

基础化学

无机化学部分

〈试用教材〉

广东中医学院

一九七二年七月

目 录

第一章 化学基本概念

前言

第一节 分子 原子 元素符号

<一> 分子与原子

<二> 元素 单质 化合物

<三> 化学符号

第二节 原子量 分子量

<一> 原子量 分子量 克原子 克分子

<二> 化合价

第三节 物质不灭定律和定组成定律

<一> 物质不灭定律

<二> 定组成定律

第四节 化学反应

<一> 化学方程式

<二> 化学反应的类型

<三> 运用分子式和反应式进行计算

第五节 当量 当量定律 克当量

<一> 当量、克当量的概念

<二> 当量定律

<三> 化合物当量

<四> 克当量和克当量数

第二章 无机化合物的分类

第一节 氧化物

<一> 氧化物的命名

<二> 氧化物的分类及其性质

<三> 常见的氧化物

第二节 酸类

<一> 酸类的命名

<二> 酸类的分类

<三> 酸类的通性

<四> 常用的酸类

第三节 碱类

<一> 碱类的命名

<二> 碱类的通性

<三> 常用的碱类

第四节 盐类

<一> 盐类的命名

<二> 盐类的性质

<三> 常见的盐类

第三章 周期表与原子结构

第一节 周期表

<一> 周期和周期的变化

<二> 族

第二节 原子结构

<一> 原子核的组成

<二> 原子核外电子的排布

<三> 元素性质和原子结构的关系

第四章 物质的结构

第一节 化学键

<一> 离子键

<二> 共价键

<三> 配价(位)键

第二章 结构与性质关系

第五章 溶液

第一节 溶液的一般概念

第二节 溶解过程和溶解度

(一) 溶解过程

(二) 溶解度

第三节 溶液的浓度

(一) 比例浓度

(二) 百分浓度

(三) 体积克分子浓度(M)

(四) 当量浓度

第四节 溶液浓度的互相换算

(一) 百分浓度和克分子浓度之间的换算

(二) 百分浓度和^克当量浓度之间的换算

第五节 溶液的渗透作用

(一) 溶液的渗透现象

(二) 溶液的渗透压

(三) 溶液的渗透压与浓度的关系

(四) 渗透压在医药中的应用

第六章 电解质

第一节 电解质及其电离

(一) 电解质与非电解质

(二) 电解质的电离

(三) 电离平衡

第二节 同离子效应和盐度积原理

(一) 同离子效应

〈二〉 溶度积原理

第三节 电解质之间的化学反应

〈一〉 生成沉淀的反应

〈二〉 生成气体的反应

〈三〉 生成极难电离的物质的反应

第四节 络合物

〈一〉 络合物的概念

〈二〉 络合物的结构和命名

〈三〉 络离子的稳定性

〈四〉 络合物的应用

〈五〉 内络合物——螯合物

第七章 电解质溶液的性质

第一节 溶液的性质

〈一〉 水的电离

〈二〉 溶液的性质和pH值

第二节 缓冲溶液

〈一〉 缓冲溶液的组成

〈二〉 缓冲作用的原理

第三节 盐类的水解

〈一〉 弱电解质盐的水解

〈二〉 强电解质盐的水解

〈三〉 弱电解质盐的生成物的水解

第八章 氧化还原反应

第一节 氧化还原反应的实质

第二节 常用的氧化剂与还原剂

〈一〉 常见的氧化剂

〈二〉 常见的还原剂

第三节 氧化还原方程式的配平

第一章 化学基本概念

前言

伟大领袖毛主席教导我们说：“自从有阶级的社会存在以来，世界上的知识只有两门，一门叫做生产斗争知识，一门叫做阶级斗争知识。自然科学、社会科学，就是这两门知识的结晶，哲学则是关于自然知识和社会知识的概括和总结。”为了便于研究，自然科学又分为物理学、化学、生物学等。它们的研究范围虽有不同，但研究的对象都是物质。

在我们周围的世界上，各种动物界的、植物界的、非生物界的一切，都是存在于我们意识之外，不依赖于我们意识而独立存在的客观现实。

唯物辩证法的宇宙观认为：“世界是物质的世界，一切物质都是运动的。”所以世界上的一切事物都处于永远不停地运动中，物质的运动形式是多种多样的，不同的科学研究着物质运动的不同形式，例如，地球的运转、季节的变化、星星的流动、铁钉的生锈、食盐的溶解等等。因此，我们要研究物质的运动和变化，就必须研究物质的组成和结构。化学就是研究物质的组成、结构、性质和变化的一门科学。

