

物理学的反思



陈武秀 编著

湖北教育出版社

501/194/22

前 言

当你打开这本薄薄的书，并认真读完几篇后，你将会发现，书里所讲到的内容你既熟悉又陌生。时间概念的确切定义、比萨斜塔上的落体实验、法拉第发明的电动机、……你不熟悉吗？但如果进一步深究，你可能又是陌生的。

时间与人们的关系极为密切，也是最重要和最常用到的概念，但是，它又是很难给予确切定义的概念。它不仅把古希腊那些天才的哲学家们搅得糊里糊涂，即便是现代，恐怕也很少有人能放心地说，我真正理解了时间。但愿你读完这一篇后，能够回答时间到底是什么。

据考证，伽利略实际上并没有在比萨斜塔上做过落体实验，你知道吗？也许你听过这种议论，但是，你明白这种争论的意义何在吗？

我们都非常钦佩法拉第，他是铁匠的后代，只受过最基本的所谓“3R”教育（读—Reading，写—Writing，算—Arithmetic）。他在物理学上作出巨大贡献之后，拒绝接受英国女皇赐封给他的贵族称号。但你知道这位传奇式的人物为了发现的优先权问题，而与他的恩师戴维以及法

物理学的反思

陈武秀 编著

湖北教育出版社出版、发行

(430022·武汉市解放大道新育村63号)

新华书店湖北发行所经销

通山县印刷厂印刷

787×930毫米32开本 8.25印张 2插页 137 000字

1989年7月第1版 1992年4月第2次印刷

印数：1 501—3 000

ISBN 7-5351-0402-9/O·10

定价：2.80元

国的安培经历了一场多么难堪的争吵吗？这些大师们的争吵到底如何评价，你也许会感兴趣吧？

以上所举的例子，只不过是全书中的一小部分，从本书的目录中，你还会发现很多使你感兴趣的篇目。每一个篇目的内容，都牵涉到物理学发展史中的一件大事。这些事情有的已经过去了一两千年，有的才过去几十年，但都成了历史。现在我们又把它们翻出来，作一点反思，其目的是想由此得到一些有益的启示。这正如孟浩然在《与诸子登岷山》一诗中所说：

人事有代谢，往来成古今。

江山留胜迹，我辈复登临。

水落鱼梁浅，天寒梦泽深。

羊公碑尚在，读罢泪沾襟。

读完你手上这本书，“泪沾襟”大概是不会的，但看了这大大小小的“羊公碑”，你对物理学的理解一定与以前有些不同。

怎么个不同法呢？相信你能自己回答这个问题。若能如此，我就感到由衷地满足了。

作者

一九八八年八月

目 录

请告诉我，时间到底是什么？	1
九十九谜中的第一谜	9
开普勒美学追求的苦与甜	19
批评带来的重大成果	29
戴维与法拉第为优先权之争	38
歌德——诗人兼科学家	48
韦尔的选择正确吗？	60
哈密顿的悲喜剧	67
欧姆和迈尔的命运	76
玻尔兹曼的悲剧	86
巴尔末公式的轶闻	96
斯拉夫姑娘的眼睛可靠吗？	104
简单性要求合理吗？	113
电子自旋的提出	123
物质波动性的证实	131
摧残科学的瘟疫——“李森科主义”	138
奥本海默和萨哈罗夫	147
科学思维中的想象	158

希尔伯特为什么哈哈大笑?	168
薛定谔方程 比 薛 定谔更	
“聪明”	178
维恩训斥海森伯	188
获诺贝尔奖的纳粹党徒	198
科学信念和科学中的弄虚作假	208
“泡利效应”，闻名欧洲	220
爱因斯坦的失误	231
“康普顿效应”与吴有训	241
华裔物理学家与宇称守恒	
的崩溃	249
后记	258

请告诉我，时间到底是什么？

从今以后，空间本身和时间本身都已成为阴影，只有两者的结合才保持独立的存在。

——H. 闵可夫斯基

据说在很久以前，有人向一位著名的红衣主教请教：“请告诉我，时间到底是什么？”红衣主教苦思良久也不知道怎样回答这个问题，最后他只得承认：“如果没有人问这个问题，我自以为明白这个问题，可一旦别人需要我对这个问题作出解释，我只得承认自己对时间也是一无所知的。”

