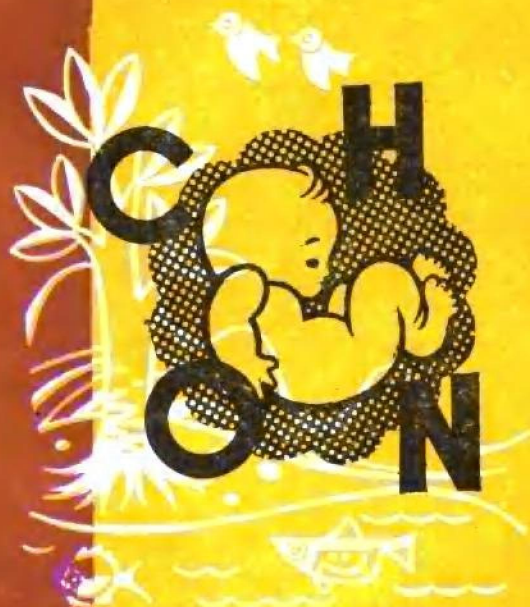


中学生文库

SHENG WENKU

ZH

你了解生命吗？ ——生化漫话



上海教育出版社

责任编辑 张文杰

封面设计 范一辛

中学生文库

你了解生命吗？

——生化漫话

嵇汝运

上海教育出版社出版发行

(上海永福路123号)

各地新华书店经销 上海崇明印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 6.5 插页 2 字数 122,000

1988年2月第1版 1988年2月第1次印刷

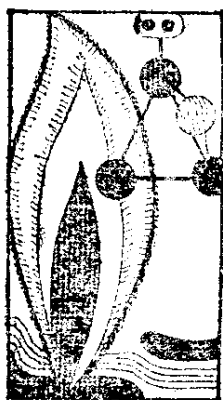
印数 1—17,200本

统一书号: 7150·4109 定价: 1.15 元

ISBN 7-5320-0303-5/G 6·249

目 录

一	地球上滋生着生命·····	1
二	浩瀚宇宙中元素的诞生·····	6
三	哪些元素组成生命·····	15
四	碳是生命物质的基础·····	22
五	有机化合物·····	26
六	生命离不开水·····	31
七	碳水化合物·····	38
八	氧与呼吸·····	44
九	贮存能量的脂质·····	52
十	生命活动中氮的循环·····	58
十一	蛋白质是生物体的基础·····	63
十二	酶是生物体里化学反应 的催化剂·····	69
十三	维生素的功用·····	77
十四	微量元素对生命体的功用·····	84
十五	携带遗传信息的核酸·····	91



十六	遗传密码·····	98
十七	癌症与基因调控失常·····	107
十八	体内信息传递的有线电 ——神经·····	116
十九	体内信息传递的无线电 ——激素·····	126
二十	细胞里的第二信使·····	139
二十一	气味的妙用·····	142
二十二	神奇的信息素·····	150
二十三	味道·····	156
二十四	蚊虫的感官·····	161
二十五	昆虫变态激素·····	168
二十六	植物的生长也由激素 调节·····	171
二十七	自然界的化学战争·····	178
二十八	防御疾病的免疫系统·····	185

二十九	生命的起源·	194
三十	生命的化学研究·	200

一 地球上滋生着生命



如果问我一年四季中最喜爱什么时光，我的回答是没有月华的秋夜。沁凉的轻风驱散了骄阳的余热，飘渺的夜幕结束了市津的喧嚣，昆虫开始多重合奏，歌颂着诗意的生命。于是，我忘却工作的疲劳，欣赏着魅人的夜景，分外理解生命的欢愉。抬头仰望苍空深处，闪耀的繁星像串串珍珠，斜挂的银河极欲顺流下倾。醉人的景象，最令人神驰天外。在这茫茫天涯太空中，地球参加在无数运行的天体行列中。跟其他星球相比，地球只是渺小的星球，却滋生着多种形式的生命，多么富于浪漫的气息！

极目远眺，天空显得那么恬静深沉。然而，表面上万籁俱寂只是假象，物质和能量的巨大变化永恒地在宇宙间进行。生命也只是物质和能量变化的一种形式，却能生息繁殖，衍长种属。要产生生命活动，必须不断地从外界获取与交换能量和物质。



