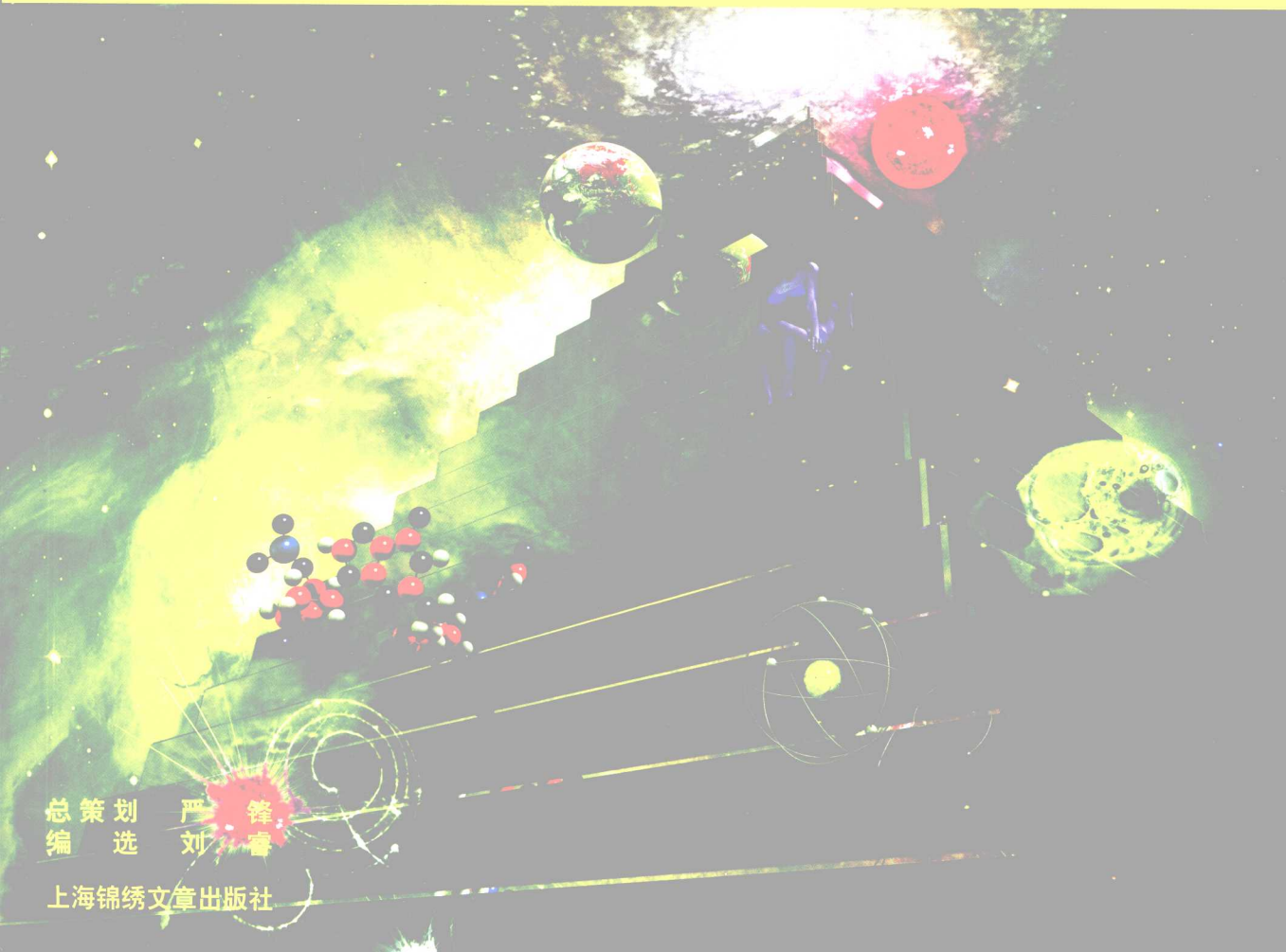


宇宙的台阶



总策划
编选

严锋
刘睿

上海锦绣文章出版社

图书在版编目(CIP)数据

宇宙的台阶：另类科学旅行 / 刘睿编选 .—上海：

上海锦绣文章出版社，2009.7

(我爱新发现丛书)

ISBN 978-7-5452-0417-9

I . 宇… II . 刘… III . 宇宙—普及读物 IV . P159-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 117684 号

