

# 第一章 生命

自然界中存在的各种物体，按其性质的不同可以分为生物与非生物两大类。我们很容易看出一只猫是活的，有生命的；一块石头不是活的，是无生命的。猫和石头的区别是什么呢？从组成它们的“物质成分”来分析，石头是由许多分散的无机物质组成，是由原子，有时甚至是由碳原子组成，但它决不包含有机分子。如果我们从猫身上的任何部位取下一小块，放在显微镜下观察，就会发现它们都是由细胞组成的。进一步从分子水平分析，猫和其它生物一样，主要是由有机物质组成，其中最重要的是由蛋白质、核酸等复杂的生物大分子组成。显然，除了物质组成的不同外，猫和石头还有许多不同之处，比如，猫能吃食、生长、繁殖小猫等，而石头却不能。

## 第一节 生命的基本特征

### 一、新陈代谢

猫和它生活的环境不断地进行物质交换，它吃食、饮水、排出粪便、呼吸空气。

一切生物都和猫相似，它们都要从环境中吸收物质，并向环境排出物质，而且排出的物质和吸收的物质不同。在粪便和尿液中找到的许多物质，并不存在于食物中。这说明食物在体内停留的时间虽然很短，却经过复杂的转化过程。在转化中，将有用的物质变成身体的结构物质，将废物排出体外。在转化的同时放出

能量，这些能量一部分用来合成新的物质，一部分变成热，用以维持体温，还有一部分供给其它生命活动的需要，这就是新陈代谢的过程。

广义而言，新陈代谢是指自然界和它周围环境进行物质交换和相互作用的过程。然而，生物的新陈代谢是一个非常复杂的过程，它包含物质代谢和能量代谢。生物的新陈代谢包括相互联系的两个方面：同化作用和异化作用。同化作用是指生物体从外界摄入物质，经过一系列转化与合成过程，将其转变为自身的结构物质，并贮存能量。异化作用是指生物把体内复杂的物质分解成比较简单的物质，并且释放能量。生物就是在不断地自我更新中生存、成长。新陈代谢使生物保持着生命的活性，一旦代谢停止，生命亦即终止，个体趋于死亡。

非生物有新陈代谢吗？有！非生物也能和外界环境进行物质交换；但是交换的结果却导致自身的毁灭。比如：岩石风化后变为土壤，蜡烛燃烧后变为二氧化碳和水蒸气。因此，外界环境是生物生存的必要条件，却是非生物破坏的原因，这正是生物界与非生物界在与环境相互关系方面的本质区别。

## 二、生长与繁殖

任何生物在它的一生中都要经历从小到大的生长过程，非生命物质（如糖、盐的晶体）也可以长大。一盘盐水蒸发时，盘底会出现晶体，当水面下降时更多的盐分子沉积在晶体上，于是晶体变大。这种化学生长的过程是由相同的物质加到晶体的表面造成的。

生物的生长却完全不同，它不是简单地在表面上加几层东西，而是把生命所需要的物质吸取到体内，经过一系列转化，然后分配给生物体的各个部分，并且使这些物质成为生物体内部的组成成分。也就是说，生物的生长是将不同的物质转化成其结构物质，使生物个体长大。

在生物的一生中，不但有个体的长大，而且在它的构造和机能上也要经过一系列的变化，才能由幼体形成一个与亲本相似的成熟个体，然后经过衰老而至死亡，这个总的转变过程叫做发育。当生物生长发育到一定大小和一定程度的时候就能产生后代，使个体数目增多，种族得以延续，这种现象叫做繁殖。所有生物有朝一日总要死亡，如果要使种族得以延续，就必须在死亡之前复制自己，繁殖则保证了生命的延续性。

### 三、遗传、变异与进化

当生物繁殖时，它们的复制能力非常精确，狗一定生小狗而不会生出小猫。孩子有时具有父亲或母亲的独特性状，这种产生与自身相似后代的现象叫做遗传。但是，后代与亲代之间以及后代各个体之间总会有些差异，比如：有的孩子不完全像父亲或母亲，有的兄弟、姐妹之间也不全相似。这种出现差异的现象叫做变异。

遗传和变异是普遍的生命现象。变异的出现给进化提供了原材料，某些变异通过遗传一代代延续下去，形成稳定的新类型，使生物得以进化。所以，遗传是相对的和保守的，变异则是绝对的和前进的。正是通过遗传、变异和自然选择，使整个生物界得以由低等向高等、由简单到复杂、由水生向陆生逐渐进化。

