

导。

只要相对性原理还成立，则肯定存在一个且仅有一个不变的讯息传递速度，而这个速度肯定就是不可超越的极限速度！反过来，如果不存在极限速度，也就不存在一个传递讯息的“不变速度”，于是我们就可以利用这个讯息传递速度在各个惯性系中的差异，找到一个特优惯性系，于是相对性原理就破坏了。它们内在的逻辑依从关系不外于此。不可能仅保留相对性原理，而单单否认“极限性”和“不变性”。

当然，认识来源于实践，仅有实验可以澄清这些疑难，而不是凭空想象，任意取舍。

米勒 (D. C. Miller, 1931) 实验曾经提示过光速的“不变性”，但后来被否定<sup>[1]</sup>。因此，在“不变性”事实尚未否定之前，“极限性”概念仍有存在的根据，否则就会导致矛盾。进一步，在“相对性”未被实验否定之前，“不变性”仍可合理地存在，“极限性”也就自然而然有其地位。

不过，“相对性”原理是有着相当深厚的实验基础的，是难以动摇的。如果“相对性”一旦被全面否定<sup>1)</sup>，则只好倒回到绝对时空的老路上去，那当然就更为人所不齿了。另一方面，即使光速的“不变性”可能突破，那

是否就意味着狭义相对论应当被抛弃呢？据我们看来，这种举动还过于轻率。因为，只要“相对性”仍成立，则代之而来的必然会出现另一个新的“不变速度”传递讯息，以适应“相对性”的苛刻要求。或许这是今后人们可能“突破”相对论的唯一缺口，但是，在“新”的相对论里，它将仍然保持“极限性”、“不变性”和“相对性”这样三个基本点，理论体系基本不动，因而还是无损大局。

看来，对相对论改造和发展的基本前景的估计，是不能无视这些严峻事实的。我们以为，把目前关于相对论问题讨论和实践的重点转移到相对性原理上来，已是适当时机了！

### 参 考 文 献

- [1] Aharoni, J., *The Special Theory of Relativity*, (1959).
- [2] Shankland, R. S. et al., *Rev. Mod. Phys.*, **27** (1955), 167.

1) 在弱相互作用中，关于空间反演、时间反演的不对称，说明相对性只是部分被否定，对整个相对论的成立还没有造成致命的危机。

## 关于狭义相对论的几点看法

倪 光 炯

(复旦大学物理二系)

### 一、狭义相对论在科学上有没有错误？

这个问题应分为两方面。一是在实验上有没有发现与狭义相对论(以下简称相对论)不符的事实或迹象；二是理论本身有无逻辑上的毛病。人们对前者的回答，至今是明确否定的，这方面实验的总结可见文献[1]，再可参看最新的实验报道<sup>[1]</sup>。但有一点值得注意，就是1956年后发现的 $P$ 和 $T$ 反演不守恒，似乎是相对性原理推广到空间左右对称性和时间可逆性上失败的征兆；不过进一步看，我们发现这一失败是观念性的而非实质性的，甚至可以把它当作一个突破口去探索相对论的本质<sup>[1]</sup>。

爱因斯坦的理论体系虽然没有逻辑矛盾，但经过这几年国内开展的讨论，大家在不同程度上都看到了理论体系存在着(至少是隐含着)逻辑循环。

不少同志指出，爱因斯坦提出光速不变原理作为

一种“约定”，是主观唯心主义的。这样说很对，但还不够。应该进一步问，他为什么要这样做？诚然，爱因斯坦多次表白在1905年时不知道迈克耳孙实验；而事实上，他是知道的<sup>[2]</sup>。可见这里他有难言之隐。在我们看来，关键在于给二个相互作用匀速运动的惯性系内的空间-时间坐标 $(x, t)$ 和 $(x', t')$ 以明确的定义，没有这种定义，相对性原理便落空了(写不出数学表述)。在一个惯性系内定义 $(x, t)$ 是平凡的(用一把“尺”和一个“钟”，也勉强过得去了)，但要转到第二个惯性系去，非依靠某种不变性不可，否则 $((x', t')$ 便不可能有明确的定义，便不可能建立 $(x, t)$ 与 $(x', t')$ 之间的联系。在伽里略变换中，令 $t' = t$ ，运动尺也不缩短，就是一种“不变性”假定，所以问题是用一个更合乎实际的假定来代替它。应该说，爱因斯坦采用“光速不变”来作假定，是煞费苦心的：