其实，这位红衣主教并非愚不可及，他的回答正说明他颇有自知之明。因为时间虽然是最重要和最常用到的概念，却又是很难给予确切定义的概念。它不仅把古希腊那些天才的哲学家搅得糊里糊涂，即便是现代，恐怕也很少有人能放心

地说，我真正理解了时间。

为什么在本书的开篇伊始就谈时间呢？这主要有三方面的原因：（1）时间是人类文明发展过程中最早能加以定量描述的概念，是第一个具有公认统一标准的可测物理量。任何经历规律性变化的自然现象都可以用来测量时间。对古代人，那神秘的天体运动，如太阳的升起降落、月亮的望朔圆缺，为他们提供了既简便又精确的度量时间的方法。（2）普遍适用而又统一的时间概念是整个经典物理学的出发点。凡学过初等物理的人都能理解到，没有普适、统一的时间，测定速度、加速度、力等物理量就无从着手。（3）时间和空间被看作是发生各种事件的舞台。因此，人们在探索自然奥秘时，往往涉及到对时间和空间的认识，即时空观。事实上，科学上一些意义重大的变革往往与时空观的变革有关。显然，如果我们要想了解科学史上杰出人物的成就和思想，首先就应当了解他们各自的时空观。

在古希腊，学者们认为时间是循环的，这与日月星体周而复始的运动有关。其实不止是古希腊，许多古代文化似乎都有这种共同的认识。一直到17世纪，这种时间轮回的观点才逐渐让位于时间是线性发展的观点。令人费解的是，经典物理学的奠基人牛顿（I. Newton, 1642—1727）生前一直坚持时间轮回的观点。1675年12月他在

给英国皇家科学院院长欧登伯格的信中写道：

“大自然是一个永恒的循环的创造者……”。然而早在1602年，培根（F. Bacon, 1561—1626）就在了一本标题新颖的书《时间的男性生育》里提出了线性时间的观点。

轮回观让位于线性观，是当时科学上伟大变革的标志，宇宙进化和生物进化的先进科学思想亦从此确立。

不过对于古希腊人来说，令他们感到困扰的倒不是时间轮回与否，这在当时几乎是被视为天经地义的事；而使他们困惑不解的是时间（以及空间）是否无限可分。这个问题在近代是比较容易理解的，因为如果时间是无限可分的话，那运动就是连续平滑的，否则运动就是一连串小跳动，就象卓别林早期无声电影中的动作一样。然而，在古代则不然，例如公元前400多年，意大利南部厄里亚城有一位至今仍赫赫有名的学者芝诺（Zeno of Elea, 约公元前495—前430），他就坚决反对时间（及空间）是可以无限分割的。为此，他提出了四个有名的悖论（即不可抗拒的逻辑矛盾）。其中有阿基里斯（希腊的神行太保）和乌龟赛跑的悖论，即阿基里斯永远不能追上在他前面爬行的乌龟。为什么呢？假设阿基里斯跑的速度10倍于乌龟，又假定赛跑开始时乌龟在他前面100米，芝诺说，当阿基里斯跑到100

米处时，乌龟已经跑出10米；当阿基里斯又跑10米时，乌龟仍在他前面1米；再跑1米，乌龟仍在他前面10厘米……如此下去，没完没了。因此，阿基里斯始终在乌龟后面，永远也追不上它。由这一悖论，芝诺试图证明时间是不能无限分割的，否则运动就不存在了。面对这些似是而非的问题，古希腊人可真给弄糊涂了，所以他们一直不能为运动学中最基本的一个物理量——速度，作出准确的描述。要想对速度作出准确描述（悖论亦随之而解），除承认时间无限可分外，光靠当时的几何学、代数学是无济于事的，还得建立一门新的数学分支——微积分。我们知道，微积分是17世纪牛顿和莱布尼兹(G.W. Leibniz, 1646—1716)各自独立建立的。所以，只是到了17世纪之后，人们才能正确理解速度这个最基本的物理量，也才能解决两千多年前芝诺提出的悖论。