### 四、应激性

生物体对刺激发生反应的特性称为应激性。应激性是所有生物都具有的一种特性，它包括感受刺激、传导刺激、并且以各种运动方式对刺激产生反应。任何因素或环境的变化都可以是刺激，如方向的改变、光照的加强、温度的升高、化学药物的变化、环境湿度的加大等等都是普通的刺激。蚊子聚集在路灯下是昆虫对光刺激的反应，手碰到开水壶上立即缩回是人对热刺激的反应。

低等动物整个身体表面均可感受刺激。大多数高等动物由特

化的细胞群接受特殊刺激。比如，眼睛的视网膜细胞感觉光线的刺激，内耳的细胞感觉声音的刺激等。在多数动物中，身体的某一部位接受刺激，而产生反应却在另一部位，因此，由刺激引起的兴奋需要经过传递才能到达反应部位。兴奋的传递由神经细胞或化学物质来完成，或由二者共同完成。受神经调控的活动往往是迅速的，持续时间短，并且有局限性。在高等动物和植物中存在激素类物质，可以调控生命活动，受这种化学物质调控的活动常常是比较缓慢的，持续时间长，而且十分广泛。在高等动物中，这两种调控系统互相补充以适应内外环境的变化。

对刺激产生反应以后，生物体有恢复原来状态的倾向，结果达到体内平衡，亦即稳定状态，这是生命活动的正常顺序。

## 第二节 生命的起源

地球上最早的生命是什么样子的？原始的生命是如何产生的？……有关生命起源的问题是一个古老的问题，无论是科学家还是一般人都很感兴趣。然而，至少在过去一个世纪里，它还不是科学研究中的一个重要领域。原因很简单，这个问题太难解决了。直到最近，由于宇宙学、地球化学和分子遗传学研究的飞速发展，尤其是以探索地球外有无生命为主要目的的航天事业的发展，才使人们有可能去理解生命起源的实际意义。但是直到现在，我们是否已经完全理解还是个问题。

人们在探讨生命起源的问题时，从三个方面进行了研究：

(1) 从地球外的空间探索生物大分子存在的证据。(2) 从外来的陨石中分析是否存在有生命的物质。(3) 在实验室中创造类似于地球早期的环境条件，开展人工模拟实验，探讨生物大分子的形成过程。

尽管人们做了种种努力，关于生命起源的问题尚未得到圆满

解释，这是由于生命的起源和进化经历了几十亿年的进程，无论在时间和空间上都无法系统地再现和进行实验来验证。而且，我们对远古时代地球环境的知识是不准确的，随着新证据的积累，对这种知识必须随时进行大幅度的校正。何况我们不可能对地质时间表，周围情况的不同以及地球历史上这些情况的不断变化进行模拟。因此，目前关于生命起源的讨论都一致采用这样的观点：地球的进化是一种现在仍然继续进行的各种逐渐变化过程的历史。当然，我们不能排除这样的可能性，即某些意外事变在生命起源中起过重要作用（而这些事变可能没有留下任何痕迹）。由于这些限制，对生命起源的认识是建立在思维、推理以及某些模拟实验的基础上。这就必然出现各种不同的观点并且存在争论。

#### 一、关于生命起源的早期学说

直到大约 200 多年前，一般人都相信自然发生学说，即生命能自发地起源于非生命物质。比如有人认为腐肉可以生蛆；也有人认为，把一只小牛打死，埋在地下就会长出一群蜜蜂；还有人说把小麦等作物与脏衬衣一起放在容器内置于阴暗的角落会自然产生老鼠……17 世纪一位意大利医生弗朗西斯科·雷迪 (**Francesco Redi**) 用实验驳斥了自然发生论。他将各种肉类分别放在不同的广口瓶内，一些瓶口用纱布封住，另一些没有封盖瓶口，结果没有封口的瓶内产生了蛆和苍蝇，而封口的瓶内没有。实验证明，苍蝇显然是由亲代苍蝇产卵发育而来，不是由肉产生的。自从雷迪的实验结果公布后，很多人同意他的看法，一致认为大的生命类型必然由亲代产生，而不会自然发生。当列文虎克 (**Leeuwenhoek**) 发现微生物后，人们又恢复了关于自然发生论的争论：一瓶肉汤放置几天，即使看不见任何东西进去，也会变得混浊、发臭，这是由于微生物在作怪，微生物是自然发生的吗？意大利的一位教授斯帕兰赞尼 (**Lazzaro Spallanzani**) 将玻璃烧瓶内的肉汤加热煮沸一小时，杀死全部微生物并用玻璃