根据光谱分析，一切恒星和星系，都以巨大的速度离我们远去。离开我们愈远的星系，飞离的速度愈大，就是说，宇宙正在迅速地扩张。科学家已经得出一致的看法，宇宙形成的初期，本是一团致密的原始物质。巨大的压力使带有正电荷的质子跟带有负电荷的电子结合，变成不带电荷的中子。引力的作用使这团物质不断收缩，于是温度随着收缩而升高，内部压力愈来愈大，终于引起巨大规模的爆炸，变成一个宏伟的火球。爆炸的威力把内部一切物质抛掷到空间深处。到今天，遥远的星系依然高速飞离，大爆炸的巨大威力还在推动整个宇宙扩张。宇宙不断变化，物质凝聚成各种天体，恒星不断生成，又不断演化，不断衰亡。我们的太阳，只是在这漫长演变中的沧海一滴。地球上的生命，是演变史中的片页。

晶莹点点的夜空中，流星带着闪光的长尾，增添了苍穹的壮丽。这是天外飞来的物体在大气中燃烧，变成灰烬；如

果偶尔没有烧尽，就下堕成为陨石。陨石有石质和铁质之分。石质陨石的主要成分是硅化合物。根据同位素测定，它生成已有 46 亿年。假定在太阳系内，太阳、行星、陨石和其他碎片都在同时期内从原始尘云凝聚而成，那么地球的年龄也在 46 亿年左右。地球上 32~34 亿年龄的古老沉积岩内，已发现有细菌样化石。这样看来，在地球形成后 10 多亿年，生命就出现了。可是，有细胞核的细胞（称真核细胞）以及多细胞的生物体，却又经历 20 多亿年后才出现。这说明生命的演化需要漫长的岁月。

当我轻吟着“天街夜色凉如水，卧看牵牛织女星”，却见织女星已经西移，夜已转深，天空愈来愈黑，我开始产生孤寂的感觉。于是我凝视天空深处，热望有一张飞碟冉冉降临，带来外星的访客。“有朋自远方来”，打破这莫名的寂寞，将多么令人神往。在银河系内，跟太阳并存的恒星超过千亿颗；银河系以外，单从望远镜可观察的，也有上亿个星系。在这无数恒星中，必然也会有恒星像太阳似的带有若干行星，而行星上也许会有生命。我热望他们来临。可是，等待了好一会儿，却只有轻风和玉露跟我作伴，树影和鸣虫为我慰藉。我忽然领悟了，地球上滋生着生命，是因为有一定条件孕育。太空的星球虽多，却并不都有同样优越的条件。

生命的产生，有赖于恒星发出的光和热。太阳是颗不大也不小的恒星，这点对地球上滋生生命有重要意义。宇宙间的恒星虽也发射光和热，但是大小不一，有比太阳大得

多的,有不及太阳大的,它的演变过程,也因质量的大小而有所不同。恒星的光和热,是在它内部的热核反应中产生的。恒星愈大,热核反应进程愈快,物质的消耗也愈快,放出的光和热只够维持几百或几千万年,对于行星上发展生命说来是太短了。以后,恒星便爆炸而变成红巨星,即使那时行星上已有了生命,也将悉数毁灭。另一方面,小恒星的热核反应维持可达千亿年,但恒星过小,行星的轨道也相应较小,不利于生命的发展。太阳不断放出光和热已经有40多亿年了,它哺育了地球上生命的繁衍。宇宙间的恒星,往往二三个甚或更多集合成群。行星环绕恒星旋转,它们的轨道欠稳定,有时靠近母星,有时又因其他恒星的作用而偏离母星,这样会使行星上温度变幻不定,生命便难于维持。地球有稳定的轨道,绕太阳旋转,虽有四季变化,温度相差却并不悬殊,不同种属的动植物因而得在这温床上万紫千红,繁衍昌盛。

行星的大小对维持生命起决定性的作用。如果行星太小,重力作用就小,拉不住大气,空气将在漫长的年代里逐渐逸散到空间。地球上的生命是在大气的庇护下生长的。月球比地球小得多,它不能维持大气,月球表面也未发现生命。如果行星太大,重力维持的大气又过于密集,恒星发射的光不易穿透,行星表面就不能获得足够能量来供应生命活动。