总 策 划 严 锋
编 选 刘 睿
责任编辑 吴 迪 毛静彦
装帧设计 丁旭东
美术编辑 徐 徐 赵 青

出版发行 上海锦绣文章出版社
邮 编 200040
经 销 全国新华书店
印 刷 上海文艺大一印刷有限公司

版 次 2009 年 8 月 第 1 版
2009 年 8 月 第 1 次印刷
开 本 18.5 × 21cm 24 开
字 数 80 千字
印 张 5.5
定 价 23.00 元

(如发现印刷质量问题，请与印刷厂质量科联系：021-54483345)



总策划 严 锋
编 选 刘 睿

宇宙的台阶

Les étages de l'univers

另类科学旅行

上海锦绣文章出版社

换一种眼光，世界就会不一样

乍一看这几本书的封面，你也许会好奇：这是卡通漫画、奇幻科幻，还是童话神话？其实我们推出的是一套货真价实的迷你青少年科普丛书，但是你要说它有活泼的卡通漫画风格？没错。有奇幻科幻的想象力？没错。有童话神话的神奇魔力？也没错。新时代的科普，再也不应该是死气沉沉，单调刻板的老面孔啦。我们需要活泼的色彩，因为世界本来就是那么的绚丽斑斓。我们需要新鲜好奇的目光，因为兴趣是发现的最大动力。我们需要天马行空的大脑，因为个性才是创新最好的来源。

换一种眼光，世界就会不一样。《宇宙的台阶》邀请你参加一次宏伟的旅行，起点是基本粒子，终点是已知的宇宙……不，比那还要大，因为我们还要去《发现平行世界》，宇宙之外的宇宙，而那个宇宙之外的宇宙也许就在我们身边！我们还会搭上小外星人 Isolax 的飞船，跟随它一起去完成考察地球的《磁力之旅》。如果有这么个世界，其中的平行线是相交的，住在里面的滋味会如何？那就体验一下《弯曲世界中的噩梦》吧。我们都是在常温下生活，可是在宇宙间最寒冷的地方，东西是什么样的？如果我们到头盖骨里去观看马戏表演，那里的魔术师会为我们表演什么样的精彩节目？银幕上的狼人、吸血鬼、僵尸等真的存在吗？答案会比你想象的更令人惊奇。

《如果人类消失》则把我们带到离我们或近或远的未来。我小时候读过一本苏联伟大的科普作家伊林写的《人怎样变成超人》，他说，人从躲在洞里瑟瑟发抖听外面野狼嗥叫，到耕云播雨、摘星揽月，走过了一条漫长而艰难的道路，而科学技术就是这条道路上的指路明灯。我们还会在这条道路上持续地走下去，而任何旅行，都需要目标，需要远景，需要策划，需要憧憬和想象。这种想象不是无源之水、无本之木，而是建立在坚实的科学原理和现有技术的发展趋势之上。

《我们都是虐待狂》向我们开启的是另外一扇大门：心理的门户。古希腊的德尔菲神庙入口处，刻着一句铭言：认识你自己。探索外部世界重要，发现内心世界也许更重要。我们要打造美好纯净的心灵，要维持和谐安宁的心态，但这不是光有一个善良心愿就可以轻易达成的。心灵深处的运行机制，远比我们想象的要复杂，也远比我们想象的要更难驾驭。我们的心理有哪些弱点？有暗黑乃至残酷的一面吗？能够克服吗？怎么克服？无论如何，人类从来不是完美的，如果我们有缺陷，最好的办法不是回避，而是发现和正视。如果能够承认自己可能会受到负面力量的毒害，我们就更有能力去避免和制约。

