

数理化名人

文 文 / 编

古典物理学家的研究

讲述古典物理学家的贡献

远方出版社



数理化知识探索

数理化名人



古典物理学家的研究

文文/主编

远方出版社

责任编辑:戈 弋

封面设计:秋 雨

数理化知识探索·数理化名人
古典物理学家的研究

主 编	文 文
出 版	远方出版社
社 址	呼和浩特市乌兰察布东路 666 号
邮 编	010010
发 行	新华书店
印 刷	北京华盛印刷厂
开 本	850×1168 1/32
字 数	3000 千
版 次	2004 年 8 月第 1 版
印 次	2004 年 8 月第 1 次印刷
印 数	5000
标准书号	ISBN 7-80595-979-X/G·340
本册定价	11.20 元

远方版图书,版权所有,侵权必究。

远方版图书,印装错误请与印刷厂退换。

前 言

一项科学发现最明显的根源来自它的发现者，即科学家。因此，从科学家的个性和生平方面来认识和理解科学，也是一种古老和原始的方法。

人类的智慧是无穷的，在同大自然的搏斗中，在长期的历史演化变迁中，我们的祖先不断战胜自我，创造了一个又一个奇迹，也为我们留下了丰富宝贵的经验财富，他们那种挑战自然、永不服输的精神，使我们不由得为之惊叹！历史的车轮滚滚向前，人类已经迈向二十一世纪！人类的科学知识，社会的文明进步，差不多都是在探索中慢慢前进。而这些都和科学家们是分不开的。正是因为有了他们，文明才有了进步。他们是人类文明的使者，是科学技术的领路人。为了更详细的了解这些科学家们，我们着手编写了《数理化名人故事》这套丛书。

《数理化名人故事》主要讲述了科学家的个性、生平及其发明。从中，我们可以看到科学家走过的道路。我们已经进入了一个新的时代，我们还要面对许多问题，解决这些问题需要不断

的思索和行动，科学家们走过的道路有助于我们直面挑战，不畏任何困难。前面的景观无比壮丽，我们又为何要离开这条道路呢？我们要沿着这条路走下去。

编者



目 录

序	(1)
第一章 古典物理学家对这个主题的探讨	(3)
一、研究的一般性质和目的	(3)
二、统计物理学 结构上的根本差别	(4)
三、朴素物理学家对这个主题的探讨	(5)
四、为什么原子是如此之小?	(6)
五、有机体的活动需要精确的物理学定律	(8)
六、物理学定律是以原子统计学为根据的, 因而只是近似的	(9)
七、它们的精确性是以大量原子的介入为基础的。 第一个例子(顺磁性)	(10)
八、第二个例子(布朗运动,扩散)	(11)
九、第三个例子(测量准确性的限度)	(13)
十、根号 n 律	(14)
第二章 遗传机制	(16)
一、古典物理学家的设想决不是无关紧要的, 而且是错误的	(16)
二、遗传的密码正本(染色体)	(17)
三、身体通过细胞分裂(有丝分裂)而生长	(19)
四、在有丝分裂中每个染色体是被复制的	(19)
五、减数分裂和受精(配子配合)	(20)



六、单倍体个体	(21)
七、减数分裂的显著关系	(22)
八、交换 特性的定位	(23)
九、基因的最大体积	(25)
十、很少的数量	(26)
十一、不变性	(26)
第三章 突变	(28)
一、“跃迁式”的突变——自然选择的工作基地	(28)
二、它们生育一模一样的后代,即它们是完全地遗传下来了	(29)
三、定位 隐性和显性	(30)
四、介绍一些术语	(32)
五、近亲繁殖的有害效应	(33)
六、一般的和历史的陈述	(34)
七、突变作为一种罕有事件的必要性	(35)
八、X射线诱发的突变	(36)
九、第一法则 突变是个单一事件	(37)
十、第二法则 事件的局限性	(38)
第四章 量子力学的证据	(40)
一、古典物理学无法解释的不变性	(40)
二、可以用量子论来解释	(41)
三、量子论——不连续状态——量子跃迁	(42)
四、分子	(43)
五、分子的稳定性有赖于温度	(44)
六、第一个修正	(46)
七、第二个修正	(47)



