

学校的理想装备

电子图书·学校专集

校园网上的最佳资源

世界科技全景百卷书 (6)

二十一世纪之光



## 二十世纪之光

## 新世纪科学革命

### 一位伟大的犹太人

几乎在量子力学对牛顿经典物理学的革命的同时，物理学界还发生了一场惊心动魄的对经典物理学的叛逆，这就是爱因斯坦的相对论。

相对论不仅仅是一条物理学理论，引发了古老物理学的一场大地震，而且改变了人们认识我们所赖以生存的这个世界的思想观念和思维方式，对开创物理学乃至整个人类文明的新纪元都产生了巨大的影响。

爱因斯坦的一生，是充满戏剧性的一生，当他还活在人世间的时候，他就已经被认为是人类历史上最富有创造性才智的人。

然而，面对人类社会中一些极其可怕的事件的侵袭，他不得不自叹无力回天，他只能承认自己是一位孤独的旅客，他的心灵同宇宙一道遨游。

他的名声如雷灌耳，这使得他所发出的呼声能发生重大的影响，他以此来支持诸如和平主义、自由主义和犹太复国主义之类的事业。

他的著名的能量——质量方程式（说一个粒子可以转化为巨量的能），由于制造出破坏性空前强大的武器原子弹和氢弹，而得到惊心动魄地证实，这是命运对他的极大的嘲弄。

1879年3月14日，这位伟大的物理学家，出生在德国的一个犹太人家庭。

他的父亲和叔叔一起开了一家制造电器设备的小工厂，母亲是个颇有造诣的钢琴家。

小时候的爱因斯坦一点也看不出来有什么天才，到3岁的时候，还不会讲话。6岁上学，在学校里成绩非常差，一上课就是被批评的对象，老师还说他永远也不会有什么大的出息。大家一致认为他是一个天生的笨蛋。

后来，小爱因斯坦听妈妈的话，开始拉小提琴，在妈妈的精心指导下，他后来竟成了有造诣的小提琴家，尽管他没有成为职业演奏家，但那把心爱的小提琴，整整陪伴了他的一生。

爱因斯坦在12岁的时候，就已经决定献身于解决“那广漠无垠的宇宙”之谜。15岁那一年，由于历史、地理和语言等都没有考及格，也因为他的无礼态度破坏了秩序和纪律，他被学校开除。

由于没有拿到毕业证书，他进不了大学。17岁的时候，在一位亲戚的资助下，他才考进了苏黎士工业专门学校。

在这所学校里，他把自己全部的时间精力都用于物理实验，研究理论物理学和哲学问题。即使是学习物理学，他也是走自己的路，进行自己的思考，而从不盲从。这为他日后从事理论物理研究打下了坚实的基础。

可是，对于爱因斯坦来说，残酷的现实却是毕业就等于失业，正像他自己所说的那样：“突然被所有的人遗弃了，手足无措地面临着人生。”没有人愿意给他一份工作做。

为了能够活下去，他艰苦地奔波忙碌着，代课，给人家做家教...贫穷只能使人饿死，却不能把人吓死，他没有中断自己心爱的物理学研究活动。

后来，他想了很多办法，托关系找后门，终于在伯尔尼瑞士专利局当了一名审查员。生活这才开始有了保障。1903年，爱因斯坦同他在大学时的情人米列瓦·玛丽倚结了婚。

婚礼举行完了以后，新婚夫妇进不了新房，只能在房门口站着，因为新郎忘记带钥匙了。那时，虽然日子过得很清苦，有时一连几个星期都吃不上一顿荤菜，但爱因斯坦觉得那是自己一生中幸福最有收获的岁月。

1905年初，爱因斯坦在《物理学》杂志上连续发表了五篇论文，这些论文中所提出来的观点永远改变了人类的宇宙观。

在《关于光的产生和转化的一个启发性观点》一文中，爱因斯坦假定光是由单个的量子（后来称为光子）组成的，这种光子，除了波状行为外，还显示出某些只是粒子才有的性质。

于是，爱因斯坦把光的理论革命化了，而且解释了一些现象，其中就有一种叫做光电效应，即某些固体受到光的冲击而发射出电子的现象。

爱因斯坦始终没有停止对事业的执著追求，每天下班一回到自己住在顶楼的家，就立即坐在桌边，面前放着一堆乱纸，他右手拿着一本书，左手耐心地摇着一辆童车，那时，他们的儿子已经来到这个令人欢喜令人忧的世界了。

有时候孩子尿尿了或者肚子饿了，发出震耳欲聋的哭声，爱因斯坦才中断看书，把孩子服侍好，又全身心投入到迷人质的物理世界。

小房间里散布着一股廉价雪茄发出的烟味，墙角处有一个陈旧破烂的炉子，过道上挂着还在滴水的湿衣服，为了降低屋内湿度和调节空气，房门敞开着。

爱因斯坦当时作为一个“小人物”，其日常生活的琐碎平庸，同他生活中的另外一方面，即科学成就的重要与伟大，恰好形成鲜明的对照，而正是这种强烈的反差。才使他那小人物的生活显得越发重要。

这位天才平淡无奇的生活使他成了一个传奇式的人物。

一条灯芯绒灯笼裤，从来不喜欢穿短袜子，一把小提琴，一副学者式的心不在焉，还有一张伸出舌头的照片，这一切使他那高深莫测的理论洋溢着浓浓的人情味，因而得以广泛地传播开来。

## 狭义相对论的诞生

爱因斯坦的狭义相对论从根本上改变了作为人类思考基本要素的时间和空间的陈旧概念，它认为，如果对于一切参照系，光速是不变的，而且一切自然规律都是相同的，那么可以发现，时间和空间都是相对于观察者的。

狭义相对论起源于爱因斯坦16岁时写的一篇论文。即《关于磁场中的以太的研究现状》。

“以太”这个源于希腊文，即空气的上层之意的名词，是亚里斯多德所设想的与构成地球万物的水、土、火、气四元素不同的构成神灵世界的一种轻元素。

到19世纪末期，万有引力被发现以后，复活了亚里斯多德关于“以太”的设想，说“以太”是宇宙真空中引力的传播介质，从此，“以太”被引入物理学，而且被说成是“光波”和电磁波的传播媒介。

爱因斯坦却没有盲目地跟在牛顿后面，为牛顿喝彩，在儿子的摇篮边，为了研究“以太”究竟是存在还是不存在，“以太”到底是什么，他不知度过了多少个不眠之夜，他一边大胆地假设，一边小心地求证，狭义相对论终于问世了。

爱因斯坦研究了光在“以太”中的传播问题，大胆地否定了“以太”的存在。

爱因斯坦认为关于时间是不断流动延续，空间是广阔无边，物体的存在与运动对此一点影响也没有的观点是毫无道理的，这就从根本上动摇了牛顿的信仰。

爱因斯坦认为，时间、空间、物体、运动是不可分割的统一整体，物体的运动变化，不但影响空间的大小存在，而且也影响时间的流动过程。

最明显的例证是在物体运动速度充分大时，时钟会显示变慢，物体会沿运动方向缩小尺寸。在过去，牛顿的万有引力定律对于计算围绕太阳公转的行星，如水星、金星、地球、火星等的运行轨道及人造地球卫星的运动轨道也卓有成效。

它甚至可以分秒不差地预报百余年后在地球上某处能够看到的日全食或月全食的时间，许多人对这条万有引力定律奉若神明，把它讴歌成整个宇宙的绝对真理。

但是相对论阐明了：牛顿的运动定律只有在物体运动速度远比光速低的场合下才适用，万有引力定律也只有在强度弱的场所才成立。

就这样，相对论把这些定律从宇宙的绝对真理的宝座上拉了下来，证明它们无非是相对真理而已。

对牛顿的经典物理学进行了全盘的否定之后，爱因斯坦提出了全新的时间空间和运动概念，并经过复杂的数学推导和运算，最终导出了一系列重要的狭义相对论结论。

当爱因斯坦发表狭义相对论的观点时，年仅 26 岁。一个年仅 26 岁的年轻人，竟然把支配物理科学 200 年之久的牛顿物理学大厦给彻底摧毁了，整个世界为之哗然、愕然！

## 广义相对论问世

1912 年冬天，当第一场瑞雪普降人间的时候，大地白茫茫的一片好干净，天与地之间一片澄明，人们纷纷来到雪地里堆雪人、打雪仗。

爱因斯坦踏着地上的积雪，口里哼着一曲古老的歌谣，又回到了苏黎士（瑞士）联邦工业大学。从这时起，他有了一笔丰厚而稳定的收入，生活得非常幸福美满，对自己的婚姻也觉得很满意。

然而好景不长，1914 年 4 月，爱因斯坦又把家搬到柏林，在那里，爱因斯坦接受了普鲁士科学院的一个职位。那年夏天，他的妻子和两个儿子在瑞士度假，由于一次大战的爆发而不能返回柏林，几年之后，这一被迫性的长期的两地分居导致了离婚。

爱因斯坦厌恶战争，他曾利用自己的影响，号召人们同法西斯主义进行坚决的斗争，并不惜代价去阻止罪恶的战争，“他必须准备坐牢，准备经济破产，总之，他必须准备为他的祖国的文明幸福的利益而牺牲他个人的幸福”。他还直言不讳地批判了德国军国主义。

但爱因斯坦始终没有忘记自己肩上所担负的神圣的使命，他更加全神贯注地去完成他的广义相对论。

为了研究广义相对论，爱因斯坦可真是不要命了，多年以来没有规律的生活，给他的身体造成了巨大的伤害，肝炎和胃病几乎要把他给摧垮了。

爱因斯坦以为自己得了癌症，于是，他更加自觉地抓紧一切时间，真是达到了不吃饭不睡觉的地步。

为了研究，他把自己关在一间小阁楼里，把门从里面反锁着，不让任何人打扰，只是到了黄昏时分，他才出去放放风。

两个星期之后，爱因斯坦面无血色地从小阁楼里走了出来，手里抱着一叠厚厚的文稿，大声地向世界宣布：我研究出来了！就这样，广义相对论诞生了。

1916年，在《物理学》杂志上，他发表了《广义相对论的基础》一文。

诺贝尔物理奖金获得者马克斯·玻恩把广义相对论看作是“人类关于大自然的思想和最伟大的成就，是哲学的深度、物理学的直觉和数学的技巧的最惊人结合”。

广义相对论是一种没有引力的新引力理论，是适用于所有参照系的物理定律。

广义相对论认为，时间与空间与物体运动整体的不可分割性，不但在匀速直线运动情况下存在，而且在有加速度运动的情况下，也同样存在。

爱因斯坦还进一步指出，加速度运动与引力场（重力场）引起的运动就是一回事，是等价的或等效的。这就推广了相对论的基本内容。

根据等效原理，引力可以等效为加速系统中的惯性力。引力可以被一个加速系统完全抵消，引力也可以用一个加速系统体现出来。

这样，爱因斯坦就把引力进一步归结为由加速系统所体现出的时空几何特征。不同的加速系统就有不同的时空几何特征，则就代表不同的引力场。

所以，爱因斯坦的广义相对论又把引力与时间空间的几何特征联系起来。所谓几何特征，那就是时间、空间距离的测量，时空的弯曲性质等。

那么，引力究竟是什么呢？引力就是时空的弯曲，在广义相对论中引力的本质就是时空弯曲，引力本身已不存在。

比方说，有两个质量很大的钢球，由于受万有引力而相互吸引，相互接近，这是牛顿的看法。

爱因斯坦的广义相对论则并不认为两个钢球间存在吸引力，它们之所以接近，是由于时空好像一张原来拉平的膜，现在两个钢球太重使这张膜压弯了，这时两个钢球是由于沿弯曲的膜滚到一起，即由于时空弯曲而沿短程线运动。可见二者是根本不同的引力理论。

爱因斯坦认识到，我们所生存的具有长、宽、高三个方位的空间和一直流动延续下去的时间，结合在一起成为四维时空的整个宇宙是弯曲而有曲率的。

爱因斯坦从广义相对论出发，作了一些伟大的科学预言，有的已经被观测所证实，比如水星近日星的进动，光谱线的引力红移和引力场中光的弯曲。

水星是我们所知道的离太阳最近的行星，它每绕太阳公转一周，离太阳最近那一点的位置就有些改变，这种现象称作水星近日星的进动。爱因斯坦根据广义相对论解释了当时人们不能圆满解释的这种现象。

爱因斯坦的第二个预言就是，引力场很强的恒星发出的光谱线向红端（波长比较长的一端）推移，1924年，在天文观测中证实了有引力红移现象。

其中较容易测量的是星星所发出的光线，从太阳旁边通过变得偏斜弯曲的数据。根据爱因斯坦的计算，可偏斜度为1.75弧秒。

据当时天文观测，1919年5月29日，赤道地区将要发生日全食，这正

好被利用来观测太阳边缘所射来的星光。广义相对论能否被证实，就要看这一次的观测结果了。

全世界的科学家们都在翘首期待着这一天的早日到来。日食那天，观测队拍摄了大量的日食照片，经过对这些照片的显影与分析研究，终于测得光经过太阳附近的弯曲度是 1.61 到 1.98 弧秒之间。它与爱因斯坦的计算相差无几。

爱因斯坦一直把广义相对论看成是自己一生中最重要的科学成果。确实，广义相对论比狭义相对论包含了更加深刻的思想，这一全新的引力理论，到目前为止，依旧是一个最好的引力理论。

当然，在以后的几十年中，由于很少得到新的观测或者实验的检验，同时也由于广义相对论的数学结构过于艰深，广义相对论在差不多半个世纪的时间里受到了冷落。

本世纪 60 年代以后，广义相对论又重新散发出其特有的芬芳。

由于大口径的光学望远镜和射电望远镜的发展，陆续发现了一些新天体，那里存在着很强的引力场。而广义相对论正是进行这方面研究的重要工具，它曾经预言过有引力波。

引力是从牛顿时代就已经为人们所广泛了解的，而引力波就不同了。这同人们很早就知道带电体之间有作用力，但是不等于已经认识到电波的存在一样。

直到 1978 年，人们才从对一个脉冲双星系进行几年观测结果的分析中，找到了引力波存在的间接证据。

爱因斯坦还根据广义相对论，提出了关于宇宙的有限无边模型，推动了宇宙学的发展。

广义相对论的问世，使爱因斯坦这个名字迅速传遍了全世界。这使爱因斯坦感到不可思议。

有一次，他的儿子问他：“爸爸，你怎么会出名的呢？”他先是哈哈大笑，然后作了一个形象、生动、传神的比喻：“儿子，你看，一个盲目的甲壳虫在一个球面上爬行，它没有意识到它走过的路是弯的，而我能意识到。”

当爱因斯坦期待着罪恶的战争能早一点结束的时候，他越来越多地卷入到和平运动中去，甚至有好几次到大街上去散发传单。他在给朋友的信中，感慨万千地写道：

“古代的耶和華仍然无处不在。哎，他把无辜者和犯罪者一道屠杀，他使那些犯罪者盲目得如此可怕，以致他们竟然不会有犯罪的感觉...我们正在应付一种流行的谬见，这种谬见业已造成无穷的苦难，它有一天将会消失，成为后代子孙惊奇的一种荒谬可怕而又无法理解的源泉。”

然而，爱因斯坦对人世间的一些事情却看得过于简单，1918 年，德意志共和国宣告成立和实行停战，他就曾十分天真地认为，军国主义在德国已经彻底根除了。

## 统一场论

尽管 20 年代，对于爱因斯坦的相对论，人们持欢迎的态度，也夹杂着一些恶声臭骂，而爱因斯坦却没有在乎别人是怎么说他的，他仍旧一如既往地走着自己的路，去寻找电磁和引力之间的数学关系。

爱因斯坦认为，这是发现掌管从电子到行星宇宙万物运行的共同规律的第一步。

爱因斯坦企图寻求一个方程或公式把物质和能的各种普遍性质都联系起来，这就得到了所谓的统一场论。

统一场论是爱因斯坦着力攀登的一座高峰，尽管这场攀登从一开始就注定是要失败的。他除了选择的目标比别人高大外，在达到这个目标的征途中，还大刀阔斧地使用了批判的武器。

当然，爱因斯坦的批判不是指向个别的科学推论，而是直接牛顿力学的基石，指向绝对的时空观。

牛顿力学认为，物质的质量是不随机械运动而变化的，是绝对的；描述物体运动的空间和时间也是脱离物质运动而绝对孤立地存在的；空间就是欧几里得几何学中的三维空间。

爱因斯坦认为，我们衡量物体长度的尺子本身是和物体同样处在一个运动的坐标系中，如果用一个固定不变的尺子，是没法衡量一个运动物体的长度的，因此长度所表达的空间不是绝对孤立地存在的，空间是跟运动和物质相联系的。

然而，爱因斯坦没有能够完成统一场论，他没有能够把引力理论和电磁理论统一起来。因为迅速发展着的量子理论揭示，单个电子的运动是无法预测的，它在任何时刻的位置和速度都不能以同等精确度来测定，也就是说，亚原子层次的任何物理体系的未来是不能预测的。

爱因斯坦完全承认量子力学的辉煌成就，但却拒绝接受认为这些理论是绝对的想法，而坚信他的广义相对论对于未来的发现是更能令人满意的基础。

爱因斯坦曾经说过一句话，表明他相信宇宙是精确设计成的：“上帝是难以捉摸的，但不是心怀好意的。”在这一点上，他同绝大多数物理学家没有能够走在一条道上。

对此，德国物理学家玻恩曾经作过这样的评价：“我们中间很多人都认为，这无论对他还是对我们都是一出悲剧，他在孤独中探索自己的道路，而我们失去了我们的领袖和旗手。”这一评价，以及别人认为他后半生的工作大部分是徒劳的断占，只有留诸后世来加以评判了。

然而，爱因斯坦确实确实是老了，这是不以人们的意志为转移的。

## 独特的人格

爱因斯坦寄寓在柏林的两间小房子里，过着简单朴素的生活，如同清教徒一般。这里没有接待过任何客人，除了他的助手和秘书之外，爱因斯坦很少让别人来这里。他过着完全隐居的独立生活。

这位大学者坐在一把古老的圈椅里，他那梦幻似的眼光远远越过了这座城市里所有的建筑、喧哗和骚动，一直望到了他自己也说不清楚的遥远的远方。

他的膝盖上放着不少张草稿纸，手里拿着一支老式钢笔，满纸写的都是公式和方程，突然，他的手停下来，眼睛朝向遥远的地方搜索。在沉思中，他还喜欢喃喃自语。

尽管爱因斯坦才 50 岁还不到，但他的脸上却明显地印有数十年来紧张脑

力劳动所留下来的痕迹。他的头发已变成花白色，脸色也十分苍白，有着在大城市温室内生活的人的那种气色。

爱因斯坦最大的业余爱好是音乐，特别是经典音乐。在这里，感受之深，寓意之远，是同至高无上的美的形式交织在一起的，这种和谐的统一，在爱因斯坦看来，就意味着人间最大的幸福。

在大事小事中时时感受到的人类要生存的这种意志已经通过音乐上升到一种绝对的力量，这种力量反过来又吸收了各种感受，并把它融化为高超的美的现实。

爱因斯坦本人就是个熟练的提琴家，他每天都要拉一会儿他心爱的小提琴，这时，他就完全被带进了扑朔迷离的音乐王国之宫，他沉缅于丰富的幻想或快乐的思想之中，忘却了人间世界，滚滚红尘的喜怒哀乐他都毫无感觉，他完全进入了物我两忘的人生最高境界中去了。

爱因斯坦还喜欢独自即兴地弹奏钢琴，但是一有人进屋，他就立即中断不弹了。对于他来说，音乐是一件私事，不打算让外人听的，这意味着劳动之后的消遣，或者是新工作开始之前的娱乐或激励。

1928年初，爱因斯坦突然得了严重的心脏病，而且病情相当危险。他不得不停止了工作，躺在床上休息了四个月。这种状况持续了近一年的时间，他不得不取消了所有的活动，更深地走向孤独。

