

# 你好，科学！

## 3

# 探索化学

英国北方旅行出版公司 编

杨瑞洋 译



青岛出版社



# 探索化学

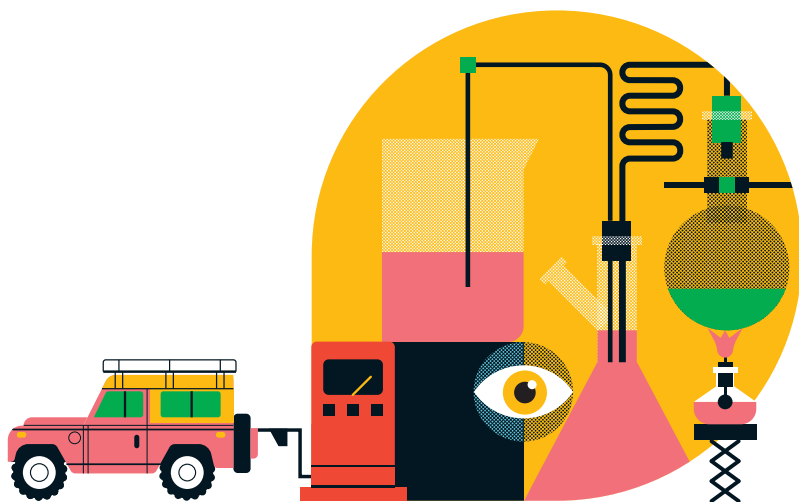
DISCOVER  
CHEMISTRY

你好，  
科学！

DISCOVER  
SCIENCE

[英] North Parade Publishing  
(北方旅行出版公司) 编

杨瑞洋 译



图书在版编目(CIP)数据

你好,科学!.3,探索化学/英国北方旅行出版公司  
编;杨瑞洋译. — 青岛:青岛出版社,2020.6  
ISBN 978-7-5552-9009-4

I. ①你… II. ①英… ②杨… III. ①科学知识—青  
少年读物②化学—青少年读物 IV. ①Z228.2②O6-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2020)第051538号

Copyright © 2020 North Parade Publishing Ltd, Bath, UK  
山东省版权局著作权登记号 图字:15-2020-36

本册审定专家

马之恒 科普作家,中国科技馆特约顾问

本册审定名师

高国芬 北京师范大学成都实验中学  
张凤 北京师范大学青岛附属学校  
饶远航 北京师范大学卓越实验学校

书 名 你好,科学!  
分 册 名 探索化学  
编 者 [英] North Parade Publishing (北方旅行出版公司)  
翻 译 杨瑞洋  
出版发行 青岛出版社  
社 址 青岛市海尔路182号(266061)  
本社网址 <http://www.qdpub.com>  
邮购电话 13335059110 0532-68068026  
责任编辑 徐 巍  
装帧设计 1204设计工作室(北京)文俊  
封面插画 1204设计工作室(北京)文俊  
照 排 青岛乐道视觉创意设计有限公司  
印 刷 深圳市国际彩印有限公司  
出版日期 2020年6月第1版 2020年6月第1次印刷  
开 本 16开(787mm×1092mm)  
印 张 19.5  
字 数 440千  
审 图 号 GS(2020)1934号  
书 号 ISBN 978-7-5552-9009-4  
定 价 178.00元(全6册)  
编校质量、盗版监督服务电话 4006532017 0532-68068638  
建议陈列类别:少儿·科普

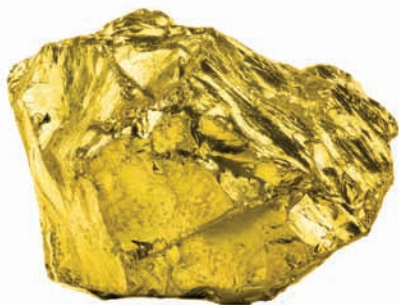


|                   |    |
|-------------------|----|
| 原子结构.....         | 1  |
| 元素周期表.....        | 3  |
| 元素周期表上的元素.....    | 5  |
| 化学键.....          | 7  |
| 物质的性质.....        | 9  |
| 化学反应中的质量变化.....   | 11 |
| 化学变化.....         | 13 |
| 电解.....           | 15 |
| 能量变化.....         | 17 |
| 化学反应.....         | 19 |
| 有机化合物——碳氢化合物..... | 21 |
| 有机化合物——醇和羧酸.....  | 23 |
| 聚合物.....          | 25 |
| 化学分析.....         | 27 |
| 大气化学.....         | 31 |
| 地球资源.....         | 33 |
| 污染.....           | 35 |
| 水处理和肥料.....       | 37 |
| 金属和合金.....        | 39 |