第五章 对德尔勃留克模型的讨论和检验据	(49)
一、遗传物质的一般图景	(49)
二、图景的独特性	(50)
三、一些传统的错误概念	(51)
四、物质的不同的“态”	(52)
五、真正重要的区别	(53)
六、非周期性的固体	(53)
七、压缩在微型密码里的内容的多样性	(54)
八、与事实作比较：稳定性的程度；突变的 不连续性	(55)
九、自然选择的基因的稳定性	(56)
十、突变体的稳定性有时是较低的	(57)
十一、温度对不稳定基因的影响小于对稳定 基因的影响	(57)
十二、X 射线是如何产生突变的	(58)
十三、X 射线的效率并不取决于自发的 突变可能性	(59)
十四、回复突变	(59)
第六章 有序, 无序和熵	(61)
一、从模型得出的一个值得注意的一般结论	(61)
二、秩序基础上的有序	(62)
三、生命物质避免了趋向平衡的衰退	(63)
四、以“负熵”为生	(64)
五、熵是什么?	(65)
六、熵的统计学意义	(66)
七、从环境中引出“有序”以维持组织	(67)



数理化名人



第七章 生命是以物理学定律为基础的吗	(68)
一、在有机体中可以指望有新的定律	(68)
二、生物学状况的评述	(69)
三、物理学状况的综述	(70)
四、明显的对比	(71)
五、产生有序的两种方式	(72)
六、新原理并不违背物理学	(73)
七、钟的运动	(74)
八、钟表装置毕竟是统计学的	(75)
九、能斯脱定理	(76)
十、摆钟实际上是在零度	(77)
十一、钟表装置与有机体之间的关系	(77)
第八章 物理思考	(79)
一、物理学习方法	(79)
二、物理学思想能否实现新的超越	(83)
三、爱因斯坦与相对论	(86)
四、微观世界中的轮盘赌——量子论	(97)
五、放射性——杀人不见血	(109)



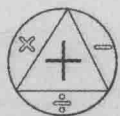
序

一般都认为，一位科学家总是对某些学科具有深邃渊博的第一手知识，因而他是不会就他不太通晓的论题去著书立说的。这就是所谓的位高则任重。可是，为了目前写这本书，如果我有科学家的高位的话，那我恳请放弃它，并且从而免去随之而来的重任。我的理由是：

我们从祖先那里继承了对于统一的、无所不包的知识的强烈渴望。最高学府这个名称使我们想起了从古到今多少世纪以来，只有普遍性才是唯一地享有盛誉的。可是，最近一百多年来，知识的各种各样的分支在广度和深度上的展开，却使我们陷入了一种奇异的困境。我们清楚地感到，要想把所有已知的知识综合成为一个统一体，我们现在还只是刚刚开始获得可靠的资料；可是，另一方面，一个人想要充分掌握比一个狭小的专门领域再多一点的知识，也已经是几乎不可能的了。

除非我们中间有些人敢于去着手综合这些实事和理论，即使它们有的是第二手的和不完备的知识，而且还要敢于承担使我们成为蠢人的风险，除此之外，我看不到再有摆脱这种困境的其他办法了（否则，我们的真正目的将永远达不到）。这就是我的意见。

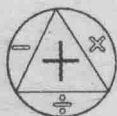
语言的障碍是不容忽视的。一个人的祖国语言就象一件剪裁得十分合身的外衣，可是当它不能立刻穿用而不得不另找一件来代替时，他是决不会感到很舒服的。我要感谢英克斯特博



士(都柏林三一学院), 布朗博士(梅鲁恩圣帕特里克学院); 最后, 但不是不重要的, 我还要感谢罗伯茨先生。他们费了很大的劲使新衣服适合我的身材, 但由于我有时不肯放弃自己“独创”的式样, 甚至还给他们增添了更多的麻烦。经过我的朋友们的努力, 如果还残留一些“独创”样式的痕迹的话, 那责任在我而不在他们。

很多节的标题本来是想作为页边的摘要的, 每一章的正文应该连贯地读下去。

自由的人绝少思虑到死; 他的智慧, 不是死的默念, 而是生的沉思。



第一章 古典物理学家对这个主题的探讨

“我思故我在。”——笛卡尔

一、研究的一般性质和目的

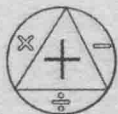
这本小册子是一位理论物理学家对大约四百名听众作的一次公开讲演。虽然一开始就指出这是一个难懂的题目，而且即使很少使用物理学家最吓人的数学演绎法这个武器，讲演也不可能是很通俗的，可是听众基本上没有减少。其所以如此，并不是由于这个主题简单得不必用数学就可以解释了，而是因为问题太复杂了，以致不能完全用数学来表达。使得讲演至少听上去是通俗化的另一个特点是，讲演者力图把介于生物学和物理学之间的基本概念向生物学家和生物学家讲清楚。

