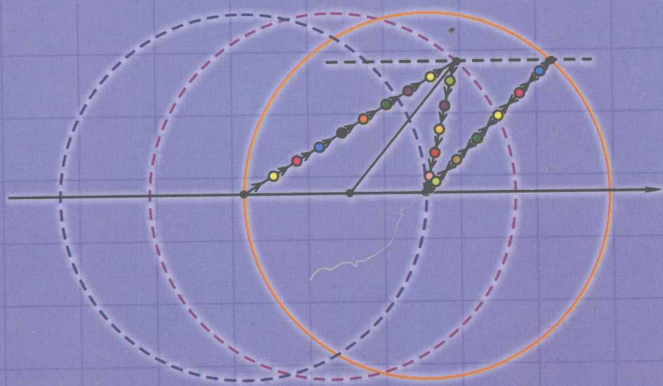


《量子空间论》文集 1

论光的有介质传播

陈大有 著



西北大学出版社

论光的有介质传播

《量子空间论》文集一

陈大有 著

西北大学出版社

On Medium Transmission of Light

Treatises on Quantum Space Theory I

Chen Dayou

Northwest University Press

图书在版编目 (CIP) 数据

论光的有介质传播 / 陈大有著. — 西安: 西北大学出版社, 2007.6

(量子空间论文集; 1)

ISBN 978-7-5604-2325-8

I. 论... II. 陈... III. 光-介质-传播-研究 IV. 043

中国版本图书馆CIP数据核字 (2007) 第085115号

论光的有介质传播

著 者 陈大有 著

出版发行 西北大学出版社
地 址 西安市太白路229号
邮政编码 710069
购书电话 (029) 88303059
(029) 82232429

经 销 新华书店
印 刷 西安市商标印刷厂

开 本 850毫米×1168毫米 1/32开本
印 张 2.5
字 数 56千字
版 次 2007年6月第1版第1次印刷
书 号 ISBN 978-7-5604-2325-8
定 价 10.00元

内 容 简 介

本书是作者继《量子空间论》(西北大学出版社 1995 年版)之后,在物理学基础理论研究上的新作。书中提出宇宙空间在微观上由元空间-空子构成,呈颗粒状点阵结构的观点,在赋予空子、量子空间具有弹性形变恢复作用的物理性质的假设下,提出光、电磁辐射有介质传播的观点。书中作者提出虚、实参考系的概念和绝对与相对坐标系的概念,通过分析光辐射在虚、实参考系不同坐标系下的传播,论证了洛伦兹变换恰恰是光有介质传播的必然结果。书中作者提出光速与运动引力场矢量合成这一光传播的基本规律,并以光传播的基本规律为依据,对科学史上若干重要的光学实验作了深入分析,论证了光有介质传播这一观点。

18、19 世纪,光有介质传播是科学界的主流观点。20 世纪初爱因斯坦狭义相对论创立以后,光有介质传播的观点日渐冷落下来,但近、现代物理理论和实验的发展暗示,光波并不具有特殊性,光的传播是有介质的。另一方面,狭义相对论问世一个世纪了,已经成为物理学基础理论的两块基石之一,相关的预言大多已被实验所证实。狭义相对论的核心是洛伦兹变换,对狭义相对论的检验本质上是对洛伦兹变换的检验。本册子名为《论光的有介质传播》,就其内容则是讨论光的有介质传播同狭义相对论的协调性问题。光有介质传播不是新观点,但作者关于空间结构的认识,关于光传播基本规律的认识乃是新的物理思想和观点。相信会对这一领域的研究有所启发,至少在物理学思想和方法论方面是如此。

Abstract

This is a new thesis of the author's research on basic theory of physics after his Quantum Space Theory (Northwest University, 1995). In the book the author puts forward the concept that the cosmic space, microscopically, is made up of meta-space holes and is of granular lattice structure. He proposes medium transmission of light and electromagnetic radiation under the hypothesis that holes and quantum space possess the physical property of elastic restoration. The author, for the first time, suggests the ideas of virtual and real reference frames and the relative coordinate system. He proves, by analyzing the transmission of light radiation under different coordinate systems of virtual and real reference frames, that Lorentz exchange is the necessary result of light medium transmission. After studying the fundamental rule of light transmission, i. e. the composition of light velocity and gravity field vector, he offers profound analysis of some important optical experiments in history on the basis of this basic rule and therefore confirms the theory of medium transmission of light.