自然界中存在着许多的运动形式，各种不同的运动形式所产生的变化是不同的。例如，水能够结成冰，也能够变成水蒸气，但是无论是固体的冰，液体的水还是气体的水蒸气，都只是外表形态的改变，并没有改变水的本质，这种变化我们叫做物理变化。再例如，我们将铁加热熔化，可以打成锄头、钉耙、菜刀等外表形态不一样的工具，而铁的本质始终不变，这些都是属于物理变化。但如果这些工具生了锈，情况就不一样了。

这时不仅外表形态发生了改变，而且铁的本质也发生了改变，同时还产生了新的物质（铁锈），这种变化叫做化学变化。

物质有些性质要在发生化学反应时才能表现出来，这类性质叫做化学性质。例如：铁能生锈的性质，酒精和汽油的可燃性等性质，都是这些物质的化学性质，物质的另类性质，例如：状态、颜色、气味、味道、比重、沸点、熔点、溶解性等等，是不须要一种物质变成另一种物质就能知道的，这类性质叫做物理性质。

化学和制药有着十分密切的联系。由于药物的来源极广泛，有来自动物、植物，也有来自矿物、微生物等，这些一般地都需要通过化学方法进行加工和提纯，才能符合药用的要求。在药剂和制药中，更是处处要运用到化学知识。

当前，一个应用中草药防病治病的群众运动正在蓬勃展开，如何把一些行之有效的中草药，去粗取精，去伪存真，制成疗效高，性质稳定，便于携带，符合战时需要的药物，是药学工作者的一个重要任务。要完成这一任务，就要求我们有一定的化学知识。毛主席教导我们：“人们为着要在自然界里得到自由，就要用自然科学来了解自然，克服自然和改造自然，从自然里得到自由。”在毛主席哲学思想指引下，我们运用化学和其它学科的知识，我们就能够在制药工作中得到自由。

第一章 分子 原子 元素符号

（一）分子与原子

我们知道，水加热蒸发可以变成水蒸气，湿衣可以晾干，将酒精的瓶盖打开就能闻到酒精的气味。这些现象的发生是由于水的微粒不断的飞散到空气中，酒精的微粒飞散出来进入人的鼻孔而闻到酒精的气味，但是这些水和酒精的微粒都没有被

与原有的化学性质。这种构成水或酒精的最小微粒叫做水或酒精分子。一个酒精分子即能反映出整瓶酒精的性质，一个水分子也能反映出水的性质。

实践证明，一切物质都是由该物质的大量微粒所组成。这种能够保持原物质性质的最小微粒叫做分子。

分子能否再分呢？根据辩证唯物主义的观念，物质是可以无限分割下去的，人们在长期的实践中认识到，分子是由更小的微粒构成的，这种更小的微粒叫做原子，原子已不再保持原物质性质的微粒了。例如，水分子在一定条件下，用通电的方法或加热至 1000°C 以上，使水的分子分解成为氢和氧。氢能燃烧，氧能助燃，而水都没有这种性质。又如，若把食盐（主要成份是氯化钠）加高温溶化，在通电条件下，食盐能分解成为钠原子和氯原子，由于钠原子及氯原子均很活泼，极不稳定，随即结合成金属钠和氯分子，从生成的钠和氯的性质来看，金属钠为软的银白色金属，性质活泼，遇水发生强烈作用，氯为黄绿色气体，有毒。可是氯化钠则为白色结晶固体，没有毒性。因此由氯化钠分解生成的氯和钠，它们的性质已与原来氯化钠的性质完全不同了，上述例子说明，分子是由原子组成，氯化钠分子是由钠原子和氯原子组成，水分子由氢原子和氧原子组成，又如酒精是由碳氢氧组成。

总的来说：一切物质都是由分子构成，分子是由原子组成。分子是能够保持原物质化学性质的最小微粒，原子是不能用化学方法再分解下去的最小粒子。同种的原子或分子在重量、大小和其他性质上都相同。一切原子和分子都处于不断运动的状态，这就是原子——分子学说的要点。

(三) 元素 单质、化合物

1. 元素 水是由氢原子和氧原子所组成的，二氧化碳

自然界里有各式各样不同种类的原子存在着。目前已发现的元素^共105种，世界上的各种物质都是由这些元素相互结合而成的。

[illegible]

