

时间·空间 和 运动着的物质

秦元勋 著

$$T(K')=T(K)$$

$$C(K')=C(K)$$

$$F(S;K')=F(S;K)$$

贵州人民出版社

秦元勋 著

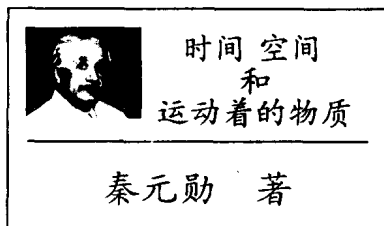
时间·空间
和
运动着的物质

贵州人民出版社

图书在版编目(CIP)数据
时间、空间和运动着的物质/秦元勋著. —贵阳: 贵州
人民出版社, 2000. 9
ISBN 7-221-05200-X
I. 时... II. 秦... III. 相对论-研究
IV. 0412.1
中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 39121 号

责任编辑 唐光明 杨序谦

封面设计 张世申



贵州人民出版社出版发行
(贵阳市中华北路 289 号 邮政编码 550001)
贵州兴隆印务有限责任公司印刷
850×1168 毫米 32 开本 4.375 印张
2 插页 90 千字
2000 年 9 月第 1 版第 1 次印刷
印数: 1—5000 册
ISBN7-221-05200-X/G·1988
定价: 8.50 元
(版权所有 翻印必究)



前 言

1999年年底,美国《时代》杂志选出阿尔伯特·爱因斯坦作为20世纪的第一号代表人物,并浅释了他的第一代表作《相对论》。

带图的《世界百科全书》介绍他说:“阿尔伯特·爱因斯坦是公认的20世纪最伟大的科学家和所有时代的最伟大者之一。他以他的相对论而最著名。相对论是一种难于理解的思想概念,但它对于现代科学的影响,特别是在天文学和原子科学方面,不亚于最近三百年中的任何其他的思想概念。”

相对论是现代物理的两大基础之一,是原子能的理论基础。因此,对爱因斯坦的任何崇高评价都是合适的。

相对论是世界上罕见的难懂的科学之一。美国有一句流行的话说:“全世界只有十二个人懂得爱因



斯坦的相对论。”自1905年以来,关于这方面出版的专著和普及书数以百计。爱因斯坦本人为《宇宙与爱因斯坦博士》一书写的前言中明确指出其困难所在。他写道:“想将一个相当抽象的科学主题用通俗的形式表达出来的任何人都知道这一企图的巨大困难。他或者能达到易懂,却将问题的实质掩盖起来,给读者只是表面的现象或模糊的比喻,从而在读者心中产生欺骗性的错觉理解,这样就欺骗了读者;他或者对这个问题给出专家性的描述,但没有受过训练的读者不能跟上这种方式的讲法,对进一步的阅读失去信心。如果将这两类从今天的科学普及书中取去,留下的是惊人的稀少,但这稀少的书的确是很有价值的。”

这种情形的产生,原因可分为三类:

第一类是爱因斯坦的天才的物理概念在日常生活中不易感觉得到,必须借助于精确的表达形式才能真正理解。不想看这种表达形式的读者很易受骗,并且不可能真懂。

第二类是爱因斯坦所用的数学工具还是大有值得商讨之处。有些情形,本来可以令人看懂的部分,由于数学工具不理想,却使人看不懂。个别情况下,连爱因斯坦本人也受他所用的数学工具的危害(例如“尺缩”现象)。

第三类是由于相对论取得辉煌成就之后,爱因斯坦受到相对主义的影响,作出非科学的断言,并因他



已下了结论，而阻碍了时空质理论的发展。（例如对哥白尼的日心说和托勒密的地心说的争论妄加判断；又如对于相对论的基础的巩固问题未加足够的重视，而留下不少的“悖论”；等等。）

针对这三种不同的原因，本书的写法如下：

第一，对关键性的新概念，特别是狭义相对论中的“时间相对性”和广义相对论中的“变形时空结构”给以准确的数学描述和严格的数学推导。

第二，尽可能地减少读者的数学和物理的准备知识。具体地说，读者只要学过初中的代数、几何和有“顺水行舟，速度相加；逆水行舟，速度相减”的常识，就可以学懂伽利略的“时间绝对论”。读者只要学过高中的代数、平面解析几何和关于质量、能量、动量的物理概念，即可学懂狭义相对论。读者只要学过大学一年级的普通物理和初等微积分，会算一块石头从天而降的速度，学过狭义相对论，就可以学懂广义相对论。读者学过狭义相对论后，就可学懂后爱因斯坦时期的我的“狭义三一理论”。读者学过广义相对论后，就可学懂后爱因斯坦时期的我的“广义三一理论”。作者在此声明，如果学不懂，那不是读者的水平低，而是作者的写法还不太通俗。应当由我负责改进。