从微观到宏观，从现在到未来，从外部世界到内心深处，我们都需要新眼光，新知识，新发现。

严 锋

目 录

宇宙的台阶 P_6

发现平行世界 P_{18}

监视大自然 P_{26}

磁力之旅 P_{34}

弯曲世界中的噩梦 P_{46}

寒冷的秘密 P_{54}

量子计算机：一以当亿 *P* 66

迷人的金字塔 *P* 72

神奇的颅内世界 *P* 88

科学打击犯罪 *P* 104

性，不是生殖那么简单 *P* 116

解读玄幻生物 *P* 122

宇宙的台阶

Les étages de
l'univers

univers

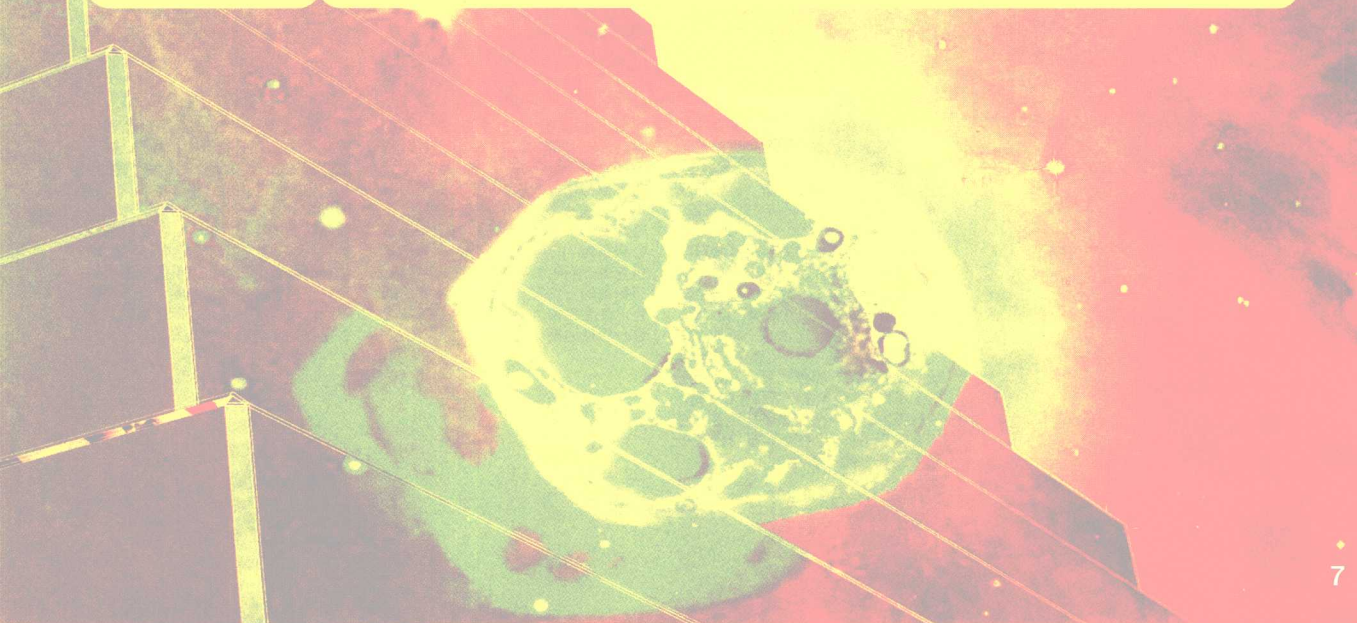


从构成物质的最小微粒到浩瀚无垠的宇宙空间，
人类所认识的全部自然都浓缩在这 10 的 44 次方
的世界里！

撰文 René Cuillierier
插图 Pascal Pineau, Didier Florentz
编译 张亦珂

《新发现》邀你参加一次宏伟旅程！我们将以物理学家们探索到的最短距离为起点，那是原子内部基本组成部分之间相隔的距离。而我们的终点则是整个已知的宇宙，它比我们的起点大 $100\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000$ 倍！你数数看，总共有 44 个 0 ！让我们把招呼打在前头：就算对你的感情再怎么深厚，要让我们每次都写出那么多 0 ，我们准得累趴下！所幸，数学家们一早为我们准备了 10^{44} 这个写法。

好啦，我们的超级变焦之旅将从微观的基本粒子世界展开，也就是从 10^{-18} 米开始。想知道它是什么样吗？那就请翻开下一页！



10^{-18}m 量子真空

亲爱的读者请注意，这里发生的一切与我们周围的世界完全不同，我们可怜想象力将要经受严峻考验！

10^{-18} 米 粒子

把镜头对准1立方米真空，然后放大100亿亿倍，您能想到吗？就在这个小小的空间内，充满了转瞬即逝、现却又消失的粒子。在这样的尺度(10^{-18} 米)，真空并非“真”真空，反倒像一个充实的鸡蛋！然而奇怪的是，那里的粒子存在时间极其短暂，以至于简直不可能被探测到，几乎——注意，是“几乎”——就好像根本没存在过！人们把它们称作“虚粒子”。

三种基本力

虚粒子在其他粒子之间——即构成我们周围世界的“实粒子”间——传递信息。实粒子包括大量的夸克与电子。总体说来，这一切就像是打篮球。夸克与电子是运动员，它们像传球一样互相交换那些虚粒子。传球的动作迫使它们改变方向，相互靠近并最终胶合，或恰恰相反，尽可能远离对方。实际上，粒子们在同一个场地同时玩四种“球类运动”，那就是大自然的四种基本力，这些力在宇宙中无处不在。其中的三种令我们特别感兴趣（叫“弱力”，后面的文章里不涉及）。



