

# 爱因斯坦以前的空时理论并不曾依赖于光速， 爱因斯坦以后的空时理论将不必依赖于光速

秦元勋

(中国科学院数学研究所)

## 一、问题的提出

空时对称理论以普及本<sup>[1]</sup>及论文形式<sup>[2]</sup>发表的前后,引起了一系列的讨论。单是《物理》杂志,从以任青为笔名的“答读者问”的文章开始<sup>[3]</sup>,有关空时理论的讨论,非常活跃。涉及到“光子达到绝对速度”(一般称为“光速不变原理”)为空时理论中的地位,涉及到几种空时理论体系的对比,涉及到“不变速度 $\omega$ ”的存在性、物理意义,涉及到“尺缩”、“钟慢”、“质增”三种物理效应的理解等等,从科学研究的讨论,联系到如何用马列主义、毛泽东思想指导科学的讨论,联系到用辩证唯物主义战胜唯心论和形而上学的讨论。从科学研究的讨论,又发展到如何进行科学普及的讨论,联系到工农兵登上理论物理学讲坛,并在这个领域中实行无产阶级对资产阶级专政的根本任务。

斗争在科学研究、科学普及和哲学指导科学三个方面密切配合地同时展开。形势大好。

在此,我重引我在书<sup>[4]</sup>中的序言中的一段话“我的讲法与前人的讲法不完全相同,这只是我的一种初步尝试,我真诚地欢迎各方面的同志提出批评和指正。”

由于需要讨论和回答的问题很多,根据编者的建议本文着重在谈谈我对“光子达到绝对速度”这一爱因斯坦假设在空时理论发展中的作用,谈谈它的来源、现况和前途,并联系如何改变这一概念,阐述“空时对称性”以及相关的“绝对速度 $\omega$ ”的存在性及物理意义,并回答有关的问题。

## 二、爱因斯坦以前的空时理论 并不曾依赖于光速

我国古代哲学家的空时观念中已有朴素的唯物主义思想,如后期墨家就已给空间和时间下了比较确切的定义<sup>[5]</sup>。《淮南,原道》中写道“四方上下曰宇,往古来今曰宙。”<sup>[6]</sup>这里“宇”指的是东西、南北、上下三个方向所构成的三维空间,“宙”指的是过去未来所构成的

一维时间。“宇”“宙”联用,表示“空”“时”并提。后来由于伽利略牛顿思想占统治地位的时期,人们常把“空”“时”分别考虑,以致现在人们经常把“宇宙”只理解为空间,而忘记了“时间”的内容,应当重申“宇宙”即“空时”的含义。

近代自然科学从伽利略时代开始,那时根据低速及短距的实践经验,对于两个相对作等速运动的空时参考系 $\Sigma(x, t)$ 及 $\Sigma^*(x^*, t^*)$ 总结出下面的空时变换关系,即伽利略变换:

$$\begin{aligned}x^* &= x - vt \\t^* &= t\end{aligned}$$

其中 $v$ 是 $\Sigma^*$ 系统相对于 $\Sigma$ 系统的速度。这里将 $x$ 及 $x^*$ 方向取作相对速度的方向,则 $y, z$ 方向无相对速度, $y^* = y, z^* = z$ 可以不考虑。

这里,当 $v \approx 0$ 时 $x^* \approx x$ ,我们称之为“空间相对性”, $t^* = t$ 则称之为“时间绝对性”。在空时平面 $(x, t)$ 上可以看到 $t^*$ 轴即 $x^* = 0$ ,即 $x - vt = 0$ ,即 $x = vt$ 与 $t$ 轴即 $x = 0$ 偏离,而 $x^*$ 轴即 $t^* = 0$ ,即 $t = 0$ ,即 $x$ 轴。故 $x^*$ 轴与 $x$ 轴重合。因此,它的几何表示便如图1。

