物的分子式,那是非常必要的。

下面是一些常见物质的分子式: 表(1-2)

盐酸	HCl	氢氧化钠	$NaOH$	碳酸钠	Na_2CO_3
硫酸	H_2SO_4	氢氧化钙	$Ca(OH)_2$	氯化钠	$NaCl$
硝酸	HNO_3	氢氧化铵	NH_4OH	碳酸钙	$CaCO_3$
磷酸	H_3PO_4	氯化铵	NH_4Cl	硫酸铜	$CuSO_4$
碳酸	H_2CO_3	硫酸铵	$(NH_4)_2SO_4$	氯化铵	NH_4Cl
醋酸	CH_3COOH	碳酸氢铵	NH_4HCO_3	高锰酸钾	$KMnO_4$

在上列分子式中,我们发现有些元素的原子,它们是紧紧地结合在一起的,即使在参加化学反应时,也不分开,而是作为一个独立的单位存在,好象一个原子一样。这样的原子组合,在化学上叫做原子团或根。例如, NH_4 、 SO_4 、 NO_3 、 PO_4 、 CO_3 ,

CH_3COO 、 HCO_3 、 OH 都是原子团或根,分别称为铵根、硫酸根、硝酸根、磷酸根、碳酸根、醋酸根、碳酸氢根、氢氧根。一个硫酸铵分子就是由一个硫酸根和两个铵根组成,所以分子式应写为 $(NH_4)_2SO_4$,而不是 $N_2H_8SO_4$ 。同样一个碳酸氢铵分子是由一个铵根和一个碳酸氢根组成,因此分子式应写成为 NH_4HCO_3 而不能写为 NH_5CO_3 。

那么,一个分子式又有什么含义呢?我们认为:

1. 分子式是代表这种物质的一个分子。
2. 表明这种物质一个分子中各种元素的原子数目。
3. 表明组成这种物质的各种元素的质量比。

4. 表明这种物质的分子量。

例如，大家最熟悉的水，其分子式是 H_2O ，这个式子说明一个水分子；又表明一个水分子中有两氢原子和一个氧原子，它的重量比 $= 2:16 = 1:8$ ，根据这个式子很容易求出它的分子量。

由于分子是由原子组成，我们只要将分子中所有原子的重量相加即得其分子量；既然原子量是以碳单位表示。分子量用碳单位表示就毫无疑问了，通常也把碳单位三字省去。

例如：水 (H_2O) 的分子量为： $1 \times 2 + 16 = 18$ (碳单位)

硫酸 (H_2SO_4) 的分子量： $1 \times 2 + 32 + 16 \times 4 = 98$ 。

“理论的基础是实践，又反过来为实践服务”。根据分子式可以计算该物质中各种元素的百分含量，从而为生产服务。

【例】：试计算纯的碳酸氢铵 (NH_4HCO_3)，硫酸铵 $(NH_4)_2SO_4$ 和尿素 ($CO(NH_2)_2$) 中氮素的含量。

解：1. 碳酸氢铵 NH_4HCO_3 的分子量 $= 14 + 5 + 12 + 16 \times 3 = 79$

一个 NH_4HCO_3 分子中含一个氮原子，重为 14

∴ 纯 NH_4HCO_3 中氮素的百分含量为 $\frac{14}{79} \times 100\% = 17.7\%$

2. 硫酸铵 $(NH_4)_2SO_4$ 的分子量 $= (14 + 4) \times 2 + 32 + 16 \times 4 = 132$

一个硫酸铵分子中含有 2 个氮原子，重为 $14 \times 2 = 28$ 。

∴ 纯 $(NH_4)_2SO_4$ 中氮素的百分含量为 $\frac{28}{132} \times 100\% = 21.2\%$

3. 尿素 $CO(NH_2)_2$ 中的分子量 $= 12 + 16 + (14 + 2) \times 2 = 60$

一个尿素分子含有两个氮原子，重为 $14 \times 2 = 28$ 。

∴ 纯 $CO(NH_2)_2$ 中氮素的百分含量 $\frac{28}{60} \times 100\% = 46.7\%$

实际上，商品肥料中多少含有一些杂质，所以实际的含氮量要比上述计算值（或称理论值）低一些。从这些数字可知，尿素的含氮量比碳酸氢铵、硫酸铵高，所以农业生产上，作为氮肥一升尿素可以顶 2 升硫酸铵，约顶 3 升碳酸氢铵，施用时必须注意这一点。