密封瓶口，使其它微生物不得进入，肉汤一直保持清澈无菌。怀疑者争论说，烧瓶内的空气加热时改变了性质，因此自然发生不能出现。

法国著名的生物化学家和微生物学家巴斯德设计了一种烧瓶（图 1-1），烧瓶的颈部拖长成 S 形，瓶里装有煮沸的肉汤，但是烧瓶的颈部不密封，而是敞口，巴斯德推论新鲜空气能够进入

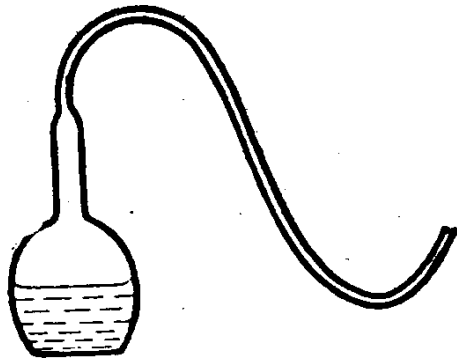


图 1-1 巴斯德设计的烧瓶

长颈瓶内，任何细菌或微生物一旦飘进瓶口只能停留在长颈中，不能进入肉汤内。实验结果，肉汤确实一直保持无菌。只有将肉汤倒一点至瓶颈部，然后再返回瓶中，微生物才开始在肉汤中生长。

雷迪和巴斯德的实验有力地说明现存的生物不是自然产生的。那么，最早生物又是怎样产生的呢？在地球早期的历史条件下，生命有可能自发产生吗？原始地球又是什么样子的？

## 二、原始地球的条件

地球初形成时与现在的情况完全不同。它有一个由固体尘埃聚合成的内核，外面包围着以氢和氦为主的一层气体，这是第一次的大气层。起初地球的温度比较低，后来随着地球的逐渐收缩，它的温度也逐渐升高。当温度高到一定程度时，由于强烈的太阳风的作用使分子量较小的气体摆脱了地球的引力而散开，于是外面的大气层便完全消失。随后，地球表面温度逐渐下降，频繁火山活动表明地球内部温度仍然很高。由地球内部的物质分解产生的大量气体，冲破地表逸出，这是第二次形成的大气层。这个大气层与现在地球的大气层亦不相同，它是还原型的，不含氧和氮而是含有丰富的氢，以及各种被氢还原的气体如甲烷（ $\text{CH}_4$ ）、氨（ $\text{NH}_3$ ）和水蒸气（ $\text{H}_2\text{O}$ ）等。这些新产生的气

体形成的大气层是稳定的，因为这时地球的温度不足以使这些气体分子脱离地球的引力。这个第二次形成的大气层又叫做“原始地球大气”，生命就在这样的大气条件下产生。

地球初形成时，没有河流与海洋，只是大气层中有一定量的水蒸气。当地球表面的温度再降低，而内部温度仍很高时，火山爆发喷出更多的水蒸气，这些水蒸气进入大气层遇冷后形成大雨，降落到地面上，在地壳下陷及低洼的地方聚集成河流或海洋。当地壳表面的温度降至 $100^{\circ}\text{C}$ 以下时，形成的就是水而不是水蒸气。大气层中的气体随大雨降至海洋，地壳表面的一些可溶性物质也溶解在水中。闪电雷鸣、宇宙射线、紫外线、X射线等提供大量的能量，于是，在原始海洋里慢慢地进行着化学反应，积累了许多化合物，一些简单的有机化合物（甲烷、氨基酸、单糖等）也陆续形成。这就为更复杂化合物的形成奠定了基础，原始海洋就这样成为原始生命的摇篮。

### 三、生命起源的化学进化过程

用放射性同位素的方法研究各种矿物，得知地球的年龄约为46亿年。在南非古老沉积物中发现最古老的细胞化石距今34亿年。因此地球初形成的十多亿年是生命起源的化学进化过程。

本世纪30年代一些生化专家如苏联的奥巴林、英国的霍尔登等人提出了异养假说。这个假说认为原始地球由无机物组成，从这些无机物通过各种自然的过程形成有机化合物和生物大分子的化合物。进而形成越来越复杂的结构，慢慢地进化为原始细胞或原始生物。起初形成的是异养生物，它们不能制造食物，只是依靠当时已积累起来的有机化合物生活，从这些原始的异养生物进一步发展出各种生物。由于地球上构成生物体的有机物质都是碳氢化合物，因此，奥巴林认为，生命起源过程就是碳化合物的化学进化过程。