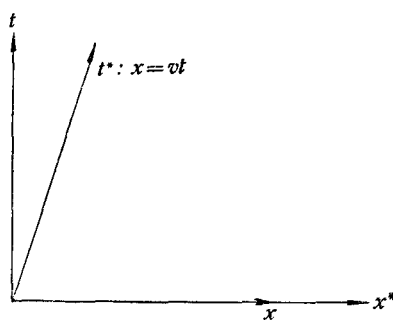


图1 伽利略变换的空时图

由伽利略变换,立即得到速度相加相减公式

$$u^* = \frac{x^*}{t^*} = \frac{x - vt}{t} = \frac{x}{t} - v = u - v$$

或

$$u = u^* + v$$

这便是“顺水行船，速度相加”的公式。(具体地说，船对水的速度为  $u^*$ ，水对岸的速度为  $v$ ，则船对岸的速度为  $u = u^* + v$ )

普通小学、中学及一般大学中用到的便是这一空时概念。

这里可以看出，在变换关系中，光速并不出现。光在伽利略空时理论中没有任何特权地位。这个系统中的特权物质是“时钟”，“时钟达到绝对时间”即  $t^* = t$  是这个空时理论的特点。这里并不存在用光速来对时钟的问题。要校准两个不同地点的时钟可以设想下面的办法。在两地的连线中点处，将两个结构相同的钟对准，然后将两钟等速率反方向由中点移到两地，这两个钟便可算在两地已经校准同时的钟。由此可见，从理论上说，要比较两地的钟没有必要引入“光速不变”这一概念。历史事实也已表明，伽利略时代根本没有依靠“光速不变”来对钟。

可见，爱因斯坦以前的空时理论并不曾依赖于光速。

### 三、爱因斯坦的空时理论依赖于光速

上世纪末关于高速、电磁现象方面的实验表明，光速不服从伽利略的速度加减公式，亦即对于两个空时参考系统  $\Sigma^*$  及  $\Sigma$ ，有关系

$$c \approx c^* + v.$$

这里  $v$  是  $\Sigma^*$  对  $\Sigma$  的运动速度。这样，在伽利略的变换中的两个关系至少要放弃一个关系，并引入一个新的关系来补上，才能完全确定  $(x^*, t^*)$  与  $(x, t)$  的相互关系。

爱因斯坦放弃了  $t^* = t$  (即“时钟达到绝对时间”) 这一概念，而引进了  $c^* = c$  (即“光子达到绝对速度”) 这一假定，并由此建立洛伦兹变换。下面是一个形象化的推导。以  $\Sigma^*$  表示火车系统，以  $T^* = c^*t^*$ ，则在  $\Sigma^*(X^*, T^*)$  坐标系中，光速即成为  $\pm 1$ 。现在从火车中部一个空时点  $A$  向车头和车尾同时发一光，到达车头的空时点为  $B$ ，到达车尾的空时点为  $C$  如图 2。

则  $T_C^* = X_C^* = T_B^*$ ，故  $BC$  的连线为同  $T^*$  时线，它平行于  $X^*$  轴，后者也是一条同  $T^*$  时线，即  $T^* = 0$ 。

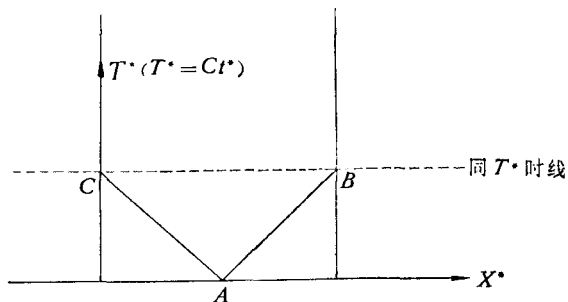


图 2 洛伦兹变换推导假想实验示意图

现在来看铁道系统  $\Sigma(X, T)$  中观察到的情况。为计算简单计，不妨设铁路上看火车的长度为 2。则可将车尾及车头的空时轨迹表示为

$$X = VT \quad \text{及} \quad X = VT + 2.$$

这里  $T = ct$ ， $V = \frac{v}{c}$ ， $v$  为火车相对于铁道的速度， $c$  为光速。而  $A$  点为火车中点，故  $A$  点在

