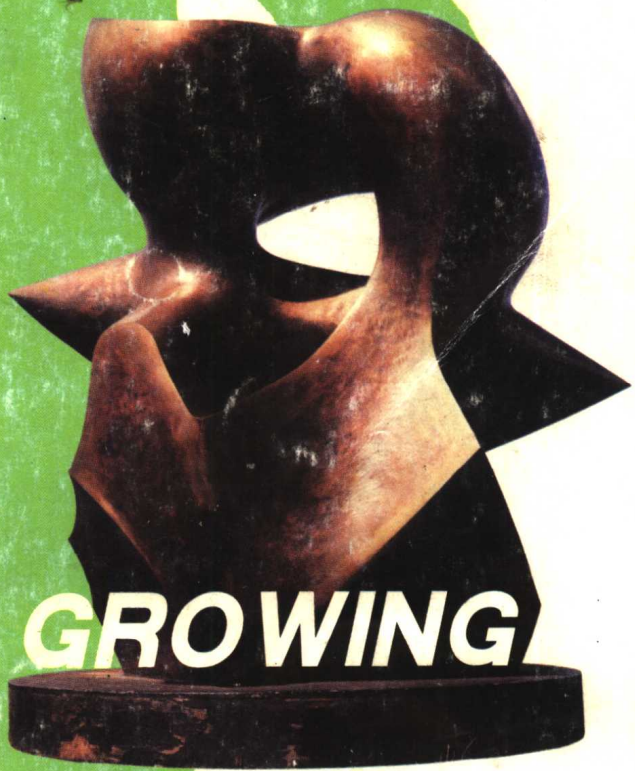


成长

GROWING

第三辑



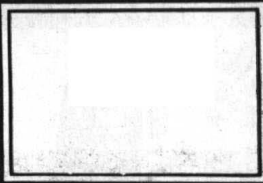
山东画报出版社



《浮士德》插图 伦勃朗（荷兰）



《伊里亚特》插图 皮斯基（苏）



编者手抄

以往我不能理解，为什么我的提问得不到回答；今天我不能理解，我怎么竟会相信能够提问。但我根本就不曾相信过什么，我只是提问罢了。

——卡夫卡

时间只是我垂钓的溪。我喝溪水。喝水时候我看到它那沙底，它多么浅啊。它的汨汨的流水逝去了，可是永恒留了下来。我愿饮得更深；在天空中打鱼，天空的底层里有着石子似的星星。我不能数出“一”来。我不知道字母表上的第一个字母。我常常后悔，我不像初生时聪明了。智力是一把刀子，它看准了，就一路切开事物的秘密。我不希望我的手比所必需的忙得更多些。我的头脑是手和足。我觉得我最好的官能都集中在那里。我的本能告诉我，我的头可以挖洞，像一些动物，有的用鼻子、有的用前爪，我要用它挖掘我的洞，在这些山峰中挖掘出我的道路来。我想那最富有的矿脉就在这里的什么地方。用探寻藏金的魔杖，根据那升腾的薄雾，我要判断，在这里我要开始开矿。

——梭罗

我已经读了很久，
自打这雨声潺潺的下午
躺卧在我的窗口。
室外的风声
我充耳不闻：
我的书又重又厚。

——里尔克



主编 朱正琳

本辑特约撰稿人 孙 珉 何光沪 何怀宏
刘 兵 张辛欣 周国平
张冠生 王六二

责任编辑 吴 兵 美术编辑 李海峰

特约漫画 黎 青

编辑出版 山东教育出版社

目录

第三辑 二〇〇一年一月

世界篇

4/ 培养独立思考的教育

爱因斯坦

6/ 《费曼物理学讲义》摘抄

费 曼

6/ 基本物理一章引言

10/ 电力

13/ 物质是原子构成的

15/ “整个宇宙就存在于一杯葡萄酒中”

16/ 费曼的结束语

相关资料

17/ 费恩曼的最后一个伟大贡献

约翰·格里宾

玛丽·格里宾

23/ 设计一个新的物质世界

格里高利·奥尔森

相关资料

35/ 高性能材料

39/ 走向适于生存的世界的生命线

斯塔夫里阿诺斯

47/ 文明病

R·M·尼斯

C·C·威廉斯

61/ 环保与我们的消费

吴小东

65/ 学人逸话（二则）

戈 革

65/ 原子的追踪者

71/ “泡利效应”