第一种游戏 强力

运动员：夸克

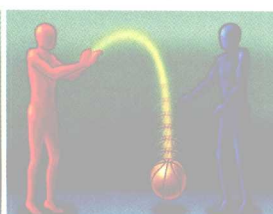
强力是一种强大的力，它的任务是使夸克相互吸引、黏合。夸克之间以物理学家们所谓的“颜色”来相互辨识，一共有“红”、“绿”、“蓝”三种“颜色”。一旦夸克“看到”穿“彩色球衣”的同伴时，就会“啪”地传“球”。不过注意了，这些“色彩”只是物理学家取的名称而已！这个想法来自于电视荧屏，在荧屏上，为了形成一个白点，必须同时亮起三个像素：红、绿、蓝。在夸克那里，道理是一样的。为了获得一个“白”点——也就是不再玩“强力游戏”的夸克集合，必须把三个不同“颜色”的夸克黏合在一起。没有强力，就不会有原子核存在，也不会有原子存在，整个宇宙将会是一锅令人厌恶的粒子粥。



第二种游戏 电磁力

运动员：带电粒子

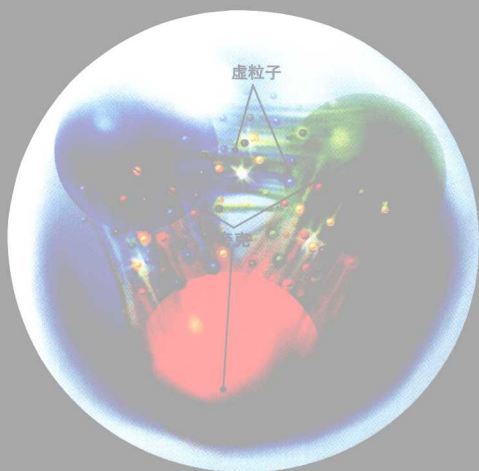
电磁力比强力要弱100倍，而且只在穿另外一类球衣的粒子之间起作用。这是一类“电子球衣”，或为“正”，即带正电荷(+)，或为“负”，即带负电荷(-)。符号相同的粒子相互排斥，符号相反的粒子相互吸引。对于一组总带电量为0的粒子，电磁力对它们不再有效。这种力与我们接触到、看到、感受到的一切都有关系：光，物体的颜色，食品的味道，甚至大脑，活动或是一块铁的硬度……



第三种游戏 引力

运动员：所有粒子

引力作用于所有粒子，不管是哪一种！引力总是令粒子相互吸引。这下就不存在引力不起作用的中性组合了。非但如此，组合中粒子越多，它对引力就越敏感。但是引力的强度只是电磁力的 10^{-40} 倍！因此在粒子世界，引力基本可以忽略不计。相反，物体越是巨大，它对引力就越敏感。引力使得月亮绕着地球旋转，引力制造了恒星与行星，引力让苹果落地，引力使我们宝贵的大气紧贴地球。

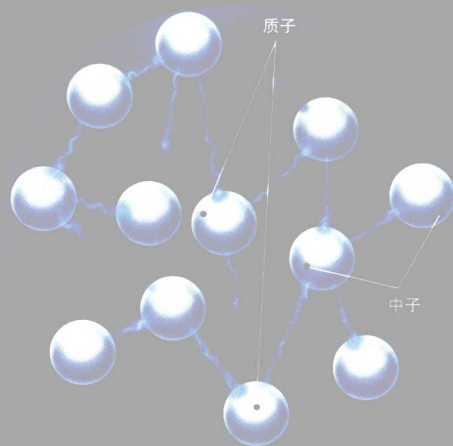


原子世界 10^{-10}m

10^{-15} 米 质子与中子

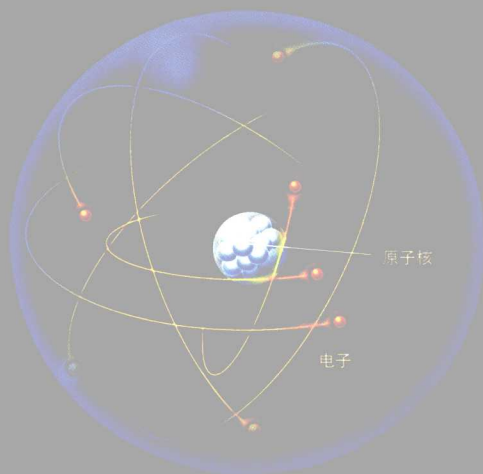
强力把夸克紧紧集中在一起,直到每3个夸克构成稳定的一组。虚粒子自由运动的“火力”是如此密集,以至夸克“三人组”的质量只占整个组合质量的1%。