$$X = VT + 1$$

上。现在在铁道系统  $\Sigma(X, T)$  中来确定  $A, B, C$  三点的空时座标，如图 3。

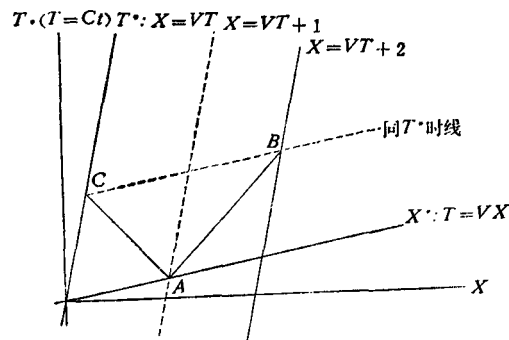


图 3 从铁道系统看图 2 中的现象

设  $A$  点的座标为  $(X_A, T_A)$ ，则  $X_A = VT_A + 1$ 。 $AB$  为  $(X, T)$  系中的光速线，故其方程为

$$X - X_A = T - T_A$$

此线与车头空时轨迹  $X = VT + 2$  交于  $B$  点，解此联立方程，即得  $B$  点的空时座标为

$$X_B = X_A + \frac{1}{1 - V}, \quad T_B = T_A + \frac{1}{1 - V}.$$

$AC$  为  $(X, T)$  系中的光速线，故其方程为

$$X - X_A = -(T - T_A).$$

此线与车尾空时轨迹  $X = VT$  交于  $C$  点。解此联立方程，即得  $C$  点的空时座标为

$$X_C = X_A - \frac{1}{1 + V}, \quad T_C = T_A + \frac{1}{1 + V}.$$

由此可见，当  $V \rightarrow 0$  时，

$$T_B^* = T_C^*, \quad T_B \approx T_C$$

也即是说，两个系统相对作等速运动，则一个系统  $\Sigma^*$  测出同时的两“事件” $B$  及  $C$  ( $T_B^* = T_C^*$ )，另一个系统  $\Sigma$  测出这两事件  $B$  及  $C$  不同时 ( $T_B \approx T_C$ )。这样，从“光速不变”的假设就导致了必须放弃伽利略的“时间绝对性”从几何表示即可见，由于  $T_B \approx T_C$ ，故  $BC$  连线不平行于  $X$  轴，但  $BC$  平行于  $X^*$  轴，由此可见  $X^*$  轴与  $X$  轴不平行，或者说  $X^*$  轴偏离  $X$  轴。

$T^*$  轴偏离  $T$  轴表示“空间相对性”已在伽利略空时理论中提到。现在，由“光速不变”的假定导致了：

$X^*$  轴偏离  $X$  轴表示“时间相对性”，破除了伽利略空时理论中的“时间绝对性”，即  $X^*$  轴与  $X$  轴偏离所

表示的。这一点是爱因斯坦对空时理论作出的一个贡献。并且定性地已为实验所证实，例如  $\pi$  介子衰变随速度增加而变慢。

但是，爱因斯坦的“光速不变”的假定过强，因此，不仅推出“时间相对性”，即  $X^*$  轴偏离  $X$  轴，而且还定量地推出偏离程度。由

$$\frac{T_B - T_C}{X_B - X_C} = v$$

即得偏离程度也是  $v$ ，亦即  $X^*$  轴的方程为

$$T = vX$$

由此可见，在爱因斯坦空时理论中，不仅  $X^*$  轴偏离  $X$  轴与伽利略空时理论中的  $T^*$  轴偏离  $T$  轴形成对称图象，而且定量地也是对称的，具体地说，爱因斯坦保留了伽利略理论中的  $T^*$  轴的方程为