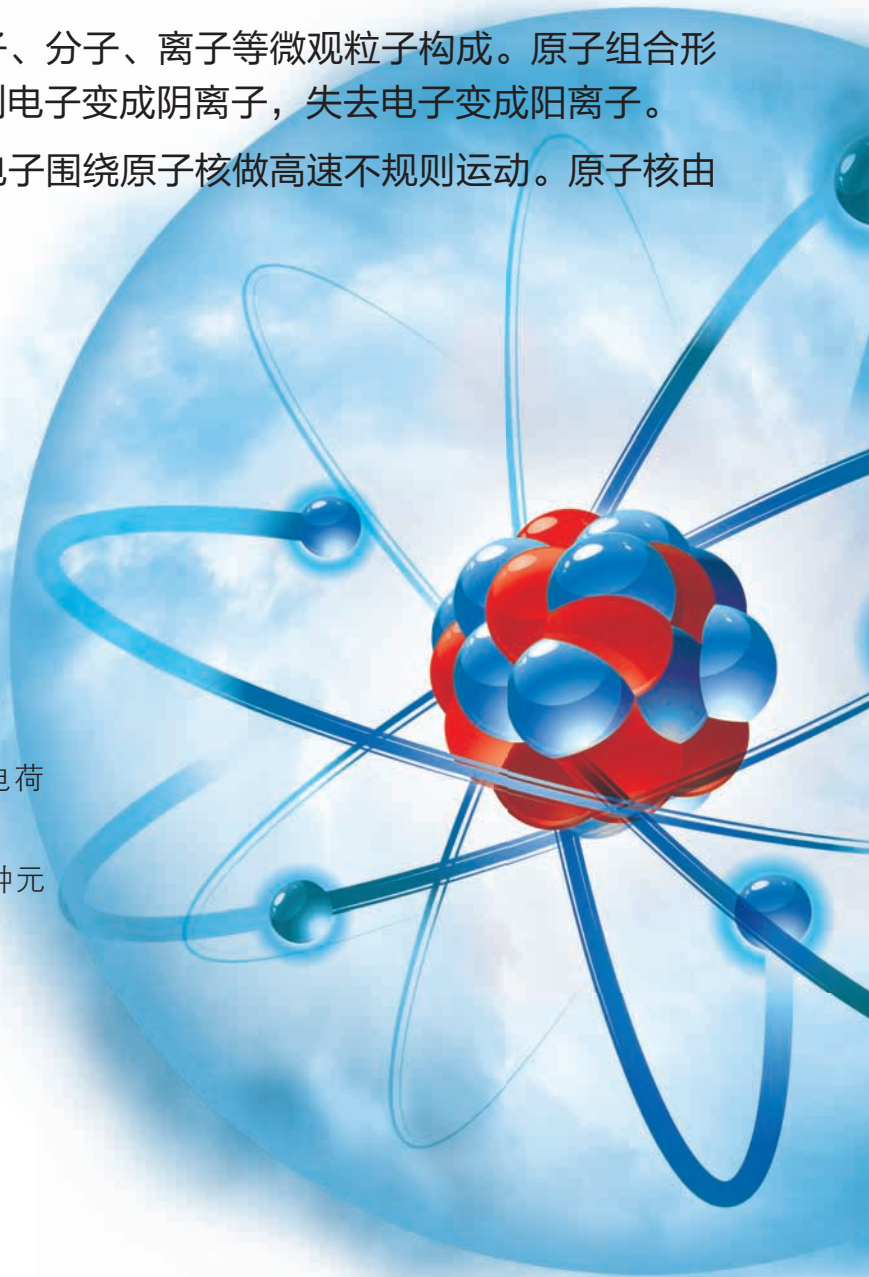
# 原子结构

据目前科学所知，物质主要由原子、分子、离子等微观粒子构成。原子组合形成分子，分子拆分变成原子；原子得到电子变成阴离子，失去电子变成阳离子。

原子由原子核和核外电子构成，电子围绕原子核做高速不规则运动。原子核由质子和中子构成。



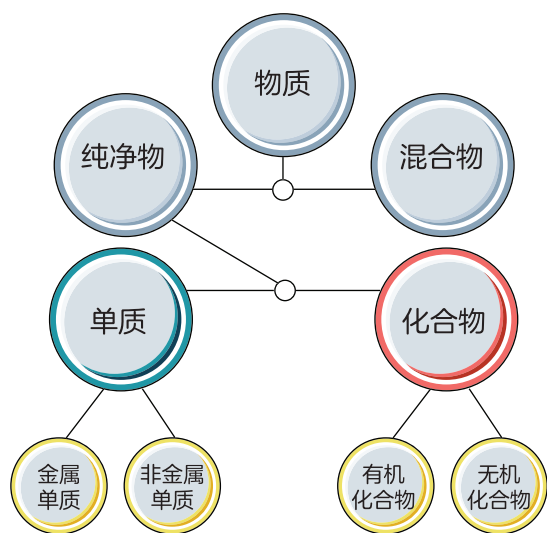
▲ 金块是一种仅由金原子构成的物质



## 元素

元素，又称化学元素，是质子数（核电荷数）相同的一类原子的总称。

元素是宏观概念，迄今已经发现一百多种元素。世间万物，都是由这些元素组成的。



▲ 物质以纯净物和混合物的形式存在

## 纯净物与混合物

由一种物质组成的叫作纯净物。比如纯氧、蒸馏水等。

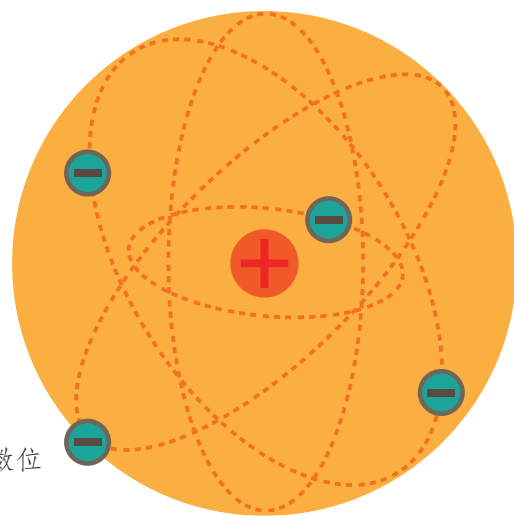
由两种或两种以上物质组成的叫作混合物。比如空气、汽水、牛奶等。

由一种元素组成的叫作单质。比如氧气、氮气、金等。

由两种或两种以上元素组成的叫作化合物。比如二氧化碳、水等。

## 原子模型

在原子被发现为化学变化中最简单的微粒后，它们的确切结构仍是未知的。在很早之前，它们被认为是无法细分的球体。最早的原子模型之一是约瑟夫·汤姆森提出的葡萄干布丁模型。根据他的设想，原子被认为是一个平均分布着正电荷的粒子，其中镶嵌着许多电子，中和了正电荷，从而形成了中性原子。



▶ 人类认识原子的结构，经过了数位科学家的不懈努力

$\alpha$  粒子散射实验对于更好地了解原子的性质非常重要。它帮助科学家确定原子的正电荷集中在其中心。这个中心被称为原子核。核模型取代了葡萄干布丁模型。

科学家尼尔·波尔通过采用核模型，并补充称电子以特定距离围绕原子核运行，从而对原子有了更清晰的认识。

后来，进一步的实验表明，原子核由较小的粒子——带正电荷的质子和不带电的中子——组成。

詹姆斯·查德威克提供了实验证据来证明除了原子核中的质子之外，还有中子的存在。

## 原子的性质

在任何原子中，电子的数量等于原子核中的质子数量。原子是微小的，通常半径约为0.1纳米（1纳米等于 $1 \times 10^{-9}$ 米）。

质子和中子的质量总和约等于原子质量。

质子数或核外电子数的总和等于核电荷数。电子围绕原子核以一定能级旋转，形成了“电子层”。

质子数=核外电子数=核电荷数=原子序数



▲ 钴的原子序数为27，相对原子质量（质量数）为58.93



# 元素周期表

元素周期表是对我们已知的元素的系统排列。元素的排列方式显示了其物理和化学性质的变化趋势。元素周期表之所以称为“元素周期表”，是因为有相似特性的元素被发现具有周期性的变化规律。