2. 單質、化合物

原子能够组成单质分子，也能够组成化合物的分子。单质是由一种元素组成的，也就是说单质分子是由一种原子组成的。例如氧气的分子是由氧元素的原子所组成的。氧气的分子是由氧元素的原子所组成的。化合物是由二种或二种以上的元素所组成的。也就是说化合物^{分子}是由二种或二种以上的原子所组成的。例如：水是由氢元素和氧元素的原子所组成的。因此称为化合物。食盐、硫酸等亦称为化合物。我们把同种元素组成的分子称单质；由不同元素结合形成的分子称化合物。上面讲到分子是由原子组成的，普通气态单质分子往往由两个原子组成的，而金、银、铜、铁、锡等单质分子是由一个原子组成的。

(三) 化学符号

1. 元素符号

化学工作上为了方便起见, 用符号来表示化学元素。目前

我們所用的化学符号是国际上统一的，是以元素的拉丁名称的第一个字母（或加上另一个字母）来表示该元素的。例如：氢用“H”表示，氧用“O”表示，碳用“C”表示；铜用“Cu”表示；氯用“Cl”表示。元素符号的第一个字母必须大写，例如，氢的符号应当写成“H”，而不应写成“h”；在有第二个字母时，则它应当小写，例如，钴的化学符号是“Co”，如果写成“CO”，就表示另一个物质——氧化钴了。

元素符号有如下的三种含义：

- (1) 表示该元素的名称；
- (2) 表示该元素的一个原子；
- (3) 表示该元素的原子量。

例如“H”这符号的意义是，(1) 表示氢，(2) 表示氢的一个原子，(3) 表示氢的原子量等于1.008个碳单位（元素的原子量待以后讲明）。

现将一些最常见的元素的元素符号列表如下：

元素名称	元素符号	元素名称	元素符号
氢	H	钙	Ca
氧	O	钾	K
氮	N	铁	Fe
氯	Cl	铅	Pb
硅	Si	银	Ag
硫	S	铜	Cu
碘	I	铬	Cr
碳	C	钡	Ba
磷	P	锌	Zn
汞	Hg	铝	Al
钠	Na	镁	Mg

2. 分子式

分子式是用元素符号来表示物质分子的组成的式子。

许多单质的式子，象惰性气体的分子和金属的分子都只含有一个原子，所以它们的分子式都用单个的元素符号来表示，例如：氦、铁、锌、钙，它们的分子式是Ne、Fe、Zn、Ca。有些单质的分子含有二个或更多的原子，象氧气、氢气、氮气的分子都是含两个原子的单质分子，它们的分子式是： O_2 、 N_2 、

H₂。

化合物的分子含有两种或两种以上元素的原子，例如水是一种化合物，它的分子式是：H₂O。食盐的分子式是 NaCl，硫酸的分子式是 H₂SO₄。

分子式有如下四种含义。

- (1) 表示该物质的一个分子；
- (2) 表示该分子的质的组成；
- (3) 表示该分子的量的组成；
- (4) 表示该分子的分子量。

所以，H₂O 这个分子式的意义是：(1) 表示水的一个分子，(2) 表示这分子里有氢元素和氧元素；(3) 表示这分子里有两个氢原子，它们的重量是2个碳单位，还有一个氧原子，它的重量是16个碳单位；(4) 表示水的分子量是18个碳单位。

如果参加化学反应的物质有好几个分子，那么要把它表示出来，就应该在这个分子式前添加适当的数字，它的意义正和数字里的系数一样。

例如 3H₂O 是表示三个水分子，2H₂SO₄ 表示两个硫酸分子，2O 表示两个氧原子，2O₂ 表示两个氧分子。

在物质的几个分子里各种原子的总数，可以用那种原子的系数和那个分子式的系数相乘求得。例如三个硫酸分子(3H₂SO₄)里含有 2×3=6个氢原子，1×3=3个硫原子，4×3=12个氧原子。