由于身体的原因以及他不喜欢公开的庆祝活动，他一直都在寻思着如何去回避他的50岁的祝寿活动，他须寻找一个地方，所有的人都找不到他。

为了免去一切风险，他于生日的前几天就来到了哈斐尔河乡间一个花匠的朴素农舍里来过他的生日。

他什么佣人也没有，他自己烧火做饭，自己给自己的生日燃放了一挂长长的鞭炮，自己给自己唱起了生日祝福歌，他是多么地快活，也全然不管这一天全世界的报纸都在发表有关他的文章，也全然不管这一天全世界有多少人在向他表示崇高的敬意！

在这个崇拜成功而对成功之前所走过的痛苦道路全然无知和冷酷无情的社会里，爱因斯坦觉得很不舒服，时常在郁郁寡欢的时候，他为自己的一些奇怪念头而感到震惊。

这个不公正的世界充满了那么多的陷阱和苦难，对他如此宽宏大量，又如此众多的诋毁和谋杀别的有价值的人，永无止境地迫害穷人和失败者，所有这一切都使得爱因斯坦充满着痛苦和失望。

爱因斯坦只能把自己越来越深地埋葬在科学工作中，沉默不语，与世隔绝，这个世界是属于他一个人的，天与地间，好像也只剩下他一个人似的，他什么都可以想，也什么都可以不想，这里没有狰狞的面孔，而只有真理和谬误。

爱因斯坦的声望并没有使他的本质的人性发生扭曲或异化。他一直都在逃避这种声誉所能带来的一切荣华和危险。这种声誉，一直是他所厌恶着的。

对大自然的无限接近使爱因斯坦感到极度的喜悦。尽管他住在柏林，但是他一直都不认为自己是个城市居民。他那么清晰地看到高楼大厦里所堆积着的人性的缺乏：束缚在劳役锁链下一大群贫穷的和富有的奴隶，而这种劳役的目标几乎完全是为满足物质需要。

而在大自然中，这一切都不复存在了。当爱因斯坦一头扎进了自然的怀抱中的时候，他看到了阳光、空气和草木，都伸出她们温暖而又柔软的手，

轻轻地哼着眠歌，拍打着他，他便带着天真满意的笑容睡着了。

当人们大批大批地投身于物欲的泥坑里的时候，我们不能不把荣誉的棕榈枝授予爱因斯坦，他的工作是纯理性的，他的生活是宁静谦逊的。

然而，人类生活中所屡屡出现的那些灾难却一再打击着善良的爱因斯坦：

纳粹军国主义在德国的烧杀掳掠；国际联盟的软弱无能；预示着世界范围的经济危机的来临的纽约证券市场的崩溃；特别是他的小儿子爱德华神经失常，这件事比一切别的事件都更加严重地破坏爱因斯坦的乐观天性。

爱因斯坦多么希望战争能够不再继续下去，人类能够永远和平共处呵！

为了敦促 1932 年 2 月在日内瓦召开的世界裁决会议能够达成裁军协议，他竟然准备建立爱因斯坦反战者国际基金。

当这些会谈失败了的时候，爱因斯坦感觉到他多年来支持世界和平和人类谅解的活动所得到的只是一场空。他以少有的愤怒向记者发表声明：

“他们（政客和政治家）骗了我们，他们愚弄了我们。上亿的欧美人民，和将来出生的亿万男女都已经受骗和正在受骗，被出卖，被骗去了生命、健康和幸福。”

1933 年，阿道夫·希特勒就任德国元首之后，纳粹分子没收了他的全部银行存款，冲进他的住宅抢走了他夫人保险箱内的财物，把他在柏林的心爱的别墅洗劫一空，暴徒们还在大街上公开烧毁他的手稿和著作。希特勒政府还公开取消他的德国国籍。

爱因斯坦的生命面临着巨大的威胁。他被一艘私人快艇送到了美国的普林斯顿。肉体的和精神的双重打击，使他更加衰老了。一个朋友这样写道：

“似乎有什么东西在他心里死灭。他坐在我们家里的一张椅子上，用手指搓弄他的白发，精神恍惚地谈论世上种种事情。他再也不笑了。”

1939 年，丹麦原子物理学家玻尔带给爱因斯坦一个消息，说已经有人分裂了铀原子，总质量稍有点亏损，因已转变为能量。

玻尔设想，如果分裂铀原子的链式反应能够加以控制，那就会产生巨大的爆炸。

爱因斯坦担心纳粹会首先制造出这种“炸弹”，便写信给当时的罗斯福总统，建议美国在“原子弹”研究上要赶快行动。

爱因斯坦没有直接参加原子弹的研制工作。直到 1945 年广岛被炸为平地以后他才知道核裂变炸弹已经搞成功。然而，爱因斯坦的名字却同原子时代的来临引人注目地联系在一起。

爱因斯坦不止一次地呼吁美国政府，不要让科学的发现变做杀人的武器，然而，他的愿望无人理睬。

同他在过去时代的声誉相比，爱因斯坦已经越来越不为人所重视，他自己说，他觉得自己在这个世界上很像是个生客。他的身体状况越来越差，已经不能再拉小提琴了。许多年以前留下来的胃病迫使他放弃抽烟，而且还必须十分注意自己的饮食。

1955 年 4 月 15 日，爱因斯坦住进了医院。他在安静地等待终结，他感到在这地球上已经完成了他的使命，他不止一次地对来探望他的亲人说：“我在这里已经把事情做完。”

由于大动脉外壁破裂，他的身体不可阻挡地被损毁，但他的内心是健康的，甚至可以说是愉快的。

有一次，他对来访的一位朋友说：“我在最后时刻里所经受过的，不是人所能忍受的。——我也许再也不能忍受了！”

但是，在顽强地抵抗所有来自肉体的痛苦的时候，他还拒绝吃药，拒绝打针，拒绝同任何人讨论动手术。

他默默地然而从容镇静地忍受他的命运，直到生命的最后时刻，他还发出一股内在的力量，闪烁出一种巨大的人格的光辉。

1955年4月18日凌晨1时25分，阿尔伯特·爱因斯坦的心脏停止跳动。

在人类无始无终而又无穷无尽的悲哀与寂静中，只有歌德的诗句在人类头顶的上空沉默地回响着：

我们全都获益不浅，  
全世界都感谢他的教诲；  
那专属他个人的东西，  
早已传遍广大人群。

他像行将陨灭的彗星，光芒四射，  
把无限的光芒同他的光芒永相连结。

### 查德威克

当爱因斯坦的名字如日中天的时候，还有无数的物理学家们仍旧在科学的道路上，默默地执着地奋斗着，这是一条充满艰辛的路，这更是一条充满乐趣的路。

詹姆斯·查德威克无疑是这众多科学家中的一员，在物理学这条羊肠小道上，他一直在努力着，不管遇到多么大的困难。

锲而不舍，金石可镂。1932年，从英国剑桥大学的卡文迪许实验室里，传出了一个令世界为之震惊的消息：中子发现了。

当查德威克经过无数次试验，终于用 $\alpha$ 粒子成功地轰击铍等轻元素，发现了“中性粒子”即中子时，泪水禁不住夺眶而出，十几年来，他走过了怎样的一条光荣而又布满荆棘的路啊！

1891年10月20日，詹姆斯·查德威克出生于英格兰柴郡。这是一个性格内向而又不爱哭泣的孩子，出生的时候，他好长时间都没有哭，当接生妇在他的小屁股蛋上使劲打了三下以后，他才“哇”地一声大哭了起来，用他的哭声宣告他经过十月怀胎以后，来到这个注定要含辛茹苦的世界了。

像其他别的孩子一样，查德威克在8岁的时候，背着书包上学了。他个子长得不是太高，性格又温和，大一些的同学老是欺侮他，有一次甚至把他的书和书包全都扔进了学校前面的河里去了。

查德威克实在忍无可忍了，随手拾起地上的一块碎砖头，狠命地向那个扔他书包的大个子男同学砸去，大个子头被砸出了一个小洞，血直往外流。

后来，查德威克被爸爸妈妈狠狠揍了一顿，他也不去解释，任泪水在眼眶里直打转儿，也没让它流下来。爸爸妈妈又提着一篮子鸡蛋，要去给那个大个子赔礼道歉，查德威克死活也不愿意一道去，他坚信自己没有错。

上中学的时候，他的各门功课的成绩都差不多，对物理也没有产生出特别的兴趣，有好几次测验，他都没考及格。

查德威克性格内向，有时一整天都不说一句话，下课的时候，他喜欢独自一人，站在窗前，看天上一朵流动的云，或者看同学们忙忙碌碌在争抢一

个篮球。他喜爱陷入无限的遐想状态中去。

但是，他却有一套独特的学习方法。对于那些不会做的习题，凡是他没有搞懂的题目，他决不勉强自己去做，或者把同学做好了，拿来自己抄一遍，他总是想方设法把问题给弄清楚。

而一旦搞清楚了，他又不是赶任务似地，把题目做出来，总是在草稿纸上，尝试用好几种方法来解这个题目，最后才选择出一种最便捷的方法，把题目做在作业本上交给老师。

他有个座右铭，这就是：“不成功则已，要成功，成绩就应该是颠扑不破的。”这个座右铭，一直陪伴他度过了中学时代、大学时代，乃至他的一生。

1908年，查德威克考入曼彻斯特大学，好像冥冥之中有个什么在主宰着他似的，他选择了物理学专业，从此，他就同物理学结下了不解之缘，并把自己所有的智慧、热血和生命奉献给了这门古老而又充满魅力的学科。

在大学期间，他仍是那么沉默寡言，有点腼腆甚至有点害羞，当同学们纷纷流连于舞厅、咖啡厅和花前月下时，他却把自己投入到物理学的星空中去，跟那些已故的大师们亲切握手，倾心交谈。

甚至当一个女同学恶作剧似地给他写了一封情书的时候，他居然被弄得手足无措，并且被吓哭了，这件事一直被传为笑话。

查德威克不喜爱出风头，不爱抛头露面，正是由于这种不慕虚名，不为浮名所累，任劳任怨脚踏实地的治学精神，使他一生在物理学的研究上取得了一个又一个辉煌的成就。

1911年，查德威克以优异的成绩从大学毕业，此后在卢瑟福教授的指导下在曼彻斯特物理实验室工作了两年，从事各种放射性的研究。

没过多长时间，他用 $\alpha$ 射线穿过金属箔时发生偏离的实验，有力地证实了原子核的存在。

由于他卓有成效的工作受到当时科学界的认可，1913年，他荣获科学硕士学位，并取得了“1851年奖学金”，赴柏林夏洛腾堡技术物理研究所，在H·盖革教授指导下工作。

盖革教授是计数管的发明者，查德威克在他的精心指导下，成天把自己关在实验室里，潜心研究放射性粒子探测技术，并取得了相当重要的研究成果。

正当查德威克准备大展宏图的时候，不幸扇动着丑陋的翅膀，降临在他的身上。

第一次世界大战期间，正在实验室里认真观察实验结果的查德威克，被一伙法西斯分子，用枪托打昏以后，带进了德国鲁赫本平民拘留所。他是被当作战俘扣留在这里的，尽管他从来也没有参加过战争。

在拘留所里，法西斯分子硬逼他承认杀死了多少多少德国士兵，还逼他承认他是英国政府派来的间谍。倔强的查德威克用沉默来表示他的抗争，法西斯分子就用种种酷刑来折磨他，他常常被折磨得死去活来，但他一滴泪也没有流过。

更令他痛苦不堪的是，他无法继续从事他心爱的实验工作，去探索人类那么多的未知领域了。这对于一个无限热爱科学事业的人来说，是一个多么巨大的遗憾。

然而，他没有自暴自弃，更没有用死亡来了却自己的痛苦。后来，他利

用法西斯分子对他稍微放松了看管的机会，联合其他几位战俘科学家，在拘留所里，搞起了一个小小的实验室。

这间实验室是一个只能拴两匹马的废旧的马棚，查德威克等人就是在这里从事射线的实验的，当马粪和马尿的臊臭味不绝如缕地飘进他们的鼻子的时候，他们却浑然不知。他们沉湎于射线给他们带来的巨大的快乐之中，他们感觉这样的实验，真是别有情趣。

1918年，第一次世界大战结束。多行不义必自毙，德国宣布无条件投降。查德威克也被释放。长夜漫漫，终于到了尽头，他回到了自己魂牵梦绕的祖国——英国。

1919年，他接受了英国剑桥大学冈维尔和凯恩斯学院的沃拉斯顿奖学金，继续在卢瑟福教授的指导下工作，这时，卢瑟福已经就任剑桥大学卡文迪许实验室主任，查德威克也来到了这里。

就在这一年，卢瑟福和助手们合作，用α粒子轰击氮原子核的时候发现，氮原子核破裂以后，发射出原子量是一个带正电粒子，这种粒子被命名为质子（实际是氢原子核），破裂以后的氮原子核和α粒子结合成氧原子核。

卢瑟福这个实验表明，不但放射性现象会导致原子自然蜕变，从一种元素变成另一种元素，而且可以用人工方法变革原子核，把一种元素变成另一种元素。

在剑桥大学，查德威克自始至终都参加了卢瑟福进行的用α粒子轰击的方法使其他轻元素嬗变的工作，并对原子核的特性和结构进行了认真的研究。

1920年，查德威克通过对α粒子散射所进行的测量，最先测定了原子核所带的绝对电量，即核电荷数，结果和莫塞莱的原子序数理论吻合得无与伦比。

早在1919年，卢瑟福用氮第一次探测到核蜕变效应，查德威克站在导师肩膀上，继续向前苦苦地求索着，终于发现了射线所引起的核蜕变。

因为查德威克成就卓著，他被升任为卡文迪许实验室副主任，并于1927年当选为皇家学会会员。

事业上的巨大成功，使他深深地受到利物浦的艾林·斯图尔特·布朗小姐的青睐，然而查德威克天生不会谈情说爱，布朗小姐只好主动发起进攻，他才渐渐地开了窍。

1925年，34岁的查德威克和布朗小姐终成眷属。结婚以后，查德威克过上了幸福美满的家庭生活，并在一年以后，有了一对孪生儿女。他全身心地体会着人世间的这种天伦之乐。

查德威克喜爱养花，他把自己的实验室和居室都变成了花房，闲暇时分，浇浇水，松松土；累了的时候，看看花，赏赏景，他满足地陶醉于花的芬芳和花的鲜艳中。

业余时间，查德威克还喜爱和妻子一起骑上自行车，带着一对儿女，到芳草碧连天的河边去钓鱼。可是，有好几次，当鱼把钓杆都拖到水里去了的时候，他竟然一点也没有觉察到。

查德威克又把思绪投入到扑朔迷离的物理世界中去了。

## 终于发现中子

早在 1896 年，法国科学家柏克勒尔发现了放射性现象，当时，物理学家们把它解释为原子核的自发衰变，这说明原子核是由许多更小的微观粒子构成的。

本世纪 20 年代，人们已经知道了两种亚原子粒子：汤姆生发现的电子和卢瑟福预言的质子。

1903 年的时候，汤姆生提出了原子的“西瓜模型”。按照这个模型，原子是由正电荷物质（带正电流体）均匀分布在原子的整个体内，负电子则嵌入连续正电荷中，像瓜子在西瓜中一样。

因为电子互相排斥，另一方面则向中心的正电荷处吸引，并且假定它们会在原子内部达到一定的稳定位置。

假如这种分布是由于一些外在力量，例如两个原子在高温气体中激烈地碰撞，电子被假设为开始环绕它们的平衡位置振动，发射出相应频率的光波。

但这个模型不能解释不同元素为什么会发出不同的光谱。

卢瑟福则通过大量的实验，开始预言质子的存在。

1919 年，卢瑟福决定开始轰击原子。他想知道，能否用人工促成的方法使一种元素转变为另一种元素。

他认为要改变元素首先要改变核上的电荷，唯一的途径是使别的原子核同它发生非常强烈的冲撞，这就要求另一原子核具有非常高的速度。

卢瑟福选中了镭所放射的  $\alpha$  粒子，它具有每秒几千英里的速度，这个速度所产生的力使它成为最理想的“子弹”。

卢瑟福精心设置了实验装置，从而更好地捕捉从原子核中打出的碎块。

他在一个能充气的金属桶的中间放置一小块镭盐，镭盐不断发射  $\alpha$  粒子。尽管  $\alpha$  粒子的速度很高，但在正常压力的气体中，它不断与周围气体分子发生作用，它们约在 1 厘米之内静止下来，并吸引电子，从而变成普通的氦原子。

卢瑟福在大于  $\alpha$  粒子射程的距离外，安放一块硫化锌屏，这样他在显微镜下看不到一点“闪光”。

他首先把桶里充满氧气，等了好长时间，没有看到闪光。

他又换用氮气充入桶内，心情异常紧张地通过显微镜观察，突然间，他高兴得大叫一声：“闪光！”在屏幕上看到一点微弱的闪光，间隔片刻，又见到一闪...”

卢瑟福高兴得跳了起来，因为他断定这是  $\alpha$  粒子打击氮气后产生碎片的闪光。

为了确定这碎片，他又借助于磁场测定碎片的质量和电荷，结果确定碎片是氢核，后来人们称氢核为质子。

卢瑟福借此断言，质子都在原子核内，但假使原子核的质量都是由质子构成的，那么就会有太多的正电荷。

因此，人们普遍认为，原子核中必定含有一些电子，这便中和一些质子的电荷。因电子是极轻的粒子，所以不大会改变质量。

甚至还有人认为，电子在核内起到了类似于水泥的某种作用，它把质子聚拢在一起，因为如果没有电子，带有同性电荷的质子就会互相排斥而飞离。

但是，从理论上讲，上面的这种观点有站不住脚的地方。

倒是另外一种观点比较有理论根据，即认为原子核内可能存在一种不带电的粒子。

卢瑟福和查德威克不知探索了多少次，他们极力想找出这种粒子，但是都失败了。

1930年，德国物理学家玻西在一次国际会议上报告说，他在用α粒子轰击铍时观察到一种前所未见的很强的辐射，它能穿透几厘米厚的铅板。

据当时所知，被轰击物质产生的所有射线中，只有γ射线能够穿透厚铅板，于是，他没有再做深入研究，就把它当作γ射线做了报道。

1931年，法国的居里夫妇在研究铍辐射时，让辐射从一个很薄的窗口射入装有空气的电离容器，当窗口放有石蜡或其他含氢物质时，容器中的电离就增强。他们认为电离增强是由于石蜡发射出了高速质子。

1927年的诺贝尔物理学奖金获得者威尔逊先生制造了云室，在云室中可以观察带电粒子（质子或电子）的径迹。

借助于云室就能计算出石蜡释放出的质子的能量，从而计算出产生质子束的铍辐射的能量。

问题很清楚，如果假定铍辐射是γ辐射，那么得出的能量值就会大得出奇，决不可能使能量值与引起铍辐射的能量一致起来。

查德威克对铍辐射作了研究，他发现很多别的元素，例如氦、锂、碳等，也有类似的辐射。

通过对碰撞的能量条件所作的广泛研究和计算，他很快就确定铍辐射不可能是γ辐射，而是由比电子大得多甚至与质子一样大的粒子组成的。

1932年，查德威克在一张α粒子轨迹的云室照片上看到一条非常细的线条，正好在照片的中间，却不出现明显的来路。

经过认真地分析，这细线条只能是氢核的踪迹，一个由于某种碰撞或别的原因释放出来的氢核，而造成碰撞的粒子却没有踪影。

但是，查德威克深信，应当有这样一个粒子，否则就不可能出现以极大速度射出的氢核。

然而，这个粒子在云室中却没有留下任何痕迹，所以，对它的描述应该是这样的：无影无踪，不可捉摸，却能给受轰击的原子核狠狠一击，使氢核从中释放出来。

查德威克首先确定这种新射线不会被磁场偏转，因此它是不带电的中性粒子。然后确定这种粒子的速度不到光速的1/10，从而也就排除了它是某种射线的可能性。

接着，查德威克又通过巧妙的碰撞实验，确定这种新粒子的质量差不多。

这样一来，查德威克圆满地解释了过去所引起的一系列不解之谜。他认为：由于这种新粒子质量较大，所以很容易将石蜡中的氢原子核——质子打出来。

又因为这种粒子不带电，是中性的，在威尔逊云室中，这种中性粒子经过的路径中不产生大量电子和正离子，不能引起水蒸汽的凝结，因此照片中不能摄得这种粒子经过的径迹，它在整个过程中始终扮演着不露面的“隐身人”的角色，只有当打出质子后，才暴露出它曾经出现过。这样也就回答了居里夫妇所疑惑不解的问题。