实际上涉及的论题是多方面的，但整个任务只是打算说明一个想法——对一个重大的问题的一点小小的评论。为了不迷失我们的方向，预先很扼要地把计划勾画出来也许是有用的。

这个重大的和讨论得很多的问题是：

——在一个生命有机体的空间范围内，在空间上和时间上发生的事件，如何用物理学和化学来解释？

这本小册子力求阐明和确立的初步答案概括如下：



当前的物理学和化学在解释这些问题时明显的无能为力，决不是成为怀疑这些事件可以用物理学和化学来解释的理由。

二、统计物理学结构上的根本差别

如果说过去的碌碌无为只是意味着激起未来获得成功的希望，那未免太轻描淡写了。它有着更为积极的意义，就是说，迄今为止，物理学和化学的这种无能为力已得到了充足的说明。

今天，由于生物学家，主要是遗传学家在最近三、四十年来的创造性工作，关于有机体的真实的物质结构及其功能的了解已经足以说明，并且是精确地说明现代的物理学和化学为什么还不能解释生命有机体内在空间上和时间上所发生的事件。

一个有机体的最要害部分的原子排列，以及这些排列的相互作用的方式，跟迄今被物理学家和化学家作为实验和理论对象的所有原子排列是根本不同的。除了深信物理学和化学的定律始终是统计学的哪些物理学家外，别的人会把我所说的这种根本差别看成是无足轻重的。这是因为认为生命有机体的要害部分的结构，跟物理学家或化学家在实验室里、在书桌边用体力或脑力所处理的任何一种物质迥然不同的说法，是同统计学的观点有关的。因此，要把物理学家或化学家如此发现的定律和规则直接应用到一种系统的行为上去，而这个系统却又不表现出作为这些定律和规则的基础的结构，这几乎是难以想像的。

不能指望非物理学家能理解我刚才用那么抽象的词句所表达的“统计学结构”中的差别，更不必说去鉴别这些差别之间的关系了。为了叙述得更加有声有色，我先把后面要详细说明的内容提前讲一下，即一个活细胞的最重要的部分——染色体纤



丝——可以恰当地称之为非周期性晶体。迄今为止，在物理学中我们碰到的只是周期性晶体。对于一位不高明的物理学家来说，周期性晶体已是十分有趣而复杂的东西了；它们构成了最有魅力和最复杂的一种物质结构，由于这些结构，无生命的自然界已经使得物理学家穷于应付了。可是，它们同非周期性晶体相比，还是相当简单而单调的。两者之间结构上的差别，就好比一张是一再重复出现同一种花纹的糊墙纸，另一幅是巧夺天工的刺绣，比如说，一条拉斐尔花毡，它显示的并不是单调的重复，而是那位大师绘制的一幅精致的、有条理的、有意义的图案。

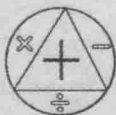
我把周期性晶体称为他所研究的最复杂的对象之一时，我说的他是指物理学家本身。其实，有机化学家在研究越来越复杂的分子时，已经十分接近于那种“非周期性晶体”了，依我看来，那正是生命的物质载体。因此，有机化学家对生命问题已作出了重大贡献，而物理学家却几乎毫无作为，也就不足为奇了。

三、朴素物理学家对这个主题的探讨

如此简要地说明了我们研究的基本观点——或者不如说是最终的范围——以后，让我来描述一下研究的途径。

首先我打算阐明你可能称之为“一个朴素物理学家关于有机体的观点”，就是说，一位物理学家可能会想到的那些观点。这位物理学家在学习了物理学，特别是物理学的统计学基础以后，他开始思考有机体的活动和功能的方式时，不免要扪心自问：根据他所学到的知识，根据他的比较简明而低级的科学观点，他能否对这个问题作出一些适当的贡献？

结果他是能够作出贡献的。下一步必须是把他理论上的预



见同生物学的事实作比较。于是，结果将说明他的观点大体上是通情达理的，但需要作一些修正。这样，我们将逐渐接近于正确的观点，或者谦虚点，将接近于我认为是正确的观点。

即使我在这一点上是正确的，我也不知道我的探索道路是否是一条真正的终南捷径。不过，这毕竟是我的道路。这位“朴素物理学家”就是我自己。除了我自己的这一条曲折的道路外，我找不到通往这个目标的捷径。