The light medium transmission theory dominated the science circles in the 18th and 19th centuries. After Einstein initiated his relativity theory in early 20th century, the theory has been gradually neglected. However, the modern and contemporary physical theories and experiments indicate that light waves are not special and the light transmission does have medium. On the other hand, special relativity has become one of the two corner stones of basic theories of physics after it was initiated a century ago. The prediction of relativity has been mostly proved by experiments. The essence of special relativity is Lorentz exchange and the test of relative relativity is in nature a test of Lorentz exchange. This booklet, entitled *On Medium Transmission of Light*, is a discussion of the coordination between light medium transmission and special relativity.

The medium transmission of light is no new idea, but the author's understanding of the space structure and the basic rules of light transmission is new thinking and concept of physics. The author believes that they are enlightening to researchers in this field, at least in regards to thoughts and methodology of physics.

前 言

光的本性与传播一直是物理学研究的重要问题之一，也是物理学界争论最持久、最激烈的热点问题之一。对光本性与传播的解释，涉及空间的结构，涉及能量的转移，涉及作用的传递和场物质的运动，甚至还涉及宇宙观和认识论，常常是居于理论深层的基础之处，倍受人们的关注。

经过长时间的发展演变，到 17 世纪关于光的本性和传播的认识形成了两个对立的学说。一是牛顿 (S. I. Newton) 主张的微粒学说，一是惠更斯 (C. Huygens) 提出的波动学说。微粒学说认为光是由光源物质发出的在真空或均匀介质中惯性运动的微观粒子。波动学说认为宇宙充满弹性以太；光是以太传递的波动。以现在的观点看，波动学说更趋近于光的本性与传播规律。但早期的波动学说把光看成类似于声波的球面纵波，不能正确解释光的干涉、衍射和偏振现象，不及微粒学说解释光学现象时简单、直观，加之牛顿巨大的影响力，因此到 18 世纪末，在光本性与传播的认识上微粒学说占统治地位。

19 世纪初，波动光学迎来了生机。1801 年托马斯·杨 (T. Young) 发表了著名的双缝干涉实验，实验以清晰的干涉条纹确认光是一种波动，有力地支持了光的波动学说。19 世纪 20 年代，菲涅耳 (A. J. Fresnel) 以波的相干叠加的思想补充了惠更斯原理，建立了光的衍射理论，确认了光的横波特征，推导出光在界面上反射与折射的定量规律，重新确立了光的波动学说。

19 世纪 30 年代，法拉第 (M. Faraday) 提出力线和场的概

念。法拉第认为，宇宙空间充满以太物质，电荷之间、磁体之间以及电与磁之间的相互作用都是沿力线方向通过以太物质传递的。电磁场是包含电磁实体在内的那一部分空间，是以太已发生形变，处于“紧张状态”的那一部分空间。在研究光磁效应时，他提出光与电磁现象有联系的见解。丰富了人们对光介质以太的认识。

1855 ~ 1865 年麦克斯韦 (J. C. Maxwell) 在法拉第力线和场概念的基础上提出涡旋电场、位移电流的概念，建立了电磁场理论。电磁场理论以波动方程的形式揭示了电磁场相互激发与传播的规律，预示了电磁波的存在。理论给出的电磁波的诸多性质同光相同，预示了光波乃一定频率范围的电磁波，使光的研究纳入了电磁场理论。19 世纪 80 年代，洛伦兹 (H. A. Lorentz) 提出电子论，在静止以太的假设下，分析了光波与物质带电粒子的相互作用，在更深的层次获得光在运动介质中传播速率的公式，成功解释了介质的色散现象，发展了光的电磁理论。

同光的弹性以太说相比，光的电磁理论适用范围更广，解释的现象更多，理论的数学基础更完备，到 19 世纪末，光的电磁理论已取代了光的弹性以太说。但就其本质而言，光的电磁理论同光的弹性以太说有着相同的基础，这一基础就是光的有介质传播。因此可以说，19 世纪光有介质传播的波动理论占主导地位。

既然光有介质传播，探测光介质的物理性质就成为实验物理学家最关心的课题，这方面最著名的实验是迈克尔逊 (A. A. Michelson) - 莫雷 (E. W. Morley) 实验。包括迪卡尔 (R. Descartes)、惠更斯、托马斯·杨、菲涅耳、法拉第、麦克斯韦、洛伦兹等几乎所有光有介质传播论者的理论中，光介质以太在宇宙空间静止不动是其共同的观点。据此，地球在以太中运动就应观测到以太飘移。然而当迈克尔逊 - 莫雷实验以太飘移的否定性结果公布以后，在物理学界引起的