## 元素周期表

|         |                 |               |                       |                  |                 |                  |                  |                        |                |                  |                   |                |                |                |                |                |                |                 |             |             |             |             |             |               |
|---------|-----------------|---------------|-----------------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|------------------------|----------------|------------------|-------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|
| 族<br>周期 | IA <sub>1</sub> |               |                       |                  |                 |                  |                  |                        |                |                  |                   |                |                |                |                |                |                | 0 <sub>18</sub> |             |             |             |             |             |               |
| 1       | 1<br>H<br>氢     |               |                       |                  |                 |                  |                  |                        |                |                  |                   |                |                |                |                |                |                | 2<br>He<br>氦    |             |             |             |             |             |               |
| 2       | 3<br>Li<br>锂    | 4<br>Be<br>铍  |                       |                  |                 |                  |                  |                        |                |                  |                   |                |                |                |                |                |                |                 | 5<br>B<br>硼 | 6<br>C<br>碳 | 7<br>N<br>氮 | 8<br>O<br>氧 | 9<br>F<br>氟 | 10<br>Ne<br>氖 |
| 3       | 11<br>Na<br>钠   | 12<br>Mg<br>镁 | IIIB <sub>3</sub>     | IVB <sub>4</sub> | VB <sub>5</sub> | VIB <sub>6</sub> | VIB <sub>7</sub> | VIII <sub>8 9 10</sub> |                | IB <sub>11</sub> | IIB <sub>12</sub> | 13<br>Al<br>铝  | 14<br>Si<br>硅  | 15<br>P<br>磷   | 16<br>S<br>硫   | 17<br>Cl<br>氯  | 18<br>Ar<br>氩  |                 |             |             |             |             |             |               |
| 4       | 19<br>K<br>钾    | 20<br>Ca<br>钙 | 21<br>Sc<br>钪         | 22<br>Ti<br>钛    | 23<br>V<br>钒    | 24<br>Cr<br>铬    | 25<br>Mn<br>锰    | 26<br>Fe<br>铁          | 27<br>Co<br>钴  | 28<br>Ni<br>镍    | 29<br>Cu<br>铜     | 30<br>Zn<br>锌  | 31<br>Ga<br>镓  | 32<br>Ge<br>锗  | 33<br>As<br>砷  | 34<br>Se<br>硒  | 35<br>Br<br>溴  | 36<br>Kr<br>氪   |             |             |             |             |             |               |
| 5       | 37<br>Rb<br>铷   | 38<br>Sr<br>锶 | 39<br>Y<br>钇          | 40<br>Zr<br>锆    | 41<br>Nb<br>铌   | 42<br>Mo<br>钼    | 43<br>Tc<br>锝    | 44<br>Ru<br>钌          | 45<br>Rh<br>铑  | 46<br>Pd<br>钯    | 47<br>Ag<br>银     | 48<br>Cd<br>镉  | 49<br>In<br>铟  | 50<br>Sn<br>锡  | 51<br>Sb<br>锑  | 52<br>Te<br>碲  | 53<br>I<br>碘   | 54<br>Xe<br>氙   |             |             |             |             |             |               |
| 6       | 55<br>Cs<br>铯   | 56<br>Ba<br>钡 | 57-71<br>La~Lu<br>镧系  | 72<br>Hf<br>铪    | 73<br>Ta<br>钽   | 74<br>W<br>钨     | 75<br>Re<br>铼    | 76<br>Os<br>锇          | 77<br>Ir<br>铱  | 78<br>Pt<br>铂    | 79<br>Au<br>金     | 80<br>Hg<br>汞  | 81<br>Tl<br>铊  | 82<br>Pb<br>铅  | 83<br>Bi<br>铋  | 84<br>Po<br>钋  | 85<br>At<br>砹  | 86<br>Rn<br>氡   |             |             |             |             |             |               |
| 7       | 87<br>Fr<br>钫   | 88<br>Ra<br>镭 | 89-103<br>Ac~Lr<br>锕系 | 104<br>Rf<br>钨   | 105<br>Db<br>铼  | 106<br>Sg<br>钨   | 107<br>Bh<br>铪   | 108<br>Hs<br>钨         | 109<br>Mt<br>钨 | 110<br>Ds<br>钨   | 111<br>Rg<br>钨    | 112<br>Cn<br>钨 | 113<br>Nh<br>钨 | 114<br>Fl<br>钨 | 115<br>Mc<br>钨 | 116<br>Lv<br>钨 | 117<br>Ts<br>钨 | 118<br>Og<br>钨  |             |             |             |             |             |               |



|    |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |                |                |                |                |
|----|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 镧系 | 57<br>La<br>镧 | 58<br>Ce<br>铈 | 59<br>Pr<br>镨 | 60<br>Nd<br>钕 | 61<br>Pm<br>钷 | 62<br>Sm<br>钐 | 63<br>Eu<br>铕 | 64<br>Gd<br>钆 | 65<br>Tb<br>铽 | 66<br>Dy<br>镝 | 67<br>Ho<br>钬 | 68<br>Er<br>铒  | 69<br>Tm<br>铥  | 70<br>Yb<br>镱  | 71<br>Lu<br>镥  |
| 锕系 | 89<br>Ac<br>锕 | 90<br>Th<br>钍 | 91<br>Pa<br>镤 | 92<br>U<br>铀  | 93<br>Np<br>镎 | 94<br>Pu<br>钚 | 95<br>Am<br>镅 | 96<br>Cm<br>锔 | 97<br>Bk<br>锫 | 98<br>Cf<br>锿 | 99<br>Es<br>镄 | 100<br>Fm<br>镆 | 101<br>Md<br>镈 | 102<br>No<br>镎 | 103<br>Lr<br>铹 |

## 元素周期表的历史

尽管许多元素，如金、铂、银和锡，自古以来就为人所知，但直到上个世纪，科学家们才试图设计一套系统体系，以有用的方式对已知元素进行分类。从某种意义上说，新元素的发现也为周期表的发明铺平了道路。

安托万-劳伦特·德·拉沃西耶是一位法国化学家，他定义元素为不能再被分解的“简单物质”。他列出的名单里包括氢、氧、氮、磷、汞、锌和硫。这构成了现代元素周期表的基础。

另一位化学家，约翰·沃尔夫冈·德贝赖纳，根据元素物理特性的相似性将元素分为三组。他称它们为“三元素组”。氯、溴和碘是“三元素组”的一个例子。1864年，英国化学家约翰·纽兰兹将当时已知的64种元素分为8组，他称之为“元素八音律”。



元素名称

原子序数

元素符号  
(元素学名的缩写)

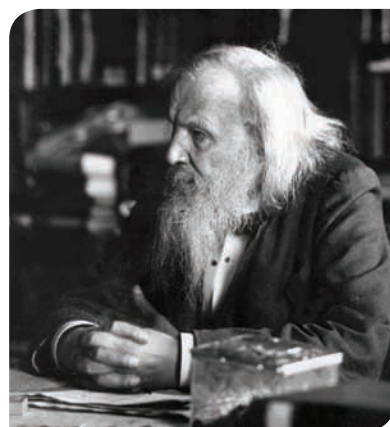
相对原子质量  
(也叫质量数)