在原子的核心部分,存在两种夸克小组:一种被称为“质子”,带1个单位正电荷;另一种叫做“中子”,电荷为0。



10^{-14} 米 原子核

从远处看,那些夸克小组是一些分散的“白点”,它们不受强力的束缚。换句话说,当夸克之间相隔很远时,强力——尽管是所有力中最强的一种——消失了。物理学家们认为强力被“屏蔽”了。但是,在中等距离内(10^{-14} 米),已经三三结组的夸克仍然能大致“看清”相邻夸克组成员的“颜色”。于是,它们也会偶尔传几次“球”。正是这些“逃离”质子与中子的强力残余把它们束缚在一起,形成原子核。



10^{-10} 米 原子

到了原子的层面,强力完全消失了。但是原子核带有正电荷,它吸引着带负电荷的电子。电子们组成一种比原子核广阔1万倍的“云层”。没错,原子里基本空空如也。原子核在其中可怜兮兮,仿佛足球场上的一粒小豌豆。原子的名称取决于它原子核里的质子数量。最小的原子是氢原子,一粒质子加一粒围绕它运动的电子。我们耳熟能详的原子有碳原子(其原子核内包含6个质子,6个中子,核外6个电子),氮原子(含7个质子),以及氧原子(含8个质子)。

10^{-10}m 原子总动员

突然之间，宇宙变得格外丰富多彩！

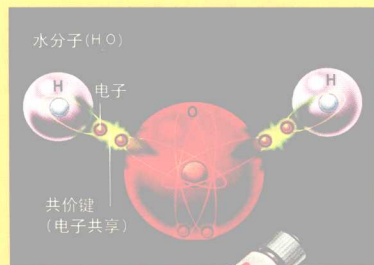
原子是中性的，既不带正电也不带负电。因此，它们对电磁力都不敏感，可以说，电磁力被“屏蔽”了。幸运的是，就像强力“逃离”夸克组一样，这里也存在各式各样的“逃离”。幸亏这样，原子们才能够黏合在一起，并构筑更雄伟的大厦——分子，把它建得要多大就多大，要多复杂就多复杂。大自然的游戏就此真正开始了！让我们打开它的玩具盒看看里面有什么——三支胶水与三种可以任意取用的原子。

1. 三种原子

我们选择了三种最常见的原子：氢原子、氧原子与碳原子。当然，我们本来也可以从百十来种原子中挑选其他几种。不过单单是用这三种原子，再加上三种胶水，大自然就已经玩出很多花样了。大自然把原子组合成分子，再把分子联结起来，塑造出令人眼花缭乱分子大厦，其复杂程度让人难以置信。这些“原子大楼”并非千篇一律，相反，它们大有差别。



2. 胶水



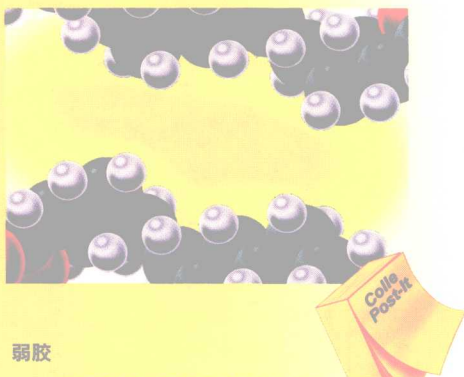
超强胶

这种强力胶的名字叫共价键，它既坚固又灵活。大自然靠它制造出水分子、糖分子、脂肪分子或者其他任何相关的玩意。共价键的形成意味着两个相邻原子共同分享它们携带的电子。可以形成的共价键数量取决于原子电子云中电子的数量，这一规律有点复杂。大体上，原子中最小的氢原子只能形成一个共价键。氧原子可以形成两个，氮原子是三个，碳原子可以达到四个。



中等胶

粘贴纸张的老式胶水能够较强烈地进行黏合，这种力量的学名是氢键。现在来解释一下原理。当一个氢原子与一个氧原子结伴的时候，它俩的电子倾向于被原子核较大的一个，即氧原子所吸引。这样一来，氧原子的周围变得有些偏负电荷，而四周有点光秃秃的氢原子则有些偏正电荷。如果我们把带负电的朝向带正电的，会发生什么呢？两个原子互相粘在了一起，真的哦！