75/ 英特尔少年：聪明的一小撮

斯蒂芬·霍尔

当我致力于攻克一个难题时我决不会考虑美,我只考虑怎样去解决它。但是当我已经解决了它,却发现解决方案不美时,我就知道这方案是错的。

—— 布克明斯特·福特

人生篇

- | | |
|-------------------|----------|
| 94/ 《快乐的科学》序 | 尼 采 |
| 101/ 失明 | 博尔赫斯 |
| 114/ 敬畏青年 | 阿尔伯特·史怀泽 |
| 119/ 敬畏生命 | 阿尔伯特·史怀泽 |
| 121/ 父亲之风 | 熊秉明 |
| 131/ 超越怀疑 | 高 歌 |
| 148/ 一个播种希望和欢乐的老人 | 约翰·吉诺 |
| 156/ 一位老妇人的画像 | 哈罗德·拉斯基 |
| 162/ 光荣的荆棘路 | 安徒生 |

私人笔记：历史边角

- 168/ 20世纪初的和平主义论调
- 169/ 中国近代史上的一句名言
- 170/ 章太炎论“疯”
- 170/ 幽默(Humour)一词的来源

私人笔记：大道消息

- 172/ 美国《科学》周刊就一次欺骗行为的发生做出反省
唐纳德·肯尼迪
- 175/ 编者手记
朱正琳



培养独立思考的教育^①

爱因斯坦

用专业知识教育人是不够的。通过专业教育，他可以成为一种有用的机器，但是不能成为一个和谐发展的人。要使学生对价值^②有所理解并且产生热烈的感情，那是最基本的。他必须获得对美和道德上的善有鲜明的辨别力，否则，他连同他的专业知识，就更像一只受过很好训练的狗，而不像一个和谐发展的人。为了获得对别人和对集体的适当关系，他必须学习去了解人们的动机、他们的幻想和他们的疾苦。

①这是爱因斯坦应《纽约时报》编辑请求而写的声明，发表在1952年10月5日的《纽约时报》(New York Times)上。这里译自《思想和见解》66—67页。——编译者

②即社会伦理准则。——编译者

这些宝贵的东西，是通过同教育者亲自接触，而不是——至少主要的不是——通过教科书传授给年青一代的。本来构成文化和保存文化的正是这个。当我把“人文学科”(the humanities)作为重要的东西推荐给大家的时候，我心里想的就是这个，而不是历史和哲学领域里十分枯燥的专门知识。

过分强调竞争制度，以及依据直接用途而过早专门化，这就会扼杀包括专业知识在内的一切文化生活所依存的那种精神。

使青年人发展批判的独立思考，对于有价值的教育也是生命攸关的，由于太多和太杂的学科(学分制)造成的青年人的过重负担，大大地危害了这种独立思考的发展。负担过重必导致肤浅。教育应当使所提供的东西让学生作为一种宝贵的礼物来领受，而不是作为一种艰苦的任务要他去负担。

■ 摘自《爱因斯坦》文集第3卷

■ 许良英 译 荐稿人：孙 珉



《费曼物理学讲义》

费曼

编者按 上海科技出版社1989年曾出版过《费曼物理学讲义》一书中译本，印数共2500册。其后或许是因为版权交涉未妥，10年间竟未重印，令多数读者无缘得见这本“几十年中最为令人激动、引人入胜、鼓舞人心的科普作品”(卡尔·萨根语)。近日编者听说国内有出版社已解决了此书的版权问题，高兴之余，从旧版中信手摘抄数段文字，有心的读者或可先睹为快。

基本物理一章引言

在本章中我们将考察有关物理学的最基本观念——即我们在目前所知道的事物的本性。这里将不去涉及我们如何知道所有这些观念是正确的那个认识过程，你们在适当的时候会学习到这些具体的细节。