§1-5 克分子和克原子

前面提到原子、分子的重量是用碳单位来表示的，例如一个氢分子的重量为2碳单位，一个氧分子重32碳单位，一个水分子重18碳单位。但是物质进行化学反应时，参与反应的分子数决不止于一二个，而是一群群，故使用碳单位这么小的重量单位就感到很不方便了。在工农业生产中的化学计算中，通常以克、公斤为单位作为称量物质的重量。人们就想，如果把分子量的单位——碳单位扩大到为克，例如把2碳单位的氢扩大到2克的氢，把32碳单位的氧扩大到32克的氧，把18碳单位的水扩大到18克的水，那么，由于重量扩大了很多倍，其中含有的分子数必然也要增加很多倍，可是扩大后，究竟各含有多少分子呢？

第一章第三节中告诉我们，一个碳单位 $= 1.66 \times 10^{-24}$ 克，一克相当多少个碳单位呢？

$$\text{故一克} = \frac{1}{1.66 \times 10^{-24}} \text{碳单位} = 6.02 \times 10^{23} \text{碳单位。}$$

如果把2碳单位的氢、扩大到2克的氢，那末2克氢含有多少分子呢？

因为2克 $= 2 \times 6.02 \times 10^{23}$ 碳单位，而一个氢分子重为2碳单位。因此，2克氢所含的分子数为：

$$\frac{2 \text{克}}{2 \text{碳单位}} = \frac{2 \times 6.02 \times 10^{23}}{2} = 6.02 \times 10^{23}$$

同理，32克氧所含的分子数为：

$$\frac{32 \text{克}}{32 \text{碳单位}} = \frac{32 \times 6.02 \times 10^{23}}{32} = 6.02 \times 10^{23}$$

18克水所含的分子数为：

$$\frac{18 \text{克}}{18 \text{碳单位}} = \frac{18 \times 6.02 \times 10^{23}}{18} = 6.02 \times 10^{23}$$

由此可见，一定量的任何纯净物质，如果它们的重量以克为单位，数值上等于它们的分子量时，则其中都含有 6.02×10^{23} 个分子，此一定量的物质，在化学上叫做一克分子。例如：

H_2O 分子量为18，1克分子 H_2O 就是18克，其中含有分子数为 6.02×10^{23} 。

NH_3 分子量为 17, 1 克分子 NH_3 就是 17 克, 其中含有分子数为 6.02×10^{23} 。

H_2SO_4 分子量为 98, 1 克分子 H_2SO_4 就是 98 克, 其中含有分子数为 6.02×10^{23} 。

因为一克分子任何物质都会有 6.02×10^{23} 个分子, 所以任何物质只要克分子数相等, 虽然它们的重量各不相同, 但其中所含的分子数目必然相同。

以上所述, 使我们看到, “克分子” 这个单位其含义与克不同, 它既表示物质所含的分子个数, 又表示物质的重量, 例如 2 克分子水, 我们就知道其重量为 2×18 克, 其分子数为 $2 \times 6.02 \times 10^{23}$ 个。

如果知道了物质的重量 (克) 以及该物质的分子量, 则此物质有多少克分子 (即克分子数) 可以按下式求出:

$$\text{克分子数} = \frac{\text{重量 (克)}}{\text{分子量 (克)}}$$

若以 n 表示克分子数; G 表示重量, M 表示分子量。其关系为:

$$n = \frac{G}{M}$$

例 1: 1 克水有多少克分子? 其中含有多少个水分子?

解: 水的分子量为 18, 1 克分子水重量是 18 克

$$\text{故 1 克水的克分子数 } n = \frac{1}{18} = 0.0555.$$

$$1 \text{ 克水中所含的分子数目为: } 0.0555 \times 6.02 \times 10^{23} = 3.34 \times 10^{22}$$

例 2: 2.5 克分子 H_2SO_4 为多少克?