弱胶

便条纸的秘密在于它的胶水有一些黏合力，但又能让便条纸揭下后换个位置再使用。显然大自然的工具箱里备有这种胶水。这种轻微的黏合力叫做范德华力，以一位荷兰学者的名字命名。这种有些神秘的吸引力要部分归因于真空在极小尺度上的奇怪特性。以停泊在码头上的船为例，水浪从各个方向而来，推动船身。而当两艘船泊得较近时，两船之间的水面明显比外侧更平静。这样一来，内侧的水浪无法抵消外侧水浪向内推的力量，两船便越靠越近。便条纸的原理如出一辙，只是水流变成了一堆充满空间的虚粒子……

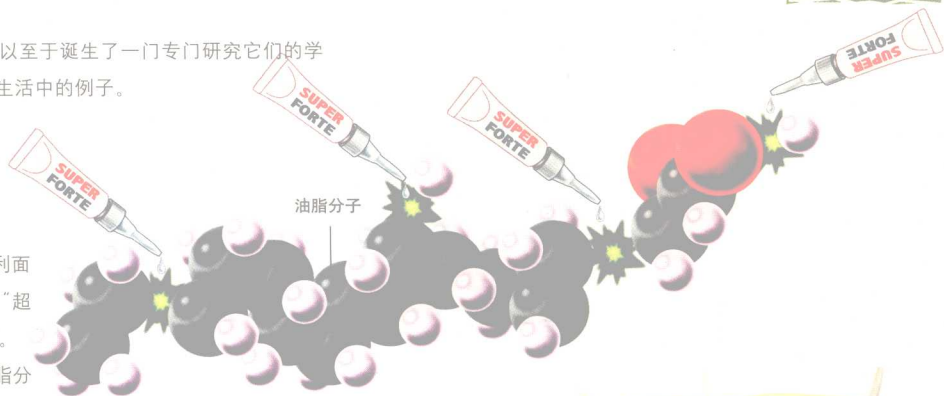
3. 分子

分子的种类如此繁多，以至于诞生了一门专门研究它们的学科：化学。以下举两个日常生活中的例子。

油

要制造出这种貌似意大利面条的油脂分子，我们只需让“超强胶”作用于原子之间即可。

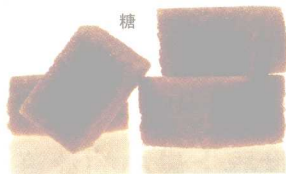
相反，如要结合两个油脂分子，我们得用点“弱胶”。通过范德华力，这些“意大利面条”松松地联结在一起，能够很轻松地滑来滑去。我们平时看到的油的独特流淌方式正是油脂分子间这种联结导致的。



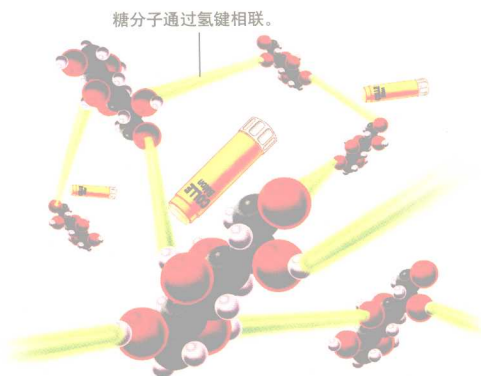
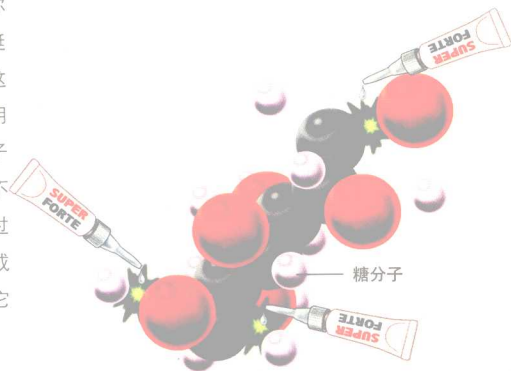
油

糖

“糖？这跟油有什么关系？风马牛不相及！”错，有关系。糖分子与油脂分子均由相同的原子构成（碳，氢，氧），没想到吧？而且两种分子同样柔韧！不过你肯定要说，一块糖捏在手里还挺硬的，而油呢……说的没错，这是因为大自然在制造它们时使用了不同的“胶水”。为了使糖分子结合，必须涂上“中等胶”，而不是“弱胶”。换言之，糖分子通过氢键紧紧地粘在一起，由此形成了坚硬的晶体……直到我们把它放进水里！



糖



细胞膜

脂质分子

“精炼厂”