我们在科学上所关心的事物具有无数的形式和许多属性。举例来说，例如我们站在岸边眺望大海，将会看到：这里有海水、拍击的浪

花、飞溅的泡沫以及汹涌的波浪，还有太阳、光线、蔚蓝的天空、白云以及空气的流动——风；在海边有沙粒，不同色纹和硬度的岩石；在海里浮游着生物，此生彼灭；最后，还有我们这些站在海岸边的观察者，甚至还有幸福和怀念。在自然界的其他场合，难道不也同样出现如此纷繁复杂的事物和影响吗？无论在哪里，到处都是这样错综复杂和变化无穷。好奇心驱使我们提出问题，把事物联系起来，而将它们的种种表现理解为：或许是由较少量的基本事物和相互作用以无穷多的方式组合后所产生的结果。

例如，沙粒和岩石是两回事吗？就是说，沙粒只不过是大量的细小石块吗？月亮是不是一块巨大的岩石呢？如果我们了解岩石，是否就能了解沙粒和月亮呢？风是否与海洋中的水流相类似，就是一种空气的流动？不同的运动有什么共同特征？不同的声音有什么相似之处？究竟有多少种颜色？等等，等等。我们就是试图这样地逐步分析所有的事情，把那些乍看起来似乎不相同的东西联系起来，希望有可能减少不同类事物的数目，从而能更好地理解它们。

几个世纪以前，人们想出了一种部分解答这类问题的方法，那就是：观察，推理，实验；这些内容构成了通常所说的科学方法。在这里，我们将只限于对那些有时称之为基本物理中的基本观点，或者由于应用科学方法而形成的基本概念作一描述。

现在我们要问：所谓“理解”某种事情指的是什么意思？可以作一想象，组成这个“世界”的运动物体的复杂排列似乎有点像是天神们所下的一盘伟大的象棋*，我们则是这盘棋的观众。我们不知道奕棋的规则，所有能做的事就是观看这场棋赛。当然，假如我们观看了足够长的时间，总归能看出几条规则来。这些奕棋规则就是我们所说的基本物理。但是，即使我们知道了每条规则，仍然可能不理解为什么下棋时要走某一步棋，这仅仅是因为情况太复杂了，而我们的智力却

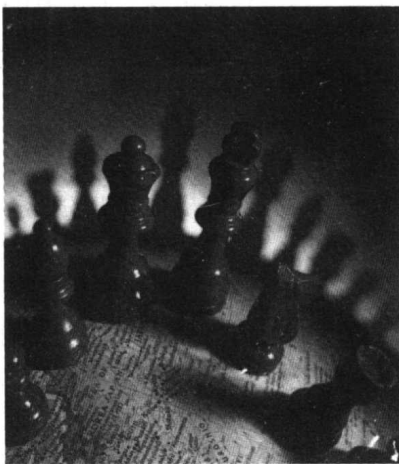
* 这里指的是国际象棋。——译者注



是有限的。如果你们会下棋，就一定知道，学会所有的规则是容易的，但是，要选择最好的一着棋，或者要弄懂别人为什么走这一着棋往往就很困难了。在自然界里，也是如此，而且只有更难一些。但是，至少我们能发现所有的规则。实际上我们今天还没有找到一切规则(时而会出现一些像奕棋中的“以车护王”那样的情况，使我们仍然感到无法理解)。除此之外，我们确实能用已知规则来解释的事情也是非常有限的，因为几乎所有的情况都是极其复杂的，我们不能领会这盘棋中应用这些规则的走法，更无法预言下一步将要怎样。所以，我们必须使自己只限于奕棋规则这个比较基本的问题。如果我们知道了规则，就认为“理解”了世界。

如果我们不能很好地分析这盘象棋游戏，那么又怎样来辨别我们“猜测”出的规则实际上是否正确呢?大致地讲，可以有三种办法。第一，可能有这种情况：大自然安排得，或者说我们将大自然安排得十分简单，只有少数几个组成部分，从而使我们能够正确地预测将要发生的事。在这种情况下，就能检验我们的规则是怎样起作用的。(在棋盘角落里可能只有少数几个棋子在移动，所以我们能够正确地解决。)

第二种检验规则的好办法是，利用那些由已知规则推导出来的较一般性的法则来检验已知规则本身。比如，象在棋盘中移动的规则是只许走对角线，因而我们可以推断，无论象走了多少



步，它总是出现在红方块里。这样，即使不能领会细节，我们也总能检验有关象的走法的概念，只要弄清楚它是否一直在红方块里。当然，在相当长的时间里，它都将如此，直到突然发现它出现