近几十年来，各国学者普遍认为生命起源的化学进化过程可

以分为四个阶段。

(一) 由无机小分子物质形成有机小分子物质

人们通过实验早已证明无机化合物可以合成有机化合物。1828年维勒( Wöhler )首先用氰酸铵合成了尿素，以后又有许多人将无机化合物合成有机化合物。但是，在自然界地球形成初期无机物如何生成有机物呢？对土星和木星的大气进行分析后发现存在甲烷和氨的存在，人们推测如果这两种气体和水蒸气一起出现在早期地球的大气中，那么，它们在合成生物分子中一定起作用。这种合成作用所需要的能量可以来自太阳的放射能和紫外线辐射，也可以来自火山的热量和闪电的威力。第一个证明这个推理的是米勒( Miller )，1953年他在实验室内设计了一个密闭的装置(图1-2)。将四种气体(甲烷、氨、水蒸气及氢)混合

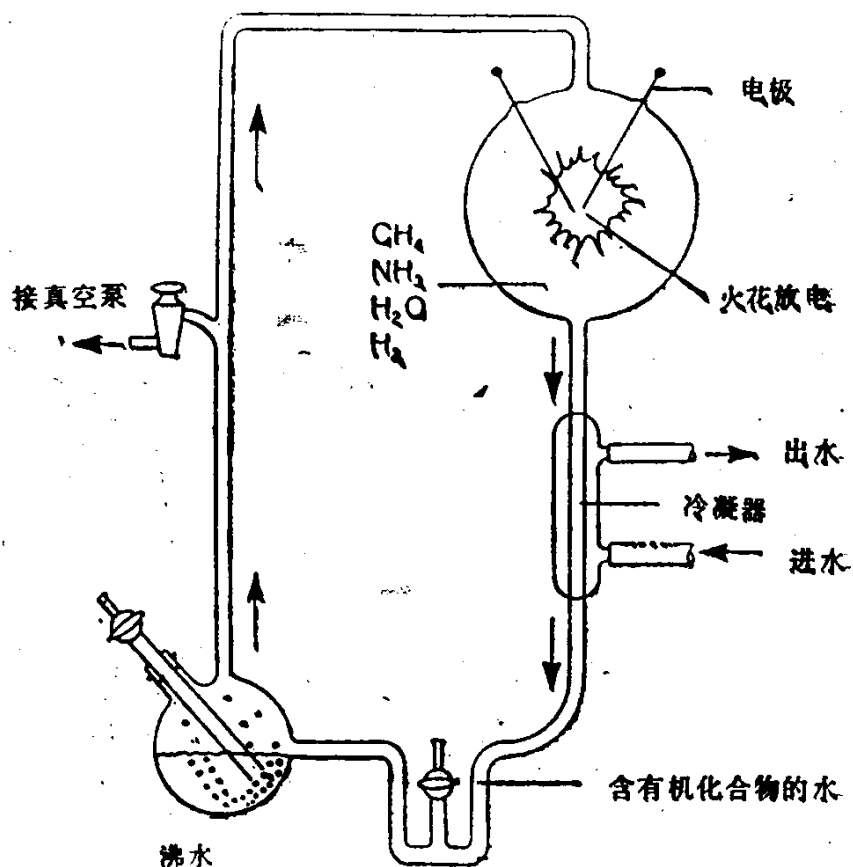


图1-2 米勒的火花放电装置

成一种与原始大气基本相同的成分，放入真空玻璃仪器（A）内加热，並模仿原始地球的闪电、雷鸣，在（B）中进行火花放电，生成物通过冷却管（C）冷却，凝缩物通过U形管（D）环流到（A）。反应气体就这样一面循环一面被放电处理，一周以后，分析装置中的物质，发现在实验产物中包含有生物体内存在的有机物质（氨基酸、其它有机酸和尿素），也含有一些结构相似，但在现存生物中尚未发现的化合物。

接着，许多人进行类似的工作，有人改用其它气体，也得到大致相同的结果。其中特别有意义的是用紫外线获得成功，因为这是地球早期有原始大气时最常见的情况。可以想像，有了原始地球大气的成分，在紫外线的作用下就可以形成氨基酸这类有机物的小分子。