20年代，卢瑟福所预言的“中子”，终于被查德威克找到了。后来，查德威克用γ射线照射铀核引起裂变，又用人工方法也获得了中子。

查德威克在写给英国《自然》杂志编辑部的一封信中指出：“如果我们假设这种放射性物质是由质量为1、电荷为0的粒子，即中子构成的，那么，

一切难题就可以迎刃而解了。”

查德威克的中子的发现，对原子核科学领域作出了重大贡献。

中子是不带任何电荷的，它与氦核（ $\alpha$ 核线）不同，后者是带电的，因此在重原子核中受到很大的电排斥力。

中子作为使原子嬗变的新工具，它不需要克服任何电的势垒，甚至能够穿过和分裂重元素的原子核。

这样，查德威克为铀 235 的分裂和制造原子弹开辟了一条途径。

因此，人们普遍认为，中子打开了人类进入原子能时代的大门。

同时，中子的发现，还在理论上带来了一系列深刻的变革。中子发现后不久，德国物理学家海森堡提出了原子核是由质子和中子组成的模型。

## 航天科学

### 一心想飞的人

很久以来，人类就在这个古老的地球上，默默地生，默默地死，没有离开过地球半步，他们把这个小小的星球，作为自己的家乡，在上面经历了一番喜怒哀乐的情感历程之后，又把它作为自己最后的归宿地。

然而，人类不是没有飞天的梦想。

当他们看到飞虫们成群结队地在天空飞来飞去的时候，多么渴望，自己有那么一天，也能够飞上天空，去俯视他们所生存的土地啊！

当他们看到鸟类扇动有力的翅膀，唱着自己的歌谣，从这一块天空飞向另一块天空的时候，他们是多么羡慕又是多么忌妒呵，他们依旧做着飞天的梦。

这是一个古老而又永远年轻的梦，这个梦激励了一代又一代人，也鼓舞了一代又一代人，当无数岁月飘过远山的时候，当无数努力化为美丽的泡影的时候，这个梦依旧没有成为灿烂的现实。

到了公元 1857 年 9 月 17 日，这个梦落到了一个新生儿的灵魂深处，这个婴儿名字就叫康斯坦丁·齐奥尔科夫斯基，命中注定，他的一生都与人类的飞天梦想结下了不解之缘。

与所有的孩子一样，他健康茁壮地成长着。父亲是一位守林人，他稍大一点以后，就随父亲到森林中去玩耍，然而，他对飞翔在林中的鸟类是那样地感兴趣。

有一次，父亲径自在前面走，他跟地后面，忽然，他看到一只美丽的鹁鸟从面前飞过，一边飞着一边还唱着歌儿，他禁不住看呆了，他多么想也能飞上天，像鹁鸟那样呵！

走了很远一段路以后，父亲回头一看，儿子不见了，这可把他吓坏了，他赶紧沿着来路往回找，儿子竟然还站在那地方发呆，而且，两只手还像鸟的翅膀那样上下扇动着。

齐奥尔科夫斯基进入了梦幻状态，尽管那只鹁鸟已经飞得不知去向，他却怎么也忘不了鸟儿飞翔的样子，他好想飞。一直飞到九天之上。

他把自己的梦跟父亲讲了，父亲嘿嘿一笑，觉得这孩子有点傻呵呵的，但傻得可爱。父亲没有能够理解孩子的这一梦想。

后来，父亲又带着他到出间、地头去捉蚂蚱、逮蜻蜓。但齐奥尔科夫斯基最感兴趣的还是放风筝。

他喜欢看风筝在天空迎风飘曳，好像自己的身体也像风筝一样，在天空中飞，但他讨厌那根牵制着风筝的细丝，所以，每次放着放着，他都把细线给丢了，让风筝在大空中自由自在地飞。

然而，命运跟他开了一个非常恶毒的玩笑，把他推向了一个苦难的深渊，使他艰难地挣扎着，努力地确定自己在生活中的坐标。

在他 9 岁的那一年，他不幸患了猩红热，两只耳朵彻底变聋了，他再也听不到大自然和人类所发出的种种声响了，他很痛苦却又没有办法。

他只有更深地走入自己的内心世界，一任自己的心灵成天如大海浪涌，或者静静地坐在家门口，看着天上的鸟儿从远方飞来，又向远方飞去。

看着别的小伙伴背着书包，又蹦又跳地上学，他就跟爸爸妈妈吵，爸爸

妈妈不理睬他，或者说些什么他根本就听不到，他就独自一人，到一边默默地流泪哭泣去了。

母亲看他实在可怜，就经常给他买各种玩具回来玩。有一天，她给儿子买了一只氢气球玩具，小齐奥尔科夫斯基好开心呵，他找到一块开阔地来放这个氢气球。

氢气球在天空越飞越快，越飞越高，齐奥尔科夫斯基的心也随之飞到了天上。这个氢气球在他的心灵深处播下了飞向天空和宇宙深处的科学幻想的种子，激起了他飞向天空的强烈的愿望。

好长一段时间里，他只要一上床睡觉，便迅速进入了梦乡，梦见自己乘着那只氢气球，一直飞到了空中，飞出了地球，飞到了广漠的宇宙深处。

妈妈为了尽量减轻耳聋给孩子所带来的巨大的痛苦，就把自己所有的空闲时间，都用来教孩子认字、读书、画画。

齐奥尔科夫斯基是个颇有天赋的孩子，在母亲的精心辅导下，他很快就能读一些浅显易懂的文章，同时，也能画一些蜻蜓、风筝之类能飞的东西。

这时候，他想多读一些书，但是，把家里所有的角落都找遍了，才找到四本书，而且这四本书都是关于自然和科学方面的书籍，没有办法，他只好硬着头皮认真地啃读了。

未曾想到，他对这些高深莫测的东西，居然产生了浓厚的兴趣，虽然没有人来指导他，但是，他对所有的学问都能很快地弄懂弄明白，他逐步适应了耳聋的生活，并把自己的全部身心都投注到以思维为主的精神世界里去了。

在他 14 岁的时候，肺结核病夺去了他敬爱的母亲的生命，这个不幸再次给他带来了沉重的打击，他简直有些支持不住了，母亲跟他永远地告别了。

这一切，都使齐奥尔科夫斯基的性格变得更加内向，脸上的微笑也变得更加稀少了，从此以后他变得更加孤独了，没有人跟他谈心，没有人跟他说笑。

别无选择，他只有更加集中自己的精力去找书读，找到什么书就读什么书，从不挑剔，几何、代数、地理、天文、物理、化学等等，这给他日后从事航天方面的研究工作打下了坚实的基础，也进一步拓宽了他的视野，丰富了他的知识层面。

齐奥尔科夫斯基不光自己喜欢去看书，而且还喜欢自己去做一些小实验，以培养自己的动手能力，因为只有当他这样做的时候，他才能忘却人世间种种烦恼。

一天，他读到了一本几何方面的书，便仿照书中的一幅简单的插图，自己制成了一个小小的测量仪，使他万分高兴的是，这个测量仪不光能准确测出自己的身高，还能测出从他家到前面一排房子的距离。

到了 15 岁的时候，他已经成了村子里制作各种各样玩具的头号种子选手。他制作的风筝不仅造型美丽，款式新颖，而且还飞得很高，使得村子里原来不愿跟他在一起玩儿的小伙伴，也纷纷聚拢在他的周围，向他索要各种玩具玩，他也因此成为孩子们心目中的偶像。

到 16 岁的时候，他耳聋的症状已有明显减轻，左耳已能听到一些话语了，这使他的父亲很高兴，但是一想到日后的生活，父亲便有些不寒而栗，一个半聋的孩子又能做些什么呢？

他想跟儿子好好地谈论一下这件事，便去找儿子，找了半天也没有找到，

后来，终于在厕所里找到了儿子。

只见儿子手里捧着一本书，一边上着厕所一边津津有味地看着，父亲真是又好气又好笑，走上去轻轻拍了一下儿子的头，把书拿过来翻了翻。

这是一本介绍莫斯科的图书，里面详细系统地介绍了莫斯科的政治、经济、文化等情况，而且重点介绍了莫斯科大学的筹备情况。

父亲跟儿子一起回到了家中。

父亲问他，孩子，你已经长大了，你打算今后怎么办呢？总不能长期这样在家里呆着呀。

齐奥尔科夫斯基恳切地说，爸爸，我想去读莫斯科大学，那里的人都有学问，有知识，他们肯定会给我许多帮助的。

父亲说，孩子，你别犯傻了，你到那里去，人生地不熟的，怎么生活下去呢？

齐奥尔科夫斯基说，爸爸，你就放心地让我去吧，我到了那里以后，随便找个什么事做，保证不会饿死的。然后我再到莫斯科大学去听课，我不会成为一个废物的。

父亲知道儿子去意已定，也就没有再劝阻他，便给在莫斯科工作的一位同乡写了一封信，托他帮着照管一下自己的儿子，然后便把儿子送上了前往莫斯科的漫漫旅途。

到了莫斯科以后，找到那个同乡，但同乡过得也不是太好。齐奥尔科夫斯基便决定自己去租一间房子住。

费了好大劲儿，才租到了一间小阁楼，房东是个贫穷的洗衣妇。

在阴暗潮湿，四面没有窗户的小阁楼里，他主要靠凉水和黑面包来充饥，但是，他还是从书里找到了巨大的乐趣，他比在家乡的时候更加刻苦更加勤奋了。

齐奥尔科夫斯基靠着刻苦钻研和顽强自学的精神，自学完了中学和大学的全部物理课程。在他 23 岁的时候，他通过招聘考试，成了伯洛夫公立中学的一名物理教师和几何教师。

## 大胆的空想家

当教师的时候，一个极其偶然的的机会，他忽然迷上星际飞行的研究。

一天黄昏时分，齐奥尔科夫斯基看到天空中有四五只麻雀在雷雨来临之前，快速地飞着，无数的幻想在他的脑中沸腾起来，他在想，人类一定要比麻雀飞得更快。

忽然，他的脑海里出现了一幅奇怪的图画，画面上是像带鱼形状的飞艇。他已经至少超出了正常的人类思维好几十年了。

在此后的长达 40 年的教学生涯中，他除了努力做好一个教师的本职工作以外，还尽量挤出时间自学天文学、生物学等，特别是航空学。

他每天都起得很早，跑完步以后，便在家抓紧时间工作两三个小时，然后又风风火火地走很远的路，到学校去上课；

下班以后，一分钟也不愿在学校里多呆，急急忙忙又赶回家，进行研究或潜心写作。大家都称他为“大胆的梦想家”。

人类所居住的地球外部包裹了一层厚厚的大气层，因此，星际飞行器要想飞向宇宙太空，必须先得克服这个大气层的阻碍。

那么，什么样形状的飞行器才更适合于在大气中飞行？飞行器的形状究竟跟阻力有什么关系呢？大气流动同飞行器的速度又有什么关系？齐奥尔科夫斯基头脑里整天所想的都是这样一些关于星际飞行的问题。

他曾经考虑到利用离心力就有可能飞出地球。当他猛然意识到这个重大的发现可能产生的伟大结果的时候，他激动得心都快要跳出胸膛了。

那时候，没有办法利用风洞进行科学实验，他只好充分利用自然风，用风筝、竹蜻蜓等进行实验，不久，经过苦心经营，他终于写成了一篇关于空气动力学的论文，后来，又写成了一篇全金属飞船的论文。

他带着这两篇论文，直接找到了当时俄国著名的物理学家托切诺夫。托切诺夫读完这两篇文章后拍案叫绝，对他在没有任何专家指导和完备仪器条件下，能够写成如此高水平的论文，而大为赞叹。

他又把齐奥尔科夫斯基极力推荐给当时俄国航空界的泰斗茹科夫斯基，茹科夫斯基对此也给予了高度的评价。齐奥尔科夫斯基经这两位科学家的推荐，成为物理化学协会的会员。

正当齐奥尔科夫斯基带着愉快的心情，准备在科学道路上全速前进的时候，一场大火把他的家烧了个精光，过去所留存的大量书籍、笔记、论文初稿全都付之一炬。这个打击太大了，他因此而病倒了。

但是，他没有一病不起，他仍然牵挂着他的航空航天事业。稍微能吃点饭的时候，他便找来大量关于在星际空间开辟一条空中大道的书籍，认真地阅读，并进行实验。

执着的信念，使他迅速战胜了天灾人祸，他很快就完成了全金属的飞艇和星际火箭等的设计工作，提出了开辟宇宙通道的独特见解。

当时，他周围好多人都不理解他，说他是疯子，是个彻头彻尾的空想家。

齐奥尔科夫斯基对这些议论却毫不理会，他认准了自己所制定好的目标，一如既往地朝前走着。

## 成为“星际航行之父”

1895年，经过多年研究，齐奥尔科夫斯基，这个来自俄国梁赞省的穷人的孩子，终于提出了征服宇宙空间的具体主张，还发表了人造卫星的图样，提出以人造卫星作为星际航行的“驿站”，再从这个“驿站”向月球和其他星球发射火箭的主张。

这个大胆而又执着的幻想家，为了进行空气动力学的试验，又东挪西借，凑了一些钱，自行设计安装制造了一个风洞。

风洞的发明，奠定了实验空气动力学的基础。其后，风洞便成为现代制造各种飞行器，如火箭、卫星等不可缺少的实验装置，它使从事飞行器研究的科学工作者有可能用实验来检查理论计算的可靠性和准确性。

所谓的风洞，其实就是一个大动力的送风机，把飞行器的模型送入风洞，再通入压强很大的气流，测定飞行器受力等综合因素。它是以气流流动，飞行器模型静止来模拟飞行器飞行的实际情况，从而获得各种飞行情况的各种数据。

齐奥尔科夫斯基利用他自行发明的风洞装置共研究了一百多个宇航飞行器的模型，取得了不少关于空气动力学实验的第一手珍贵资料。

通过大量的实验，他深深地认识到，人类要想飞向天空，成为宇宙的主人，就必须首先征服万有引力这个拦路虎。

经过几年的潜心研究，他出版了一本《可驾驶的金属飞船》，在人类历史上第一次提出了火箭飞行理论。

在这本书里，他指出，火箭是克服地球引力，飞出地球的最理想可靠的工具。他还精心构想出了火箭的外观及内在构造情况。

根据他的构想，未来火箭的外壳应该用钢构成的，里面有着蛋形的椭圆舱室，头部可以容纳乘客、仪表、给养储备等。同时，舱内大部分空间分为两个部分，分装液体燃料和氧化剂，燃料和氧化剂经由唧筒排入火箭中央的燃烧室，燃烧生成高温高压的气体，由尾部喷口喷出，产生一股又一股强大的推动能力，并推动火箭高速飞行。而尾部则装在喷口边，用以控制飞行的方向。

齐奥尔科夫斯基的这一大胆的构想和设计，为现代火箭的产生，奠定了坚实的理论基础。他把自己命名为“宇宙的公民”，他坚信，经过几代人的共同努力，“星际和星球之间的旅行是可能实现的”。

然而，一个严酷的事实是，当时，他所设计的火箭，速度不超过每秒 2.5 公里，这个速度根本不能摆脱地球的引力，也就是说他所设计的火箭，根本不可能飞到宇宙空间去。

又经过无数次的废寝忘食，送走无数个日出日落，经过严格细致的计算，齐奥尔科夫斯基得出结论，要想摆脱地球引力，必须具有每秒 11.2 公里的速度。这就是所谓的“逃逸速度”。

而火箭只有具备了“逃逸速度”，才能够沿着抛物线轨道飞离地球，飞向茫茫的星际空间。

齐奥尔科夫斯基经过长期的观察，终于认识到，火箭的速度决定于排气速度，而排气速度又跟所选用的燃料和氧化剂有关，以液态氧作氧化剂，用液态氢作燃料的比用汽油所得排气速度大。

同时，他由研究火箭动力学的基本定律得出结论：要使火箭达到较高的速度，必须提高火箭满载燃料时的质量和火箭躯壳的质量之比。

然而，用 1 吨的外壳要装下 30 吨左右的燃料是绝对不可能的，更何况外壳的质量还要包括火箭发动机和其他设备的质量，同时还得考虑外壳的坚固性。

齐奥尔科夫斯基又陷入了深深的迷惘之中，但是，他没有走入思想的死胡同，而是试图通过各种方法来解决这个问题。

1929 年，已达 72 岁高龄的齐奥尔科夫斯基发表了《宇宙火箭列车》一文，在这篇迅速引起了广泛轰动效应的论文中，他提出了多级火箭的伟大设想。

齐奥尔科夫斯基把这种火箭叫做“火箭列车”，因为它是一节连一节接起来的，就像一列火车一样。

这种多级火箭之所以能够取得逃逸速度，使火箭飞离地球，是由于每一级火箭在完成自己的使命后便自动脱落，减轻了负荷，上面各级火箭在下面各级火箭已经取得的速度的基础上增加速度，所以一级比一级飞得快，客舱和科学仪器设在最顶上的一级火箭内。

“火箭列车”这一设想的实施最终解决了宇宙飞船脱离地球吸引力所需速度的问题。

老骥伏枥，志在千里。这时的齐奥尔科夫斯基，对于星际航行的研究越来越深入，关于飞出地球的思想也越来越成熟。

他又提出了人造卫星的设计图，在这份设计图中，人造卫星呈圆柱形，以 8 公里/秒的速度绕地球运行，他称为“星际航行的驿站，设置在地球外的火箭码头”。

按照齐奥尔科夫斯基的设计，星际航船可以停泊在码头上，而且在这里添加燃料和食物，再飞向更为遥远的星际空间。

人造卫星上有街道，有综合科学研究站，有住宅，有温室，还有燃料库和工厂。同时，考虑到人在人造卫星上失重的情况下难以生活，他提出必须使人造卫星绕轴自转，以离心力来代替重力。

齐奥尔科夫斯基还指出，在卫星上，应该充分利用取之不竭用之不尽的太阳能，或者通过光电装置作为卫星上的动力来源。

1932 年 9 月，齐奥尔科夫斯基还接受了政府的任命，担任了建造同温层高空气球的总指挥。经过他和同事们近一年时间的紧张工作，圆满地完成了任务。

同温层高空气球一次试飞成功，高度达到 19000 米，为研究同温层大气、宇宙辐射、气温等，提供了强有力的工具。

齐奥尔科夫斯基被后世誉为“星际航行之父”，从 30 年代始，他又致力于研究火箭和飞船如何返回地球的重大课题，这项研究最终导致了返回式卫星和航天飞机的诞生。

1935 年 9 月 19 日，齐奥尔科夫斯基怀着对星际航行的无限向往，永远地离开了这个星球，他的一缕亡魂，晃晃悠悠，一直飘向了宇宙深处。

此后，一代又一代的科学家们继承了他航行星际的遗志，制造出了飞向太空的喷气式飞机、洲际导弹、人造卫星、宇宙飞船等等，人类已经超越大气层的包围，而且正在逐步征服整个太阳系。

因为，人们永远不会忘记他的那一句话：

“地球是人类的摇篮，人类永远不会停留在地球上！”

## “飞行者号”的冲击

当俄国的康斯坦丁·齐奥尔科夫斯基仍在做着飞天梦的时候，美国的莱特兄弟已经为人类插上了翅膀，他们终于发明了飞机，使人类梦想成真，飞向了湛蓝而又广大的天空。

1903 年 12 月 17 日，池塘里结了一层厚厚的冰，刺骨的寒风直往人肉里面钻。

这天，来自俄亥俄州的莱特兄弟，共做了四次成功的飞行。

第一次在空中只飞行了 12 秒，飞行距离大约是 37 米。最后一次飞了 59 秒，飞行距离大约是 260 米。这四次成功的飞行，在人类航空史上，写下了辉煌的一笔。

因为它是人类第一次成功地实行了动力飞行，打破了比空气重的机器不能在空中飞行的断言，从而开辟了人类航空科学技术的崭新的通途。

莱特兄弟是修理和制造自行车的技师，他们具有丰富的机械知识。从少年时代起，他们就对飞螺旋玩具发生了浓厚的兴趣，并且自己亲自动手进行制作。

他们还非常喜爱放风筝，他们自己制作的风筝，在天空飞得又高又稳。

由于家里非常贫穷，常常是入不敷出，没有钱供他们去上大学，只能靠帮人家修理自行车来维持生计。但是，他们毫无怨言。在修自行车的时候，总是琢磨自行车的制造原理及制造方法。

他们非常喜爱读书，几乎读遍了当时所能找到的所有有关飞行方面的书籍，学到了许多有关飞行的知识。

这时，他们读到了报纸上发表的一则消息，大飞行家奥图·李连达尔在连续进行了 2000 多次滑翔飞行后，所进行的又一次滑翔飞行时，突然遭遇一股来自侧后方吹来的狂风，从而机坠人亡，英年早逝。

这则消息深深打动了莱特兄弟，他们决定去继续完成李连达尔没有完成的事业。兄弟俩节衣缩食，用帮人家修理自行车所挣来的微薄的钱，去买书或买制造滑翔机的材料。

正当他们把全部身心投入到飞行研究中去的时候，飞行失事的不幸消息一个接一个地传来：英国的皮尔查因试飞失事送了命；马克沁姆试飞摔成重伤，差一点送了命；法国阿德尔设计的飞机在空中解体粉碎...