在黑方块里。(显然,这时发生的情况是这个象被俘获了,另一个卒走过来成为皇后,红方块的象就变成黑方块的象。)这也就是物理学中出现的情况,即使我们不能领会其中的细节。但是在相当长的时期内我们仍有在各方面都很好起作用的规则。但是在某个时候,我们又会发现新的规则。从基本物理的观点来看,最有趣的现象当然是在那些新的场合——那些已知规则行不通的场合中所出现的现象,而不是在原有规则行得通的地方发生的现象!这是我们发现新规则的一条途径。

第三个鉴别我们的观念是否正确的方法比较粗糙,但或许是所有方法中最为有效的。这就是用粗略的近似方法来加以辨别。我们可能说不出为什么阿莱克因(Alekhine)*要走这步棋,但是我们或许能大致认为他或多或少地在调集一些棋子到王的周围来保护它。因为这是在这种情况下明摆着的事。同样,根据我们对这盘棋的理解,即使不能看出每一步棋的作用,也常常能对自然界多少有所理解。

人们首先把自然界中的现象大致分为几类,如热、电、力学、磁、物性、化学、光或光学、X射线、核物理、引力、介子等等现象。然而,这样做的目的是将整个自然界看做是一系列现象的许多不同侧面。这就是今天基础理论物理面临的问题:发现隐匿在实验后的定律,把各类现象综合起来。在历史上,人们总能做到这一点,但随着时间的推移,新的事实发现了;我们曾经将现象综合得很好,突然,发现了X射线,随后我们又融合了更多事实,但是又发现了介子。因此,在奕棋的任何一个阶段,看起来总是相当凌乱。大量事实被归并了,但总还有许多线索向一切方向延伸出去。这就是今天的状况,也就是我们将试图去描绘的现状。

历史上出现过的若干进行综合的情况有如下几个。首先,是热与力学的综合。当原子运动时,运动得越是剧烈,系统所包含的热量就越多,这样,热和所有的温度效应可以用力学定律来说明。另一个巨

* 世界著名奕棋名手,系国际象棋特级大师,曾多次获得国际象棋世界冠军。——译者注



大的综合是发现了电、磁、光之间的联系，从而知道它们是同一件事物的不同方面，即今天我们称为电磁场的那个东西的不同表现。还有一个综合是把化学现象、各种物质的各种性质以及原子的行为统一起来，这就是量子化学的内容。

显然，现在的问题是：能不能继续把所有事情都综合起来，并且仅仅发现这整个世界体现了一件事情的种种不同方面？无人知道答案如何。我们所知道的只是：这样做下去时，我们发现可以综合一些事实，随后又发觉出现了一些不能综合的事实，我们继续尝试这种拼图游戏。至于是否只有有限数量的棋子，甚至这场拼图游戏是否有底，当然不知道。除非有那么一天终于把图拼成了，否则我们就永远不会知道事情的究竟。在这里我们要做的是，看看那种综合已进行到什么程度，在借助于最少的一组原理来理解基本现象方面，现状又是如何。简言之，事物是用什么构成的？总共存在多少基本元素？

电 力

现在来考虑这么一种力。这种力活象引力，也是与距离平方成反比例地变化的，但比引力要强约1万亿亿亿倍。另外，还有一点区别，即存在两种我们可称之为正的和负的物质，种类相同的相斥，不同的相吸。这就不像引力，那里只存在吸引。这样，会出现什么情景呢？

一堆正的物质会以巨大之力互相排斥，并向四面八方散开，一堆负的物质亦然。但一堆正和负均匀混合的物质就完全不同了。相反的物质会以巨大的吸引力互相拉挽着，净结果将把那些可怕的力差不多完全抵消了，这是通过形成坚实而又精致的正和负的混合体而达到的，而这样两堆分开着的混合体之间实际上就不再存在任何引力或斥力了。

确实存在这样一种力——电力。世间万物都是由此种巨力互相吸引和排斥着的正质子与负电子所组成的混合物。然而，平衡竟是那么

完善，以致当你站在别人旁边时也根本没有任何受力的感觉。这时，即使只有一点点不平衡，你都会觉察到的。例如，要是你站在别人旁边相距只有一臂之远，再假定各自有比本身的质子仅多出1%的电子，其排斥力就会大得不得了！多大呢？足以举起那座帝国大厦*？不！举起珠穆朗玛峰？不！这个斥力应足以举起相当于整个地球的“重量”！