### （二）由有机小分子物质形成生物大分子

人们推测，在适当的条件下，氨基酸与核苷酸等有机小分子在海水中经过长期积累浓缩，逐渐聚合形成原始的蛋白质与核酸等生物大分子。有人模拟原始地球条件，将一些氨基酸混合后，在无水条件下，加热至 $160\sim 200^{\circ}\text{C}$ ，经过 $0.5\sim 3$ 小时，就合成一种琥珀色的透明物质——类蛋白类。也有人用核苷酸与多聚磷酸脂混合，在 $50\sim 60^{\circ}\text{C}$ 时进行反应，可以合成多聚核苷酸（核酸）。还有许多试验表明，在人工模拟原始地球条件下，许多类似蛋白质及核酸的物质都能制造出来。但是与现在的蛋白质及核酸相比还有一定的差别，还不能使我们得出结论这就是蛋白质与核酸的形成方式，而只能说是可能性，因为原始地球条件的模拟有一定困难，这些实验也只能是模拟。

### （三）多分子体系的形成与原始生命的出现

生物大分子还不是原始的生命，它们单独存在时也不表现生命现象，更何况蛋白质与核酸又容易遭到破坏。只有在它们的外部产生一个界面与周围环境明确分开，形成一个多分子体系时才

能避免被破坏。奥巴林和福克斯等人通过一系列的实验提出大分子物质形成多分子体系的模型。

奥巴林首先提出了生物大分子形成团聚体乃是生命发展过程中一个主要阶段。他用白明胶的水溶液与阿拉伯胶的水溶液混在一起，混合之前这两种溶液都是透明的，混合之后就变混浊了。显微镜下观察可以看到在均匀的溶液中出现了小滴，它们与周围的溶液有明显的界限。蛋白质、核酸等溶液也能形成这样的小滴，奥巴林称这种小滴为团聚体。团聚体表现出一定的生命现象，例如，团聚体与周围环境有一个明显的界限，这是原始膜形成的一种可能方式；团聚体能从周围的水溶液中吸取各种不同的物质而长大；长到一定程度还能“出芽”，形成小团聚体；团聚体形成后，内部具有一定的结构，如果吸收了酶系，酶可以在团聚体内合成或分解某些物质。

这些实验结果使人们想像，某些含有生物大分子（核酸或蛋白质）的溶液经过浓缩，在一定的温度和酸度环境中形成了团聚体这样的多分子体系，这种多分子体系显示出一些生命现象，因而可能是原始生命的萌芽。

一种形成多分子体系的学说——微球体学说由福克斯提出。福克斯发现在热类蛋白浓缩的水溶液中，加热到 $130\sim 180^{\circ}\text{C}$ 时，能够自发地聚合成直径为 $1\sim 2$ 微米的微球体。这些微球体表现出很多生物学特征，例如：外面有一个双层膜，在适当的条件下能够吸收外界物质，消耗溶解的类蛋白而生长。并以一种极类似于细菌分裂的方式进行繁殖。它们的内部有一定结构，在一定条件下表现出类似细胞质流动的活动。微球体还可以聚集起来，像群集在一起的细菌一样。

这两个学说究竟哪一个正确有待进一步研究。然而，可以想像在活细胞出现以前，原始海洋中充满了小滴，它们进行着特殊的化学作用，生存一段时间后又消失了。在亿万年内，必定出现

过自然界对小滴类型的选择作用。凡是能够从周围环境中摄取物质分子与能量的小滴，其存活时间将比较长久，生长得也相应大些，当它长得太大时又分散成下一代的小滴，虽然这些小滴不是生命，但是已经接近生命了。

#### （四）自养生物的产生

人们将原始海洋比喻为一锅充满了各种有机、无机化合物的热汤。最初出现的多分子体系就是以热汤中的物质为营养，因而是异养的。但是，随着多分子体系的增多，营养物质就不够用了，几亿年来在海洋中积累的营养物质将逐渐被用尽。因此多分子体系必须要适应这个改变。最好的适应就是自养方式的出现，据推测，某些多分子体系中包含有卟啉化合物，这是一种有色的物质，能够吸收太阳能，进行化学作用（现存植物的叶绿素中就含有卟啉），有了卟啉就有了自养。多分子体系就可以依靠它进行光化学反应，合成一些营养物质，还可以产生氧气。

上面我们介绍了有关生命起源的一些假说与模拟实验。这些实验确实产生出一些与生命有关的大分子物质，甚至多分子体系，但是没有一次产生真正有生命的结构。这些多分子体系最后是否能够形成具有生命属性的复杂物质，我们还不知道。因为生命的起源需要具有一个相当长的时间跨度。多数情况下，合成的有机物质接着又被分解，直到这些复杂的有机物形成以后能够受到保护，不被降解或破坏，生命才能产生并延续下去。这么长的时间远不是几代人的连续工作所能够解决的。