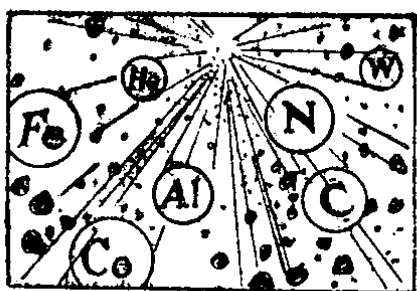
不同恒星发出的光和热的强度不同,使围绕的行星表面温度不一。太阳发出的光芒,使地球表面温暖而不酷热,

正好适宜生命的发展。如果行星表面温度过低，化学反应的进程将很缓慢，就不易产生生命的物质基础；行星表面温度如果太高，化学反应虽可飞速进行，但使组成生命的基本物质生物大分子趋于不稳定，使蛋白质变性，核酸链断裂，生命也难以维持。穿透大气层到达地面的太阳辐射波长在300~1100 纳米，这波段的光线正好有利于生命的发展。辐射的波长愈短，能量愈高。波长过长的辐射，能量太低，不够激活植物的光合作用，不能产生氧释放入大气中，动物就无法生存。波长太短的辐射，能量太高，会破坏生物大分子，危害生命。

地球上充满液态的水，这在宇宙间也是难得的。海洋可能是地球上生命的摇篮，没有水生命就不能存在。火星上没有发现液态水，也未发现生命的踪迹。

虽然已趋夜深人静，树叶还在微风吹拂下轻舞，青蛙也参加了昆虫的合奏，飞虫不时在低空巡飞，芳草无意间沾上一层白露。时至深夜，依然充满着生命的气息。正是地球上得天独厚的条件，使每个角落无不呈现生命的踪迹。在宇宙深处，虽有无数行星，却能有多少能够跟地球的条件相比。想到这里，我意识到天外来客今宵不会光临，虽不免怅然，地球上偏爱于生命的条件却分外令人珍惜生命发展的不易。让我们赞颂生命的美丽，更加奋发有为，创造人类灿烂的文化，为生命增添活力！

二 浩瀚宇宙中元素的诞生



生命有它的物质基础。一切生物体都是由化学物质构成的。这些物质由不同的元素组成，元素又由原子所构成。原子是微小的颗粒，它的直径只有0.1纳米

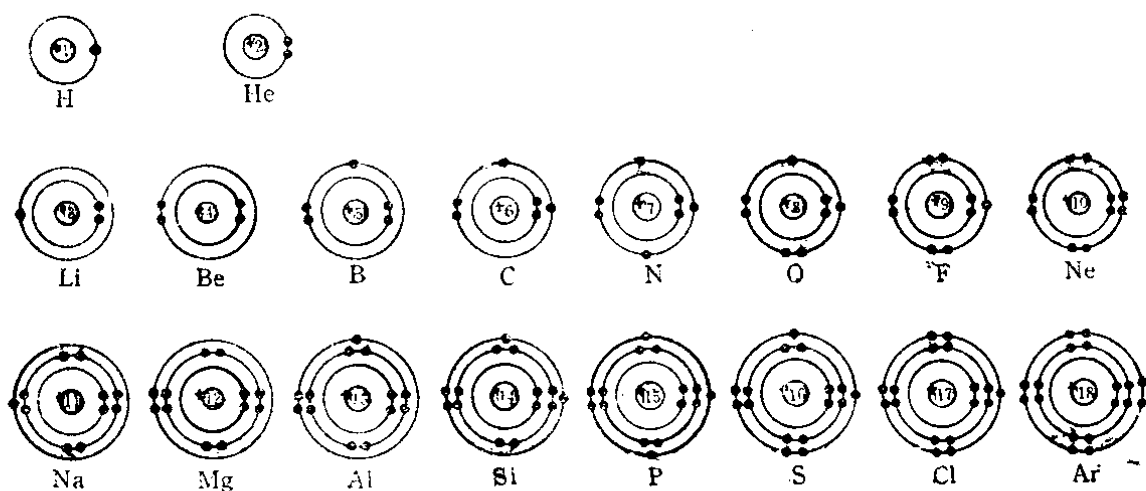
左右。原子的核心是带正电荷的原子核，它的直径只及原子直径的十万分之一。在原子核的外围，有若干电子绕着原子核旋转运动。电子带有负电荷。每一电子所带的电荷，约及 1.6×10^{-10} 库仑，这是电量的最小单位，称为单位电荷。在原子内部，电子是分層排布的。原子核是由质子和中子组成的。质子带有一个单位正电荷。中子不带电荷。原子核所带正电量跟核外电子的负电总量相等，因此原子的电性是中性的。这样，原子核内有多少个质子，原子核外就有多少个电子。电子的质量很小，只及氢原子质量的 $1/1840$ 。因此，原子的质量都集中在原子核。质子和中子的质量分别是