解: H_2SO_4 的分子量为 98, 1 克分子的 H_2SO_4 重 98 克。

$$2.5 \text{ 克分子的 } \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ 为: } 98 \times 2.5 = 245 \text{ 克。}$$

根据同样的方法, 如果把元素的原子量从碳单位扩大到克, 那么原子的数目就扩大了 6.02×10^{23} 倍。例如, 1 克氢所含的原

子数为

$$\frac{1 \text{ 克}}{1 \text{ 碳单位}} = \frac{1 \times 6.02 \times 10^{23} \text{ 碳单位}}{1 \text{ 碳单位}} = 6.02 \times 10^{23}$$

因此，科学规定：任何元素的重量，如果以克作单位，在数值上等于其原子量，就称为一克原子。1克原子的任何元素均含有 6.02×10^{23} 个原子。

§1-6 化合价

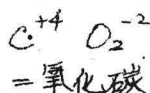
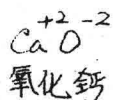
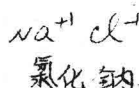
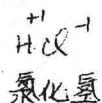
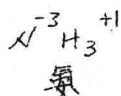
毛主席指出：“只有感觉的材料十分丰富（不是零碎不全）和合乎实际（不是错觉）才能根据这样的材料造成正确的概念和理论来”。人们在知道了许多化合物的组成和分子式以后，经过分析思考，得出了化合价的概念。

从氯化氢（HCl）、水（H₂O）、氨（NH₃）、甲烷（CH₄）几种分子的组成中发现：一个氯原子只有一个氢原子结合（其原子数比为1:1），而一个氧原子、氮原子、碳原子却分别与二个、三个、四个氢原子结合（原子数比分别是：1:2、1:3、1:4）。这说明了，不同元素的一个原子与氢原子的结合能力是不相同的，元素的一个原子总是和一定数目的其它元素的原子相化合。元素的这种性质叫做元素的化合价。通常规定，氢的化合价为1，其它元素的化合价可以由它的一个原子和氢原子结合（或取代氢原子）的数目来确定。例如在HCl中，一个Cl原子和一个H原子化合，所以Cl为1价；在H₂O中，一个O原子和二个H原子化合，故O为2价，同理N为3价，C为4价。

化合价是元素的一个重要性质，它除了数值上的差别外，还有正价，负价之分。在两种元素组成的化合物里，如果一种元素为正价，另一种元素必然为负价，而且正价总数和负价总数一定相等，也就是说整个分子中化合价的代数和为零。由于在一般化合物里，氢元素通常是+1价，氧元素为-2价，因此，可以用氢和氧两种元素的正负价为标度，去推定其它元素的化合价。

例如：

推定



化合物的正价总数和负价总数相等这个原则，同样适用于三种元素或多种元素组成的化合物，例如在 H_2SO_4 分子里，由于 H 元素为 +1 价，O 元素为 -2 价，那么 S 的价数是多少呢？设定为 x。

$$\text{则 } (+1) \times 2 + x + (-2) \times 4 = 0, \quad x = +6$$

故 H_2SO_4 分子中的 S 是 +6 价。

如果把硫酸根 (SO_4) 作为一个原子团来看待，那么，这个原子团的化合价应等于 -2，这跟硫和氧分别计算的化合价也是相符的。

用同样的方法，可以推知在硫酸铵 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 分子中，的铵根是几价？因为硫酸根 (SO_4) 为 -2 价，它要与 2 个铵根 (NH_4) 结合，每个铵根为 +1 价（注意：元素（或原子团）的价数，是指每个原子或根而言）。

当我们懂得从分子式确定元素的化合价以后，也许同学们要问，元素的化合价是否一成不变？就是说一个元素是否只有一个化合价数值？我们说，元素化合价的多少是由元素的原子结构所决定，是一种化合价还是多种化合价也是由其结构所决定。例如有些元素的化合价在任何化合物中都保持不变，如 Na，K 始终是 +1 价；Ca、Mg 是 +2 价，Al 是 +3 价等，但另一些元素则在不同的化合物中呈不同的化合价，如碳在一氧化碳 (CO) 中为 +2 价，在二氧化碳 (CO_2) 中为 +4 价，如氮在氨 (NH_3) 中为 -3 价，而在硝酸 (HNO_3) 中为 +5 价。这种同一元素在不同化合物中呈不同的化合价，叫做可变化合价。

下面我们列表一些常见元素和原子团的化合价。

一般来说，在化合物里，金属元素为正价，非金属（如 C、N、S、P、Cl 等）跟氢化合时是负价，与氧化合时为正价。