#### 四、宇宙生物学

有人提出宇宙发育学说。该学说假定生命是从宇宙别的地方由陨石带到地球上来的。近年来随着航天事业的发展，已经发现太阳系除地球以外，其它 8 大行星上都没有生命存在。水星、金星表面最高温度可达  $400^{\circ}\text{C}$  以上；木星、土星的最低温度在零下  $140^{\circ}\text{C}$  以下；天王、冥王、海王星的平均温度为零下  $200^{\circ}\text{C}$ 。

这样一些环境均不适于生物生存，唯独火星的环境特征在某些方面与地球有相似之处。比如，火星大气层中除二氧化碳含量占95%以外，还有少量氧和氮。白天阳光照射处的表面温度为20~30°C，夜间下降至零下70°C，接近于生命生存的适宜范围。然而，用宇宙探测器在火星表面着陆检验，没能发现低级的生命形式。因此可以说太阳系其它8大行星上没有生命存在。那么，其它的卫星上是否有生命存在的可能性？从“旅行者2号”宇宙飞船发回的照片分析，发现木星的一颗卫星“欧罗巴”上具有生物生存的条件，“欧罗巴”有大约30英里深的海洋，上面覆盖着大约3英里厚的坚冰，与地球上南极洲的条件相似。但是，研究人员说，他们并非证明“欧罗巴”上确已存在生物，而只是在太阳系发现了一个可以使生物在一定条件下生存的环境。有人估计，广大的宇宙中至少有上亿个星球可以为生命提供住所。但是，即使在宇宙其它星球上发现了生命，而这些生命又能够经受住星际空间的酷寒及通过地球大气而燃烧时的激烈旅程，宇宙发育学说只不过把生命从一个星球移到另一个星球，却不能真正回答生命起源的问题。

### 思 考 题

1. 举例说明生物与非生物的基本区别。
2. 生命的基本特征是什么？
3. 人们从哪些方面探讨生命起源的问题？
4. 为什么生命起源的问题迟迟未能解决？
5. 试述生命起源的化学进化过程。

## 第二章 生命的组织结构

### 第一节 生命的化学基础

世界上一切事物的本质都是物质的，一切现象都是物质运动的表现，生命也不例外，研究物质和这些物质所经历的变化应属化学范畴。生命既然是物质，必然也进行着各种化学反应。同时生物又是一种特别复杂的物质，仅仅用化学与物理学的一般原理还不能解释生命的本质，尚需从生物化学与生物物理学等方面进行研究。为了便于认识生命的本质，首先需要介绍一些有关的化学知识。

#### 一、物质的化学组成

##### （一）元素

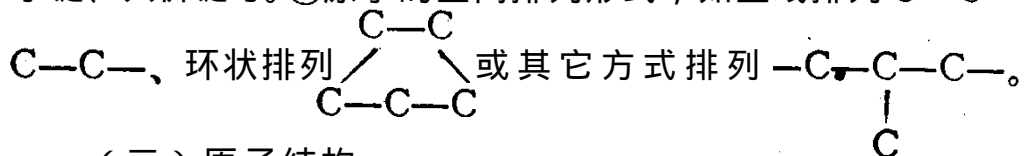
自然界基本的化学物质是元素，一切物质，无论是有生命的还是无生命的，都是由元素组成的。自然界存在 92 种元素，另外有 12 种元素由于它们极不稳定，只能用人工方法在实验室内产生。每种元素有一定的名称，并以一个化学符号来表示，如：碳（C）、氢（H）、氧（O）、氯（Cl）、铁（Fe）等等。

##### （二）原子、分子及化合物

原子是元素的最小单位，分子是由两个或更多的原子组成的微粒，它是化合物的最小单位。当你把一匙糖放入水中并加以搅拌后，糖的结晶消失，水则有了甜味。这说明糖分子在水中扩散了。尽管我们肉眼看不见，但是糖一定被分成非常小的微粒而存在着。

元素的原子按着某种确定的比例组成化合物。这些化合物可以是简单的，由 2 ~ 3 个原子组成，如食盐 ( NaCl )、二氧化碳 ( CO<sub>2</sub> ) 或水 ( H<sub>2</sub>O )。也可以是非常复杂的，含有上千个原子，如血红素、淀粉或各种蛋白质。