元素得到正式命名后，在周期表中最多用两个字母符号来表示它们的拉丁名称。例如，“Au”表示金，取自其拉丁名称“Aurum”。

## 门捷列夫的分类

俄罗斯化学家，德米特里·门捷列夫，首先编制出了类似于我们如今使用的元素周期表。门捷列夫将当时已经发现的63种元素按相对原子质量递增的顺序排列起来，使具有相似化学性质的元素排在同一列中。以这种方式排列时，元素的属性表现出周期性。

门捷列夫能够预测到当时尚未发现的一些元素的性质。他在表中留下了一些空隙，这些空隙与后来填充上而当时并未发现的元素相对应。与他的预测相符，后来发现的钛和镉，填入了表中预留的相应空隙处。锗、镓和钪后来也被发现并收入在表中相应空隙处。门捷列夫的元素周期表正式发表于1869年。



▲ 德米特里·门捷列夫被认为是元素周期表之父



▲ 锗元素的存在在被发现之前就被预测了



### 事实档案

德国炼金术家布朗特是第一个发现磷元素的人。他是在高温下蒸发人的尿液的过程中，发现了磷元素。

# 元素周期表上的元素

在元素周期表中，具有相似化学性质的元素被放置在一个族下。目前，元素周期表有118种已知元素，其中94种元素是自然产生的，其余元素仅能在实验室中合成。

## 元素周期表

原子序数 — 1 — 元素符号  
— H — 元素名称

|         |                 |            |                    |                  |                 |                  |                    |                        |             |             |                  |                   |             |             |             |             |             |                 |
|---------|-----------------|------------|--------------------|------------------|-----------------|------------------|--------------------|------------------------|-------------|-------------|------------------|-------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------------|
| 族<br>周期 | IA <sub>1</sub> |            |                    |                  |                 |                  |                    |                        |             |             |                  |                   |             |             |             |             |             | 0 <sub>18</sub> |
| 1       | 1 H<br>氢        |            |                    |                  |                 |                  |                    |                        |             |             |                  |                   |             |             |             |             |             | 2 He<br>氦       |
| 2       | 3 Li<br>锂       | 4 Be<br>铍  |                    |                  |                 |                  |                    |                        |             |             |                  |                   | 5 B<br>硼    | 6 C<br>碳    | 7 N<br>氮    | 8 O<br>氧    | 9 F<br>氟    | 10 Ne<br>氖      |
| 3       | 11 Na<br>钠      | 12 Mg<br>镁 | IIIB <sub>3</sub>  | IVB <sub>4</sub> | VB <sub>5</sub> | VIB <sub>6</sub> | VII B <sub>7</sub> | VIII <sub>8 9 10</sub> |             |             | IB <sub>11</sub> | IIB <sub>12</sub> | 13 Al<br>铝  | 14 Si<br>硅  | 15 P<br>磷   | 16 S<br>硫   | 17 Cl<br>氯  | 18 Ar<br>氩      |
| 4       | 19 K<br>钾       | 20 Ca<br>钙 | 21 Sc<br>钪         | 22 Ti<br>钛       | 23 V<br>钒       | 24 Cr<br>铬       | 25 Mn<br>锰         | 26 Fe<br>铁             | 27 Co<br>钴  | 28 Ni<br>镍  | 29 Cu<br>铜       | 30 Zn<br>锌        | 31 Ga<br>镓  | 32 Ge<br>锗  | 33 As<br>砷  | 34 Se<br>硒  | 35 Br<br>溴  | 36 Kr<br>氪      |
| 5       | 37 Rb<br>铷      | 38 Sr<br>锶 | 39 Y<br>钇          | 40 Zr<br>锆       | 41 Nb<br>铌      | 42 Mo<br>钼       | 43 Tc<br>锝         | 44 Ru<br>钌             | 45 Rh<br>铑  | 46 Pd<br>钯  | 47 Ag<br>银       | 48 Cd<br>镉        | 49 In<br>铟  | 50 Sn<br>锡  | 51 Sb<br>锑  | 52 Te<br>碲  | 53 I<br>碘   | 54 Xe<br>氙      |
| 6       | 55 Cs<br>铯      | 56 Ba<br>钡 | 57-71 La-Lu<br>镧系  | 72 Hf<br>铪       | 73 Ta<br>钽      | 74 W<br>钨        | 75 Re<br>铼         | 76 Os<br>锇             | 77 Ir<br>铱  | 78 Pt<br>铂  | 79 Au<br>金       | 80 Hg<br>汞        | 81 Tl<br>铊  | 82 Pb<br>铅  | 83 Bi<br>铋  | 84 Po<br>钋  | 85 At<br>砹  | 86 Rn<br>氡      |
| 7       | 87 Fr<br>钫      | 88 Ra<br>镭 | 89-103 Ac-Lr<br>锕系 | 104 Rf<br>钅𠅎     | 105 Db<br>𨨗     | 106 Sg<br>𨨏      | 107 Bh<br>𨨐        | 108 Hs<br>𨨑            | 109 Mt<br>𨨒 | 110 Ds<br>𨨓 | 111 Rg<br>𨨔      | 112 Cn<br>𨨕       | 113 Nh<br>𨨖 | 114 Fl<br>𨨗 | 115 Mc<br>𨨘 | 116 Lv<br>𨨙 | 117 Ts<br>𨨚 | 118 Og<br>𨨛     |

|    |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |             |             |             |             |
|----|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 镧系 | 57 La<br>镧 | 58 Ce<br>铈 | 59 Pr<br>镨 | 60 Nd<br>钕 | 61 Pm<br>钷 | 62 Sm<br>钐 | 63 Eu<br>铕 | 64 Gd<br>钆 | 65 Tb<br>铽 | 66 Dy<br>镝 | 67 Ho<br>钬 | 68 Er<br>铒  | 69 Tm<br>铥  | 70 Yb<br>镱  | 71 Lu<br>镥  |
| 锕系 | 89 Ac<br>锕 | 90 Th<br>钍 | 91 Pa<br>镤 | 92 U<br>铀  | 93 Np<br>镎 | 94 Pu<br>钚 | 95 Am<br>镅 | 96 Cm<br>锔 | 97 Bk<br>锫 | 98 Cf<br>锿 | 99 Es<br>镱 | 100 Fm<br>钔 | 101 Md<br>镆 | 102 No<br>镎 | 103 Lr<br>铹 |