质子 = 1.6725×10^{-24} 克 = 1.00758 原子质量单位

中子 = 1.6749×10^{-24} 克 = 1.00895 原子质量单位

如果只取整数, 那么质子和中子的质量都是 1。这样, 原子的质量正好是原子核内质子的数目加上中子的数目。决定元素性质的, 是原子核外电子层的结构。原子核外电子的数目, 叫做原子序数。

氢(H)原子是最简单的原子, 它的原子核内只有一个质子, 即带一个单位正电荷, 核外有一个电子, 因而氢的原子序数是 1, 原子量也是 1。氦(He)的原子核内有 2 个质子, 还有 2 个中子, 外围有 2 个电子。它的原子序数是 2, 原子量是 4。同理, 锂(Li)的原子序数是 3, 铍(Be)的原子序数是 4。一些元素的原子结构可以用下图表示。

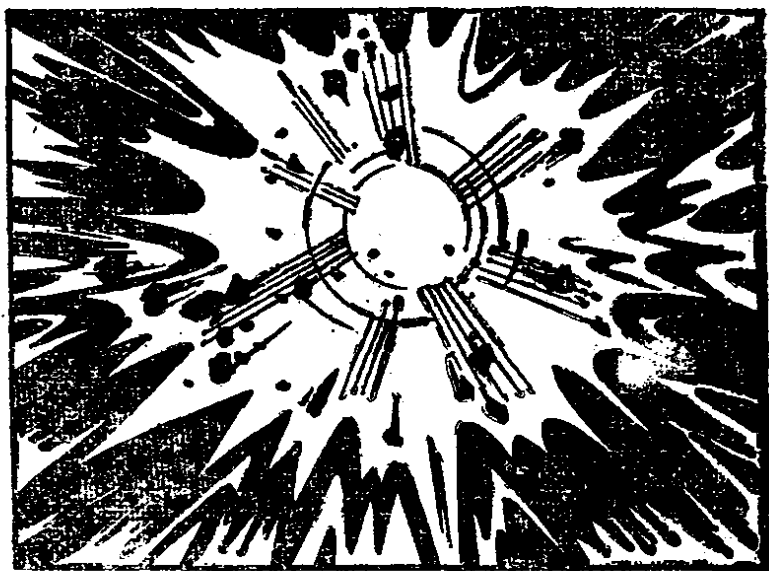


氢原子的原子核内加进一个中子, 原子核的正电荷和核外电子的负电荷并不发生改变, 因而原子序数仍是 1, 但原子的质量增加为 2。这种氢叫做氢的同位素, 俗称重氢。重氢跟氧化合所成的水叫做重水。在化学上重氢叫做氘(读

作刀), 写成 ${}^3_1\text{H}$ 。氦的原子核内有 2 个质子和 2 个中子, 外围有 2 个电子。它的原子序数是 2, 原子量是 4。如果原子核内减去一个中子, 就成为原子量是 3 的氦同位素, 写成 ${}^3_2\text{He}$ 。