美国物理学家费曼(R.P. Feynman, 1918—)曾在他那著名的《费曼物理讲义》中讲了一个笑话：一位警察把一位开车的妇女拦住了：“太太，你开车的速度已达到每小时60英里！”这位妇女惊愕地回答：“这决不可能，先生！我才开了7分钟，离1小时还差得远哩，怎么可能说每小时60英里！你大约是开玩笑吧！”亲爱的读者，警察开玩笑了吗？这位妇女的观点与芝诺悖

论有关系吗？

牛顿虽然坚持时间轮回观点，但他却是时间无限可分观点的倡导者，也是第一个清楚阐明古典时空观的人。他在他的传世之作《自然哲学的数学原理》一书中写道：“绝对的、真实的数学时间，就其自身及其本质而言，是永远均匀地流动的，不依赖于任何外界事物。……绝对空间就其本质而言，是不依赖于任何外界事物的，它永远是相同的、不变的。”这就是说，时间与空间和运动之间不存在任何联系。长期以来，这种绝对时空概念一直被奉为金科玉律。

直到20世纪初，人们开始了解到，要是硬把实验物理学最精密的方法所得到的许多结果纳入绝对时空概念的框框，就会出现一些显而易见的矛盾。这个事实使当代最杰出的物理学家爱因斯坦（A. Einstein, 1879—1955）产生了一个革命性的想法，他认为，没有任何理由把牛顿以来的绝对时空概念当作绝对真理，而应该改变这些概念，使之同新的、更精密的实验结果相适应。基于这种思想，爱因斯坦提出了相对时空概念，创立了相对论，从而成为人类历史中最具创造性才智的人物之一。

与绝对时空概念不同，相对时空概念认为，时间是与空间和运动紧密联系在一起的。这一重大变革，当然不能简单理解为把绝对换成相对，把

不依赖于变为紧密联系在一起。事实上，要把相对时空概念解释得比较清楚，并不容易，甚至有人说：“全世界真正懂得爱因斯坦的理论的，只不过12人而已。”这种说法虽然未免言过其实，但是，相对论思想深刻、内容丰富倒是事实。

如同重大社会变革一样，时空观的变革也不是一帆风顺的。1905年，爱因斯坦在莱比锡的《物理学纪事》上，发表了“论动体的电动力学”的论文，揭示了狭义相对论的基本原理，1916年又发表了《广义相对论基础》这一总结性论著，而且这些理论已为英国皇家学会科学考察队于1919年5月29日在几内亚湾普林西比岛所摄的日食照片和计算结果所证实。但是，相对论在当时仍然是争论的焦点。所以，当爱因斯坦被授予1921年诺贝尔物理奖时，只是由于他对光电定律和理论物理方面的贡献，在授奖决议中根本没有提到相对论。

人们一度怀疑相对论，并不奇怪。因为，由相对论所得出的结论，用建立在日常生活经验上的传统观念是难以理解的。例如，由狭义相对论所预言的时间膨胀效应就异常离奇。俄裔美国物理学家G.伽莫夫（G. Gamov, 1904—1968）在《从一到无穷大》一书中，形象地描述了时间膨胀效应的结果：

“假定你打算到天狼星——距离我们9光年

——的行星上去，于是，你坐上几乎有光速那么快的飞船。你大概会认为，往返一趟至少要18年，因此打算携带大量食物。不过，如果你乘坐的飞船确实有接近光速的速度，那么，这种小心就完全是多余的了。事实上，如果飞船的速度达到光速的99.9999999%，你的手表、心脏、呼吸、消化和思维都将减慢7万倍。因此从地球到天狼星往返一趟所花费的18年（从留在地球上的人看来），在你看来，只不过几个小时而已。如果你吃过早饭便从地球出发，那么，当降落在天狼星某一行星的表面上时，正好可以吃午饭。要是你的时间很紧，吃过午饭后马上返航，就可以赶回地球上吃晚饭。不过，如果你忘了相对论原理，那你到家时准得大吃一惊：因为你的亲友会认为你一定还在宇宙空间中的什么地方，因而已经自顾自地吃过6570顿晚饭了！地球上的18年，对于你这个以近于光速运动的旅客来说，只不过1天而已。”

这实在令人不可思议！

然而，无可辩驳的实验事实不断证明，相对论是正确的。事实上，不仅狭义相对论预言的时间膨胀效应，已经由观测作接近于光速运动的不稳定基本粒子衰变的寿命变长而得到精确的证实，而且，通过比较地球上的原子钟和飞机上的原子钟所记录的时间，证实了引力还会影响时间