第三，对于有问题的部分，作者进一步发展了后相对论时期的“三一理论”。作者曾教过北大附中的八个学生学懂相对论，并且出版了当时的讲义。现在



要进一步普及后爱因斯坦时代的“三一理论”。

本书原名《空间、时间和运动着的物质》，现改变次序，正名为《时间、空间和运动着的物质》。这是根据历史发展的次序而定出的次序。一个次序的差别也是经过数十年的反复，并非可以随意写出的。

新学科的发展总不免会有不当之处，敬请海内外学者赐正。

承贵州人民出版社唐光明先生向各方面联系和推动，使这本世界上第一次在后相对论时代出版的时间、空间和质量的书得以在贵州出版，迎接新世纪，为家乡的发展尽一分微力，满足我对故乡的深情，特写此前言。

秦元勋

2000年4月15日于华盛顿郊区



秦元勋 教授, 1923年生, 贵州省贵阳市人。1943年毕业于浙江大学数学系, 获理学士学位。1946年获美国哈佛大学文学硕士学位, 1947年又获哈佛大学哲学博士学位。曾先后任中国科学院应用数学研究所副所长, 中国核工业部九院理论部副主任, 中国人工智能学会理事长, 中国计算物理学会理事长等职。长期从事计算物理、应用数学、微分方程、计算科学、人工智能等领域的研究, 其研究成果和《核装置分析》等书, 先后获国家重大成果奖和国家科委金质奖, 并有多项成果在国际上处于领先地位。秦教授为我国的科技事业做出了卓越的贡献, 并为我国第一颗原子弹、氢弹的研制立下了不朽功勋。

秦教授对爱因斯坦的相对论进行了长期的研究, 并创新地提出了“时空质三合一而以质量为主的理论”, 简称“三一理论”。这一理论被誉为是对相对论的继承、发展和突破。



秦元勋教授在工作



秦元勋教授全家和美国科学院院士 G. Birkhoff 教授及其夫人合影



秦元勋教授(右二)和已病重的邓稼先院士(右一)、张文裕院士(左一)合影



王淦昌院士(右一)八十大寿时与秦元勋教授合影



在庆祝中国第一颗氢弹爆炸成功二十周年会上，秦元勋教授（前排右一）和彭桓武院士（前排左一）在一起



1980年，秦元勋教授（右一）与华罗庚院士在诺贝尔物理学奖得主丁肇中（右二）家中作客



目 录

第一篇 相对论前的时间、空间理论

伽利略的“时间绝对论”	(1)
(1)问题的提出	(1)
(2)古代的时空理论	(2)
(3)一个隐含假设:时间绝对性	(3)
(4)一条推论:速度的加减公式	(8)
(5)简短的小结	(8)

第二篇 相对论的时间、空间理论

爱因斯坦的“时空相对论”	(9)
一、狭义相对论	(9)
(1)一条显式假设:光速绝对性及一个新的 概念:时间相对性	(9)
(2)两组计算公式	(15)
(3)三条物理推论	(19)
(4)质能等价公式	(23)
(5)简短的小结	(24)



二、广义相对论	(26)
(1)问题的提出及解决的线索	(26)
(2)牛顿的引力理论	(28)
(3)一个新的概念:质量使时空结构变形	(36)
(4)两组计算公式	(39)
(5)三大物理验证	(41)
(6)黑洞的推导问题	(48)
(7)简短的小结	(49)
附录 长时线的必要条件	(50)

第三篇 相对论后的时间、空间、质量的理论

秦的时空质的“三一理论” (58)

一、狭义三一理论	(58)
(1)一个已证明的不变量 $F(S;K)$	(58)
(2)最小总运动质量 $M(S)$ 的绝对性及 一个特殊的参考系统 $K(S)$	(63)
(3)两种比较公式	(65)
(4)在 $K(S)$ 的基础上统一解决三类历史争论	(73)
(5)广义时空对称原理及光速可能出问题 时的对策问题	(88)
(6)不计引力场可能引起的误差估计	(96)
(7)简短的小结	(98)
二、广义三一理论	(104)
(1)牛顿-拉普拉斯黑洞存在性的否定	(104)