- (1) 它有一定的实验依据；
- (2) 非常明确(在宏观意义上)；

(3) 推出洛伦兹变换直截了当,事实上,这个变换几乎就等于 $(x', t')$ 的定义本身(物理学中一个规律同时包含了一种定义,是屡见不鲜的)。

可是这样也马上暴露出爱因斯坦理论的缺点。

相对性原理的数学表述——洛伦兹协变性——与麦克斯韦方程结合,立刻推出“光速不变”这个结论,因此最初把它作为原理提出来,似乎是多余的,构成了逻辑循环。

人们要问:在空间-时间坐标未有定义之前,何来“速度”概念?又怎能测量“速度”?就是说,用光速不变去定义时空坐标,陷入了逻辑循环。

爱因斯坦看来是了解这些困难的,所以才硬说光速不变原理是一种“约定”,目的是强使逻辑循环在这点打断,回避更深的追究。

七十年来,有许多人不去触动爱因斯坦理论体系的后半部,而只是想方设法去改变前半段,企图以一个“较弱的原理”去代替光速不变原理。可是他们往往在没有给 $(x, t)$ 和 $(x', t')$ 下定义之前,就着手讨论变换关系了。其实一个量如果没有任何守恒(不变)的性质,或者至少在原则上可以测量,就不是一个有意义的物理量。试问:最后得到的“洛伦兹变换”中,那个“极限速度” $(\omega)$ 如等于声速, $(x', t')$ 难道还是“空间-时间”坐标吗?很明显,必须输入一个“物理的”假定,才能得出“物理的”洛伦兹变换,靠纯数学是不行的。比如令 $\omega = c$ (光速),这便是一个“物理的”而且是“相对论性”的假定,把显含和隐含的全部假定算进去,并不能比爱因斯坦减弱。当然话说回来,这样的工作仍有一定的意义,在于从稍许不同的角度论证了相对论的正确性,或者在它可能失效的时候,准备一个理论上的框架。

爱因斯坦引入一个“光速不变原理”,使二个惯性系的时空坐标都有明确的定义,他做了他的时代条件下最好的工作;由于世界观的局限性,又讲了很多错话。在七十年后的今天,我们不应该和他一样进入逻辑循环去找缺口;而应该看穿这个逻辑循环正反映了理论的自治性,因此在本质上,“相对论的原理”只有一个而不是二个,因此,只动“半截”理论是不行的,我们要从根本上去改造它。

## 二、光速不变合理吗?

迈克耳孙实验,如人们正确地指出的,只证明了光速的“双程不变性”,但结合最近的实验<sup>[5]</sup>,看来“单程不变性”也有相当的实验基础了。我们为审慎起见,不排除光子有微小静质量因而光速不是极限速度的可能性,因而,我们要问:“存在一个极限速度,应该怎样来理解呢?”

有些同志认为,任何极限都是应该而且能够被打

破的,一切皆变,因此光速不变是不合乎辩证法的,一定有超光速粒子的存在。

首先让我们反问一下:一旦超过光速的速度被找到了,它能不能再被超过呢?如果作出否定的回答,那同我们没有原则的分歧;如果作出肯定的回答,那就意味着极限速度 $\omega \rightarrow \infty$ 。

大家知道,当 $\omega \rightarrow \infty$ ,那就回到牛顿的绝对时空观,于是我们看到,一种主张“绝对可变”的观点走向自己的反面,成为“绝对不变”。事实上,变与不变是对立的统一。假如世界上一切皆变而没有不变的东西,那事物都将丧失自己的规定性,我们对什么在变,都将一无所知。以熟悉的“能量”来说,就既有转化(变)的性质,又有守恒(不变)的性质,变中有不变,不变中又有变,双方都以对方的存在为自己存在的前提。在上节中已指出,倘若没有某种不变性,我们是不会认识客观的空间和时间的。一种不包含任何不变性的理论,只是一种混沌的理论。

谁说极限速度是物质运动的不可逾越的极限呢?它明明是一个有条件的极限,条件是“自由运动”;一旦条件变了,粒子在相互作用下本身都可能变掉,既无粒子,何来速度?难道不可说,这个极限速度早已被超越了吗?有条件的不变性同无条件的可变性相结合,是完全可以理解的。所以在我们看来,恰恰是一个极限速度的存在生动地反映了客观自然界的辩证法。

进一步的问题应该是探索内在的原因,去解释当粒子自由运动的动量无限增大时,为什么惯性质量越来越大,以致速度存在一个极限值?

## 三、相对论是宏观理论吗?

在许多人看来,这个问题的肯定回答是不言而喻的。不是吗?相对论建立在量子力学之前,它采用了一整套宏观的论证方法。这里要提醒一下,1924年德布罗意将全部狭义相对论公式与 $E = \hbar\omega$ 结合起来导出 $p = \hbar/\lambda = \hbar k$ 关系时,实际上作了一个非常重要的假定,即宏观相对论也适用于微观世界。有人会说,这算什么?结果正确就是了。人们满足于欣赏相对论和量子力学的结合;靠前者把后者引向高速(高能)领域,同时借后者将前者纳入微观范畴,于是产生了富有成果的基本粒子理论。两种本质上不同的东西结合起来,居然可以产生有生命力的东西,这是发人深思的。

关于这点上,维格纳<sup>[6]</sup>,在1957年说:“量子力学迄今尚未与狭义相对论的假设完全协调起来,这或许是令人恼火的。可是这并不改变下一事实,这二种理论的一致性问题是能够阐明的;也不改变下一事实,即量子力学的狭义相对论不变性现在更象是一个谜而不成其为一个问题了。”前几年温伯格作了一篇演讲<sup>[7]</sup>,较全面地谈到了理论物理学的困难,强调了基