这一连串的噩耗并没有吓倒莱特兄弟，他们特别认真地研究了李连达尔的经验和教训，刻苦钻研了俄国康斯坦丁·齐奥尔科夫斯基提出来的空气动力学理论，不断完善机械加工手段，终于在 1900 年制成了当时最先进的滑翔机。

莱特兄弟的飞机，现在看起来，结构相当简单。它前后各有两层互相平行的翼面，还有一片竖着的小翼面伸在前面。各机翼之间由许多支柱、张线之类的东西连着，看上去很像一个笨重的“书架”。

特别值得一提的是，莱特兄弟已经学会给飞机装上翼面，飞机正是靠了翼面才升到空气中去的。

古时候，我们的祖先们就开始对鸟的飞行方法进行观察和研究，曾经有披上羽毛学鸟儿那样扑翼飞行，而且，也有人试造过木鸟，但最终都没有能够获得成功。

因为人体的结构同鸟类是截然不同的，人的胳膊所能产生的支持身体的力量，和鸟的翅膀比起来，相对来说要小得多，所以，人没有那么大的力气扇动“翅膀”使自己飞起来。

看样子，扑翼这一条路是走不通了，莱特兄弟在经过无数次的探索、试验之后，最后决定，给飞机安上固定的翅膀，即机翼。

从此，机翼就成了飞机的重要组成部分，它的形状比较特别：下面几乎是平直的，上面是弯曲的。

飞机飞行的时候，在它上面流过的空气比在它下面流过的快，形成了压力差，下边的气压比上边的气压大。

于是，翅膀下面的空气就产生了垂直向上的升力，把飞机托上空中，气流的速度越大，对翅膀产生的升力越大。

兄弟俩进行了连续多次的试飞试验，从 1900 年到 1902 年，共进行了 1000 多次滑翔试验，终于初步掌握了操纵滑翔机的方法，并在空中成功地实现了倾斜滑行、空中转弯等高难度的滑翔动作。莱特兄弟还于 1902 年装制成配有活动方向舵的滑翔机，这在当时的世界上，毫无疑问是处于领先地位的。

但是，莱特兄弟还觉得有一个难题没有解决，这就是，仅仅依靠无动力滑翔是不能够实现飞天梦想的，必须依靠动力才能完成真正意义上的飞行。

当时，蒸汽机在人们的生活中，已经得到了广泛的运用，但是，在飞机上利用蒸汽机作为动力源，是根本不可能的，因为蒸汽机的体积太大。

而内燃机则有可能帮助他们，实现这个古老的梦想。

内燃机的基本特点是让燃料在机器的气缸内燃烧，生成高温高压的燃气，利用这个燃气作为工作物质去推动活塞做功。

属于内燃机的汽油机是在 1876 年发明的，柴油机是在 1892 年发明的。内燃机体积小，使用起来比蒸汽机方便多了。

19 世纪末，汽油机的转速约为每分钟 500~800 转，20 世纪初，提高到每分钟 1000~1500 转，它已经具有安装在飞机上的可能性。

1903 年初，莱特兄弟为了使飞机实行动力滑翔，从而实现真正意义上的飞行，决定在滑翔机上安装汽油活塞发动机。

汽油机是用汽油作燃料的内燃机，气缸里的活塞用连杆跟曲轴相连，气缸上面有进气门和排气门，气缸顶部有火花塞。

汽油活塞发动机在工作的时候，活塞在气缸里往复运动。活塞从气缸一端到另一端叫做一个冲程。四冲程汽油机的工作过程是由吸气、压缩、做功、排气四个冲程组成的。

但是，莱特兄弟对于汽油机的工作原理及使用可以说是一无所知，只好从头学起。

他们买来了一台废旧的汽油机，拆下来再装上去，装好了再拆下来，总算弄清了汽油机的结构。又经过无数次的试验，这才学会使用汽油机。

为了搞清楚滑翔机上究竟能装多大的重量才比较合适，他们又一次次地装沙袋进行试验，这才搞清了他们的滑翔机最大载重不能超过 90 千克，但当时最轻的汽油机也有 140 千克重，怎么办呢？

他们又去请教有关专家。

精诚所至，金石为开。在一位技师的帮助下，他们终于制造出了一部四个气缸、12 马力、重 70 余千克的汽油发动机。

接下来，他们又在滑翔机上安装了螺旋桨。当一切都准备就绪，他们便决定试飞。

这是一个金风送爽、丹桂飘香的秋日，大地沉缅在丰收的喜悦之中。兄弟俩转动螺旋桨、启动汽油机、点火、给油、松开离合器，随即汽油机便突突地运转起来，看样子，这次试飞有望获得成功。

莱特兄弟缓慢地加大油门，放开了飞机制动器。飞机开始起动，由慢变快，缓缓地向前驶去。

他们想操纵飞机从滑行进入爬升状态，便把操纵杆拉到了尽头，然而，这只不听话的飞机仍在地上滑行；最后，撞到了一个不大的小山上，停住了，这次试飞失败了。

好在人没有出事。

兄弟俩没有因为这次失败而自暴自弃，而是认真地去寻找失败的教训。经过苦苦地思索，他们终于找到了失败的原因。

以前，他们只是考虑到如何减轻发动机的重量，而没有设法减轻飞机的

自重。

于是，他们又采用轻质木料作为飞机的骨架，用帆布作为飞机的基本材料，于 1903 年 11 月底，又研制成功一架双翼飞机，莱特兄弟给这架飞机命名为“飞行者号”。

“飞行者号”飞机以双层机翼提供升力，活动方向舵可以操纵升降和左右盘旋，汽油发动机推动螺旋桨，驾驶员俯卧在下层主翼正中操纵飞机。

这架飞机结构非常简单，没有带外壳的机身，也没有起落架。飞机靠带轮子的小车在滑轨上起飞。加上驾驶员，飞机总重量才只有 340 多千克。

在美国北卡罗纳州基蒂霍克的一片荒凉的土地上，随着一阵震耳欲聋的轰鸣声，“飞行者号”慢慢离开了地面。

1 米，2 米，……莱特兄弟俩的心都快蹦出嗓子了。在 12 秒钟内，他们呕心沥血研制而成的这架飞机，跌跌撞撞，像一个喝醉了酒的醉汉似地，在空中大约飞行了 35 米的距离，飞机飞离地面 1 米多。

试飞终于成功了，兄弟俩激动得热烈拥抱，连呼万岁，这次成功，终于实现了人类几千年来依靠机器动力飞上天空的梦想。

莱特兄弟的飞机，起先没有被美国政府重视。有一次，应法国政府的邀请，莱特兄弟携带飞机去法国进行飞行表演，创造了连续飞行 2 小时 20 分 23 秒的新记录。

这次表演成功，在法国引起了很大的轰动，法国人奔走相告，这真是“墙内开花墙外香”，它促使法国加紧研制真正意义上的飞机，法国也因此一跃而成为世界飞机制造的中心。

莱特兄弟飞机飞行的成功，使定翼飞机得到了迅速的发展，在各类飞行器中始终处于领先地位。

第一次世界大战期间，应空中作战、侦察和运输的需要，世界上许多国家都争先恐后地研制飞机，战争期间各国共生产出各种各样的飞机近 20 万架。

1911 年，硬铝研制成功了。由于铝合金质地轻、强度大，人们很快就它作为制造飞机的原材料。1915 年，出现了铝合金的单翼机。

飞机原来是木制结构，后来逐渐过渡到全金属结构。飞机的发动机和操纵系统也作了许多改进。这样，飞机飞行的速度就越来越高，到 1939 年，达到了时速 755.138 公里，比莱特兄弟的飞机提高了几十倍。

1941 年，英国人制成了涡轮喷气式飞机。

1959 年，美国人制造成功波音 707—321 型喷气式客机，全部航程达 5000 公里。

如今，人类的航空事业已得到高速度的发展，但是，人们永远不会忘记莱特兄弟为人类实现飞天梦想所作出的巨大的贡献，他们的“飞行者号”将永载史册。

### 第一枚“国家科学勋章”

公元 1963 年 2 月 18 日上午，美国白宫玫瑰园里宾客云集，热闹异常。由美国总统肯尼迪颁发的美国第一枚“国家科学勋章”的颁发仪式即将在这里举行。

有幸获得这枚勋章的就是现代航空大师西奥多·冯·卡门。

八十高龄的冯·卡门显得有点疲惫，由于患有严重的关节炎，所以下台阶时差点摔倒了，肯尼迪总统忙上前去搀住他。

冯·卡门微微一笑，轻轻地摆脱了肯尼迪伸过来的手，意味深长地说：“总统阁下，下坡而行的人不需要搀助，只有那些举足登高的人，才渴望得到一臂之力。”

当肯尼迪总统把金光灿灿的“国家科学勋章”挂上老人的脖子时，人们爆发出了长时间的热烈的掌声。

白宫授勋仪式结束后，冯·卡门便乘飞机前往巴黎疗养。不久，老人因突发心肌梗塞在82岁生日前五天，心脏停止了跳动。

冯·卡门这位现代航空大师，虽然永远地离开了我们，但是，我们从空中乃至宇宙空间越来越多飞行着的飞行器上，却无时不看到冯·卡门为现代航空学所建树的闪光的业绩。

## 现代航空大师

西奥多·冯·卡门于1881年5月11日出生于匈牙利。父亲莫里斯·卡门是布达佩斯大学的教育学教授，为匈牙利的教育事业作出了不朽的贡献，因此，受到皇帝的爵封，为他增添了封姓“冯”。

父亲把自己长期实践所形成的一套教育理论，应用到对儿子的教育中。当儿子还在母腹中的时候，就给他讲故事、听音乐，实行胎教。后来，又对儿子进行了一系列的超前教育。

良好的教育，极大地开发了小卡门的智力，六岁的时候，他就能够进行五位与六位数字乘法的心算，他还完全掌握了百分比的运算。

小卡门的数学天赋使父亲惊叹不已，同时，为了对孩子进行全面教育，父亲又让他多接触一些人文科学方面的知识，以陶冶他的情操，升华他的灵魂。

冯·卡门9岁的时候，就进入了当时匈牙利的国家级重点中学——明达中学，这里人才辈出，群星灿烂。

冯·卡门的父亲又开始有意识地对他在进行挫折教育，带领他到艰苦的环境中去生活一段时间，在物质上，也不是有求必应，故意给他制造一些挫折，以磨砺他的意志，培养他具有百折不挠，屡挫屡奋的性格特征。

而这种性格，使冯·卡门在今后的追求和探索中，能够一而再、再而三地跌倒了又爬起来，终于成为一代科学巨匠。

冯·卡门在17岁的那一年，以优异的成绩从中学毕业，进入了约瑟夫皇家工艺大学，在这里他如鱼得水，如饥似渴地吮吸着知识的琼浆玉液。

有一天，冯·卡门在工厂见习的时候，忽然发现一种引擎，在高速运转到一定的速度时，便不要命地颤动起来，并发出刺耳的噪音。

冯·卡门便静下心来，认真地对这一现象进行了观察和研究，终于找到了原因。原来是阀门的开关与引擎的转速之间产生了共振。

卡门便立即把这一现象提炼成一个数学表达公式，并根据这个公式推导出解决的办法。卡门的这一工作，受到了他的老师的高度评价，这位老师把他破格提拔为自己的助教。

25岁那一年，冯·卡门以自己刻苦的学习和辛勤的努力，争取到了匈牙利科学院的奖学金，前往当时科学圣地——哥廷根。

哥廷根是当时无数学者都向往已久的神圣的殿堂，是当时世界理论科学的研究中心，这里曾经培养了无数的学界名流，如数学大师希尔伯特、量子论的奠基人普朗克等。

被誉为“空气动力学之父”的路德维希·普朗特也在这里执掌教鞭，冯·卡门来到哥廷根后，就投师于他的门下。

普朗特不愧为大师级的教授，他主张从复杂的扑朔迷离的问题中，寻找出最基本的物理过程，然后再运用简化的数学方法加以分析，从而把理论与设计结合起来。

在普朗特的精心指导下，卡门利用学校里良好的实验条件，对一系列机械工程问题，特别是非弹性杆弯曲现象进行了系统的研究。

1908年，冯·卡门顺利通过了博士论文答辩，并获得了博士学位，然后，他就赴巴黎学习考察。

一个星期天，冯·卡门和几个朋友一起，到巴黎郊外去秋游，正好遇上了来自美国的莱特兄弟，正在进行飞机滑翔表演，尽管飞机的飞行距离不足两公里，但这次飞行，给冯·卡门留下了终生难忘的印象，并促使他从此献身于人类的航空航天事业。

那一天回去以后，冯·卡门激动得彻夜未眠，他为人类终于飞上了天空而感到激动，同时，他又想自己应该如何为这一壮丽的事业添上绚丽的一笔。

第二天，他就收到了导师普朗特从哥廷根寄来的邀请函。当时，普朗特正在筹建人类航空史上第一个风洞，并且正在设计“齐柏林号”飞艇。普朗特盛情邀请冯·卡门回去做他的助手，冯·卡门觉得这是一个千载难逢的好机会，便愉快地踏上了归途。

冯·卡门从此开始了他作为航空科学家的生涯，1911年到1912年间，普朗特正在研究边界层分离现象。他让自己的一位弟子设计了一个小水槽，用以观察流体流经圆柱体后产生的分离现象。

但是，在好几次的实验中，都出乎意料地发现水槽里的水流不断发生摆动。普朗特起初没有觉得有什么不对劲，他只是认为水槽做得不够对称。

然而，无论怎么样调整实验装置，还是没有办法消除这种摆动的现象。

冯·卡门看到这种情况后，把它当作一回事来看待，他经过长期的观察研究后，终于判明，流体在圆柱后面形成两排交叉的涡旋，而且这种涡旋是稳定的。

冯·卡门把这种现象上升到了理论高度，并对此进行了数学分析，完成了两篇出色的论文，这一发现成为流体力学中一次重大发现。

由于流体在经过障碍物的时候，在它后面留下两排交叉的涡旋，而这两排交叉的涡旋又好像是大街两旁两排街灯，于是，后世便把这一现象叫做“卡门涡街”。

风吹高压输电线所发出的嗡嗡的声响，潜水艇潜望镜对水流产生的激烈振动，飞行体受到空气阻力等自然现象，都是由于“卡门涡街”的结果。

冯·卡门后来应聘前往亚琛任教，这时他已经成为世界上流体力学方面的理论权威。不久，在一位数学大师的极力举荐下，卡门来到亚琛工学院，担任了空气动力研究所的所长，并主持召开了三次国际应用力学会议。

一次世界大战后，他曾经在匈牙利国家教育部任职。1912~1929年，卡门担任了亚琛航空学院院长。

冯·卡门把自己的一生都献给了科学事业，未曾婚娶，他的住房也就成

了科学家们聚会的地方。

这一时期，经过卡门和他的老师普朗特的精心研究，至今依旧困惑着人类的“湍流”问题，终于获得了重大的进展。

他们第一次提出了“湍流”概念，把气体分子运动论的观点移用在这个问题上，并初步阐明了它的理论基础。冯·卡门还在1926年召开的一次国际性学术会议上，作了题为《湍流中的力学相似》的报告，获得了极大的成功。

卡门和普朗特的这一成果，直到今天，仍然是工程湍流计算中的重要依据，成为流体力学的经典理论。

1926年，冯·卡门应美国加州理工学院的邀请，前往美国西海岸的海滨城市帕萨迪纳，就任该院的航空研究生院实验室主任。

从1930年到1942年，卡门所领导的加州理工学院航空实验室，成为国际流体力学研究中心。卡门在流体力学、湍流理论、超音速飞行、工程数学、飞机结构等方面，都作出了卓越的贡献，为航空技术奠定了扎实的科学基础。

1936年，卡门和他的学生们一起，对火箭推进技术这一课题进行了深入的研究。

为了研究用火箭来尽可能地提高和扩大飞机的性能，尤其是如何更有效地缩短从地面或航空母舰上起飞的距离，卡门和他的学生马利纳一起研制出飞机起飞助推火箭的样机。

1935年，卡门前往罗马，参加国际高声飞行会议，和全世界许多著名的空气动力学家一道，探讨超音速飞行的可能性。

卡门很清楚地看到了超高速飞行的重大意义，以及对美国空军的重大意义。回到美国以后，他便向美国政府建议，立即建造大型风洞，加快向高速飞行迈进的步伐。当时的美国政府没有采纳卡门的这一建议。

与此同时，德国和意大利先后建立了高速大型风洞，并投入大量资金和人力，全力发展涡轮喷气技术，并成功地制造出了喷气式飞机，这对美国空军构成了重大的威胁。

在这种状况下，美国政府才勉强同意建造四万马力大风洞和美国最大的工业风洞。后来的事实证明，卡门的这一建议对于美国空军的建设起了多么大的作用。

## 不朽的功绩

1941年，卡门与当时中国年轻的力学家钱学森一起，解决了圆柱薄壳结构在轴向压力作用下的大挠度失稳问题，从而成功地解释了从前理论计算与实验结果的差异性。

从1941~1944年间，冯·卡门在火箭技术领域取得了一系列辉煌的成果，如固体和液体起飞助推火箭，火箭发动机飞机，自然点火液体推进剂等等。

1944年6月，在第二次世界大战接近尾声的时候，冯·卡门参与制定了美国今后20年至50年的空军发展计划，并领衔组织了一个由36位专家组成的科学顾问团，这个顾问团其实完全是一个具有卓越才华和超凡胆识的智力团，他们为保证美国空中优势，详细制定了有关的科技规划。

当二次大战快要结束的时候，美国政府又派冯·卡门来到还弥漫着战争硝烟的德国，帮助美国军方尽快地把德国的先进军事科学技术成果和技术专

家接收过来。

卡门一行乘坐专机来到了隐藏在一片密林深处的德国空军秘密研究所，审讯了近千名科技人员，分析了 300 多万份的秘密研究报告。

接着，卡门一行又去审讯了德国 V—2 火箭基地的共 400 名逃往慕尼黑的科技人员。

德国法西斯的所有航空工程专家和技术人员，几乎完全被冯·卡门网罗在一起，这笔比什么都宝贵得多的人才资源，成为美国的航空航天技术始终领先于世界的一个非常重要的因素。

1945 年 12 月，卡门经过一年时间的调查和准备，向美国政府提交了一份报告。这份报告分析了科学组织对大型武器所起的决定性作用，还探讨了超声速飞机和火箭的一些技术问题。该报告对美国政府的决策，产生了深刻的影响。