震惊就可想而知了。迈克尔逊倾向于斯托克斯 (G. G. Stokes) 的完全拖曳假设, 但完全拖曳不能解释恒星的光行差现象。费兹杰诺 (G. F. Fitzgerald)、洛伦兹提出长度沿运动方向收缩的假设, 但这一假设没有获得实验的支持。所有这一切使光有介质传播的观点受到严峻的考验。

1900 年普朗克 (M. Planck) 提出能量子概念, 成功解释了黑体辐射规律。受此影响, 1905 年爱因斯坦 (A. Einstein) 提出光量子概念, 以光的粒子性解释了光电效应。同年, 爱因斯坦在其著名的论文《论动体的电动力学》中, 以对时间概念的深刻分析, 提出光速不变原理和相对性原理, 建立狭义相对论。然而爱因斯坦抛弃了绝对参考系, 抛弃了光介质以太, 抛弃了早期光的电磁理论的基础, 使光的传播又回到无介质传播的观点上。

1913 年玻尔 (N. Bohr) 建立氢原子的量子化模型, 阐明了光的发射与吸收的微观机理, 解释了氢光谱的巴耳末 (J. J. Balmer) 公式。20 世纪 20 年代, 德布罗意 (L. V. De Broglie) 提出微观粒子波粒二象性概念。海森伯 (W. K. Heisenberg)、薛定谔 (E. Schrodinger) 创建量子力学。微观粒子波粒二象性接连被戴维森 (C. Davisson)、汤姆生 (G. P. Thomson)、斯特恩 (O. Stern) 的实验所证实和量子力学的巨大成就, 反过来又促进了对光波粒二象性的认识。

20 世纪 30 年代以后, 随着相对论所预言的现象 (包括广义相对论) 陆续为实验观察所证实, 爱因斯坦的时空观和他的发射理论与波动理论相结合的新辐射观逐渐为人们所接受, 成为科学界的主流观点。同麦克斯韦、洛伦兹的辐射理论相比, 新辐射理论认为, 宇宙不存在原本固有的电磁介质, 电磁场由电磁物体所派生。电磁波、光波是电磁物体发出的具有波粒二象性的光子流。这一认识同他抛弃绝对参考系, 抛弃以太的观点相一致。然而爱因斯坦的辐射观又受到了现代宇宙学的挑战。

1965年贝尔实验室的彭齐亚斯 (A. A. Penzias) 和威尔逊 (R. W. Wilson) 观察到宇宙 3K 背景辐射, 3K 背景辐射只在一个惯性参考系保持各向同性, 在相对于它运动的任何其他惯性系中显示出辐射温度随运动方向变化的特征。宇宙背景辐射的发现为建立一个绝对的、静止的参考系提供了依据, 仅在这一参考系光辐射保持各向同性, 又为光的有介质传播提供了一个间接的、但却是有力的证据。因而这一发现公布后, 引起了物理学界的广泛关注。1979年, 迪拉克 (P. A. M. Dirac) 在纪念爱因斯坦诞辰 100 周年大会的报告中指出: “可以说, 宇宙背景辐射只对一个观察者来说是对称的, 这个优惠的观察者在某种意义上是静止的, 他就对于以太是静止的。这恰恰与爱因斯坦的观点相矛盾。”面对宇宙背景辐射等实验事实, 许多科学家认为应当恢复以太假设, 回到光有介质传播的观点上去, 其中有迪拉克、爱德华·哈里森 (E. R. Harrison)、约翰·贝尔 (J. Bell)、中国科学家谭署生 (Tan Shusheng) 等。

以上我们简要地回顾了光的认识史; 从中可以了解对光本性的探索是如何同物理学基础理论的研究交织在一起的, 是如何相互影响的。对光本性的认识经历了几个重要的阶段, 总体上是不不断前进的, 但期间也有反复。这说明人类对事物本质的认识是一漫长的过程, 不可能是一蹴而就的, 即使历史上最伟大的科学家, 其学说也具有阶段性的特征。