本粒子研究对了解自然规律的重要性,也值得我们一读。

物理学在不断地发展着,遇到的困难又交织在一起,并且带有根本的性质。在这种情况下,认为狭义相对论这个“堡垒”仍然是“固若金汤”、“无懈可击”,无疑是十分错误的;另一方面,不采取纵深迂迴、四面包围的战略,而继续对这个堡垒实行正面强攻的战术,也将是劳师无功的。

综上所述,我们预期,要突破爱因斯坦的相对论体系,应该同时达到下列目的(判据):

(1) 把“相对论性原理”从二个减少到一个;

(2) 把相对论和量子力学统一起来(使空间-时间坐标有明确的微观定义,并自然地过渡到宏观的经验);

(3) 克服理论中的逻辑循环。

这三点做到了,极限速度的存在也必定会有进一步的解释。关键在于寻找那个“唯一的”相对论的原理,它应该在理论物理最发展同时矛盾最尖锐的地方露头,如第一节已提到的,就是在新观念下的“时空反演不变性”(PT=c)<sup>[3]</sup>。我们从它出发,结合量子力学原理,不难推出狭义相对论的全部结果,同时满足上面三个判据。

#### 四、相对论在哲学上的要害是什么?

前面说明,就其科学内容而言,相对论的主要结论是正确的,可是在哲学涵义及其影响上,问题是严重的。

爱因斯坦勇敢地抛弃了十九世纪的“以太”学说,承认真空本身就有传播电磁波的性质,他说:“电磁场并不与任何基础相联系”(《相对论和以太》)。他没有想到自己闯了一个祸,在倒掉洗澡水的时候把浴盆中的孩子也一起泼出去了。

爱因斯坦强调只有可测量的空间和时间,才是真实可信的,这就把客观的空间-时间和它在我们认识中的反映混为一谈了。我们首先要明确空间-时间的客观实在性,肯定它和物质的不可分离性,这是第一性的(绝对的);至于它的存在形式,即时空坐标如何定义?如何测量?用“尺”或“钟”,还是用光讯号来对钟等等,那是第二性的(相对的)。决不会因为我们缺少办法或者测量不准,空间-时间就不存在了。为了同爱因斯坦所主张的“度量主义”及其另一极端表现——虚无主义

——划清界线,我们必须始终坚持这一观点。

度量主义,只承认测量得到的才是物理的实在,否认在它背后有独立于人的意识之外的东西,同时又主张从测量直接形成概念;所以与之相适应的,必然是“数学演绎万能论”。爱因斯坦直言不讳地说:“自然界是最简单的、可以想象得到的数学观念的实际体现。我坚信:我们能够用纯粹数学的构造来发现概念以及把这些概念联系起来的定律,这些概念和定律提供着理解自然现象的关键。”

由此可见,度量主义,辅以数学演绎万能论,这一条贯穿在二十世纪物理学中唯心主义和形而上学思想的主要线索,其源盖出于爱因斯坦。

近年来,不少同志建议恢复“以太”的假设。可是,难道“以太”是一种极微细的粒子吗?早在1915年,列宁就指出:“……关于以太的猜测已经有几千年了,但直到现在仍然是猜测。不过今天已有比从前多出千倍的通向这个问题的解决、通向以太的科学规定的隧道。”<sup>1)</sup>六十年来,这些隧道越走越宽、越走越亮堂,“以太”的科学规定性逐渐显露出来了。在我们看来,它不是别的,正是“真空”,人们对“真空”的认识比七十年前深刻得多、丰富得多了。如果现在给它起个“以太”的别名,以反映物理学复归于唯物主义的传统,也许不是不适当的。

最后,让我们重温一百年前恩格斯的教导:“无论如何,自然科学现在已发展到如此程度,以致它再不能逃避辩证的综合了。”<sup>2)</sup>

#### 参 考 文 献

- [1] Olin, A. et al., *Phys. Rev.* **D8** (1973), 1633.
- [2] Brown, B. C. et al., *Phys. Rev. Lett.*, **30** (1973), 763;  
Guiragossian, Z. G. T. et al., *ibid.*, **34** (1975), 335.
- [3] 倪光炯,《复旦学报(自然科学版)》-3-4, (1974), 125.
- [4] Shankland, R. S., *A. J. P.* **31** (1963), 47; **41** (1973), 875.
- [5] Trimmer, W. S. N, et al., *Phys. Rev.*, **D8** (1973), 3321.
- [6] Wigner, E. P. *R. M. P.* **29** (1957), 255.
- [7] Weinberg, S., *Science*, **23**-4083 (1973), 180, 276.

1) 列宁,《列宁全集》38卷,人民出版社,(1966),276.

2) 恩格斯,《反杜林论》,人民出版社,(1970),12.