常见物质分子的分子式

分子名称	分子式	分子名称	分子式	分子名称	分子式
氢	H ₂	氧化钾	K ₂ O	硫酸	H ₂ SO ₄
氧	O ₂	氧化钠	Na ₂ O	盐酸	HCl
氮	N ₂	氧化铜	CuO	硝酸	HNO ₃
碳	C	氧化铝	Al ₂ O ₃	磷酸	H ₃ PO ₄
磷	P	二氧化碳	CO ₂	氢氧化钠	NaOH
钾	K	一氧化氮	NO	氢氧化钾	KOH
钠	Na	二氧化硫	SO ₂	氢氧化钙	Ca(OH) ₂
钙	Ca	三氧化硫	SO ₃	氯化钠	NaCl
镁	Mg	水	H ₂ O	硫酸钠	Na ₂ SO ₄
铝	Al	过氧化氢	H ₂ O ₂	碳酸钙	CaCO ₃

第二節 原子量 分子量

(一) 原子量 分子量 克原子 克分子

1. 原子量：每种元素的原子虽然小到肉眼看不见，但还是具有一定的质量的。只不过原子的实际质量都非常小，不能直接称量，一般只能用间接的方法求得，例如：

一个氢原子的实际重量为0.000968776克
(1.07×10^{-24} 克)

一个氧原子的实际质量为0.000000000000000000000000000000267克
 (2.67×10^{-23} 克)

一个碳原子的实际重量为0.00000000000099克
(1.99×10^{-23} 克)

这样小的实际重量既不容易记住，使用起来也很不方便。同时，重量本身实际上就是一种对比的量，我们说1000克是一公斤，500克就是一斤，50克是一两等，都是人们根据实践需要定出的作为相互对比量的标准。因此，对于原子的重量我们也可不用间接的比较方法来确定，这就是这样一种原子的重量作为标准，将其它原子和它比较，从而求出各种元素原子的相对重量。

现在国际上选择碳原子作为标淮，并确定它的原子量就为12，并将碳原子量的 $\frac{1}{12}$ 作为一个单位，称为碳单位，将各种原子与碳比较，例如，氢原子的重量仅为碳原子的 $\frac{1}{12}$ ，故氢的原子量是1（准确是为1.00797）；又如氧原子的重量比碳原子重1.34倍，故氧的原子量就是16.00（一般为计算方便，就近似算作16）。这样就得出各元素的原子量，单位就是碳单位，但一般常省略不提。

常见元素的原子量如下表

元素名称	元素符号	原子量	元素名称	元素符号	原子量
氧	O	16.0	钙	Ca	40.1
氢	H	1.008	钾	K	39.1
氮	N	14.0	铁	Fe	55.8
氯	Cl	35.5	铅	Pb	207.2
硅	Si	28.1	银	Ag	107.9
硫	S	32.1	铜	Cu	63.5
碘	I	126.9	铬	Cr	52.0
碳	C	12.0	钡	Ba	137.4
磷	P	31.0	锌	Zn	65.4
汞	Hg	200.6	铝	Al	27.0
钠	Na	23.0	镁	Mg	24.3

现在所有元素的原子量都已测定出来了，各元素原子量可查表。表示原子量分子量的数字后面，通常不写明单位的，这个数字就是指的“碳单位”数。

2. 分子量，物质的分子量是用碳单位表示的某物质的分子的重量。

例如：1. 氢(H_2)的分子量即两个氢原子 $1 \times 2 = 2$

氧(O_2)的分子量即两个氧原子 $16 \times 2 = 32$

硫(S)的分子量即一个硫原子 $32 \times 1 = 32$

2. 水(H_2O)的分子量 = (H原子量 $\times$ H原子个数) + (O原子量 $\times$ O原子个数) = $1 \times 2 + 16 \times 1 = 18$

3. 硫酸(H_2SO_4)的分子量 = (H原子量 $\times$ H原子个数) + (S原子量 $\times$ S原子个数) + (氧原子量 $\times$ 氧原子个数) = $1 \times 2 + 32 + 16 \times 4 = 2 + 32 + 64 = 98$

3. 克原子和克分子：在化学实验和制药等工业生产上为了便利计算起见，常用克原子和克分子来衡量。

克分子：就是用克为单位来表示物质的一定的重量，数值上等于该物质的分子量，那末这一定的量叫做该物质的1个克分子或1个克分子量。例如水的分子量是18，那末18克水就是水的1个克分子；氧的分子量是32，1个克分子氧就是32克，当然0.5克分子的氧应至 $32 \times 0.5 = 16$ 克。