膨胀这个广义相对论的预言。凡此种种，不仅使物理学家们衷心折服，而且也拉开了时空观变革的帷幕。

看了上面的介绍，读者一定会提出：你只是粗略介绍了时间概念的几次变革，并没有回答时间到底是什么？坦率地说，对于这个尚在探究的问题，我也不知所云。正因为如此，我愿意和读者共同思考这个问题，并相信当今的读者一定比那位著名的红衣主教高明。

九十九谜中的第一谜

认识一位巨人的研究方法，
对于科学的进步……并不比发现
本身更少用处。

——P.S.拉普拉斯

伽利略（G. Galileo, 1564—1642）的比萨斜塔落体实验可以说是举世闻名的。学过物理学的人都熟悉，作为近代物理学奠基人的伽利略，于1591年在意大利比萨斜塔上做过一次落体实验，以无可辩驳的实验“事实”否定了亚里士多德（Aristotle, 公元前384—前322）的落体理论。很多著名的学者也郑重其事地肯定过这一实验，并阐明这一实验的伟大意义。

英国著名科学史学家辛格（C.J. Singer, 1876—1960）就曾宣称比萨斜塔落体实验是“历史上最杰出的成就”，并在《科学简史》（1941年）一书上确定该实验完成于1591年。英国著名

数学家和哲学家怀特海（A.N.Whitehead, 1861—1947）在他1925年著的《科学与近代世界》一书中，更把这一实验与美国科学家迈克尔逊（A.A.Michelsen, 1852—1931）和莫雷（E.W.Morley, 1838—1923）于1881年做的确定以太漂移速度的著名实验一起列为科学史上最著名的两个实验。强调科学实验对科学发现起重大作用的科学哲学家们，都极力支持这种看法。他们认为，比萨斜塔落体实验充分证实，伽利略的每一个科学发现的突破，均起源于他在实验上的成功。更进一步还认为，16—17世纪科学革命的胜利，是归纳法的胜利。这无异于为这一实验抹上了一层神奇的色彩。

但是，疑问也不少。有的书上说，这一实验完成于1590年，有的又说是1591年；有的书上说伽利略曾做过公开实验，有的又说是他独自一人反复做过多次；有的书上说他用的重物是大小相同而重量不同的铅球和木球，有的又说两个都是铁球，一个重10磅另一个重1磅；等等。这些彼此矛盾的说法，自然会引起人们的怀疑：伽利略到底做过这个实验没有？如果真做过，那具体情况到底是怎么回事呢？于是，围绕着这一问题，展开了旷日持久的争论。有人干脆把它称为“科学史上九十九谜”中的第一谜。

到1949年，这个谜的重要性又突然升值。这

一年，英国历史学家巴特菲尔德（H.Butterfield, 1900—1979）在他的名著《现代科学的起源：1300—1800》中，否定了把文艺复兴时代开始的科学革命单纯地看作是归纳法的胜利。这样，伽利略的科学发现模式就特别引人关注，比萨斜塔（以及著名的斜面）实验就更有仔细考察的必要了。

巴特菲尔德以及其他一些著名科学史学家仔细考察了科学史上有关记载发现，伽利略本人从未有过如此重要实验的记录。德国科学史学家沃尔威耳（A.Wohwill）查阅了伽利略传记作者，也是第一个宣称伽利略做过比萨斜塔落体实验的人维维安尼（V.Viviani, 1622—1717）同时代人叙述落体运动的资料，竟然没有一个人提到伽利略这个伟大的公开的实验。如果伽利略真是公开做过这个实验，那么，史料上不予记载显然是无法解释的。而后来承认伽利略做过这个实验的人，却又都语气不肯定。他们只是说，“伽利略也许做了”，“那时伽利略住在比萨城，所以他大概也曾登上那个有名的比萨斜塔做过实验”。

此外，据比利时物理学家史特芬（S.Stevin, 1548—1620）在他1586年出版的《水重原理》一书中介绍，他和他的朋友格鲁特（de Groot, 1554—1640）曾在荷兰的德夫特做过落体实验。