了解到在这种致密混合物中这些巨大之力是那么完善地抵消掉，我们就不难于理解：当物质试图保持正与负的电荷最细致的平衡时，它该拥有多大的硬度与强度？例如，帝国大厦在大风之下只会摇摆8英尺左右，因为电力把每一电子与质子多少总保持在其适当位置上。另一方面，如果我们在一个足够小的尺度范围内考察物质，使得只能看到几个原子，那么任一小部分就往往不会有相等数目的正电荷和负电荷，从而会有一些强的剩余电力。即使在相邻两小部分中两种电荷数目相等，也仍有可能拥有巨大的净电力，因为各电荷之间的力是与距离的平方成反比的。如果一部分中的负电荷与另一部分中的正电荷靠得较近，而与负电荷离得较远，则净力就会发生。因此，吸引力可能大于排斥力，从而在两个不带额外电荷的小块中就有一个净吸引力存在。那种把各原子结合在一起之力、把各分子保持在一块的化合力，其实都是电力在电荷的平衡不够完善、或在距离都十分微小的那些区域里才显示出来的作用。

当然，你会知道，原子是由在其核心上的一些正质子和核外的一些负电子所构成的。你也许会问：“如果这种电力那么厉害，为什么质子和电子不会凑到一块来呢？如果它们想要形成一个亲密混合体，为什么不会更亲密些呢？答案是，这与量子效应有关。要是试图把电子关在一个很接近于质子的区域中，那么按照测不准原理它们就得拥有一个均方动量，而随着我们把它关得越紧，这个均方动量就会变得越大。正是这一种由量子力学规律所支配的运动，才使得电的吸引力不会把两

* 帝国大厦指美国纽约市第五大街上的一座建筑物，地面上共102层，高448.5米。——译者注

电荷移得更接近些。

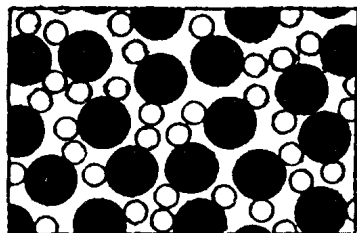
还有一个问题：“是什么东西把核维持在一起的呢？”原子核中有若干个全都带着正电荷的质子。为什么它们不会互相推开呢？事实是，原子核中，除了电力之外还有一种称为核力的非电力，它比电力还要大，因而尽管有电的排斥力存在，仍然能够把那些质子维持在一起。然而，核力是短程力——各核子间的力削弱得比 $1/r^2$ 还要急剧。这就产生了一个重要后果：如果核中所含质子数过多，核就会太大，便不能永远维持在一起。铀就是这么一个例子，它含有92个质子。核力主要作用于每个质子（或中子）及其最近邻质子，而电力则作用在较大的距离上，使每个质子与核中所有其他质子之间都具有排斥力。在一个核中质子的数目越多，这电的排斥力就越强，直到如同在铀的情况下，平衡已经那么脆弱，由于排斥性电力的缘故使得核几乎就要飞散了。这么一个核，如果稍为“轻轻敲”一下（就像可以通过送进一个慢中子而做到的那样），就会破裂成各带有正电荷的两片，而这些裂片由于电排斥力而互相飞开。这样释放出来的能量，就是原子弹的能量。这种能量通常称为“核”能，但实际上却是当电力足以克服吸引力核力时所释放出来的“电”能。

最后，我们还可能会问，是什么东西把带负电的电子保持在一起呢？（因为它没有核力）。如果电子全都是由一种物质构成的，那它的每一部分理应排斥其他各部分，但又为什么不会飞散呢？不过，电子是否还含有“各部分”？也许，我们应该说电子只是一个点，而电力只是在不同点电荷之间起作用，以致电子不会作用于其本身。或许是这样吧。电子由什么东西拴住，我们只能说到这里。这个问题曾经对于试图建立一套完整的电磁理论产生过不少困难，而且至今也没有人作出满意的解答。我们将在以后某些章节中对这一课题做些讨论，为我们本身助兴。