1947 年，美国成立了超音速无人驾驶飞机发展中心。

1948 年，建立了阿诺德工程公司，同时，智力型机构“兰德公司”也宣告成立。

1957 年，美国政府宣布成立国家原子能委员会。

到了 1957 年，冯·卡门的许多计划和梦想都已经变成了 光辉的现实。

这时候，火箭、导弹已经大量生产，超音速飞机的速度也已超过 1200 公里/小时，并已横越大洋，人造卫星也即将飞向九天之外。

二次世界大战结束之后，冯·卡门把自己的全部心血都投入到发展国际航空事业里去了。

1949 年 4 月，卡门利用新成立的北约组织，设立了一个国际科学合作的试验工作。

接着，又成立了发展国际航空研究的咨询小组，并且在比利时筹建了气动力学训练中心，后来又被命名为“冯·卡门中心”。

50 年代，卡门主持召开了两次国际航空会议，并创建了 国际宇航科学协会，成立了国际宇航科学院，有力地推动了人类宇航事业的快速发展。

冯·卡门还对中国的航空航天事业作出了不可磨灭的贡献。

1929 年，他来到了正处于风雨飘摇中的中国，当时中国正是血雨腥风，民不聊生的时期，卡门觉得要想摆脱落后的面貌，就必须大力发展航天事业，而发展航天事业，首先得培养出大量的人才来，于是，他建议在当时的清华大学开设航空课程。

1931 年，国民党政府企图建立一支空军部队，便从美国和意大利购买了一批飞机，在江西省南昌市创办了飞机工厂。

这时，清华大学已开设了航空系。卡门便派他的养子、航空技术专家沃登道夫来华担任该系的科学顾问，并在他的指导下，清华大学航空系的师生，在南昌建立了当时世界上第一大风洞。

1938 年 6 月，卡门再次来到中国。他看到清华大学开设航空系，心里非常高兴。他前往上海、南昌等地，进行了参观、访问。对南昌的风洞，提出了宝贵的意见。

卡门认为，一旦古老的中国摆脱了目前这种内忧外困的境地，它自身所孕育的巨大科学潜能，必将像火山爆发一样，喷发出来。

卡门在加州理工学院期间，为中国培养了一批杰出的航空航天人才，如钱学森、郭永怀、钱伟长等。

卡门对中国的良好祝愿，经过中国人民的共同努力，终于在新中国变成了光辉的现实。

全国解放后，我国自行设计、制造了飞机，还组建了一批英勇善战的空军。

1970年4月24日，我国用长征1号火箭成功发射了第一颗人造地球卫星——东方红1号。使我国成为世界上第五个能够独立发射人造卫星的国家。

1974年，我国科学家又用长征2号火箭发射了可以回收的往返型遥感卫星。

1975年以来，我国先后8次成功地发射并回收科学探测和技术试验卫星。

1984年和1986年，我国又成功地发射了同步通讯卫星，并使卫星定点在36000公里高的静止轨道上。这标志我国航天技术达到了世界先进水平。

1987年初，我国正式宣布向国际出租整个可回收的科学探测和技术试验卫星，从而打入国际航天市场。

中国人民所取得的这一系列巨大的成就，应该感激冯·卡门先生。他所培养的中国学生，发挥了重大的作用，其中领导中国航空航天事业和研制原子弹氢弹的钱学森和郭永怀等人，更是劳苦功高，功不可没。

卡门先生不仅是宇航工业技术的研制者，更是国际航空事业的组织者。他的足迹遍布航空航天理论和应用两大领域。

卡门一生孜孜不倦，勤奋好学，真可谓一息尚存，苦学不止。到了70岁的时候，还精心研究燃烧学，并把燃烧化学与流体力学有机地结合起来，从而奠定了现代燃烧理论的基础。

卡门性格和善，开朗，一生没有结过婚，他的那一套宽敞的住宅就成了学术讨论的场所。科学家们在这里高谈阔论，畅所欲言，让智慧的火花在这里互相碰撞，从而逐渐形成了流体力学上的“卡门学派”。

这一学术群体从来不计较学术交流的形式，而是更加看重于学术思想的本身，他们在航空航天技术领域，立下了不朽的功勋。

## 人类首登太空

1961年4月12日，前苏联成功地发射了第一颗载人卫星，把宇航英雄加加林送入地球轨道，运行100分钟后安全返回地面。

加加林是人类第一个成功上天的宇航员，这是空间技术发展史上的又一块里程碑。

加加林是当时从全国优秀飞行员中选来的12名宇航员之一。教练员对包括加加林在内的这些未来的宇航员进行了一系列的强化训练。

首先是意志和耐力的训练。

教练让他们坐上飞机，当飞机飞到原始森林或崇山峻岭的上空，教练又让他们降落，以培养他们的自救能力和对恶劣环境的适应能力。

然后又让他们接受电动的猛烈震荡，命令他们在灼热的电灯下烘烤，强迫他们跑进结冰的冷水中洗澡，装进闷罐子里以极高的速度旋转等等，教练员希望通过这些高强度的训练，使未来的宇航员们变得勇敢坚强而结实。

体能训练之后就是模拟训练。宇航员们被装在“模拟器”内。模拟器给

宇航员以一些必须的太空条件的体验，比方说，失重状态的体验和孤独感觉的体验等。

根据万有引力定律，一个人的体重与他离地球（地心）距离的平方成反比，一个在地面上重 65 公斤的人，升到离地面 6400 公里高空时，其体重会变成 16 公斤；在远离地球的太空中，人甚至完全失去重量。

当人处于失重状态时，无法喝到杯子里的水，因为水不能流进人的口中。当他们渴了时，只好用泵把液体饮料打进口中。

每个接受训练的人，被分别关进模拟器内，模拟器内只有一张床，一把椅子和一个工作台。科学家控制着它，并不断地制造出各种各样的太空环境和飞行条件。

科学家往往设计出一些预料不到的情况，让受训的宇航员，利用模拟器中一切可以利用的条件，来设法解决这些问题。

受训的人还必须在模拟器内接受对孤独的训练。他们被关在里面，有时长达五、六天时间，不得与外界接触。无穷无尽的孤独像蛇一样，从四面八方游过来咬噬着他们，他们有时想大声喊叫，有时真想把模拟器砸个稀巴烂，从孤独中逃离出来，再回到繁华的人世间去。

在这一系列近乎残酷的训练中，尤里·加加林这个 27 岁的小伙子终于顽强地挺过来了，而且表现出色，他被正式指定为首次飞天的人，听到这个消息时，他高兴得跳了起来。

1957 年 4 月 12 日早晨，朝霞沐浴着拜克努尔。东方号宇宙飞船和运载火箭默默地矗立在天地之间，随时准备着冲入太空。

火箭身高 37.5 米，连它所带的燃料一起，总共有 500 吨重，宇宙飞船本身重约 4.5 吨，这是一位颀长而又笨重的硬汉子。

加加林身穿特制的宇航服，满面笑容地爬进宇宙飞船的座舱。一边认真详细地检查舱内的仪器，一边耐心地等待起飞的命令。

几分钟之后，随着一阵巨大的轰鸣声，火箭径自升向宇宙太空。

加加林平静地躺在弹射椅上，只见他头戴洁白的飞行帽，身穿笨重无比的增压服，套着衣裤相连的桔红色工作装。

在火箭刚刚离开地面的一刹那，他觉得自己的脖子都快要断裂了，整个身体都快要炸裂开来，过了十来分钟后，他才渐渐觉得好受多了。

火箭顶着飞船，当一直上升到 320 公里的高空时，脱去了第三级火箭，便直接进入绕地球运转的航道。

加加林从飞船内向下探望，他看到了那个生他养他的地球，他看到了地球是弯曲形的圆球，他还看到了地球的一边因受太阳光的照射，而发出了一种奇特瑰丽的光环。

这时，加加林一抬头，看到了飞船的窗子上有颗小水珠，他便伸手去摸，没想到他突然从座位上飘了起来，他真切地感受到了人的失重是怎么回事。

东方 1 号宇宙飞船的飞行速度是 28259.3 公里/小时，其轨道近地点为 181 公里，远地点为 327 公里，与地球赤道面夹角为 64.95 度。

加加林驾驶着东方 1 号宇宙飞船绕地球转了一圈，共用去 1.5 个小时，飞行 40867.4 公里。

当东方 1 号完成了轨道飞行任务时，便脱离轨道而开始重新返回地球。

这依然是一条充满危险危机四伏的回归路。如果宇宙飞船以强大的速度垂直进入大气层，所产生的巨大摩擦力会形成超高温，并烧毁宇宙飞船。

另外，当宇宙飞船进入大气层时所选择的角度如果不对劲，它就会被大气反弹重新反弹出去，并再度进入太空。

从 120 公里高空进入地球大气层的宇宙飞船，只有同包围着地球大气的球形切面成 5.2~7.2 度角时，才能平安无事地返回地球。

当东方 1 号快速进入大气层时，由于受到大气阻力的强烈摩擦，整个的金属外壳被迅速加热升温变成火红色。

东方 1 号宇宙飞船恰如一个燃烧着的大火球一样，不顾一切地向地球表面冲将下来。

当这个大火球飞离地面 7 公里的高度时，尾部张开了两个巨大的降落伞，依靠空气阻力拖住宇宙飞船，使它的速度快速降低到每小时 35 公里。

最后，东方 1 号宇宙飞船悬在几个张开的巨大的降落伞下面，轻轻地飘落在一个偏僻的乡村田野上。

加加林搭乘东方 1 号宇宙飞船遨游太空，实现了人类多少年来的光荣与梦想，开辟了人类航天史的新纪元。

自加加林之后，更多的宇航员进入太空，截止到 1987 年，全球共 18 个国家的 203 位宇航员，其中包括 10 位女性，进行了 118 次的宇宙旅行，共绕地球 10 万圈。

加加林 1934 年 3 月 9 日出生。1968 年 3 月 27 日在一次意外的飞机失事中不幸遇难，死时年仅 34 岁。

## 地球科学的革命

### 大陆漂移学说

公元 1910 年，一个秋日的夜晚，秋雨从天空绵绵不断地飘落下来，下得人心里都烦透了。这场雨一连下了五天，还没有停下来的趋势。

在德国马尔堡物理学院的讲师楼上，四楼的一间房子里，灯还亮着。虽然已经是夜里两点多钟了，但是，魏格纳却怎么也睡不着，只好起床，在屋子里转来转去。

前两天，魏格纳因伤风受凉，而患了重感冒，尽管吃了几次药，但还是没有多大好转，一天晚上，他又发烧了。赶紧爬起来又吃了两粒退烧片，这才觉得好受了一些。

魏格纳躺在床上，一会儿看看天花板，一会儿又看看电灯，头脑一时也没有停下来，他又把自己的目光，集中到墙上挂着的一张世界地图上。

突然，他惊奇地发现，大西洋两岸的轮廓竟然是如此的互相对应，尤其是巴西东端的直角突出部分，与非洲西岸呈直角凹进的几内亚湾非常吻合。

魏格纳顿时来了精神，他又继续朝南看过去，只见巴西海岸的每一个突出部分，都正好和非洲西岸同样形状的海湾相对应；同时，巴西海岸每有一个海湾，非洲方面就有一个相应的突出部分。

怎么会有如此的巧合呢？要是把它们拼合在一起，简直就像一块完整的大陆？

魏格纳的脑子里忽然闪过一个奇怪的念头：莫非非洲大陆与南美洲大陆曾经贴合在一起，也就是说，它们原是连接在一起的一整块原始大陆，它们之间没有大西洋，到后来才破裂、漂移而分开的。

这种大胆的想法，从此就一直困惑着、缠绕着这位学者，他决心一定要弄个水落石出。

到了第二年的夏天，有一次，他在学校图书馆查找资料的时候，无意间读到一篇论文，说根据一系列的古生物证据，巴西和非洲之间曾有过陆地联系。

魏格纳不由自主地想起，去年秋天那个雨夜、他在病中的发现。更加坚信，大西洋两岸轮廓的相似绝对不是偶然的巧合，这里面肯定有文章可做，也许是一个涉及大陆形成和地球演化的大问题。

他把自己的这一想法，跟他的老师、著名气象学家柯彭教授说了。

柯彭教授认真地盯着地图看了一会儿，觉得魏格纳讲得确实有些道理。他告诉魏格纳，在地质学界，占领导地位的，一直都是“海陆固定”的学说。

所谓的“海陆固定”说，其主要观点就是，地壳升降是地球史上海陆变迁的主要原因，无论地壳如何升降，大陆块在地球上的位置是固定不变的，大洋盆地是永存的。

但是，自 17 世纪以来，许多人对“海陆固定”说产生了怀疑。

比如，哲学家培根就曾经指出：非洲西部和南美东部海岸线的吻合，不可能是偶然的巧合，肯定有着某种原因。

19 世纪中叶，地质学家斯尼德尔发现欧洲和北美煤层中的植物化石雷同，他认为，煤层形成时期的石炭纪，欧洲大陆和美洲大陆曾经连接为统一的大陆。

19世纪末，进化论的创立者达尔文的儿子、英国天文学家乔治·达尔文又认为，月球原本是地球上的一部分地壳脱离地球后演变成的，而在月球形成后，地球上的大陆块重新调整了位置，大陆便发生了漂移。

柯彭教授好心地向魏格纳，不要揽下这项“份外”的课题。因为大陆漂移问题至少涉及到地质、古生物、动物地理和古气候等一系列学科，论证起来，不是那么轻而易举的。

然而，勇于探索的魏格纳决心要把这个问题搞个水落石出，他开始努力地吸取地质学和古生物学知识，从浩如烟海的资料和典籍中收集大陆曾经连接和漂移的证据，从各个大洲之间的联系和对比中进行考察和寻索。

魏格纳没有孤立地看待各个局部地区的地质资料，而是从全球或洲际的范围内加以考察和追踪。

魏格纳想到，如果现在被大洋隔开的大陆从前果真是一个大陆的话，那么，在当时所形成的地层也一定像大陆轮廓一样可以拼接起来，同时，由这些地层褶皱所形成的褶皱山系也必定可以连接起来。

魏格纳首先考察了大西洋两岸的褶皱山系和地层。他发现，大西洋两岸的岩石、地层和褶皱构造确实像搭积木一样可以搭配起来。

如巨大的非洲片麻岩高原和巴西的片麻岩高原遥相对应，二者所含的火成岩和沉积岩，以及褶皱延伸的方法也非常一致。

魏格纳对于这种地层和构造上彼此相接的现象，作了一个比喻。

他说，这就好比一张被撕碎的报纸，如果按其毛边拼接起来，报纸上的印刷文字行列也恰好齐整切合，凭这一点，我们就得承认这两片报纸原来是连在一起的。

魏格纳特别强调，由于相互衔接切合的不只是一个行列，而是有多个行列，这就排除了“偶然”和“巧合”之类的解释，把这一原则应用于大陆，正好为大陆曾经贴合提供了一个有力的证据。

面对大量古生物分布的有趣事实，传统学派认为是垂直运动——陆桥升降所引起，魏格纳则主张可以运用水平运动，即大陆漂移来加以解释。

魏格纳果断地认为，大西洋两岸以及其他一些地区间古生物的亲缘关系，并不是其间有什么“陆桥”存在，而是因为两侧大陆本身曾经直接相连。

也就是说，当时根本就没有什么大西洋、印度洋，到后来大陆破裂并漂移分开，才终于形成现在这样的海陆布局。

魏格纳还强调指出，对于一些大陆上古生物分布，用大陆漂移说解释比用陆桥说更为确切。

比方说，舌羊齿植物化石在非洲、南美、澳大利亚和印度等地的石炭二迭纪地层中都有发现。而这些地区相距万里，所处气候带也不一样。

因此，即使用陆桥把它们联系起来，仍然很难理解舌羊齿植物在同一时期的分布情况。

大陆漂移说则不仅认为这些大陆曾经连接，而且认为它们之间在距离上并不十分遥远。也就是说，它们在当时曾经汇聚在一起，所处气候带也比较相近。

这样一来，舌羊齿植物化石的分布才得到圆满的解释。

1912年1月6日，在法兰克福召开的地质学会议上，魏格纳首次发表了他的学说。他明确地指出：

“南美洲与非洲原本是相互连结的一块大陆，后来因地壳剧烈变动，导

致这块大陆分裂成两片，形成了今日各自独立的两块大陆。”

魏格纳的大陆漂移说发表以后，立即在全世界的地质学界引起了一场轩然大波。有人为之鼓掌喝彩，也有人斥之为奇谈怪论，因为从来人们就认为大陆是不动又不变的，大陆会裂开，而且会漂移，这真是太不可思议了。

魏格纳是个不肯轻易认输的人，为了替大陆漂移说寻找冰川学和古气候学的证据，魏格纳进行了横跨格陵兰的考察，从而获得了大量丰富的第一手资料。

1914年夏天，第一次世界大战爆发。魏格纳作为预备役军官被应征入伍。

战场上，到处都是鲜血和尸体。但是，魏格纳的眼前却浮现出一望无际的大西洋，以及两岸的大陆、欧洲非洲大陆和南美洲大陆，这些大陆围绕大西洋到达北极……

在战争的空隙，只要一有机会，他就从树上折下一根小树枝，在地上画起来，他画着非洲，画着美洲，他好像看见巴西正好是从非洲分裂散开的。

1915年，魏格纳在一次战斗中身负重伤，差点送了命。魏格纳因此而获准请了长假。他一边养伤，一边写完了研究大陆漂移说的划时代的地质文献《海陆起源》。

在这本书里，魏格纳如同一位博古通今的高级导游，把人们带进“新迪斯尼乐园”，去参观古往今来海陆的迁移变化。

按照魏格纳的描述，在距离今天大约3亿年前的古生代，地球上只有一块完整的大陆，叫做“泛大陆”，周围全部是汪洋大海。

后来，由于天体引力和地球自转离心力的作用，这块“泛大陆”开始崩离析，犹如浮在水面上的冰块，越漂越远。

从此，美洲和非洲、欧洲分开，中间留下浩瀚的大西洋；非洲的一部分告别了亚洲，在漂移的过程中，其南端略有偏转，渐渐与印巴次大陆脱开，诞生了印度洋。

到了距今大约300万年前的第四纪初期，地球表面各大陆终于漂移到今天的位置。

魏格纳提出的大陆漂移说，是他多年来苦心研究的科学成果，他进行了多角度、多学科的反反复复的论证。

魏格纳提出的最明显的证据，便是大西洋两岸大陆海岸线的相似性。由于这些大陆在分裂时发生了大规模的玄武岩浆喷射，形成了今天分布在非洲安哥拉和南美巴西的同一个成矿带上。

近年来，有人取大陆架的轮廓用电子计算机测定，得到最佳拟合，偏差很小。

难怪现在有人惊叹，魏格纳是一位卓越的地质诗人，他的大陆漂移学说是震撼世界的不朽的地质之歌。

## 迷恋探险

1880年11月1日，魏格纳出生于德国柏林。他的父亲是福音派新教徒的传教士，当时任一家孤儿院的院长，在当地人的心目中，是个大好人。

小时候的魏格纳，算不上是个聪明绝顶的孩子，但是，他以自己的纯朴、善良、勤奋、好学，赢得人们的一致好评。

稍微能读懂文章的时候，他就迷恋上了探险家的故事。

英国探险家成了他心目中的偶像，特别是约翰·富兰克林为了探索和开辟出一条“西北航道”，最后牺牲在通往北极圈的路途上的事迹，给魏格纳的心灵造成了强烈的震撼。

魏格纳小时候体弱多病，三天两头发烧咳嗽。为了克服这个毛病，他自觉地对自己进行残酷的身体训练。

一年四季，他都坚持用冷水洗脸洗澡。天寒地冻的时候，他咬着牙穿着一件单衣站在雪地里，有时一站就是好几个小时；酷热难当的时候，他总是背着十几斤重的砂袋或大石头到郊外，有时一走就是几十公里。

一遇到下雪天，他都要去练习滑雪。滑雪的路线一旦确定下来，就不管道路怎样崎岖不平，坑坑洼洼，他总是奋力前往，摔倒了再爬起来，直到抵达目的地。

1900年，魏格纳从预科学校毕业后，进入高等院校学习，主攻天文学和气象学。

1905年，25岁的魏格纳获得了天文和气象博士学位。

大学毕业后，魏格纳即致力于高空气象学的研究工作。他曾经奋不顾身地投入高空探测气球的活动。

魏格纳和他的弟弟库特参加了1906年4月的探空气球比赛。当时持续飞行时间的世界记录是35小时，魏格纳兄弟却飞行了52小时，一举刷新了世界纪录。

1906年夏天，魏格纳实现了自己多年以来梦寐以求的理想，他应邀参加丹麦探险队，深入到格陵兰，从事气象和冰河的调查，在这里，他度过了两年艰辛的探险生活。

在格陵兰，他发现了许多奇异的现象。他惊奇地看到，冰冻得比石头还硬的冰河，居然也能够缓慢地移动。

他还看到，格陵兰有着丰富的地下煤层，但是，格陵兰位于北极圈内，根本没有高大的树木，那么，地下的煤层又是从哪里来的呢？

魏格纳百思不得其解，忽然，一个奇怪的念头又闪现在他的大脑里，莫非北极圈内的陆地是从别处漂移过来的？

从格陵兰返回德国以后，魏格纳成了马尔堡大学的天文学和气象学讲师。他的课讲得非常具有吸引力。他常常旁征博引，举一反三，把学生都听得入了迷。同时，他开始更加深入地探讨那些令人头痛的大陆漂移的问题。