钠钾泵

细胞能源分子

细胞内部

10⁻⁹m 纳米世界

分子团可以移动，变形，与伙伴们头尾互换，影响它们的行为……总之，成为有用之材！正是借助分子组合的多样性与柔性，大自然才能制造出真正的“机器”甚至“计算机”。

上面这幅图显示了一个细菌的表面，这是一段柔软的双层脂质膜。嵌在其中的彩色瘤状物是巨大的分子，即一些由数千个原子构成的纳米机器！而像一个小磨盘般旋转的部分是“精炼厂”，它燃烧糖分，为细胞运作提供能源。有了能源，图右侧的钠钾泵就能驱除细胞内部过量的钠，并从细胞外部获取钾。

世界上最小的计算机

1936年，天才数学家阿兰·图灵(Alan Turing)首次点明了计算机的实质：一台能够实现所有可能的逻辑运算的机器。为此，他提出了一个简单模型：用一个阅读磁头来回阅读磁带上的信息(数据)，并根据某些预先设置的规则(程序)显示不同的结果。图灵并证明，人们未来制造出的任何一种计算机终究只是这个模型的复杂版本。然而，到了20世纪60年代，人们发现这种“机器”竟然已经在生物细胞内存在了几十亿年！基因编码的指令由A、C、G、T四个字母(类似计算机的0和1)写成，指令被复制在一条很长的叫做RNA的分子上，然后RNA跑到一种叫核糖体的东西那里，它一边“阅读”RNA(数据)，一边开始制造细胞所需的蛋白质(结果)。显然，核糖体就是一部图灵机，一台最简单、最朴实无华的计算机！

正在形成的蛋白质(结果)

RNA分子(数据)

核糖体(计算机)

10^{-6}m 生命的开端

和所有的机器一样，这些精巧的分子组合在运转的时候必须消耗能量，排出废物。假如把它们隔离，它们就像去掉电池的玩具一样索然无趣！

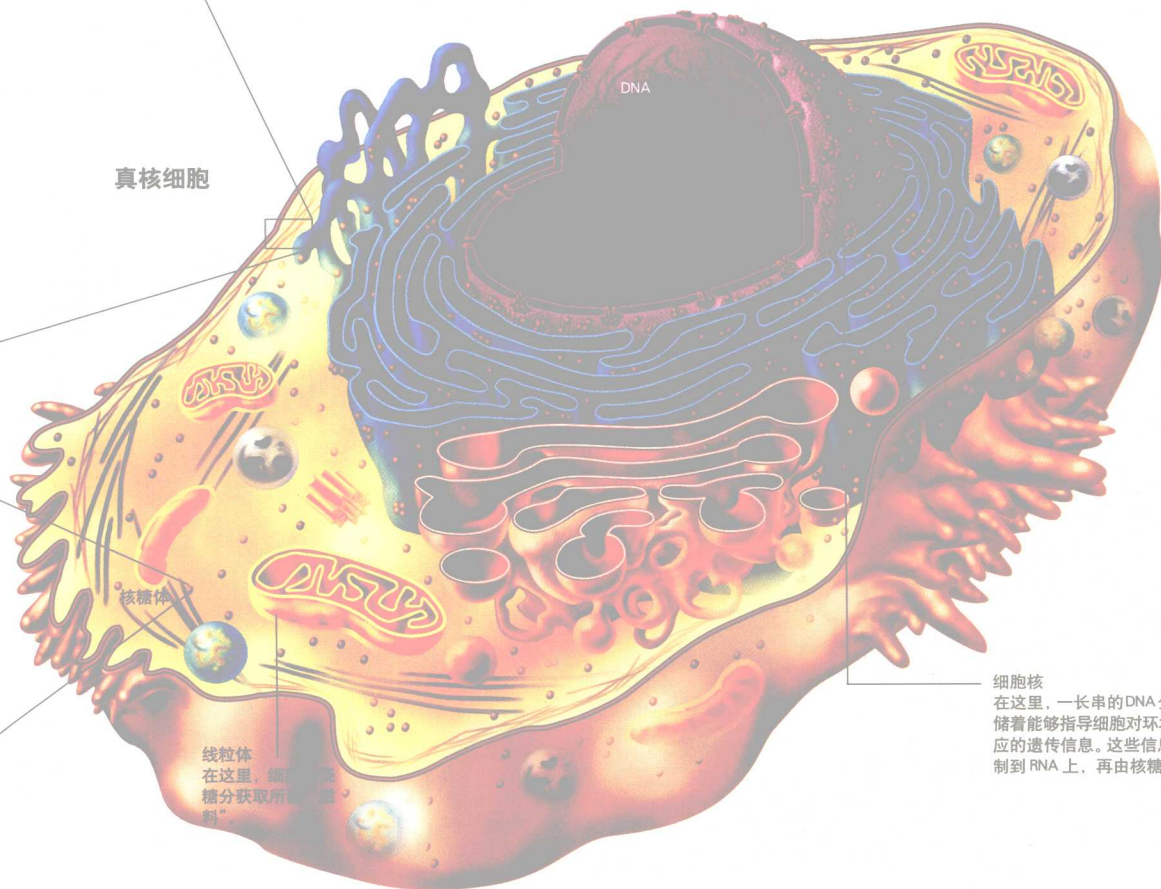
生命的“奇迹”是这样诞生的：优良的纳米机器以成百上千种方式联合起来，互相协助吸取养分，获得能量并最终复制自己。