四、为什么原子是如此之小？

阐明“朴素物理学家的观点”的一个好方法是从这个可笑的、近乎是荒唐的问题开始的：为什么原子是如此之小？首先，它们确实是很小的。日常生活中碰到的每一小块物质都含有大量的原子。要使听众了解这个事实，曾经设想许多例子，但没有比凯尔文勋爵所用的一个例子能给人以更深刻的印象：假设你能给一杯水中的分子都做上标记，再把这杯水倒进海洋，然后彻底地加以搅拌，使得有标记的分子均匀地分布在全世界的海洋中；如果你在任何地方从海洋中舀出一杯水来，你将发现在这杯水中大约有一百个你标记过的分子。

原子的实际大小约在黄色光波长的 $1/5000$ 到 $1/2000$ 之间。这个比较是有意义的。因为波长粗略地指出了在显微镜下仍能辨认的最小粒子的大小。就拿这么小的粒子来说，它还含有几十亿个原子。

那么，为什么原子是如此之小呢？

这个问题显然是一种遁辞。因为这个问题的目的并不是真正在于原子的大小。它关心的是有机体的大小，特别是我们的



古典物理学家的研究



肉体本身的大小。当我们以日常的长度单位，比如码或公尺作为量度时，原子确实是很小的。在原子物理学中，人们通常用所谓埃，即一公尺的一百亿分之一，或以十进位小数计算则是0.0000000001公尺。原子的直径在1到2埃的范围内。日常单位(对它而言，原子是如此之小)同我们身体的大小是密切相关的。有一个故事说，码是起源于一个英国国王的幽默。他的大臣问他采用什么单位，他就把手臂向旁边一伸说：“取我胸部中央到手指尖的距离就行了。”不管它是真是假，这个故事对我们来说是有意义的。这个国王很自然地会指出一个可以同他自己的身体相比较的长度，他知道其他任何东西都将是很不方便的。不管物理学家怎样偏爱“埃”这个单位，但当他做一件新衣服时，他还是喜欢别人告诉他新衣需用六码半花呢，而不是六百五十亿埃的花呢。

这样就确定了我们提出的问题的真正目的在于两种长度——我们身体的长度和原子的长度——的比例，而原子的长度具有独立存在的无可争辩的优越性，于是，应该这样提问题：同原子相比，我们的身体为什么一定要这么大？

我能够想像到，许多聪明的物理学和化学的学生会对下列引为憾事的，就是说，我们的每一个感觉器官，构成了我们身体上多少是有点重要的部分，因而(从所提到的比例大小来看)，它们是由无数原子组成的，这些感觉器官对于单个原子的碰撞来说是过于粗糙了。单个原子我们是看不见，摸不到的。我们关于原子的假说远远不同于我们粗大迟钝的感官所直接发现的东西，而且也不能作直接考察的检验。

一定是那样的吗？还有没有内在的原因可以解释呢？为了确定并解释为什么感官不合乎自然界的这些定律，我们能从这



种事态追溯到某种最重要的原理吗？

这是物理学家能够完全搞清楚的一个问题。对所有提问的回答都是肯定的。

五、有机体的活动需要精确的物理学定律

如果有有机体的感官不是这么迟钝，而且能敏锐地感觉到单个原子，或者即使是几个原子都能在我们的感官上产生一种可知的印象——天哪，生命将象个什么样子呢？有一点是要着重指出的：可以断言，一个那种样子的有机体是不可能发展出有秩序的思想的，这种有秩序的思想在经历了漫长的早期阶段后，终于在许多其他的观念中间形成了关于原子的观念。

尽管我们单单谈了上面这一点，下述的一些考虑对于大脑和感觉系统以外的各个器官的功能也是适用的。然而对我们自身来说，最感兴趣的唯一的一件事是：我们在感觉、思维和知觉。对于产生思想和感觉的生理过程来说，大脑和感觉系统以外的所有其他器官的功能只是起辅助作用，假如我们不是从纯客观的生物学观点来看，至少从人类的观点来看是如此的。此外，这将大大有利于我们去拣那种由主观事件紧密伴随着的过程来进行研究，尽管我们对这种紧密的平行现象的真正性质是一无所知的。其实，据我看来，那是超出了自然科学范围之外的，而且也许是完全超出了人类理解之外的。

于是，我们面临着下述问题：象我们的大脑这样的器官以及附属于它的感觉系统，为了使它的物理学上的变化状态密切地对应于高度发展的思想，为什么必须由大量的原子来构成呢？大脑及感官，作为一个整体的功能，或是在它直接同环境相互作用