大多数元素的原子核外有多个电子, 它们在原子核周围空间运动时有不同的能量。其中能量较小的电子运动时, 在离原子核较近的空间出现的几率较大, 而能量较大的电子, 在离核较远的空间出现的几率较大。这样, 可以设想具有不同能级的电子在原子核外的分布是分层的, 每个电子层可容纳 $2n^2$ 个电子, 其中 n 叫做主量子数。例如第一层 ($n=1$) 可容纳 $2 \times 1^2 = 2$ 个电子, 第二层 ($n=2$) 可容纳 $2 \times 2^2 = 8$ 个电子, 第三层 ($n=3$) 可容纳 $2 \times 3^2 = 18$ 个电子, 以此类推。这样, 氢和氦原子的电子都可容纳在第一层中, 而锂原子有 3 个电子, 其中 2 个电子可容纳在第一层, 另一个只能容纳到第二层。碳 (C) 原子的第二层有 4 个电子, 氮 (N) 原子的第二层有 5 个电子, 氧 (O) 原子的第二层有 6 个电子, 氟 (F) 原子的第二层有 7 个电子。到氖 (Ne) 原子, 它的第二层已有 8 个电子, 已达到饱和状态了。在一个原子中, 最外层电子的能量最高, 它们的运动足以决定元素的化学性质。这些电子叫做价电子, 可决定元素的化合价。前面图中元素的原子结构, 已将电子分层排列。

一切元素都是在宇宙巨大爆炸以后逐步形成的。在巨大爆炸的瞬间, 温度超过一万亿度。在这样高温下, 一切复杂的物质形式都会解体, 以射线(也即能)的形式向外放射,



到后来才冷凝为物质。根据爱因斯坦的相对论原理，物质和能量互相有联系：

$$E = mc^2 \quad \text{或} \quad m = \frac{E}{c^2}$$

这里 E 代表能量， m 代表质量， c 代表光速。这样，质量是能量的致密的形式，它等于能量除以光速的平方。

大爆炸以后，巨大的火球逐渐膨胀，相应地密度逐渐减小，温度随之降低，能量转变为物质。最初存在的物质只是基本粒子，包括质子、中子、电子、光子等。中子的质量比质子加上电子的质量还要稍大，因而较不稳定，会衰变为质子和电子，并放出射线。半数中子衰变所需的时间（叫做半衰期）仅为 10.6 分钟。下式代表中子衰变：

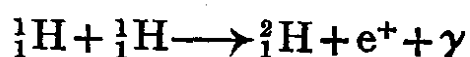


式中 n 代表中子。中子的质量是 1（左上角），它不带电荷，左下角用 0 表示。 ${}_1^1H$ 是质子，也即氢的原子核。 e^- 表示带

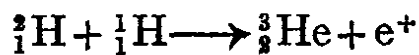
负电的电子。 γ 是希腊字母，代表放出的射线，是能量的一种形式。中子衰变时放出能量，说明它潜藏的能量较高，因而较不稳定。质子和电子潜藏的能量较低，因而更加稳定。这个关系对于生命说来是至关重要的。如果中子更加稳定，衰变反应就会倒转过来，质子会很容易地跟电子结合为中子，使生命的核聚变无法发生。

大爆炸以后，温度很快降低到 10 亿度，那时质子跟中子结合成氘原子核。后者继续跟中子和质子结合，成为氦原子核。这样，氢和氦成为宇宙间含量最丰富的物质。在太阳的全部质量中，72% 是氢，26% 是氦，其他元素只占 2%。在太阳系的行星中，氢也是大量存在的元素。

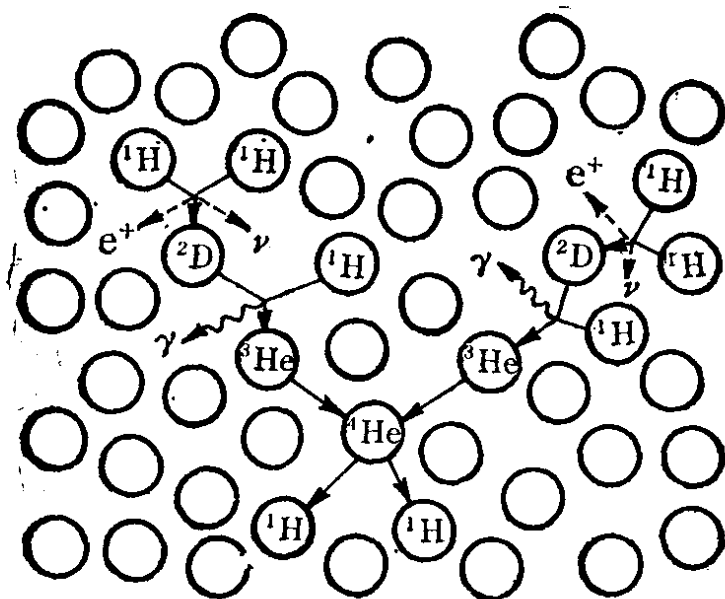
大爆炸后约一小时，温度降到 2500 万 $^{\circ}\text{C}$ ；20 万年后，温度继续降到 6000 $^{\circ}\text{C}$ ，相当于目前太阳表面温度；到 2.5 亿年后，温度降到 -100 $^{\circ}\text{C}$ 。冷却以后，核聚变不再发生，物质以气体云尘状态扩散，又因引力作用，逐渐凝聚为星体。随着凝聚物质的增多，星内物质密度逐渐增高，核心的密度更大。物质愈加密集，引力作用也愈来愈大。本已冷却的物质，因受引力作用极度压缩而重又升高温度。在升到 1500 万 $^{\circ}\text{C}$ 时，恒星内部重新开始核聚变。两个质子凝聚为氘原子核，这变化可以下式表示：