## 镧系元素和锕系元素

镧系元素和锕系元素均位于元素周期表下方。由30种元素组成，包括许多地球上罕见的元素。

## 过渡金属

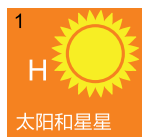
过渡金属具有金属特性，但与IA族中所列的碱金属不同。它们由II A族和III A族之间的元素组成。铁(Fe)、铜(Cu)、金(Au)、银(Ag)是最常见的过渡金属。

|              |               |                |               |                |               |               |               |              |               |
|--------------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|---------------|---------------|--------------|---------------|
| 21 Sc<br>自行车 | 22 Ti<br>火箭   | 23 V<br>弹簧     | 24 Cr<br>不锈钢  | 25 Mn<br>挖土机   | 26 Fe<br>钢化结构 | 27 Co<br>磁铁   | 28 Ni<br>硬币   | 29 Cu<br>电线  | 30 Zn<br>铜管乐器 |
| 39 Y<br>激光   | 40 Zr<br>化学管道 | 41 Nb<br>磁悬浮列车 | 42 Mo<br>剪刀   | 43 Tc<br>放射性仪器 | 44 Ru<br>转换插座 | 45 Rh<br>探照灯  | 46 Pd<br>污染控制 | 47 Ag<br>首饰  | 48 Cd<br>颜料   |
| 72 Hf<br>核潜艇 | 73 Ta<br>手机   | 74 W<br>灯泡灯丝   | 75 Re<br>火箭引擎 | 76 Os<br>笔头    | 77 Ir<br>打火石  | 78 Pt<br>实验仪器 | 79 Au<br>首饰   | 80 Hg<br>温度计 |               |
| Rf           | Db            | Sg             | Bh            | Hs             | Mt            | Ds            | Rg            | Cn           |               |



## 碱金属

碱金属位于元素周期表的IA族。它们是一些活泼性较强的金属元素，因为它们具有较大的原子半径，且原子核外最外层只有1个电子，在反应中极易失去这个电子而形成金属阳离子。锂(Li)、钠(Na)、钾(K)、铷(Rb)、铯(Cs)和钫(Fr)是周期表中最左侧的碱金属。



## 惰性气体

周期表中的0族包含了惰性气体，也称为“稀有气体”。这个族的原子在其最外层电子层中有8个电子（氦除外，氦有2个电子），这赋予了这些元素稳定性和惰性。氦(He)、氖(Ne)、氩(Ar)、氪(Kr)、氙(Xe)和氡(Rn)等构成了这一族。

## 卤素

周期表VIIA族中的元素称为卤素。卤素在其最外层电子层中含有7个电子。氟(F)、氯(Cl)、溴(Br)、碘(I)、砹(At)是卤素。所有卤素都以分子(一对原子)的形式存在。当卤素与另一种元素结合时，形成物被称为卤化物。常用的食盐氯化钠就是卤化物。寿命长、发光效率高的卤素灯的玻璃壳内就充有卤素气体(通常是溴或碘)。



## 碱土金属

碱土金属指元素周期表中IIA族元素，包括六种元素：铍(Be)、镁(Mg)、钙(Ca)、锶(Sr)、钡(Ba)、镭(Ra)。与碱金属一样，它们具有较强的活泼性。其中，镭是具有放射性的，也就是说，它有一个不稳定的原子核，可衰变并发出辐射。

## 金属与非金属

元素的分类是由原子的最外层电子数决定的。一般来讲，原子最外层电子数小于4个，属于金属元素，容易失去电子，形成阳离子；原子最外层电子数大于4个，属于非金属元素，容易得到电子，形成阴离子。周期表中的许多元素都是金属元素。它们大多位于周期表的左侧和底部。非金属出现在周期表的右侧和顶部。



# 化学键

原子可以以不同的方式排列，形成分子，因为它们能够形成化学键。化学键的相关知识可以帮助科学家们创造出具有理想特性的新材料。

## 化学键的形成

当原子彼此接近时，最外层电子层中的电子以尽可能低的能级排布方式分布，而不是其他方式排列。

如果两个原子组合的总能量低于它们各自组分的总能量，那么原子将通过形成化学键进行组合。可以根据两种元素在周期表中的位置预测两种元素之间形成的化学键类型。



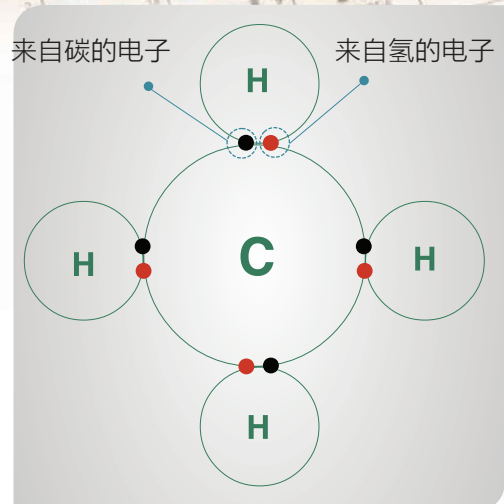
## 化学键的类型

化学键有三种主要类型——共价键、离子键和金属键。原子间通过共用电子对形成共价键。带相反电荷的离子之间形成离子键。金属化合物和合金之间形成金属键。

## 共价键

原子间通过共用电子对所形成的化学键叫作共价键。这些原子之间形成的共价键通常非常强。小分子和大分子聚合物均可以通过共价键形成。

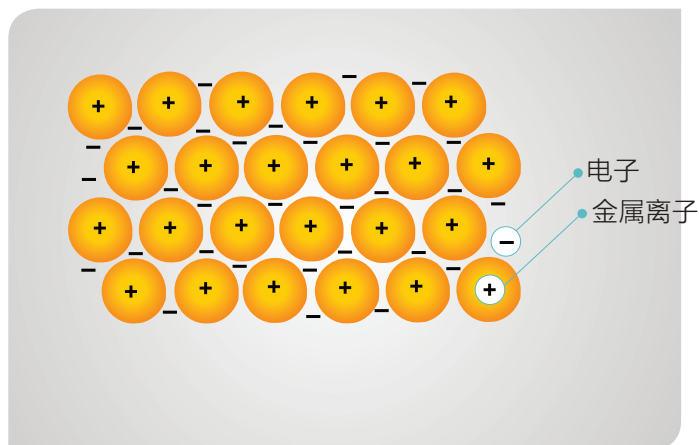
钻石的结构是通过共价键形成的。钻石中的碳原子通过强共价键结合在一起，这使其成为世界上最硬的材料之一。