笔者是光介质存在论者, 持光有介质传播的观点。光的有介质传播必须解决同狭义相对论的协调性问题。《论光的有介质传播》这本小册子, 是笔者在探索解决这一协调性上的认识。笔者发现, 光的有介质传播恰恰正是包括洛伦兹变换在内的狭义相对论主要结论成立的基础。相反, 抛开这一基础, 相对论仅仅成为一个形式体系, 丢失了相应的物质内容。

归根结底, 物理学是一门以实验、检验为基础的科学, 光的

有介质传播同样需要获得实验的支持，为此我们在附录中提出了三个实验方案，希望有兴趣的实验物理学家去证实。

作者谨识
2006 年 8 月

目 录

第一章 光有介质传播与洛伦兹变换的协调性	(1)
1. 引言	(1)
2. 量子空间的基本特征	(5)
3. 参考系与坐标系	(10)
4. 虚参考系绝对坐标系下光信号的传播	(13)
5. 虚参考系相对坐标系下光信号的传播	(18)
6. 同时性的相对性	(22)
7. 实参考系下光信号的传播	(25)
第二章 光传播的基本规律与光学实验	(29)
1. 反射定律与迈克尔逊—莫雷实验	(29)
2. 光行差与双星现象	(32)
3. 斐索实验	(37)
4. 霍克实验	(40)
5. 光速不变原理的意义	(43)
6. 相对性原理的意义	(46)
附录 实验 I	(52)
实验 II	(56)
实验 III	(59)
主要参考书目	(62)

第一章 光有介质传播与洛伦兹变换的协调性

1. 引言

17、18 世纪，物理学家们为了阐明光在空间传播的机理，借助于机械波以弹性介质为媒体传播的物理事实，提出了以太假说。迪卡尔 (R. Descartes)、胡克 (R. Hooke)、惠更斯 (C. Huygens)、托马斯·杨 (T. Yong)、菲涅耳 (A. J. Fresnel) 等学者均持这一观点，他们设想以太的主要特征有：

(1) 以太粒子弥漫于整个宇宙空间，即使实体物质内部也充满了以太粒子。以太是光传播的媒体，以太粒子极其坚硬，有极强的弹性，光以极快且有限的速度传播。

(2) 以太是绝对静止的，以太粒子密度极小而确有质量密度，不对宏观运动物体产生阻力。

(3) 实体物质粒子振动激发邻域以太粒子振动，并通过以太粒子传播。光就其本质是以太粒子的振动。

应该说上述学者们依据以太的主要特征对光传播所作的解释，基本上还是成功的。特别是杨氏的双缝实验和菲涅耳衍射理论的建立，很好地解释了光的干涉、衍射、偏振现象，使惠更斯、菲涅耳建立在以太假设基础上的光的波动学说得到了很大的支持，已为人们所广泛接受。

自 19 世纪 20 年代奥斯特 (H. C. Oersted) 发现电流的磁效

应，到19世纪30年代法拉第（M. Faraday）发现电磁感应现象，电磁现象研究的实验、理论发展很快，人们已逐渐认识到，电、磁现象不是孤立的，而是可转化的，是统一的自然力的不同表现形式。在电磁作用的解释上，法拉第怀疑由牛顿（S. I. Newton）提出的、已为多数学者所接受的超距作用的观点，持有介质传递的近距离作用。法拉第认为：物质到处存在，没有不被物质占有的绝对虚空；宇宙空间充满着弹性以太，电荷之间、磁体之间以及电与磁之间的相互作用是以以太为介质传递的；当空间存在电荷或磁体时，周围空间的以太就发生形变，处于一种“紧张状态”，就像被压缩或拉伸后的弹簧一样，具有弹性形变恢复能力；场就是以太物质的形变，场中布满了力线，电磁作用沿着力线的方向发生。^①法拉第创造性地提出力线和场的概念，解释电磁感应现象。场和力线的概念，是在以太假设的基础上提出来的，力线的客观性加深了人们对以太存在客观性的认识。

麦克斯韦（J. G. Maxwell）继承和发展了法拉第力线和场的思想，吸收了安培（A. M. Ampere）、韦伯（W. E. Weber）等人电动力学的成果，创立了电磁场理论。如果说力线的客观性对以太假说给予了实验上的支持，那么麦克斯韦的电磁场理论则在理论上支持了以太假说。麦克斯韦电磁场理论同样是建立在空间充满以太、充满电磁介质基础之上的，电磁场相互激发的规律以波动方程的形式给出，预示了电磁波的存在，同时预示了光乃一定频率的电磁波。这就为建立在以太假说上的波动光学给予了理论上的支持。