不同的化合物具有不同的化学性质，化合物的化学性质由以下几种因素决定：① 化合物中元素的种类，如氢、碳、氧、钠等。② 每种原子的数量，如 H<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>O、C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub> 以及高分子 C<sub>708</sub>H<sub>1130</sub>O<sub>224</sub>N<sub>180</sub>S<sub>4</sub>P<sub>4</sub> ( 酪蛋白 ) 等。③ 化学键的种类，如离子键、共价键等。④ 原子的空间排列形式，如直线排列 C—C—



### (三) 原子结构

1911 年卢瑟福 ( E. Rutherford ) 通过实验提出了行星式原子模型：在原子中有一个带正电荷的核 ( 质子和中子聚集在核里，质子带正电，中子不带电荷 )，它的质量几乎等于原子的全部质量，电子在它的周围沿着不同的轨道运转。原子核所带的正电量等于核外电子所带的负电总量，这样原子才能保持电中性。原子核中的质子数称为原子序数，它决定了每个原子究竟属于那种元素。因为同一个原子中，质子与电子的数目是相等的，所以原子序数也表明一个呈中性的原子中含有多少个电子。

原子中的电子沿着不同的轨道 ( 或能级 ) 绕核运转。事实上，高速运行的电子并不只是被牢固地束缚在特定的轨道上，它们可以占据原子核周围的大部分空间。化学家们认为，有一个电子云充斥这部分空间 ( 图 2-1 )，电子看来好象是同时在各处都出现，只不过在轨道上出现的机会最多。在比较小的原子中，内层的电子总是被原子核紧密控制着，越往外则控制得越松。一切化学反应所涉及的仅仅是最外层的电子或最外面两层电子。在一般的化学反应中，原子核及里层的电子都是保持不变的。

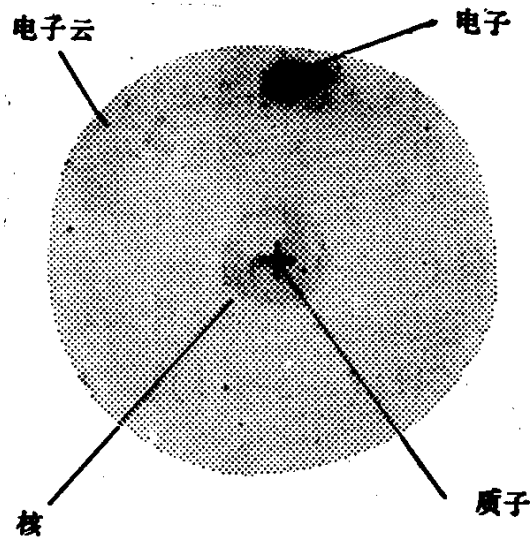


图2-1 氢原子的模型

#### (四) 化学键

在各种化学元素中只有稀有气体元素的原子在正常情况下能以单个原子的形式存在，其它元素的原子在正常情况下不单独存在，而是与其它原子结合在一起形成单质或化合物。元素的原子结合成单质或化合物时，原子与原子之间形成了化学键。

化学键是由物质中相邻的两个或多个原子之间强烈的相互作用而形成的。根据原子之间结合方式的不同，可以分为离子键与共价键。

1. 离子键 离子键是通过正、负离子间的静电作用而形成的一种化学键，由离子键结合而成的化合物称为离子化合物。在离子化合物中，一种原子失去电子，另一种原子获得电子，带正、负电荷的原子之间的引力将它们结合成分子。例如，把钠和氯放在一起，每个钠原子放出一个最外层的电子，每个氯原子获得一个由钠原子释放的电子。失去一个电子的钠原子，它的质子数比电子数多一个，因此它带有正电荷，得到一个额外电子的氯原子则带负电荷。钠和氯之间由于电荷引力而互相吸引形成了氯化钠，即食盐。

2. 共价键 在以共价键形成的化合物中，电子不是从一种原子转移到另一种原子上，而是在原子之间为两者所共用。例如碳原子的最外层有 4 个电子（图 2-2·1），它很容易和其它原子共同享用这些电子。当碳原子与一个氢原子通过一个共价键彼此结合时，此共价键由两个电子组成，其中一个电子由碳原子提供，另一个由氢原子提供（图 2-2·2）。然而，碳原子还有 3 个电子可以和其它原子共用，如果它与另外的三个氢原子以共价键方式结合，则生成甲烷分子 CH<sub>4</sub>（图 2-2·3）。