▲ 碳原子与四个氢原子通过共用电子对形成甲烷

## 金属键

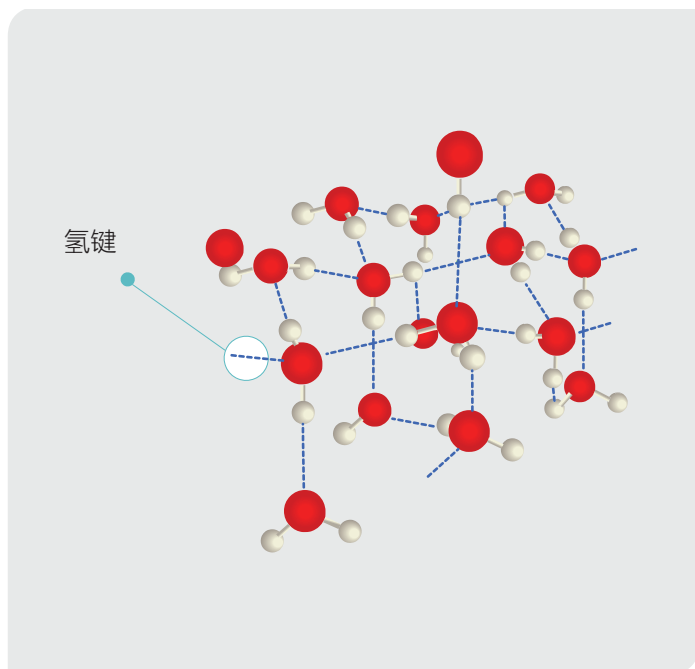
金属由规则排列的原子构成。金属原子核外的电子能够在整个结构中自由移动。大量的电子在整个结构中共用赋予了金属键较强的强度。



▲ 金属的强度来自金属键

## 氢键

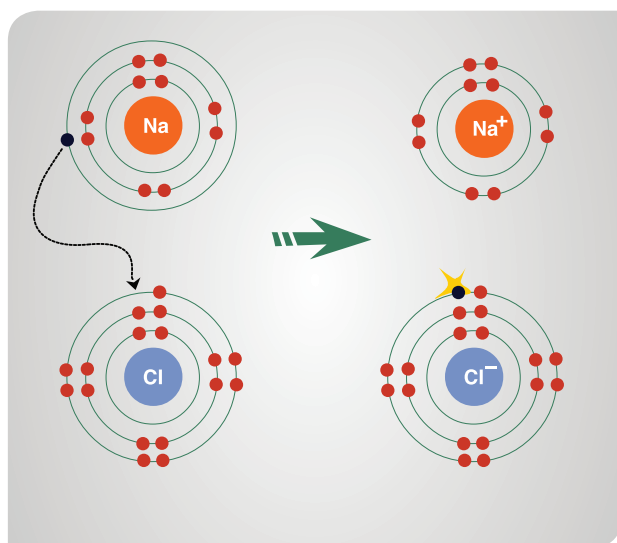
氢键在氢原子与另一个带有一对孤对电子的原子之间形成。氢键弱于共价键或离子键。氢键常见于DNA（脱氧核糖核酸）和蛋白质中。



▲ 氢键赋予生物分子（如蛋白质）形状和功能

## 离子键

当金属和非金属原子相互作用时，金属原子外层的电子被转移到非金属原子上。由于失去电子，金属原子成为带正电荷的阳离子，而接受了电子的非金属原子成为带负电荷的阴离子。离子化合物由相反电荷之间的强静电力结合在一起。常见的盐（如氯化钠）就是通过离子键形成的。



▲ 钠和氯通过离子键结合形成我们常见的盐

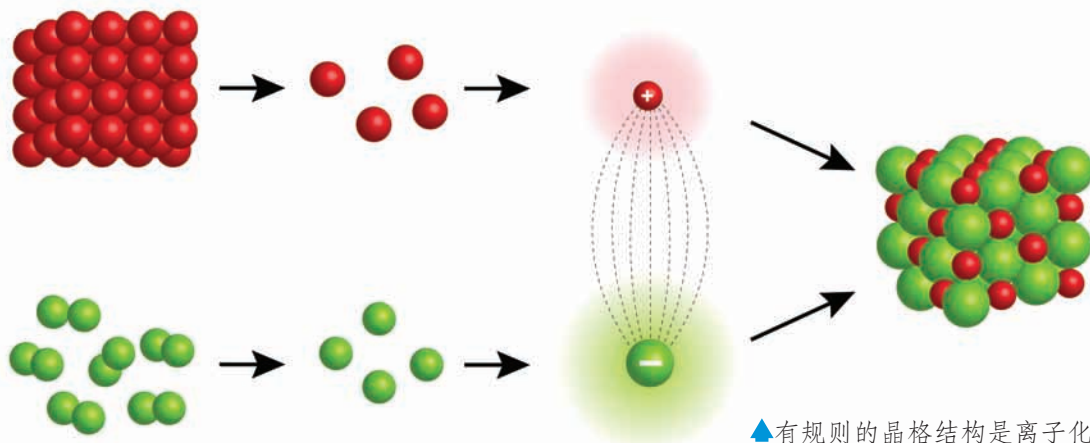
## 事实档案

除了氦以外，惰性气体是最外层具有8个电子稳定结构的元素。其他的元素需要通过化学键来维持稳定。

# 物质的性质

物质存在于地球上的三种常见状态：固态、液态和气态。

沸腾、凝固和冷凝是将物质从一种状态转换到另一种状态的三种方法。物质的三种状态是由粒子的排列和相互作用的方式决定的。



▲有规则的晶格结构是离子化合物的一个特征

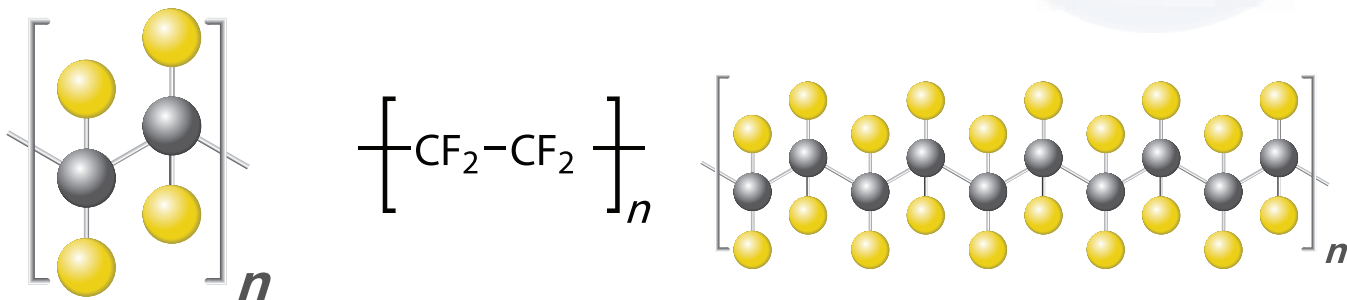
## 不同物质的属性

不同类型的物质具有截然不同的属性。

离子化合物具有高度规则的结构，由“晶格”组成。“晶格”强大的静电力从四面八方吸引带有相反电荷的离子，这赋予其强度和刚度。因此，离子化合物具有高熔点和高沸点；它们必须被加热到非常高的温度，并需要巨大能量来破坏强化学键。离子化合物溶解在水中时能够导电，是因为离子可以自由移动。