最小且最简单的生命体是细菌，一般只有几微米(10^{-6} 米或1000纳米)大。

大约15亿年前，某些细菌聚集在一起，遂产生了被生物学家们称为“真核细胞”的最初的细胞。真核细胞包括动物细胞与植物细胞，前者更完善些，后者能够自力更生地从空气与阳光中获取养分。

这是一个正在分裂的细菌。
生殖是生命的基本特性之一。

真核细胞



细胞核
在这里，一长串的DNA分子上存储着能够指导细胞对环境作出反应的遗传信息。这些信息先被复制到RNA上，再由核糖体解读。

线粒体
在这里，细胞通过“糖分获取”获取能量

10^{-5}m 从细胞到生物圈 10^5m

团结就是力量！7亿年前，真核细胞已经群集起来开拓广阔天地，形成了动物与植物！



10^{-5}米 细胞与组织

这一堆细胞排列整齐，如同上街游行的队伍，它们是什么呢？说不定就是你……或者更确切地说是你身上的一丁点儿，比如你皮肤表面百分之几毫米的那一点儿。所有的生命组织都是以细胞聚集的方式形成的。那么它们靠什么结合起来呢？肯定不是电磁力，因为早在前几层台阶上，它就被完全屏蔽了。这里起作用的是范德华力，细胞膜的摩擦力，还有固定于细胞表面的特殊分子的嵌入作用。细胞膜使得细胞具有粘性，而那些特殊分子使细胞得以紧密地嵌在一起。

10^{-3}米 器官

在高等动植物——就像是我这一类的——身上，细胞群形成分工不同的小组，它们要完成各种必要的任务，以保证整体的有效运作。你那1平方微米的皮肤包含了数万个细胞，它们分属不同的组织，同时完成好几项“工作”，帮助你过滤太阳光线，向外疏散你体内“锅炉”产生的热量，保护你的其他器官不受外界侵袭，甚至包括呼吸。



$10^0\text{米}=1\text{米}$ 生物体

现在轮到你了！多细胞生物大小不一，色彩缤纷！小的才几微米，大的有100多米。它们在一起形成了生态系统。生态系统的功能几乎都遵循一个相同的原则：在阳光的作用下，植物吸取二氧化碳(CO_2)，吸收土壤中分解的有机物——主要来自动物（如动物的排泄物）。反过来，动物食用植物（或者说有些动物食草），呼吸植物排放出的氧气。这样氧气与二氧化碳永久循环！



10²米 生物体

这是地球上最大的生物。位于加州的一株红杉树，高达百米。

10⁵米 生物圈

100公里——这大致就是包围地球的空气层与水层的厚度。这100公里内生活着所有的生物。生态系统的大循环保证了空气中氧气与二氧化碳的含量。这一含量可以说是恒定的，更确切地说，它曾经很稳定，直到人类出现才不那么稳定。所幸二氧化碳具有众所周知的增高温度的作用。假如地球上没有二氧化碳存在，那么地表温度会降至-17℃。相反，如果地球上只有二氧化碳，那么温度会超过400℃！海洋、大气层以及所有生物构成的生物圈，组成了一架庞大的机器，它依赖太阳能已经运转了数十亿年。

引力作用凸显

在一定的范围内(10⁻⁵~10⁵米)，引力逐渐变成自然界的主导力。引力在生物体内部几乎不起什么作用，但是生物的头越大，它就越能感受到引力。为什么？首先，其他类型的力在该范围乃至更大范围内简直可以完全忽略；其次，如我们文章开头所讲，一个物体含有的粒子越多，那么它对引力就越敏感。

细菌与真核细胞十分渺小，所以它们漂浮在一个实际上没有引力的世界里。举例来说，如果我们碰一下在桌边游走的蚂蚁，让它从比自己高千百倍的地方坠落，那么空气的黏度能够让它毫发无损地安然落地。不过，你的情况跟蚂蚁不一样，你可比它大多倍……