(2)爱因斯坦-奥本海默黑洞存在性的否定	(106)
(3)考虑到质量随速度变化对史瓦西度规的修正	(111)
(4)水星近日点的进动值的再计算	(112)
(5)星球内解的推导	(113)
(6)简短的小结	(116)
附录 三一理论的逻辑结构图.....	(117)
后记	(118)
参考文献	(120)
索引	(123)



第一篇 相对论前的时间、空间理论 伽利略的“时间绝对论”

(1)问题的提出

列宁在《唯物主义与经验批判主义》中有一段话：“世界上除了运动着的物质，什么也没有，而物质只有在空间和时间之内才能运动。人类的时空观念是相对的，但绝对真理是由这些相对的观念构成的；这些相对的观念在发展中走向绝对真理，接近绝对真理。”

这一段话给人们以三方面的启发：

第一，时间和空间的理论牵涉到哲学上和科学上最根本的问题，因而对它的研究具有根本性质的意义。

第二，人类的时空观念是相对的，因此应当历史地叙述这些观念过去的发展和它的现况。

第三，在正确的哲学的指导下，在科学实验的基础上探索时空理论的进一步发展成为可能。

本篇先就几个重大的历史性的争论作一些简要的介绍，用以表明时空理论在哲学方面的重要性，再转到自然科学和技术方面的叙述和进一步的探讨。

五百年前文艺复兴开始时，发生了对太阳系的“日心说”



和“地心说”的争论。恩格斯在《自然辩证法》中对哥白尼(1473—1543)的《天体运行论》的出版评论道：“从此自然科学便开始从神学中解放出来。”太阳系的“日心说”和“地心说”的争论的科学内容是太阳系的空间坐标原点的选取问题。

一百六十年前马克思在他的《博士论文》中的第四章《时间》中,对希腊的“原子论”提出了尖锐的意见。马克思指出：“既然在原子内部,作为纯粹自身关联的物质没有任何变易性和相对性,那么由此直接可以推出,时间必须从原子的概念,本质的世界中排除掉。因为只有从其中抽掉了时间的成分,物质才会是永恒的和独立的。”这话是在科学上研究原子结构之前六十年提出来的指导性意见。无怪乎恩格斯在《自然辩证法》中要说：“有些自然科学家……把希腊哲学的残渣,例如‘原子论’当做永恒的真理。”

一百年前,恩格斯在《反杜林论》中就有“自然哲学 时间和空间”一节,反对杜林的“时间有开端”的观点。

20世纪初,列宁在《唯物主义与经验批判主义》中有一节《空间和时间》,那里有“电子和原子一样,也是不可穷尽的”。毛泽东也说过：“基本粒子也是可分的。”当然他也指出：哲学“只能包括而不能代替物理中的原子论,电子论……”

下面我们的重点将转到自然科学的基本研究上去。

(2)古代的时空理论

(I)中国古代的时空理论

淮南王刘安(公元前182—前122)主编的《淮南·原道》中写道：“上下四方曰宇,往古来今曰宙。”“宇”指的是东西、南



北、上下这个三维空间；“宙”指的是过去、现在、未来的一维时间。宇宙联用，表示时空并提。用现代数学表达，便是： $(x, y, z; t)$ 。这是四维时空的表达形式。对于想了解相对论的人们，一定要建立这种时空联用的思想。不然，不但学不懂相对论，而且还会得出错误的结论(后面有实例说明这点)。

(II) 希腊古代的时空理论

哲学家史托义克(Stoic)写道：“时间是运动的延伸。”用现代数学表达，便是： $(x(t), y(t), z(t))$ 。这是三维空间的表达形式。但是日常人们常用“宇宙航行”来表达三维空间中的航行。正确地了解应当是在四维时空中的一条轨迹，不是一个点在三维空间中的运动。

爱因斯坦将这一种表达形式称为“动图”，将前面那种称为“静图”。

他喜用动图，而不想用静图。静图是他的数学老师闵可夫斯基发明的。后面将谈到和用到。

当然古代的人对时间、空间的看法主要还是一些直觉，缺乏系统的科学研究。要真正了解时间和空间，还要靠近代的物理学的建立与发展。

(3) 一个隐含假设：时间绝对性

伽利略是“近代物理学之父”。他是第一个系统地研究物理学的人。我们得先简单介绍一下我们所指的“时间”和“空间”的概念。

在一条直线的铁道上，有一系列的车站。车站与车站之