聚合物是大分子，它由分子组成，这些分子的原子与其他原子通过强共价键结合。由于分子之间的分子间力相对较强，因此聚合物在室温下为固体。自然界中存在许多天然的聚合物，如纤维素、蛋白质等。铁氟龙是人造聚合物的一个例子，它被用于制造不粘涂层。

▼聚合物由成百上千个重复的单元组成



小分子在液体和气体中最为常见。氧气、氮气、氢气和水都属于常见的小分子。它们具有非常低的熔点和沸点，因为结合其分子的作用力很弱，非常容易被打破。分子间力随分子尺寸的增大而增加。由于分子不显电性，因此不导电。

►水是地球上大量存在的小分子物质





▲ 铜等金属能够导电，常被用作电缆

## 碳的化合物与同素异构体

当碳原子与其他碳原子形成四个共价键时，钻石就形成了。这是一个巨型共价结构，这种结构非常强。因此，钻石是地球上目前已知的最坚硬的物质之一。它的熔点非常高。

当一个碳原子与另外三个碳原子形成六角环状结构时，就形成了石墨。这些六元环的每层之间没有共价键。石墨虽然坚固，但不如钻石。因为钻石的每个原子都是由共价键相连接的。

**巨型共价结构**可存在于具有非常高的熔点的固体内。顾名思义，这种结构中的原子通过强共价键连接在一起。石墨、钻石和二氧化硅都属于具有巨型共价结构的物质。

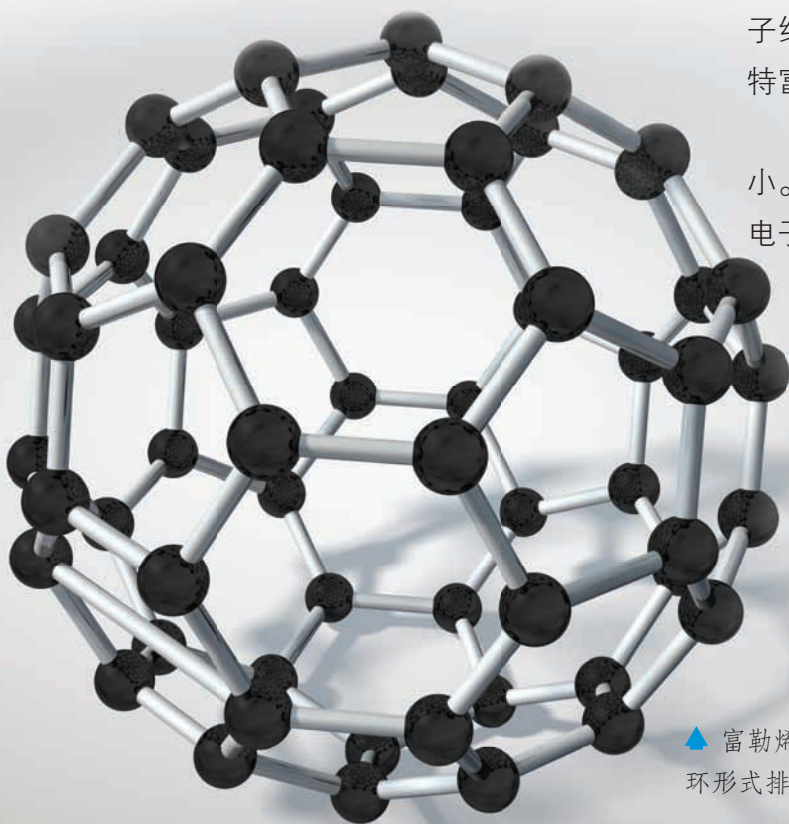


▲ 钻石是地球上自然生成的最坚硬的物质

金属和合金由原子的巨型结构组成，这些原子由强金属键结合在一起。在纯金属（如金或银）中，原子呈层状排列，这让它们能够被弯折和塑形。金属具有高熔点和高沸点。由于纯金属质地较软，通常将它们与其他金属熔合，形成更坚硬、更实用的合金。金属是热和电的良好导体，因为金属中的电子可以自由移动。

富勒烯是空心的，它由排列成六元环的碳原子组成。第一个被发现的富勒烯被称为巴克敏斯特富勒烯，它是球形的。

碳纳米管是一种圆柱形结构，长度长，直径小。它的特性使其在纳米材料制造、纳米技术和电子学方面十分有用。



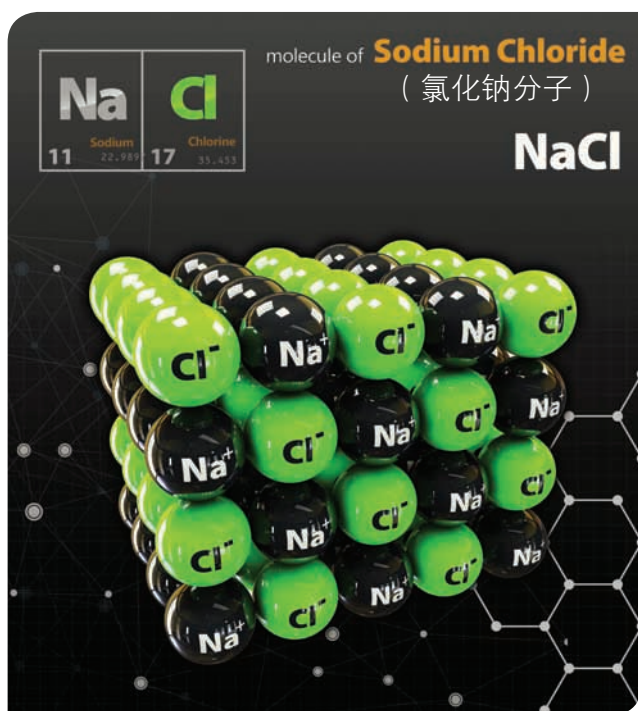
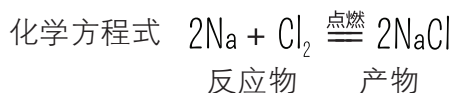
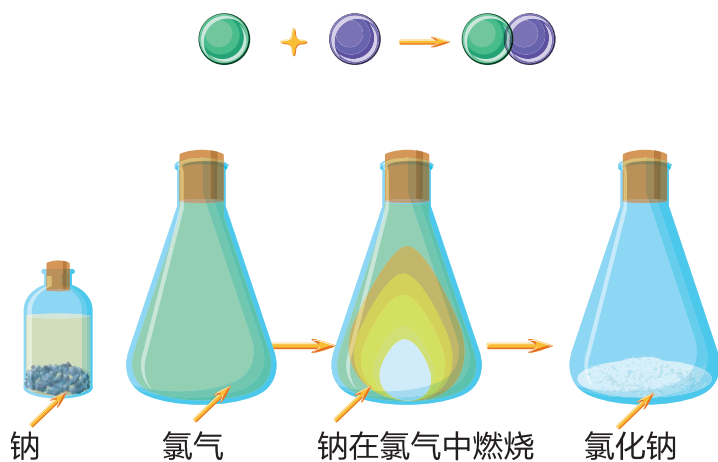
▲ 富勒烯是由碳原子以六元环形式排列形成的球形结构