式中 e^+ 代表带正电荷的电子，反应释放出能量。产生的氘原子核继续跟质子结合，生成氦的同位素 ${}^3_2\text{He}$ 原子核。 ${}^3_2\text{He}$ 核不能再跟质子聚变，但两个 ${}^3_2\text{He}$ 核聚变为氦 ${}^4_2\text{He}$ 核。



在以上三个方程式中, 质子聚变成氦核是缓慢的反应。我们的太阳正以这一聚变反应所产生的光和热, 长期孵育地球和其他行星, 让地球能有漫长的年代演化, 诞生生命。第二和第三个反应非常迅速。假如太阳内的核聚变不是从氢核, 而是从氦核开始, 地球就不可能长期接受太阳的能, 便难以酝酿生命。

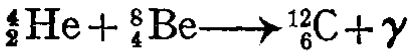
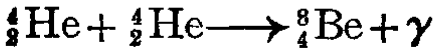


氢聚变为氦, 是恒星内第一阶段反应。图内D代表氘

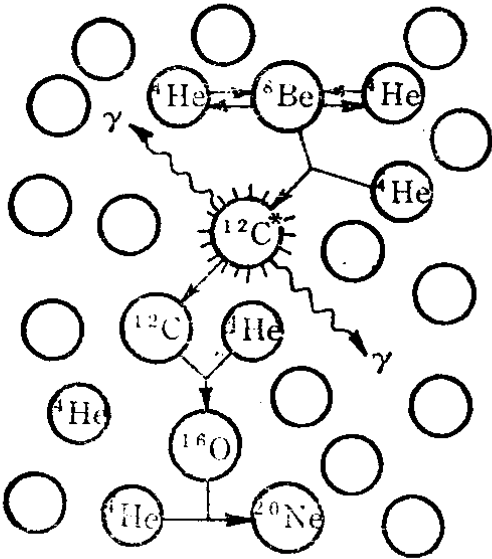
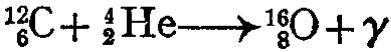
质量愈大的恒星, 氢核的聚变愈快; 质量愈小的恒星, 氢核聚变反应愈慢。太阳是不大不小的恒星, 核聚变正在平稳地进行。照这反应速率推算, 再过 45 亿年, 一半质子将转变为氦核, 那时太阳核心的质子逐渐耗尽, 而外围的质子仍在继续聚变, 于是核心将收缩, 而外围却迅速膨胀, 太

阳演变为红巨星。膨胀的太阳将吞噬水星和金星，甚至可能把地球也包括进去，地上的生命将遭受消灭的厄运！

在恒星核心的氢耗尽以后，便逐渐冷却，核心收缩使密度大幅度升高。随着收缩，温度又升高到上亿度。在这温度下氦核开始投入聚变，两个氦核聚合成铍(Be)核。铍核极不稳定，又跟氦核继续聚变成碳(C)核。碳核的半衰期长达几千万年，比铍核稳定得多。碳正是生命的基本元素。



恒星核心的温度升高到 2 亿℃时，碳核又跟氦核聚变成氧(O)核，或者跟中子或质子聚变成氮(N)核。对于生命说来，氮和氧都是重要的组成元素。



氦的“燃烧”是恒星内第二阶段核反应