魏格纳具有顽强的毅力、超群的智力和强壮的体力，他只要认准了一个目标，便穷追到底，百折不回。年近半百以后，关于大陆漂移的验证问题，仍然像没有还清的账一样，总是缠绕在他的心头。

1930年4月，魏格纳率领一支探险队第三次深入到冰天雪地的格陵兰进行考察，并顺利抵达了格陵兰西海岸基地。

他们试图重复测量格陵兰的经度，以便从大地测量方面进一步论证大陆漂移。在极为不利的条件下，魏格纳一行从事气象观测，并且利用地震勘探法对格陵兰冰盖的厚度作了探测。

当时，在格陵兰中部的爱斯密特基地里，有两名探险队员准备在基地里度过整个极夜，以便作气象学方面的考察和论证。但是风暴和冰雪使给养运输一再耽搁。

9月21日，魏格纳决定亲自把给养从海岸基地运送到爱斯密特去。

魏格纳一行 15 人乘着狗拉雪橇在狂风暴雪中艰难行进了近 100 英里。这时，气温低达摄氏零下 65 度。大多数人失去了勇气，不愿意再往前走。

但魏格纳主意已定，最后只剩下了两个追随者，他们又走了大约 70 多英里，终于胜利抵达了爱斯密特基地。

这时，有一个同伴的双脚已严重冻伤，而继续留在爱斯密特基地，就会增加给养困难，甚至有可能会断顿。

11 月 1 日，魏格纳在爱斯密特基地草草过完了自己的 50 岁生日以后，决定冒着生命危险返回海岸基地。

11 月 2 日，魏格纳和另外一位同事，乘两辆狗拉雪橇，动身返回海岸基地。

这一天，格陵兰岛上风雪漫天，气温降到摄氏零下 40 度。魏格纳在极端险恶的环境中前进，每前进一步，都要付出巨大的代价。

连续几个月的极度劳累，魏格纳终因心力衰竭倒在雪地里，再也没有爬起来。

由于魏格纳和他的同伴迟迟未归，附近的科学考察基地曾试图派飞机前往搜索。然而，无情的格陵兰冬季使得一切希望都落空了。

直到第二年四月，他的尸体才被搜索队发现，但是，他已被冻得硬如石头，与北极冰河融为一体了。

长空呜咽，风雪哀号，沉痛悼念这位为了验证其大陆漂移学说，而魂断北极的真正勇士，他去世的时候，才刚刚 50 岁，正当盛年有为之际。

## 不断回答新问题

魏格纳教授虽然永远地离开了我们，但是，他那种为了科学，为了真理而上下求索，不怕牺牲的精神，必将永远存留于天地之间。

尽管他曾经收集了许多关于大陆漂移的有力的证据，但是，他很清楚这一点，如果不能从理论上对漂移的方式、力源等统称为大陆漂移的机制问题作出合理的解释，那么，他的学说还是无法自圆其说的。

魏格纳一直在思考这些问题。

那一天，当他迎着刺骨的寒风，独立在格陵兰岸畔，面对大西洋永不疲倦的不息的波涛，他陷入了纷乱的思绪中。

他想起了 1912 年 1 月 6 日，当他在法兰克福第一次作了大陆漂移方面的演讲后，心里真像 15 个吊桶打水，七上八下。他坚信自己已经从地质、古生物地理、古气候等方面仔细验证了大陆是否漂移这个问题。

然而，茫茫大地这个庞然大物究竟是以什么样的方式进行了如此长距离的水平位移呢？这个问题长久地萦绕在他的心头。

这时，他无意中抬头，忽然，他看到了在他前方的海面上，出现了一座高大的冰山，正从北冰洋方向，向南缓缓漂流而去。

魏格纳不觉心中一动，大陆，不就像这漂浮着的冰山么？只不过，大陆是浮在有一定粘性的岩浆上罢了。

那么，地球表层以下为什么会具有一定的流动性呢？

魏格纳经过长期的考察和研究，认为这是力在漫长地质年代长期作用的结果。

比方说冰，用锤子稍微一敲就碎了，但是，非常厚的冰层蒙受长期压力

的作用，可以呈缓慢的塑性流动状态，这就是冰川。

而地质年代还要漫长得多，时间的因素会起着重大的作用。所以，地球表层以下的物质在力的长期作用下，也有可能发生流变。

经过长期对大地构造的了解和认识，魏格纳认为地壳可以有硅铝层和硅镁层之分。他认为，陆地是硅铝质的，硅镁层伏在硅铝质地块之下，而在大洋底硅镁层是直接出露。

这样一来，魏格纳就认识到了陆高而质轻，洋低而质重。海洋和陆地并不是地表局部和偶然的起伏不平，而是由地壳组成的根本差异引起的。

魏格纳正是基于这一点，从地壳均衡的观点出发批判了陆桥说。在地球表面，陆地因其轻而浮起，所以高踞在上，洋盆则伏卧于下。

很难设想，厚而轻的大陆地壳，会深深地沉没，而转变成本质不同的薄而重的大洋地壳。也就是说，陆桥沉没为洋底是不可能的。

当然，浅海大陆桥从根本上说是大陆地块的组成部分，陆地和浅海之间的相互变迁，或者说数百米幅度的海水进退现象，是完全可能的，它并不牵涉到地壳类型的转化。

所以魏格纳并不反对浅海上陆桥（如北美和西伯利亚间的白令陆桥）升沉的假说。

从地壳均衡学说看来，大陆是漂移的，那么，又是什么样的力推动了大陆漂移呢？

魏格纳从多如牛毛的大陆漂移运动图景中找出了运动的主导方向，然后从中得出大陆漂移驱动力的方向，最后再对这种方向作用力的力源作出分析。

根据过去对大陆位置的复原，二亿多年前南半球诸大陆会集在南极附近（并分布着广泛的冰川），以后逐渐四分五裂，向北漂移。

魏格纳则因此而看出大陆有一种自极地向赤道漂移的趋势。按照他的看法，印度原先曾以一个长形地带和亚洲大陆相连，当印度离极北移时，与南挤的亚洲大陆对冲，这一长形地带逐渐压缩褶皱，形成了喜马拉雅山系。

至于这种巨大的离极力又是从哪里来的，魏格纳认为，比较重要的就是地球自转所产生的离心力。因为除了两极和赤道以外，地球表面上的任何一点，自转离心力的水平分力都是指向赤道的。

除了离极漂移以外，魏格纳还从地图上看出大陆是明显地向西漂移的。

这特别明显地表现在南美洲和北美洲的西缘，作为漂移着的大陆的前缘，在向西漂移过程中由于受到太平洋底的阻挡，于是褶皱、挤压成高大的科迪勒拉、安第斯山系。

而在巨大陆块的东缘，作为漂移着的大陆的后缘，曾经脱落下一些陆地的碎片，这些落伍的“行者”，在大洋中构成了星罗棋布的岛群。

那么，这个向西漂移的力又是来自何方？

魏格纳认为，这个西漂的力，是来自于太阳和月亮的引力所产生的潮汐摩擦力。他指出，地球自转的速度由于潮汐摩擦而减缓，这种减缓应当对地球表层表现最为明显，从而使地球表层或各大陆相对于地球自转（由西向东）有滞后的趋势，也就是说导致大陆缓缓地向西滑移。

作为新地球观的大胆假设，大陆漂移说以其惊世骇俗的观点打破了一百多年来人们的传统的偏见。

一些颇有头脑的学者，已经预见到了它的伟大意义，认为，“这个理论

一经证实，它在思想上引起的革命堪与哥白尼时代天文学的革命相比拟”。

但是，统治了世界达百年以上的海陆固定学派不肯就此退出历史舞台，他们争相攻击魏格纳的观点，诅咒他是不知天高地厚的狂人，他们还利用自己所把持的刊物和学会对魏格纳及其大陆漂移说发起全面进攻。

但是，真理毕竟是真理，它不会因历史的尘封而变成谬误，或黯淡无光。是金子，就总会发光的。

### 源源不断的新证据

本世纪 60 年代以来，由于古生物学、海洋地质学等学科的迅速发展，魏格纳的大陆漂移说又获得了新的充分的证据。

世界各国的学者们对大陆漂移说重又进行了充分的研究，从而形成了“大陆漂移”、“海底扩张”和“板块构造”的三大理论，揭开了一系列重大的地质奥秘。

大陆漂移说又重新焕发出夺目的光彩。

从 50 年代开始，科学家们就逐步发现，大洋底部并不是理想的盆地或平川，它也像陆地上一样坎坷不平，也有高山、平原、丘陵、盆地等各种各样的地形。

1956 年，美国科学家尤因和希曾首先指出，世界大洋洋底纵贯着一条连续延伸长达 64000 公里的中央海岭体系。

中央海岭又称中洋脊。在大西洋和印度洋，它正好位于大洋中部，边坡较陡，分别称为大西洋中脊和印度洋中脊；在太平洋，海岭偏居大洋东侧，且边坡较缓，通常称为东太平洋海隆。

这条巨大的海底山岭，犹如一条巨龙，蜿蜒曲折，从北冰洋到大西洋、印度洋，直至太平洋，连成一个环绕全球的大洋中脊系统。

在大洋中脊的中央还有一道宽 40 多公里、深 1 至 3 公里的中央裂谷，这里便是火山和地震最为频繁的地带。

人们还出乎意料地发现，海洋沉积层的厚度很小，根据地震探测平均只有 0.5 公里。

如果以每年沉积一毫米厚的沉积速度来计算，只要大洋存在过 10 亿年，就应当有厚达 10 公里的沉积物。

人们还陆续在洋底的基岩崖壁处挖到一些较老的岩石样品，但直到 60 年代开展深海钻探以前，还没有发现过比白垩纪（距今 13500 万年）老的岩石。

从另外一个方面来看，海洋动物的大多数纲和所有的门在早古生代就已经存在，在此后没有能产生出一个新的门，这表明海水的存在无疑已有漫长的历史，海洋必定在前寒武纪就已经存在。

然而，从以上事实看来，洋底的年龄比大陆，甚至比海水本身都要年轻得多。

如果认为大陆和海洋的位置是固定不变的，海底的年龄就应当与大陆一样古老，在洋底还应当累积起非常厚的沉积岩层，但事实却截然相反，这就迫使人们不得不认真考虑洋底和大陆是在移动的了。

60 年代初，美国普林斯顿的海洋地质学家赫斯提出了“海底扩张说”这一新颖的见解。

赫斯是 30 年代的博士研究生，二次世界大战中，他曾经担任过海上运输队中校，在他服役期间，曾乘着潜艇在太平洋底发现过洋底山脉。

二次大战结束以后，他潜心研究海洋地质学，在地幔对流说的基础上，提出了著名的海底扩张说。

赫斯认为，大洋中脊的中央裂谷体系正是地幔物质上升的涌出口，涌出来的地幔物质，沿着大洋中脊不断上升、溢出，然后冷凝为新的海底地壳，并且推动先形成的海底逐渐向两侧对称地扩张。

在不同的海区，海底扩张大致有两种情况，一种情况是扩张着的洋底同时把两侧大陆推开，大陆有如冻结在相邻的海底上，与海底一起向同一方向移动。

这样，随着新海底不断地生长和向两侧扩张，新生的大洋不断张开，两侧的大陆逐渐远离漂开。

像大西洋这样的大洋，在海底扩张的作用下，不到两亿年就可以形成。

所以，大西洋中脊和印度洋中脊的裂谷系，不但是制造海底的场所，实际上也是大陆漂移的发源地。

当洋底扩张到达海沟处，便向下俯冲，重新返回到地幔中去。这时，洋底并不相邻大陆向两侧漂移。

像太平洋这样古老的大洋，其洋底处在不断新生、扩张和潜冲的过程中，只需两亿年左右，洋底就可以更新一次。

所以，无论是新生的大西洋和印度洋，还是古老的太平洋，它们的洋底地壳都十分年轻，不老于中生代。

从 1968 年，美国第一艘全球航行海洋船“格洛玛·挑战者”号起航，经过历时四年的考察，获得了极其丰富翔实的海底资料，为“海底扩张说”提供了直接观察的科学根据。

更为重要的是，这一发现为大陆漂移说提供了“动力源”的解释，魏格纳所期待的“漂移理论中的力源”终于被发现了。

1965 年，英国学者威尔逊勾勒出了板块构造的最初轮廓，最先提出了“板块构造学说”。

威尔逊指出，在中脊与中脊、中脊与岛弧（海底），以及岛弧与岛弧之间都可以由转换断层连接起来，中脊、转换断层、岛弧——海沟系这三种构造活动带就好像没有端点，它们连绵不断地从一种活动带转换成另一种活动带，直到最后封住自己的端部。

这样，整个地球表层就被这种首尾相连的活动带分割成若干巨大的板块。

1968 年 6 月，法国地球物理学家勒皮雄把板块旋转运动的研究又向前推进了一步。

勒皮雄把全球板块概括为六大板块：欧亚板块、非洲板块、美洲板块、印度洋板块、南极洲板块和太平洋板块。

在这些板块下面有一层很厚的炽热流体，海洋中脊的裂谷就是这个被称为“软流层”的炽热流体不断对流上升的部位，也是板块的分界之一。

浮在软流层上面的板块，无论是大陆还是洋底，就像大海中随流漂移的船只一样，向各个方向移动，形成了多板块之间的互相碰撞或俯冲，引起了沧海桑田的海陆变迁。

当两个板块相对撞击时，如果是海洋板块碰到大陆板块，就会插入大陆

板块下面；如果相撞的两个都是大陆板块，那就会互相顶撞，发生强烈的挤压，使地层发生褶皱，崛起成为山脉，而这两个板块则通过火山岩浆活动和挤压作用，逐渐合并成一块。

随着地球的演化，有的板块合并在一起，有的板块则分裂开来，分裂以后又向相反方向漂移开去。

这就是大陆漂移学说的理论。

由于板块构造说已发展到全球规模，把大陆和海洋统一在同一系统之下一起探索，所以，它又被称为“新全球构造”理论。

大陆漂移、海底扩张、板块构造，这三个学说的诞生，标志着从魏格纳开始的地球科学的革命终于进入了一个新的历史时期。

## 两大研究

李四光最早进行研究的是含煤地层中古代生物演变历史。由于他当时经常带领学生到河北省南部的六河沟煤矿实习，他深知要想搞清矿产生成规律，一定要弄清地层划分的状况。

由于主要造煤时代是石炭纪，因此，对石炭二迭纪地层中所含的微体古生物 科化石标本的研究，就成为这项研究的基本工作。特别是对栖居浅海海底的单细胞动物 的研究更为重要。

是一种浅海的单细胞动物，形如纺锤，在国外被称为“纺锤虫”，栖居海底。最初出现于石炭纪早期，广泛分布于世界各地，种属繁衍甚多，到二迭纪末期灭绝。

我国石炭二迭纪地层分布很广，是世界上主要产 的地区之一。因此，对比研究各种 化石的形态、特征，确定它们种属演化的关系，是详细划分石炭二迭纪含煤地层不可缺少的一个重要依据。

但是，这种微体古生物的鉴定工作艰巨而细致，先要把标本切成薄片，再磨到十分之几毫米厚，然后用显微镜观察。

李四光通过对大量 科化石的鉴定，创立了 科鉴定的十条标准。他自己用这个标准定出了 20 多个新属，并于 1927 年出版了专著《中国北部之 科》。

由于这项研究所取得的成果，李四光荣获母校伯明翰大学的博士学位。

李四光在研究 科的同时，还开始了另外一项非常有意义的工作，那就是对第四纪冰川的研究。

地球发展史上曾经有过几次大冰期，那时候，地球上的许多地方被冰雪覆盖着，当天气变暖时，冰雪便融化，这样就形成了冰川。最近的一次冰川是发生在二三百万年前的第四纪，所以称之为第四纪冰川。

1921 年夏春之交，李四光带领学生到河北省邢台沙河县进行野外实习，发现了一些奇怪的石头，它们不像是水冲下来的，石头上又有明显的擦痕，很像冰川条痕石，因此，李四光推测，中国可能存在第四纪冰川。

同年 6 月和 7 月，李四光头顶烈日又到山西大同盆地进行煤田地质调查，又一次发现冰川作用的遗迹。

于是，李四光以这两次观察到的现象为内容，发表了《华北晚近冰川作用的遗迹》的报道，打破了中国近代冰川研究方面的沉寂局面，对外国人认为中国不存在第四纪冰川的观点提出了挑战。

某些外国地学家对此采取了轻蔑和冷漠的态度，大自然的复杂的多样性也确实为寻找更多的证据设置了许多难以克服的困难。然而，李四光没有被困难吓倒。

人们认为中国没有第四纪冰川现象的一个重要原因，是因为这个地区从第三纪直到今天，一直被认为是属于干旱性气候，因此没有冰雪覆盖的可能，也谈不上冰川。

可是，李四光自从找到了冰川条痕石以后，他开始考虑，在漫长的干旱气候中，是否会有间歇性变化呢？为了验证这一点，也为了让更多人能接受这一事实，他决定寻找更多的冰川遗迹。

十年以后，他四处庐山实地考察，冰川的擦痕又一次次地展现在眼前。1936年8月，第四次赴庐山时，他索性把家搬到庐山。

庐山的不同寻常的地貌，特别是牯岭西谷一块巨石矗立在另一巨石上的奇特景象，给了他非常大的启示。

其后，他又作了大量详细周密的调查，不光得出庐山有大量冰川遗迹的结论，而且认为中国第四纪冰川是山谷冰川，并且可以划分为三次冰期。

李四光还亲自到黄山，去进行实地考察。在黄山，他同样获得了冰川作用遗迹的宝贵资料。

1936年9月，李四光发表了《安徽黄山之第四纪冰川现象》的论文，这篇文章和几幅冰川现象的照片，引起了中外学者的注意。

德国地质学教授费斯曼到黄山看罢回来赞道：“这是一个天翻地覆的发现。”李四光数十年的含辛茹苦，第一次得到了世人的承认。

李四光对于中国第四纪冰川的潜心研究，在1937年完稿的《冰期之庐山》中得到全面阐述。

尽管直到今天，关于中国是否存在第四纪冰川，仍然有着激烈的争论，但是，李四光作为一个科学家，开创了第四纪冰川的新的学术研究方向。人们不能不叹服炎黄子孙超人的胆识和坚韧不拔的力量。

## 地质力学原理

李四光早年在作科学研究时，还发现了另外一个重大的问题：在同一个地质时代里，华北地区以陆相沉积（历史上没有被海水淹过的陆地）为主，间有海相沉积（历史上地层被海水淹过的地区）薄层；华南地区则以海相沉积为主，越往南，海相沉积越厚。

这就说明，在那个时期，海水的进退，南北的差异相当大，南方有海浸的现象，北方则有海退的现象。

为什么在同样一个地质时代，海浸、海退竟然有这么大的差异呢？李四光从此开始对这一现象进行了艰苦的探索和研究。

李四光首先就断然否定了当时地质学家所流行的一种说法：地球表面的海水运动是全球性的，要升都升，要降都降。

因为按照这种观点，就无法解释在同一个地质时代里，北方海退、南方海浸的现象。他再翻阅国外的有关资料，发现国外也有类似的现象，以北半球来说，南方海浸，北方海退，海水由两极涌向赤道；而经过若干的时候，又出现相反现象。