① 1831年，M. 法拉第发现电磁感应现象，在解释电磁现象时，法拉第认识到电、磁现象是有联系的，电力和磁力是自然界统一力的两种不同现象，创造性地提出力线和场的概念。他认为，宇宙中不存在空无一物的虚空，也不存在无需物质传递的超距作用，主张电磁作用通过以太形变传递的近距离作用。法拉第的思想对 W. 汤姆生、J. C. 麦克斯韦、H. 赫兹的影响很大，是他们建立和完善了电磁场理论（参见《电学的实验研究》M. 法拉第著）。

麦克斯韦方程的真空形式相对于地面静止参考系，在运动参考系中是否保持协变性，促使人们对光介质以太的探测。麦克斯韦本人亦十分关注对光介质以太的探测。然而当1887年迈克尔逊（A. A. Michelson）-莫雷（E. W. Mohley）探测以太飘移试验的零结果公布以后，在物理学界引起了巨大反响。迈克尔逊-莫雷实验结果支持斯托克斯（G. G. Stokes）完全拖曳的假设，然而完全拖曳假设不能解释恒星的光行差现象。如果认为以太完全不被运动地球所拖曳，虽然可以解释光行差现象，但却不能解释迈克尔逊-莫雷实验，正是这一矛盾使以太学说面临严峻的考验。

为了克服光有介质传播与迈克尔逊-莫雷实验的不协调性，费兹杰诺（G. F. Fitzgerald）、洛伦兹（H. A. Lorentz）先后提出了长度收缩假说，拉莫尔（J. Larmor）提出时间膨胀概念。1895年洛伦兹提出了普通时间和地方时间的概念，建立了不同坐标系电磁场方程的变换关系，解决了不同惯性系麦克斯韦方程的协变性。然而洛伦兹的电子论仍然未能解开迈克尔逊-莫雷实验与恒星光行差现象解释上的“矛盾”。

1905年，爱因斯坦（A. Einstein）发现同时性的相对性，提出光速不变原理和相对性原理，抛弃光介质以太，创立狭义相对论。今天，狭义相对论已成为物理学的基础理论，相关的预言亦被实验所证实。狭义相对论的核心是洛伦兹变换，而这一变换则是洛伦兹在以太学说的基础上，早于爱因斯坦狭义相对论提出的。因此，与其说是对狭义相对论的检验，莫如说是对洛伦兹变换的检验。

以太学说曾使物理学界很受鼓舞。狭义相对论创立之后，以太学说逐渐冷落下来，以致于这方面的研究长时间销声匿迹。但是，我们也注意到，就是相对论创始人爱因斯坦本人，对待以太学说亦是十分慎重的。在狭义相对论中，他抛弃以太为背景的绝对参考系，抛弃光介质以太，使狭义相对论建立在虚空的基础

上。在广义相对论中，为表征时空弯曲的特性，他又赋予了空间的物质性质。在广义相对论创立后曾表达过，“一个空的空间对广义相对论来说是不可思议的见解”。^②直到今天，还有许多著名学者表达了对以太学说取慎重态度的观点。^③

上个世纪，现代宇宙学的建立和 3K 微波背景辐射的发现，使以太学说的探索出现转机，如果用今天已经大大深化了的关于物质概念、时空概念的认识，重新审视迈克尔逊-莫雷实验、斐索（H. J. Fizeau）实验，我们发现，迈克尔逊-莫雷实验的结论是，在地面静止参考系，光速保持各向同性，但是这一实验作为以太存在的否定性判据并不是很充分的。至于斐索实验则直接揭示了光的传播速率与介质分子的运动速率相关，有其实实在的物理背景。

② 1916 年广义相对论创立后，1920 年 5 月，A. 爱因斯坦在荷兰莱顿大学所作题为《相对论和以太》的学术报告中，系统、完整地表达了他对以太的看法。他说：“我们可以总结如下：依照广义相对论，空间已被赋予物理性质；因此，在这种意义上说，存在一种以太。依照广义相对论，一个没有以太的空间是不可思议的；因为在这样一种空间里，不但光不能传播，而且量杆和时钟也不可能存在，因此也就没有物理意义上的空间-时间间隔。但是又不可认为这种以太会具有那些为有重质所特有的性质，也不可认为它是由那些能够随时间追踪下去的粒子所组成的；而且也不可把运动概念用于以太。”