### 事实档案

石墨烯是单层石墨结构，被广泛用于电子学。

# 化学反应中的质量变化

化学方程式为我们了解不同化学物质在组合时会产生什么样的反应提供了重要的线索。除了化学反应的方式外，了解反应物及产物的质量变化也非常重要。



▲反应物的质量总和等于产物的质量



▲当气体是反应的副产品时，则很难测量反应产物的确切数量

## 质量守恒

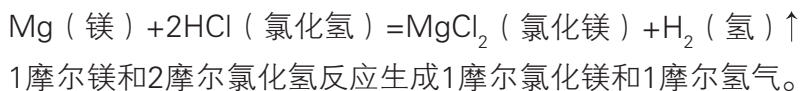
质量守恒定律表明，在化学反应过程中，没有任何原子会丢失或产生。从一种物质转化成另一种物质，产物的质量总和等于参加反应的物质的质量总和。

化学反应由反应物和产物的化学式来表示，化学方程式中每种物质前的数字代表每种反应物和产物的化学计量数。

在某些化学反应中，当反应物或产物是气体时，反应物和产物的质量看起来可能不相等。这是因为气体很容易挥发，当它扩散到大气中时，会导致质量变化。

物质的量是一个物理量，它表示含有一定数目粒子的集合体。物质的量的单位被称为摩尔。这些粒子可以是原子、分子也可以是离子。1摩尔任何粒子的粒子数叫作阿伏伽德罗常数。1摩尔粒子集合体所含的粒子数约为  $6.02 \times 10^{23}$  个。

在化学反应中：



## 限制反应物

在化学反应中，通常有多种反应物。在只有两种反应物的情况下，通常会增加一种反应物的量，以便另一种反应物能被完全消耗掉。被完全消耗的反应物称为“限制反应物”，因为它可以控制最终形成的产物的数量。

## 百分产率与原子经济性

不是所有的化学反应都能进行得比较完全。有些化学反应反应物质量的总和和产物的质量相等，但还有些化学反应并不能够得到理论上或计算上那个质量的产物。原因如下：

1. 反应是可逆的，也就是说，它永远不会达到完全反应的水平。
2. 将反应混合物分离时，部分产物会丢失。
3. 一种或多种反应物形成产物的反应方式难以预测。

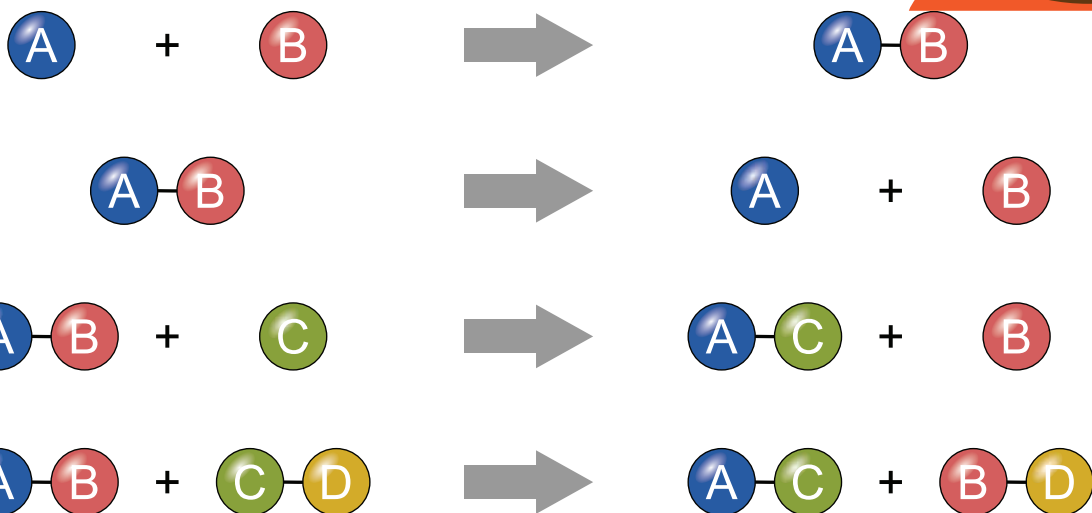
反应中生成产物的最终质量称为产量，与预期形成产物的最大理论值相比，产量可以用百分比表示。

百分产率 = 实际获得产物的质量 / 预期产物的最大理论质量 × 100

原子经济性是指对最终生成了产物的反应物的数量的测量。



▲ 当镁和氯化氢发生反应时产生氯化镁



▲ 反应物可以以不同的方式形成产物

# 化学变化

系统研究法被用于测试不同元素和化合物的反应，以观察它们发生的不同的化学变化。这有助于科学家准确预测物质的反应，并帮助研发不同的材料和推进工艺优化。

## 反应元素

并非所有元素都能与其他物质相互作用并产生反应。稀有气体（0族），包括氦、氖、氩、氪和氙等，通常不与其他物质相互作用，因此它们也被称为“惰性气体”。

▲ 氮氧混合气是氮气和氧气的混合物。专业深海潜水员潜水至91.5米或更深深度时会使用它来维持呼吸。

金属，特别是碱金属的反应活性很强。它们与水、酸和许多其他物质都可以发生反应。它们的这一特性已被化学家进行研究。

元素的活泼程度取决于其原子结构。金属通常在最外层的轨道上有一个或多个自由电子，它们可以与其他原子相互作用。

当金属与其他物质发生反应时，金属原子会失去一个或多个电子，成为阳离子。金属的活性取决于其形成阳离子的难易程度。按活性顺序由强到弱排列是钾、钙、钠、镁、铝、锌、铁、锡、铅、铜、汞、银、铂、金。

某些非金属（如氢和碳）也属于活性元素，因为它们很容易与许多物质发生反应。



▲ 碱金属的活性非常强，如铯，接触到水时会发生爆炸。