于是，李四光提出了自己的观点，海水不但有垂直运动，而且有水平运

动。水平运动则是由于地球的自转速度，在漫长的地质时代中，反复发生时快时慢的变化的结果。

1926年，李四光发表了《地球表面形象变迁之主因》的论文，系统地阐述了地球自转速度的变化是引起地球表面形象变迁的主要原因，提出了推动地壳运动的主要力量是在重力控制下地球自转的离心力。

李四光认为，这种离心力不光影响海水的运动，而且影响地壳运动，造成地壳的褶皱、沉降和断裂……

这种把应用力学引入到地质学中，用力学观点解释和研究地壳构造和地壳运动的规律的科学，就是李四光创立的地质力学。

李四光的地质力学理论，为研究地壳运动问题开辟了新的途径，它使地质科学的发展进入了一个新的阶段。

特别值得一提的是，李四光利用他所创立的地质力学原理，在中国寻找石油的伟大贡献。

20年代，美国的美孚石油公司曾经在我国的陕北地区打过油井，因没有能打出石油，因此，美国人就断定中国没有石油。

李四光则根据其地质力学理论，认为：新华夏构造体系沉降带有“可能揭露有重要经济价值的沉积物”，这个沉积物指的就是石油。

正是因为他的这个观点，所以在50年代初，当毛泽东主席和周恩来总理询问我国天然石油的远景如何时，李四光的态度是乐观的，并且建议在全国范围内广泛开展石油地质普查工作。

李四光运用地质力学的理论指导了全国石油地质普查的战略选区工作，对东部油田的发现，作出了重大的贡献。

首先，李四光敢于冲破旧有理论的束缚，驱散了笼罩在中国人心头的“中国贫油”论的迷雾，科学地指出了中国有丰富的油气资源。

其次，李四光预测出松辽、华北等面积辽阔、覆盖层厚、很少岩层露头、更缺油气显示的地区的含油远景。

最后，在突破松辽盆地之后，李四光又及时指出要到那些和松辽盆地处于同一大地构造体系的不同段落地区找油的正确方向。

实践证明，这种战略性的指导是很准确的。在以后的几年中，中国在广大地区进行了石油地质普查工作，竟然找到了几百个可能的储油构造。

不久，地质部又根据李四光的意见，提出了“不放弃西北，多搞东部”的方法。李四光和石油部的勘探队一起，终于探明了规模大、产量高的大庆油田。

李四光并没有因此而沾沾自喜，固步自封，他接着又指出：“今后该是我们跳出门坎向南移动的时候了。”在这个理论的指导下，李四光接连在华北、下辽河和江汉等地区发现了油田。

在李四光地质力学理论的指导下，“中国贫油”的帽子被彻底摘掉了，同时，地下水找到了，地势找到了，金刚石成矿带也找到了。

地震一直是地球人的一大心病，它始终在困惑着人类，威胁着人类。李四光对中国地震情况的预报和研究，也作出了自己的应有的贡献。

1967年，在湖北省间县地震后不久的一个深夜，中南海怀仁堂，国务院正在召开一个紧急会议，会议的议题是：有关方面报告，当天清晨7时北京将发生7级以上的地震，建议国务院批准同意，立即通知北京居民搬到室外避震。

周总理听取了各个方面的意见之后，便征询李四光的意见，问情况是不是这样紧急，需不需要疏散北京市的居民。

李四光没有立即回答总理的问话，而是拿起电话机，向北京周围的地应力观测站了解情况，然后才回到座位上，态度很明确地对总理说，今晚不要急着发警报。然后又补充了一句，请毛主席放心休息吧！

周总理同意不发警报。第二天，太阳依旧平安地照亮了北京城，人们依旧平静地生活、工作着。李四光的判断证实了。

早在 1965 年 3 月 19 日，经医生诊断，李四光就患了左髂骨总动脉瘤，5 个月后，肿瘤已由 4×6 厘米发展成 7×7 厘米，发展的后果可能会破裂或栓塞，导致死亡。

医生一再叮嘱李四光，不能有过多过重的体力活动。

然而，李四光却是个闲不住的人，他想到，地热资源的开发与利用还没有得到广泛的重视，地质力学的许多工作还有待于进一步完善，地震预报的探索才刚刚起步，……所以，李四光不顾年高体弱，重病在身，多次爬山涉水深入到地震地质第一线，把自己的全部心血都无私地奉献给了他所热爱的地质事业。

1971 年，当他最后一次住进医院的时候，他还对医生说，只要再给我半年的时间，地震预报的探索工作，就会看到结果的。

令人遗憾的是，没有能够等到半年，就在他说了这些话的第二天，即 1971 年 4 月 29 日，他的动脉瘤突然破裂，抢救无效，他永远地离开我们了。

但是，李四光的精神，李四光的追求，将永远鼓舞着我们，为继续验证中国第四纪冰川的存在，寻找中国丰富的地下资源，探索地震发生的成因和规律，而继续去努力，去奋斗，去叩开地壳运动秘密的一道又一道大门。

## 进军南极

当魏格纳为了验明其大陆漂移说，而魂断北极；当李四光为了论证中国曾有第四纪冰川流动过，而踏遍千山万水，魂牵东土的时候，又一位勇敢的探险英雄，为了考察南极这又一块生命禁区，而长眠在冰雪世界。

这位英雄就是英国的罗伯特·斯科特。

20 世纪初期，南极这片神秘的大陆，吸引了无数的科学家和探险者，人们争先恐后，为开垦地球这块最后的处女地而贡献了自己的智慧、热血乃至生命。斯科特就是其中之一。

斯科特原本是一位海军中校，长年在汪洋大海中漂泊，既拓宽了他的视野，又磨砺了他的吃苦耐劳的精神和毅力。

一个偶然的时机里，他得到了一本介绍南极风光的小册子，南极那美丽的景色和迷人的风韵，勾起了他内心深处强烈的好奇心，他决心做一个探险家，亲自到南极去看一看。

1902 年初，斯科特带领一支考察队，到达了南极地区的罗斯海，并在这里建立了一个越冬宿营地。

当年年底，斯科特又率领这支考察队，继续向南极大陆纵深地带进发，一直抵达南纬 82 度的地方。

1911 年 11 月 1 日，在做好充分的体能准备、技术准备、营养准备的基础上，斯科特再度率领这支不畏艰险的考察队，正式向南极极点发起总攻。

这支探险队伍共有 65 名队员，斯科特把他们兵分两路，一路 33 人，沿陆地前进；一路 32 人，沿海路前进。

斯科特所率领的是陆上前进这支队伍，共配备有 33 条爱斯基摩狗、15 匹西伯利亚矮种马和两部摩托雪橇。

当他们行进了一段时间以后，突然遭遇了一场前所未有的特大暴风雨，风雪刮得人眼睛都睁不开，使得人寸步难行。

为了使这支队伍更精干一些，斯科特决定丢弃掉爱斯基摩狗，而使用西伯利亚矮种马，队伍顶风冒雪，继续艰难地前行。

当他们费了好大的劲，到达罗斯冰架以后，他们再次遇到强暴风雪的袭击，西伯利亚矮种马一个个病倒了，摩托雪橇也停摆抛锚，无法使用。

雪原茫茫，他们如坐愁城，怎么办？只有继续前进。他们又用人拉雪橇，这支探险队伍在凶险的暴风雪中，继续缓慢地然而执著地向南极极点前进着。

费了九牛二虎之力，他们终于越过南极横断山脉，爬上南极高原，现在离他们的最后的的目标南极极点只有 250 公里了。斯科特和队友们一起举行了一个简短的庆功会。

庆功会后，斯科特决定只带四个人，组成向南极极点冲刺的突击组，其他人暂时返回基地待命。

1912 年初，当新年的钟声在天空久久回响的时候，当无数的人在滚滚红尘中，投身于金钱或物欲的怀抱中的时候，斯科特和他的突击组，在茫茫的南极的暴风雪中，继续朝着他们理想中的圣地艰难地前进。

他们再次遇到了史无前例的特大暴风雪，斯科特一行简直是寸步难行，有时走了半天，还没有走出 100 米。

为了加快速度，争取时间，他们只好延长每天行进的时间，使出最大的力气拖着沉重的雪橇向南极极点进军。

1912 年 1 月 18 日，斯科特一行以惊人的耐力和毅力，战胜了凶险的暴风雪，克服了南极天气给他们带来的种种不便，终于走完全部路途，到达了令他们魂牵梦绕的南极极点，实现了他们多年来的夙愿。

他们在南极极点插上了英国的国旗，然后热烈地握手、拥抱，他们心花怒放，为自己的胜利而激动得流出了喜悦的泪水。

正当他们高唱起英国国歌的时候，他们突然发现，已经有一支探险队比他们早一个月零五天到达了这里。

这支人类历史上最先征服南极极点的队伍，就是由挪威探险家阿蒙森率领的探险队。

1911 年 10 月 19 日，阿蒙森探险队一行五人比斯科特早 12 天出发，他们在罗斯冰架东侧的弗雷姆海姆设立了基地，并与斯科特的队伍暗中较上了劲。

阿蒙森一行一个个身强力壮，对极地的风雪和严寒气候适应能力很强，他们曾经三次到北极地区去探险。

他们向南极极点进发的时候，正遇上了南极地区难得的好天气，52 条爱斯基摩狗拉着四架雪橇，一路小跑，只用了 57 天的时间，于 1911 年 12 月 14 日率先到达南极极点，成为世界上最早征服南极极点的人。

面对这种情况，斯科特一行就像泄了气的皮球似的，怎么也提不起精神来，他们不愿相信自己所有的努力和心血，只使得他们得了个亚军。

他们无力从失败的心态中自拔出来，一个个斗志松懈，无精打彩，有气无力地开始返回基地。他们的心情实在是坏透了。

这时，南极的天气也变得更加肆无忌惮，连日的暴风雪使他们不得不躲进帐篷里，食物也快没有了，另外四个伙伴已因疾病和严寒而倒下了。

忽然，又一阵狂风吹过来，把他们居住的帐篷连根拔了起来。斯科特赶紧用自己早已冻得僵硬的手，歪歪扭扭地写完最后一篇探险日记，然后就再也站不起来了。

斯科特和他的战友们紧紧地拥抱在一起，倒在了南极这块圣洁的冰雪世界，然后又迅速地 and 南极冻结在一起。

斯科特和他的伙伴们，不愧为人类征服南极的第一批拓荒者，他们的大无畏的献身精神，充分显示了人类征服自然的伟大力量。

1957年，美国在南极极点建立了科学考察站，这个考察站被命名为“阿蒙森——斯科特站”，目的就是为了永远纪念这两位探险家最先登临南极极点的伟大功绩。

1958年，国际南极研究科学委员会宣告成立，并于1959年签订了《南极条约》，这一切都对现代南极科学考察起到了十分重要的作用。

现在，全世界已经有17个国家在南极大陆和附近的岛屿上，建立了39个常年科学考察站和几十个临时考察站。

南极不仅是地球上最理想的天然实验室，而且是人类食物和矿产资源宝库，对世界和平和人类未来发展有着极其深远的意义。

人类仍然在不断地超越自身，而超越的前提，必须是不断地认识自身，包括我们所赖以生存的这个古老的地方。

正所谓“雄关漫道真如铁，而今迈步从头越”，无数先驱者的在天之灵依旧在默默地守望着我们，在无言地期待着我们更快更好地去认识地球，让地球更好地为人类服务。

与此同时，人类对自己身体，包括对自身疾病的了解和认识，也在逐步加深，并且采取各种各样的措施，来制服疾病，战胜痛苦，使我们身体更健康，心灵更愉悦，去迎接来自世界的各个方面的挑战。

## 分子生物学的突破

### 染色体的发现

早在 19 世纪中叶，生物学家们在显微镜下，就已经观察到了细胞里有细胞核。

而且，令人振奋的是：如果把一个细胞分成两半，一半有完整的细胞核，一半没有细胞核，同时，可以发现具有细胞核的那一半能够生长分裂，而没有细胞核的那一半就不行了。

令人遗憾的是，由于细胞基本上是透明的，即使是在显微镜下也不大容易看清它的精细结构，所以在很长一段时期内，人们都没有弄清楚细胞核分裂的机理。

当科学发展到了 1879 年，一位叫做弗莱明（1843~1915 年）的德国生物学家发现，利用碱性苯胺染料可以把细胞核里一种物质染成深色，这种物质称做染色质。

1882 年，弗莱明更加详细地描述了细胞分裂过程。

细胞开始分裂的时候，染色质聚集成丝状，随着分裂过程的进行，染色质丝分成数目相等的两半，并且形成两个细胞核。这种分裂过程称做有丝分裂。

1888 年，染色质丝被称做染色体。

人们发现，各种生物的染色体数目是恒定的。在多细胞生物的体细胞中，染色体的数目总是复数。

例如，人的体细胞染色体数目为 46，果蝇为 8，玉米为 20 等等。其中，具有相同形状的染色体又总是成对存在着。因此，人的染色体为 23 对，果蝇为 4 对，玉米为 10 对。

追溯每一对染色体的来源，其中一个来自精子，一个来自卵子。成对的染色体互为同源染色体。

细胞中成对染色体一般说来是相似的，但有一个例外，就是性染色体。人有 23 对染色体，其中 22 对男女都一样，称为常染色体。另一对男女不一样，就是性染色体。

女人的一对性染色体，形态相似，称为 X 染色体。男人的一对性染色体，一个为 X 染色体，另一个为 Y 染色体。XX 为女性，XY 为男性。

染色体的数目同生物物种有联系，又同生物的繁殖有联系。

1903 年，美国生物学家萨顿最早发现了染色体行为和孟德尔因子的分离组合之间存在着平行关系。

即每条染色体有一定的形态，在连续的世代中保持稳定；每对基因在杂交中保持它们的完整性和独立性。

其次，染色体成对存在，基因也成对存在；在配子中，每对同源染色体只有其中一条，每对等位基因也只有一个。

再次，不同的等位基因在配子形成时是独立分配的；不同对染色体在减数分裂后期的分离也是独立的。

1906 年，英国生物学家本特森在几种植物中发现了几个“连锁群”，但他拒绝接受染色体学说，而是固执地认为，基因的物质基础在细胞结构中没有任何直接的证据。

但是，不管怎样，萨顿的假说还是引起了广泛的注意，因为染色体是细胞中可见的结构，这个假说就显得十分具体。

要证实这个假说，需要把一些特定的基因与特定的染色体联系起来。

## 摩尔根的影响

首先做到这一点的，是美国生物学家摩尔根。20世纪初，由于其对果蝇的研究，在遗传因子和染色体方面取得了令世人震惊的重大的进展。

摩尔根是个不同凡响的人物，他把遗传因子理论和染色体研究结合起来，发现染色体就是遗传因子载体，他也因此而获得1933年的诺贝尔奖。

托马斯·亨特·摩尔根于1866年9月25日出生在肯塔基州列克辛顿这样一个名门望族之家。他的父亲曾经担任过美国驻外领事。他母亲的祖父弗朗西斯·斯科特是有名的美国国歌《星条旗》的词作者。

摩尔根从青少年时代起，就表现了其卓尔不群的个性。

他身高超过1.83米，一双蓝眼睛蓝得令人吃惊。他从来都不修边幅，找不到裤带的时候，有时就用一根绳子扎裤子。甚至有一次，他发现衬衫上被烟头烧了一个洞，便找来一张小白纸，用浆糊把洞给贴起来。

他热爱大自然，常常拿着采虫网到处旅行，采集动植物，制成标本。他还跟随美国的一支地质考察队在家乡的山区工作过两个夏天。有一次，他还独自一人跑到波士顿的海洋生物站，饶有兴趣地进行海洋生物的实验研究。

他对动植物有着强烈的兴趣和无限的好奇心。正是这种兴趣和爱好，驱使他探索自然界的奥秘，并且使他在艰苦乏味的科学研究工作中获得无穷无尽的乐趣。

1886年，摩尔根以优异的成绩从肯塔基州立大学毕业，并获得动物学学士学位。并于同一年考入了霍普金斯大学的研究院做研究生。

1890年，摩尔根写出了《论海洋蜘蛛》的论文，他研究了四种水中无脊椎动物，比较它们的形态变化，确定了它们的种属。因为这篇论文，摩尔根获得了博士学位和布鲁斯研究员的席位。

20世纪初，摩尔根开始研究遗传学，他选择果蝇做实验动物。

果蝇比豌豆和其他动植物有许多优点，它有好几十个容易观察的特征，有比较简单的染色体——每个细胞中只有四对染色体繁殖性，容易培养。

1908年，摩尔根就开始在他的哥伦比亚的实验室内繁殖果蝇，以便在动物中看看是否有明显的突变发生。

尽管在摩尔根的饲养中没有惊人的、物种水平上的突变发生，但在1910年5月，在摩尔根实验室的一群红眼睛的果蝇中，经过放射性射线照射，产生了一只白眼睛的果蝇。

虽然这是一种突然出现的新性状，但却没有形成一个果蝇的新种。摩尔根把这种变化称为“突变”，并且让这个突变的新果蝇与正常的红眼雌果蝇交配，所得子代都是正常的，即均为红眼果蝇。

当他把第一代的雌雄红眼果蝇相互交配，第二代既有红眼果蝇又有白眼果蝇，红眼与白眼之比为三比一。

这说明，红眼和白眼受一对等位基因支配，红眼为显性。然而，第二代中雌蝇都是红眼，雄蝇中有一半是红眼，一半是白眼。也就是说，白眼雄蝇只把它的眼睛特性传给“孙男”，而不传给“孙女”。

由此，摩尔根认识到，决定白眼的遗传因子和决定性别的因素是相互联系遗传的。以前，在对染色体的研究中已经发现，决定性别的因素是雄性精子中的染色体。这样，就自然得出遗传因子是在染色体上的推论。

为了说明与性别有关的特殊的白眼遗传现象，摩尔根进一步设想，控制眼色的孟德尔因子总是伴随着性别的遗传因子分离的。

摩尔根不由自主地想起了在 1904 年和 1905 年进行的影响性别决定的细胞学工作。威尔逊等人曾独立地证明，所谓“副染色体”（结构上不推动相同的两条配成对的同源染色体），其实与性别遗传是相联的。

威尔逊等人还证明，在某些种类的动物和植物中，看来正常的副染色体结合在一起就产生雌性的生物；若一个正常的染色体与一个“畸形的”染色体结合，就产生雄性个体。

因此，摩尔根得出结论，如果白眼雄蝇（ry）和红眼雌蝇（RR）杂交，在第一代中，雌蝇的二条 X 染色体，一条为来自母本的带 R 基因的，一条为来自父本的带 r 基因的，R 为显性，所以表现为红眼。

第一代的雄蝇和雌蝇交配，两种卵和两种精子重新组合，产生四种第二代果蝇。

在果蝇中具有类似白眼红眼这样遗传行为的性状不止一个，而是有一百多个，它们都位于 X 染色体上。这些性状常常在一起作为整体传递，这种现象叫做连锁。

在后来的岁月里，摩尔根和他的同事们又发现了许多令人惊异的结果。

他们创造了染色体作图的方法；证明了副染色体和体染色体的比率决定了性别的表现；他们获得了有特殊标记的染色体并繁殖成为纯系，用以阐明杂交结果与染色体结构的细胞学研究之间的相应关系。

1911 年，摩尔根提出一种设想，如果孟德尔的遗传因子以线性方式排列在染色体上，那么就应该有一些可以根据它们的相对距离来作图的方法。

摩尔根认为，两条同源染色体联接时发生部分的交换。而后，两个因子在染色体上分离，它们之间常常发生高频的交换。这样，通过同时观察两个性状，就可知道它们是在同一染色体上，子代中两个性状分离的频率，可能表明染色体发生交换的频率。

1915 年，摩尔根和人合作，发表了《孟德尔遗传机理》一书。

在这部划时代的著作中，摩尔根和他的同事们发展了孟德尔“遗传因子”的思想，总结了对果蝇的研究结果，用大量的实验资料证明染色体是遗传因子的载体，并且借助数学方法，精确确定遗传因子在染色体上的具体排列位置，给染色体——遗传因子理论奠定了可靠的基础。

从此，遗传学中定性描述逐渐附属于定量实验的方法。

1916 年，摩尔根宣布说：“我们现在知道父代所携带的遗传因子是怎样进到生殖细胞里面去的。”