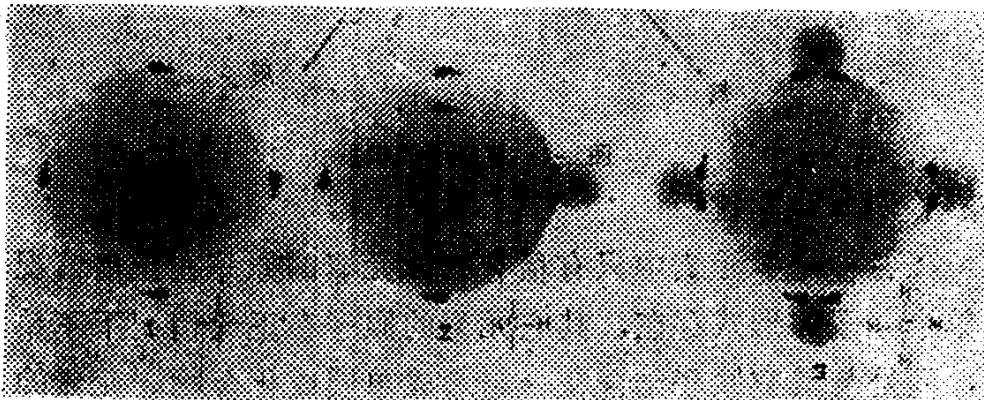


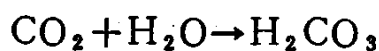
图 2-2 甲烷的结构

1. 碳原子 2. 一个氢原子与碳原子结合 3. 甲烷分子

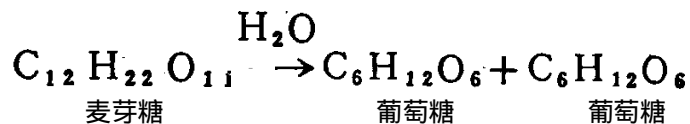
## 二、化学变化

### （一）化学反应

各种物质的分子聚集在一起时可以发生化学反应。在合成反应中，两个分子结合可以形成第三个分子，例如二氧化碳和水结合形成碳酸

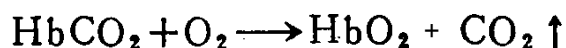


在分解反应中，一个大分子可以分解成两个或许多个小分子，例如麦芽糖在人体内经过消化作用分解成两个葡萄糖分子



在置换反应中，两个分子之间可以置换某些原子。例如在呼

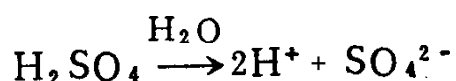
吸的时候，携带二氧化碳（CO<sub>2</sub>）的血红蛋白（Hb）在肺中放出二氧化碳，而与氧（O<sub>2</sub>）结合。因此，在肺泡中进行着二氧化碳与氧的交换。



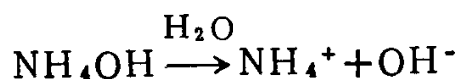
在重组反应中，一个分子内某一原子的位置在反应过程中发生改变，例如在细胞呼吸过程中，6-磷酸葡萄糖分子重新组成1-磷酸葡萄糖。亦即磷酸从与第6位碳原子连接改变为与第1位碳原子连接。

## （二）电离或离解

某些化合物在水中是不稳定的，它们可以解离成带电的颗粒，这些带电荷的原子或原子团称为离子。与原子或分子相比，离子更容易参与化学反应。离子溶解在水中能使溶液导电，因此这些化合物常常被称为电解质。各种离子化合物电离的结果产生不同数量的正离子或负离子。酸在水中解离成带正电的氢离子（H<sup>+</sup>），如硫酸电离生成氢离子和硫酸根离子



碱在水中解离成带负电的氢氧根离子（OH<sup>-</sup>）如氢氧化铵电离生成氢氧根离子和铵离子



在化学，特别是生物化学中，酸和碱的概念很重要。1909年丹麦生物化学家索伦生（Sorensen）提议以pH表示溶液的H<sup>+</sup>离子浓度。当溶液是中性时pH为7，H<sup>+</sup>和OH<sup>-</sup>离子数目相等。从pH7下降到pH0，溶液的H<sup>+</sup>离子逐渐增多，溶液的酸性渐渐增强。从pH7到pH14的溶液呈碱性（图2-3）。

生物细胞对pH的变化十分敏感，大多数生物能适应的pH范围很狭窄。植物和微生物的生长受环境pH值的影响非常明显，人