同样，在某一元素的原子量后面加一“克”为单位所表示这

元素的量，叫做这元素的1克原子或1克原子量。例如：碳的原子量是12，那么12克的碳，就是碳的1克原子；氧的原子量是16，氧的1克原子就是16克，而8克氧就是它的 $\frac{1}{2}$ = 0.5克原子。

从上面例子说明元素或化合物（物质）的克原子或克分子与用它们的重量（克数）间有下列关系：

$$\text{物质的克原子数(或克分子数)} = \frac{\text{物质的重量(克数)}}{\text{物质的克原子(或克分子)}}$$

$$\text{物质的重量(克数)} = \text{物质的克原子(或克分子)} \times \text{物质的克原子数(克分子数)}$$

实验还证明：在相同温度和相同压力的条件下，同体积的任何气体，都含有相同数目的分子。也就是说，条件相同时，分子数量相同的气体，应占有相同的体积。如果在标准状况下（即0℃和1大气压），1克分子的任何气体的体积都是22.4升。这个数值称为气体的克分子体积。

<二> 化合价

1. 化合价的概念：

化合价是元素的一种性质，是写化合物分子式的主要依据。

例如，在HCl分子中，一个氢原子只能跟一个氯原子化合。

在H₂O分子中，两个氢原子只能跟一个氧原子化合。

在氨(NH₃)分子中，三个氢原子只能跟一个氮原子化合。

由于一个氢原子不能和多于1个的其他原子相化合，所以把氢的化合价定为1作标准。

化合价：某元素的1个原子相化合的氢原子数目的多少称为某元素的化合价。

这样在HCl分子中 氢是1价

H₂O分子中 氧是2价

NH₃分子中 氮是3价

CH₄分子中 碳是4价

但是氢并不能和所有元素化合，而氧的化合物比较广泛，所以元素的化合价也常用氧来决定，以氧的化合价定为2作标准。

例如：MgO（氧化镁）

镁是2价

Na₂O（氧化钠）

钠是1价

CO₂（二氧化碳）

碳是4价

SO_3 (三氧化硫)

硫是+6价

2. 正负化合价

经过科学实验，确定了化合物分子里的原子化合价有的是正价，有的是负价。

例如：在水的分子里，氢原子是正一价(+1)，氧原子是负二价(-2)。所以在水的分子式上注明氢氧的化合价 +1 -2
 H_2O

由于化合物里，氢元素通常都是+1价，氧元素通常都是-2价，所以常用它们作为标准去推求其它元素在化合物里的正负化合价。

例如： HCl 里的氯应该是负1价(-1)

H_2O 里的氧是负2价(-2)

NH_3 里的氮是负3价(-3)

CH_4 里的碳是负4价(-4)

又例如： CaO 里的钙应该是正2价(+2)

MgO 里的镁是正2价(+2)

Na_2O 里的钠是正1价(+1)

CO_2 里的碳是正4价(+4)

SO_3 里的硫是正6价(+6)

重要的元素和原子团的化合价

名称	符号	最常见的化合价	名称	符号	最常见的化合价	名称	符号	最常见的化合价
氢	H	+1	钾	K	+1	汞	Hg	+1, +2
碳	C	-4, +4	钙	Ca	+2	铅	Pb	+2, +4
氮	N	-3, +3, +5	锰	Mn	+2, +4, +7	氢氧根	OH	-1
氧	O	-2	铁	Fe	+2, +3	铵根	NH_4	+1
钠	Na	+1	铜	Cu	+1, +2	硫酸根	SO_4	-2
镁	Mg	+2	锌	Zn	+2	硝酸根	NO_3	-1
铝	Al	+3	溴	Br	-1	磷酸根	PO_4	-3
磷	P	-3, +3, +5	银	Ag	+1	碳酸根	CO_3	-2
硫	S	-2, +4, +6	碘	I	-1	氯酸根	ClO_3	-1
氯	Cl	-1, +7	钡	Ba	+2	高锰酸根	MnO_4	-1

分子里的各元素的原子虽然有的具有正价，有的具有负价，

但是原子的正价总数和负价总数必定相等。它们的代数和等于零。写出化合物分子式时，就是根据这个道理。

例如：

水(H_2O)分子：氢的正价总数是 $(+1) \times 2 = 2$ ，氧的负价总数是 $(-2) \times 1 = -2$ ，它们的代数和 $2 - 2 = 0$ 。