摩尔根证明这些遗传因子包含在一种叫做基因的东西里，而这些分别控制各种遗传特征的基因则在活细胞的染色体链中。

个体发育时，一定的基因在一定的条件下，控制着一定的代谢过程，从而体现在一定的遗传特征和特征的表现上。

例如：其中有一些专管树叶和花的形状，有一些专管头发和眼睛的颜色，有一些则专管翅膀的长短等。

据此，摩尔根建立了染色体——基因理论。

1917年，摩尔根开始把遗传因子叫做基因。

1928年，摩尔根在其名著《基因论》一书里坚持染色体是基因的载体，提出了基因是否属于有机分子一级的问题。

摩尔根染色体——基因理论的创立标志着经典遗传学发展到了细胞遗传学阶段，并在这个基础上展现了现代生化遗传学和分子遗传学的前景，成为今天的遗传学从经典遗传学中继承下来的最重要的遗产。

后世有人高度评价：“染色体学说是作为人类成就史上的一个伟大奇迹而登上舞台的。”

1933年，在诺贝尔诞辰一百周年之际，摩尔根收到一份电报，通知他因建立遗传的染色体理论的成就，授予他诺贝尔奖。

但是，摩尔根最害怕出风头，他拒绝参加在瑞典斯德哥尔摩举行的盛大授奖仪式和纪念诺贝尔诞辰的宴会。

摩尔根一直对金钱都看得很淡。他曾经把4万美元的免税奖金平均分发给了自己的助手的孩子们，供他们好好地上学。他对自己的钱财丝毫不吝啬，常用自己的积蓄来支付助手们的工资。

摩尔根非常注重家庭生活。无论工作多么繁忙，他每天总要挤出一点时间来与家人一起共进晚餐。

他还经常陪孩子们做游戏，耐心地回答他们所提出来的一些稀奇古怪的问题。临睡的时候，总要给孩子讲一些有趣的故事。

等孩子们终于睡着了，摩尔根才坐到书房里一直工作到深夜。他跟妻子的关系非常好。每当黄昏时分，一家人总是手拉手，去散步，或欣赏一些古典音乐。

1941年12月4日，摩尔根这位伟大的生物学家因胃溃疡突发引起动脉破裂而逝世。

然而，摩尔根的染色体学说可以说是人类想象力的一个重大飞跃，它给医学上预防和治疗遗传性疾病开辟了一条广阔的道路，也给分子生物学的产生和发展准备了充分的条件。

## 分子生物学

本世纪40年代和50年代，完全可以被称作“分子生物学时代”。

这个时期，在生物学领域，对诸如蛋白质及后来的核酸分子的结构和功能的研究，开辟了研究生命系统微观结构的新前景，并且揭示了在生物学广阔领域中存在的新联系。

从19世纪末期到20世纪初期，人们已经知道细胞主要是由蛋白质、核酸等生物大分子所组成的。

所谓的生物大分子，就是化学中所说的高分子。

一般无机物的分子量只有几十，比如水由3个原子构成，分子量是18。

而组成生命的基本物质即蛋白质和核酸是有机化合物，他们通常由几千到几亿个原子组成，分子量高达几万甚至几百亿，所以称它们是生物大分子。

在20世纪的早期，人们就已经发现，病毒其实就是最简单的在一定种类的活细胞中能够自我复制的生命形式，它是比细胞还小的生命体。

同时，病毒主要是由蛋白质和核酸这样的生物大分子构成。有一些病毒则可以成结晶状，被认为是接近非生命物质的生物。

蛋白质、核酸这些生物大分子的聚集物，组成了细胞膜、细胞核、细胞质。比研究细胞再深入一层，在生物大分子的水平上研究生命运动，这就是分子生物学。

分子生物学不光包括结构和功能的因素，而且也包括信息的因素。

它涉及一些重要的生物大分子（如蛋白质或核酸）结构如何在细胞代谢中行使功能和携带特定的生物学信息的问题。

物理的和结构化学的方法（诸如晶体分子的 X 射线衍射和建立分子模型），已被用于研究分子的结构。

同时，生物化学的方法也被用于确定细胞内的大分子与其他小分子之间是如何相互作用的。

分子生物学是沿着三条思路形成的：

结构方面：与生物分子的结构有关。

生化方面：与生物大分子在细胞代谢和遗传中如何相互影响有关。

信息方面：与信息如何在有机体世代间传递以及该信息如何被翻译成特定的生物分子有关。

在现代分子生物学中，所有上述这三方面都融合起来了。因此，可以肯定地说，对任何分子现象的完整描述，都必须包括结构、生化和信息这三方面的资料。

在几种生物大分子中，最先引起人们高度重视的是蛋白质。

部分原因是因为蛋白质在生物组织中含量丰富，而且也是由于 19 世纪的思想家强调了作为生命物质基础的“原生质”的胶体性质所致。

蛋白质被认为对确定胶体性质有着重要的作用。

此外，由于蛋白质的结构在本世纪头 20 年里已越来越清楚，人们认为这些分子似乎特别适合于携带遗传信息。

蛋白质这个名称的来源是这样的：生物中有一些物质像鸡蛋清一样，加热以后会凝固，化学家就把这类物质称做蛋白质。

蛋白质的基本成分是氨基酸，它能以各种方式排列，具有贮存大量复杂信息的潜力。蛋白质似乎是唯一具有这种潜力的大分子。

蛋白质和一般有机物相比较，有两个显著的特点，这就是成分复杂和品种极多。

组成复杂蛋白质的氨基酸大约有 20 种，大量的不同种的氨基酸按照不同的排列组合，就可以得到不同品种和不同性能的蛋白质。

例如，血清蛋白质由 500 多个氨基酸组成，它可能的结构就是一后面有 600 个零，更不用说含有几万个氨基酸的复杂蛋白质了。

从 1945 年起，英国生物化学家桑格开始研究肽链上氨基酸的排列次序。通过卓有成效的工作，桑格发现了牛胰岛素的分子结构，发明了测定 RNA 顺序的科学方法，把人们引入了生命的殿堂。

桑格也因此于 1958 年和 1980 年两度获得诺贝尔化学奖。

### 桑格的贡献

1918 年，桑格出生于英国的一个知识分子家庭，父亲是从事医药研究的学者，他小的时候，受父亲的影响非常深刻，求知欲很强。

中学毕业以后，桑格考入了剑桥大学的约翰学院，在这里，他对用化学

来解释生命科学非常感兴趣。

桑格天生有一种嗜好，就是他爱整天躲在实验室里一刻不停地实验、观察，后来，他选择了实验室工作作为自己的职业，一直到 1983 年他 65 岁退休时为止。

桑格从来不喜欢自我标榜，自我吹嘘，也不喜欢抛头露面，所以他所在的实验室，即使是在空闲的时候，也总是在讨论生化问题，而没有把时间浪费在闲聊上。

桑格不止一次地说，“我喜欢这样的环境，很能激励人，我能在这样的实验室里工作，这真是很幸运。不存在人间的相互摩擦而干扰我们的研究工作。”

早在 19 世纪初期，许多科学家曾从动植物体内分离出一些蛋白质，并且已经开始意识到这类物质笃定与生命现象有着密切关系。似是，蛋白质的结构是什么，大家谁也没法子给弄清楚。

桑格和他的助手们选择了胰岛素这种激素作为研究对象，一方面因为它普遍存在（所有哺乳动物都产生），另一方面也因为比其他蛋白质小。

桑格和他的小组运用各种方法来水解胰岛素，每种方法都得到了不同的水解产物。

例如，用消化蛋白质的酶——胃蛋白酶，总是得到末端为某种氨基酸的片断；用胰蛋白酶，通常得到末端为另一种氨基酸的片断。

反之，若用强酸处理，则各种末端氨基酸的片断是随机的。

由此，桑格设想，酸水解肽键是随机的，消化蛋白质的酶是专性的，只断裂某些氨基酸之间的肽键。

桑格和他的同事们一旦分离出各种片断，他们就能确定每个片断的化学特性，并确定它们的数量。

用这种方法，他们鉴定了数百个片断并确定了每种片断出现的频率。

最后，桑格不但搞清了胰岛素中氨基酸的数目和种类，而且还揭示了它们彼此连接的特定顺序。

1945 年，桑格曾把进行这项工作的难度比喻为从一堆废料中挑选零件，然后重新组合为一辆完整的汽车。

桑格认为，这项工作的关键是找到由两个或两个以上氨基酸连接成的片断，就像在一大堆废料中寻找轮子和轴连在一起的零件一样，由此可以推测出这两部分在完整的汽车上的连接情况。

桑格用 2,4 二硝基氟苯作为多肽链端上氨基的试剂进行实验，发现在比较温和的条件下，这个试剂可以和蛋白质结合，然而在酸性水解时，端基的氨基酸又成为鲜黄色的 2,4 二硝基衍生物，即所谓 PNP 化合物。

由此，桑格断定，利用这种试剂可以使端基氨基酸和其他氨基酸分离。接着，桑格又利用电泳法和色谱法来进行分离和鉴定，用酸和酶来降解蛋白质所得到的产物。

后来，桑格和他的小组终于描绘出牛胰岛素的氨基酸排列顺序图。

这个胰岛素分子总共由 51 个氨基酸组成，排成两条多肽链（标为 a 链和 b 链），两条肽链之间由二硫键相连。

桑格的工作第一次证明了蛋白质是氨基酸通过肽键连结在一起的聚合物。

这在当时是一个重大的突破，桑格也因此而荣获 1958 年诺贝尔化学奖。

桑格对胰岛素的研究和测定，为人工合成胰岛素开辟了一条广阔的道路。

1958年，中国科技工作者在前人对胰岛素结构和肽链合成方法研究的基础上，开始研究合成胰岛素。

他们主要是分三步来完成这项工作的：

第一步先把天然胰岛素的两个肽链拆开，然后再重新合成有活性的胰岛素；

第二步用一条人工合成的肽链来代替一条天然肽链，合成半人工胰岛素；

第三步用两条人工合成肽链合成人工胰岛素。

1965年，中国科技工作者在世界上首次合成了结晶牛胰岛素。

当各种荣誉纷至沓来的时候，桑格并没有骄傲自大，孤芳自赏，他对于自己心爱的实验工作，更是一丝不苟了。

无论是洗刷烧瓶试管等玻璃器皿，还是进行测定工作，他都坚持亲自去做。他说：“我最喜欢也最擅长于实践，我当然也会思考，但不善于讨论。”

他怎么也忘不掉，他在攻读博士学位的时候，他的导师皮里教授对待博士生的方法，那就是“把他们扔进深渊，让他们寻找出路。”而这种方法，终于迫使桑格独立地思考，大胆地去探索、实验。

在漫漫的科学道路上，桑格一如既往地沿着既定的目标，奋力地上下求索着。

不久，桑格又发明了测定DNA顺序的科学方法，使揭示生命奥妙的工作由可能转为现实，他本人也因此而于1980年再度获得诺贝尔化学奖。

进入60年代以后，桑格开始转向核酸顺序的研究和测定工作，在对RNA的顺序测定获得重大进展以后，于1969年又开始了对DNA的顺序测定工作。

DNA即脱氧核糖核酸，是一种遗传物质，主要集中在细胞核中。

染色体是由蛋白质和核酸组成的。二者都是长链状的多聚体，由相似然而并不必然相同的单体以化学键结合在一起而成。

长期以来，认为蛋白质是活细胞中最重要的、最广泛存在的成份，而核酸似乎是四种核苷酸按同样次序的重复排列。

这就产生一种观念，即：基因和染色体的活性成份是蛋白质而不是核酸。这种观念直到50年代初才被打破。

随着基因论的发展，许多科学家推测基因是某种化学实体。1928年摩尔根在《基因论》一书中写道：

“我们仍然难以放弃这个可爱的假设，就是基因之所以稳定，是因为它代表着一个有机的化学实体。

后来证明这个化学实体就是DNA。

DNA分子链上的核苷酸的排列顺序是分子生物学所要解决的重要课题。

生物遗传信息储存在DNA的核苷酸序列中，如果能够弄清楚各种生物的核苷酸序列，就等于了解了生命的本质。

桑格首先分析所测的DNA的两条单链效果，然后改进了测定方法，进而又创造出自己独特的测定方法，使测定工作变得更加准确、简便、易于操作。

由桑格所首创的DNA顺序测定法，至今仍被生物科学家们所特别看重，并广泛地用于测定蛋白质中的氨基酸顺序。

今天，分子生物学家还在继续深入地探讨研究这种方法，以企望对高等

生物的基因有更加深入的了解。

桑格对人类的贡献是巨大的，也是不朽的。他于 65 岁的时候退休，因为他总觉得：“若我继续工作下去，就会发现总失败，而且这样占着可给年轻人的位置是一种犯罪。”

## 因酶引起的研究

在生命现象中许多复杂的化学反应里，蛋白质作为生物体的基本建筑材料，都当仁不让地参加了。而生命体中的许多化学反应是靠酶这种特殊的催化剂加以完成的。

在生物学中，最先被研究的酶是动物体内的胃蛋白酶。这种酶能够把蛋白质分解做氨基酸，帮助消化。

1897 年，德国化学家爱达华·巴克纳在碾碎的酵母细胞提取液中发现了一种叫做酿酶的物质。

巴克纳正确地指出，酿酶具有“酵素”的特性，并证明在无细胞的情况下它仍有促进糖发酵的能力。

巴克纳相信酶是蛋白质，而且细胞中的每一步化学反应都是由专一的酶调节的。

巴克纳的学说唤起大批研究者试图去阐明所有生命过程中细胞内酶活动的直接功能，这股研究的热浪席卷了生物学界。

1991 年，俄国出生的美国生物化学家莱文发现有两种不同的核酸：一种核酸中含有和普通糖成份不同的核糖，称做核糖核酸（RNA）；另一种核酸中的核糖少一个氧原子，称做脱氧核糖核酸（DNA）。

1912 年，生理学家马克斯·卢比纳断言，细胞中的酶作用被限制成非常简单的化学反应类型，而较复杂、较根本的过程（如呼吸），则是“活力”作用的结果。

对于某些人来说，“活力”意味着某些超自然的东西，它不受物理和化学定律的支配，但对另外一些人来说，这不过是与生命系统相连的物质性的组织结构而已。

大约在 1908 年至 1910 年间，奥特·瓦勃开始研究细胞呼吸问题。

奥特·瓦勃早年曾在海德堡大学攻读医学博士学位。

在学医期间，他被威胁人类生存的不治之症——癌症所深深地吸引，尤其是对观察到癌细胞比正常细胞有快得多的呼吸速率和分裂速率这一现象产生了浓厚的兴趣。

对于呼吸速率的精确测量，不光提供了一种判断细胞是否癌变的诊断方法，而且也作为研究作为癌变基础的可能化学反应提供了一条线索。

瓦勃针对当时有争议的细胞核是呼吸作用的场所的论点做了两种观察。

首先，他观察到 8 个或 32 个细胞时期的海胆胚的呼吸作用和未分裂的卵大致相同，虽然细胞的数目显著增多了。

其次，他观察到被阻止分裂的受精卵和进行正常分裂的受精卵都有同样的呼吸速率。

由此，瓦勃断定，分裂的细胞核不是呼吸作用的场所。

1910 年 4 月，瓦勃作了几个意想不到的观察，从而提供了呼吸作用可能在什么地方发生的线索。

他观察到精子穿入海胆卵后,几乎立刻在卵的表面产生了一层可见的“受精膜”,提供了一种防止其他精子进入的屏障。

同时,受精卵表现出吸氧(吸氧量是呼吸速率的一种量度)速度提高。

另外,他观察到在细胞内容物(细胞质)的碱性没有明显增加的情况下,碱性溶液能提高吸氧速率。

这就可以设想,碱性物质的作用位点可能在细胞表面。

当观察到有机溶剂被加入到有功能的海胆细胞中、破坏了细胞膜,使得呼吸速率下降时,这种设想就进一步被证实了。

1912年,瓦勃发展了一套包括被他称为“呼吸酵素”的学说。

瓦勃承认,细胞中所发生的大部分化学反应可能是由酶催化的,他发现,作为一种蛋白质的呼吸酵素,在试管中能起发酵作用,尽管其反应速率很慢。

可是,在完整的细胞中,呼吸酵素被吸收到细胞结构中去,并“被组织”起来,所以它能以最大效率发挥作用。

在20世纪初期,蛋白质和核酸这两种生物大分子都登上了生物学的舞台,但是,受到的待遇却不一样。

一部分生物学家把自己的全部精力都投注到对蛋白质的结构和性能上去;另一部分科学家则特别迷恋于蛋白质中有神奇催化作用的酶;核酸却遭到了不公正的待遇,几乎被打入了冷宫。

然而,这种情况不久就发生了明显的变化。

在摩尔根发表了他的光辉理论以后,生物学界的一个中心议题就是,深入研究基因的作用和组成。

经过系统的研究,生物学家们发现,有不少遗传特性,比如眼睛、毛发和皮肤的颜色同氨基酸转化成的色素有关,而氨基酸怎样转化成色素以及生成色素的多少,却又和一些酶有关。

这就意味着生物的不同特性是由不同的酶决定的。遗传学指出生物特征受基因规定,那么基因和酶有什么关系呢?

1941年,美国生物学家乔治·W·比德尔选择了一种简单的生物——红色面包霉菌(链孢霉),开始研究这个问题。

当比德尔还在攻读博士学位时,他就完成了关于小麦杂交遗传学的哲学博士论文。

1928年,正当比德尔全神贯注于他的研究时,他出席了道奇主办的讨论会。当时,道奇正在用红色面包霉进行研究,并已经在两株霉菌的杂交后代中观察到了一些奇怪的分离现象。

在以后的几年中,比德尔积极试验和寻找某些研究果蝇性状胚胎发育的途径,果蝇的遗传性状如何。

最初,比德尔企图在试管中培养果蝇的组织(成虫、幼虫等),目的是为了研究不同物质对特定性状发育的影响。

比德尔用这种技术,将眼芽从一种遗传组成的果蝇中移植到不同遗传组成的幼虫体内。结果,移植眼的颜色依照芽体和受体的遗传组成而变化。

色素分子的发育似乎不只是依赖于移植体的基因,而且也依赖于眼芽从它的周围环境所得到的物质。

通过制作大量不同类型的移植体,比德尔设计出一种简单的生化分析方案。在该方案中,合成眼色素的每一单独步骤,都可以用特殊的中间物质鉴定出来。

## 遗传学的研究

后来，比德尔在斯坦福大学又遇到了微生物学家塔特姆，他们的合作导致了生化遗传学史上硕果累累的时代。

比德尔和塔特姆一致决定用红色面包酶来进行研究。

红色面包酶的优点很多，主要是：

首先，它产生有性后代的世代时间较短。

其次，它在实验室内易于生长和保存（在含有简单培养基的试管中就能生长）；

再次，它容易鉴别代谢的（即生化的）突变体；

最后，它的成体阶段是单倍体（只有一套染色体），这样就使所有的突变基因都表现出它们的表现型。

他们用 X 射线照射正常的红色面包酶的孢子以提高其突变率。由于大多数突变是有害的，所以他们希望许多被照射过的孢子，将不能在“基本培养基”上萌发。

所有被照射的孢子最初培养在一种“完全”培养中，这种培养基含有原料和生物体正常产生的全部物质。

将每类生长旺盛的孢子采下来以后，再把它们培养在“基本培养基”上，以决定哪些原种发生了突变。

在鉴别了大量这样的突变体之后，比德尔和塔特姆对每一菌株形成的孢子进行了遗传分析。结果表明，代谢障碍和基因分离直接相关。因此，可观察到的代谢障碍看来是和基因突变相联的。

因此，他们得出结论，基因突变引起酶的变化，而且每一基因一定控制着某一种特定酶的合成。

根据这项工作，他们提出了“一个基因一种酶”的假说，大意就是说，每一个基因产生一种特殊的酶。

比德尔和塔特姆的这个学说解决了基因怎样对遗传性状起作用，但是，仍旧没有解决基因的物质基础是什么的问题。

基因就好像一个神秘的幽灵一样，它到底在哪里呢？

在 30 年代，许多生物学家不相信 DNA 是基因载体。当时普遍认为 DNA 是由四种核苷酸所组成的单调的均匀的大分子，认为 DNA 和淀粉类似，不论生物来源怎样，组分总是相同的。