③ 面对宇宙背景辐射的实验事实，许多著名的科学家认为应当恢复以太假说。他们当中有 P. A. M. 迪拉克、E. R. 哈里森、P. G 柏格曼、J. 贝尔、谭署生等。柏格曼认为：在宇观尺度上，相对性原理破坏了，宇宙背景辐射只在唯一一个参考系中各向同性，预示存在一个静止的参考系。迪拉克在爱因斯坦诞辰 100 周年纪念大会的报告中说：“可以说，宇宙背景辐射只对一个观察者来说是对称的，这个优惠的观察者在某种绝对意义上是静止的，也许他就对于以太是静止的。这恰恰与爱因斯坦的观点相矛盾……在某种意义上说，洛伦兹是正确的而爱因斯坦是错误的，因为爱因斯坦说过的一切，是当时的物理学不可能观测到绝对的零速度……为什么迈克尔逊和莫雷得到零结果，为什么他们观测不到地球的绝对运动，唯一的解释是他们的技术不行。今天的技术比约一百年前能达到的水平要高得多，用现代化的技术，绝对运动是存在的。”贝尔在接受英国记者采访时，就量子物理学遇到的困难（指爱因斯坦同玻尔在量子力学完备性认识上的矛盾），指出：“……最廉价的解决办法是返回到爱因斯坦之前的相对论中去，那时，像洛伦兹、彭加勒那样的人，认为存在一种以太……我认为应该把以太概念作为一种教学手段教给学生，因为我发现有许多问题，通过设想存在以太，可以更容易地获得解决。”（参见《原子中的幽灵》[英] P. C. W. 戴维斯、J. 布朗 著）。1984~1986 年中国科学家谭署生认为空间充满着连续的背景物质，称其为新以太，提出标准时空论（参见《狭义相对论的新探讨》[科学前沿集]谭署生著）。

笔者是以太存在论者，是光、电磁辐射传播的有媒介论者。不过，不再用以太这个词命名光介质。而是持这样一种认识：宇宙空间在微观上呈颗粒状结构，由元空间构成；元空间之间呈点阵状结构，元空间及其构成的宇宙空间具有弹性形变的特性。将这一暂时还不被我们完全认识的、具有物质性质的元空间称之为空间子，简称为空子。将由空子构成的具有弹性形变恢复能力的宇宙空间，则称为弹性化量子空间，简称为量子空间。

我们将在量子空间的背景下，揭示洛伦兹变换恰恰正是光有介质传播的必然结果，分析光有介质传播同已知的光学现象、光学实验的协调性。我们发现自 1728 年布拉德雷 (J. Bradley) 发现光行差现象以来，人们对光行差现象的解释存在错误，且人云亦云延续至今。正是由于这一错误导致的与迈克尔逊 - 莫雷实验解释上的矛盾与困惑，阻碍着对光介质实在性的深入探索。

2. 量子空间的基本特征

空子 关于空子和量子空间直接给出其特征。空子有如下特征：

(1) 空子是宇宙空间的基本组元，是宇宙太初物质大爆炸、大喷发的产物。空子不为几何点，它有自己的几何体积，其模型可以被看作由太初物质蜷曲成的半径约为 r_0 ($r_0 \leq 10^{-18} \text{ m}$) 的球体。^④

(2) 空子是彼此分立的，分立的空子通过某种我们还不知晓的方式紧密地结合在一起，使宇宙空间在微观上呈颗粒状点阵结构。

④ 量子空间论认为，宇宙空间微观上由元空间 - 空子构成。空子的直径可定义为空间的基本长度。在《量子空间论》中，本人提出空间基本长度同核密度常数相关的观点，给出空子的直径为 $d_0 = 4.35 \times 10^{-18} \text{ m}$ 。俄国科学家 B. Л. 金兹堡在讨论空间基本长度问题时说：“对于小于 10^{-17} m 数量级的距离来说，通常的空间还是有效的，或者确切的说，此时运用它们（指连续空间）并不会产生前后矛盾。也许并不存在会出现矛盾的一个极限，但是更有可能的是存在一个使经典空间描绘受到限制的基本长度 $l_0 \leq 10^{-16} \sim 10^{-17} \text{ cm}$ 。”（参见《物理学和天体物理学中的若干重要问题》[俄] B. Л. 金兹堡著）。