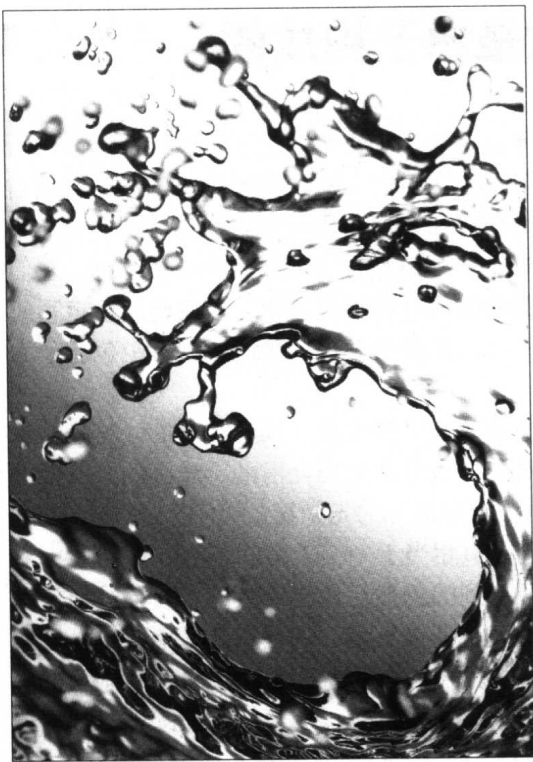
物质是原子构成的

假如由于某种大灾难，所有的科学知识都丢失了，只有一句话传给下一代，那么怎样才能用最少的词汇来表达最多的信息呢？我相信这句话是原子的假设（或者说原子的事实，无论你愿意怎样称呼都行）：所有的物体都是用原子构成的——这些原子是一些小小的粒子，它们一直不停地运动着。当彼此略微离开时相互吸引，当彼此过于挤紧时又互相排斥。只要稍微想一下，你就会发现，在这一句话中包含了大量的有关世界的信息。

为了说明原子观念的重要作用，假设有一滴直径为1/4英寸的水滴，即使我们非常贴近地观察，也只能见到光滑的、连续的水，而没有任何其他东西。并且即使我们用最好的光学显微镜（大致可放大2000倍）把这滴水放大到40英尺左右（相当于一个大房间那样大），然后再靠得相当近地去观察，我们所看到的仍然是比较光滑的水，不过到处有一些足球状的东西在来回游动，非常有趣。这些东西是草履虫。你们可能就到此为止，对草履虫以及它的摆动的纤毛和卷曲的身体感到十分好奇。也许除了把草履虫放得更大一些，看看它的内部外，就不再进一步观察了。当然这是生物学的课题，但是现在我们继续观察下去，再把水放大2000倍更接近地观察水这种物质本身。这时，水滴已放大到有15英里那样大了，如果你再十分贴近地观察，你将看到水中充满了某种不再具有光滑外表的东西，而是有些像从远处看过去挤在足球场上的人群。为了能看出挤满的究竟是什么东西，我们再把它放大250倍后就会看到某种类似于图A所示的情形。这是放大了10亿倍的水的图象，但是在以下这几方面是理想化了的，首先，各



图A 放大10亿倍的水



种粒子用简单的方式画成有明显的边缘, 这是不精确的。其次, 为了简便起见, 把它们都画成二维的排列, 实际上它们当然是在三维空间中运动的。注意在图中有两类“斑点”或圆, 它们各表示氧原子(黑色)和氢原子(白色), 而每个氧原子有两个氢原子和它联结在一起(一个氧原子与两个氢原子组成的一个小组称为一个分子)。图象中还有一个被理想化的地方是自然界中的真实粒子总是在不停地跳动, 彼此绕来绕去地转着, 因而你必须把这幅画面想象成

能动的而不是静止的。另一件不能在图上说明的事实是粒子为“粘在一起”的, 它们彼此吸引着, 这个被那个拉住等等, 可以说, 整个一群“胶合在一起”。另一方面, 这些粒子也不是挤到一块儿, 如果你把两个粒子挤得很紧, 它们就互相排斥。

原子的半径约为 $1 \sim 2 \times 10^{-8}$ 厘米, 10^{-8} 厘米现在称为 $1\text{\AA}$ (这只是另一个名称), 所以我们说原子的半径为 $1 \sim 2\text{\AA}$ 。另一个记住原子大小的方法是这样的: 如果把苹果放大到地球那样大, 那么苹果中的原子就差不多有原来的苹果那样大。