三氧化二铝(Al_2O_3)：铝的正价总数是 $(+3) \times 2 = 6$ ，氧的负价总数是 $(-2) \times 3 = -6$ ，它们的代数和 $6 - 6 = 0$ 。

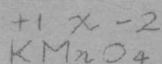
五氧化二磷(P_2O_5)：磷的正价总数是 $(+5) \times 2 = 10$ ，氧的负价总数是 $(-2) \times 5 = -10$ ，它们的代数和是 $10 - 10 = 0$ 。

七氧化二锰(Mn_2O_7)：锰的正价总数是 $(+7) \times 2 = 14$ ，氧的负价总数是 $(-2) \times 7 = -14$ ，它们的代数和是 $14 - 14 = 0$ 。

多原子组成的分子或原子团，化合价的求法，和简单分子相同，就是各组成原子化合价的代数和等于零。

例1. 确定在高锰酸钾分子中锰元素的化合价。

先写出分子式，然后标出各元素的化合价，未知的用 x 表示。



根据正价总数和负价总数代数和等于0的原则，列式：

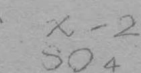
$$+1 + x - 8 = 0$$

$$x = +7$$

所以在 $KMnO_4$ 分子中，锰是+7价元素。

例2. 试求硫酸根 SO_4^{2-} 中硫元素的化合价

根据例1的步骤列式



$$x - 8 = -2 \quad x = +6$$

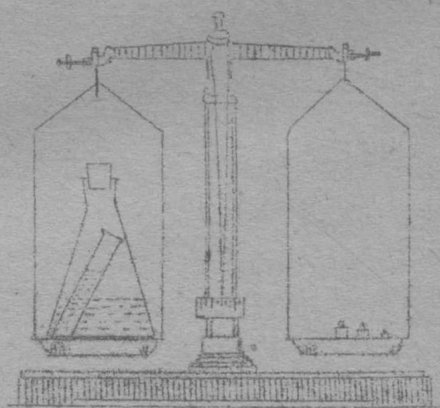
所以在 SO_4^{2-} 中，硫元素的化合价是+6。

有些元素的化合价是固定不变的。例如氢在氢有化合物中都是+1价的，氧都是-2价的，铝都是+3价的。但是也有许多元素的化合价是可变的，并且依该元素和其他元素化合时的情况以及和何种其他元素相化合而定。例如，铜在氧化亚铜中是+1价的，但在氧化铜 CuO 中则是+2价；铁在氧化亚铁 FeO 中是+2价，但在氧化铁 Fe_2O_3 中则是+3价。具有可变价^元素的，叫做变价元素。

第三節 物质不灭定律和定组成定律

<一> 物质不灭定律：

在玻璃瓶里盛稀硫酸溶液，在试管里盛一氯化钡溶液，小心地把这小试管放在玻璃瓶里如图所示，用塞子塞好瓶口，放在天平上用砝码平衡，然后把瓶倾斜，使两种溶液混和，可以看到这两种溶液立即发生化学反应，生成白色沉淀的物质。但是我们可以看到，他们的重量并不改变，和反应前完全一样。又如酒精燃烧时生成



说明物质不灭定律的实验

CO_2 和 H_2O ，酒精起了变化，燃烧的酒精生成的 CO_2 和 H_2O 的总重量相等。根据许多不同实验，也证明了这一事实，就是：参加化学反应的物质的总重量永远等于反应后生成的物质的总重量。这就是物质的不灭定律。亦叫做守恒定律。

用原子——分子论的观点对物质不灭定律可以这样来解释，当化学反应时，原子並沒有受到破坏，也沒有增加和减少，只不过原子重新再组合成新的分子，所以生成的物质的重量永远和参加反应的物质的重量相等。

物质不灭定律适用于自然界所发生的一切变化。自然界所发生的一切变化都有这一种情形，一个物体中减少多少物质，另一物体中会增加多少物质。因此，如果一个地方减少若干物质，那么另一个地方必定增加若干物质。

物质不灭定律指出，物质不能无中生有创造出来，也不能主观的把它消灭，整个世界的物质是永远存在的。

<二> 定组成定律

我们已知道水 (H_2O) 是由氢气和氧气化合生成的，这两种元素化合生成水时重量之比是 1:8。

不论水是从什么地方得来的，纯净的水的重量组成的比是 1:8 是永远不变的。

又如过氧化氢 (H_2O_2)，氢和氧的重量之比是 1:16，过氧化