$$x = vT, \quad \left(v = \frac{v}{c}\right).$$

抛弃了伽利略理论中的  $X^*$  轴与  $X$  轴重合，引入了“光速不变”的假定，导出了  $X^*$  轴的方程为

$$T = vX, \quad \left(v = \frac{v}{c}\right).$$

图形、公式的对称性都是一目了然的。

而这个对称偏转图形的对称轴线就是光速线

$$X = \pm T \quad \text{亦即} \quad X^* = \pm T^*.$$

由此可见，爱因斯坦的空时理论也是一种空时对称理论，并且是一种特殊的空时对称理论，即不仅断言空间轴  $X^*$  偏离  $X$  轴与伽利略的时间轴  $T^*$  偏离  $T$  轴形成对称，而且还定量地断言偏离的程度都是  $v$ ，即定量地也对称偏转。特殊性只在定量这里。也即是说爱因斯坦的空时理论是以光速线为对称轴的特殊空时对称理论，如此而已，站在爱因斯坦这种特殊空时对称理论的立场上要想一般地否定空时对称理论的任何诡辩都是不值一驳的。认为“光速不变”不是爱因斯坦空时理论的要害的任何论据也是显然站不住脚的。

在这一个概念（即“时间相对性”）之上，便可改变伽利略的空时理论体系，得到两组公式即空时距离公式

$$s = \sqrt{(T_1 - T_2)^2 - (X_1 - X_2)^2} \quad (T = ct)$$

及洛伦兹变换公式

$$\begin{cases} X^* = \frac{X - vT}{\sqrt{1 - v^2}} \\ T^* = \frac{T - vX}{\sqrt{1 - v^2}} \end{cases}$$

将这些公式用到运动着的物质的空间、时间和质量上去，相对于实验室而言，爱因斯坦便得到“尺缩”“钟慢”“质增”三种物理效应。

只要引入一个概念（“时间相对性”），用一点直线的解析几何，经过几行推导，就可得出同样的两组公式，和三条推论。狭义相对论的空时特性就可以用这

个“一、二、三”来加以刻划，详见[1]。这样，普及不仅成为可能，而且已经过北大附中初中学生的实践表明这种可能性已成为事实。这种过去认为“尖端”的理论科学知识变成人所共知的常识的日子已经到来了。工农兵正在占领这一理论阵地。《物理》上出现的青年工人崔俊峰和下乡知识青年黄政新的文章就是千千万万正在占领这一领域的工农兵中的例子。

#### 四、爱因斯坦理论中的光子是“三无世界”，爱因斯坦的空时理论不能处理光子的空时结构

“尺缩”、“钟慢”、“质增”三个效应都是牵涉到同一个因子

$$\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}.$$

有一个便有三个，它们不过是同一个爱因斯坦狭义相对论用到“空间”“时间”和“质量”这三个基本量上的结论吧了。但是由于“质增”公式，这个因子出现在分母上，因此，当  $v = c$  时

$$\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2} = \sqrt{1 - \left(\frac{c}{c}\right)^2} = 0$$

$$\begin{aligned} m &= \frac{m_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}} = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{c}{c}\right)^2}} \\ &= \frac{m_0}{0} = \infty \end{aligned}$$

要逃避这一困境，迫使爱因斯坦推出对于光子

$$m_0 = 0$$

这不是实验结果，而是爱因斯坦理论的必然推论。每本基本粒子的书和物理手册都写进去了。由此可见，爱因斯坦已经把他的理论用到光子。不是我们强加于他的。

既然他已推了一个结论，那么有一个就有三个，光子“尺缩”到零，光子“钟慢”到停，因此，爱因斯坦的理论导致：光子是“三无世界”（无大小，无内部矛盾，无静止质量）。

这次大辩论的一个成果是，大家一致承认，爱因斯坦的狭义相对论不能用来研究光子的空时结构，这样我们就用科学的论证驳斥了爱因斯坦自认为他的理论是“网罗一切的普遍框架”的错误观点。他的理论不能处理他的特权物质“光子”的空时结构。

有人为他的理论辩解，提出下面的理由！“狭义相对论认为：根本不存在光子静止系，在任何惯性系统中，光子一产生出来就以光速运动，光子的静质量也只是一个参数”。既然狭义相对论认为：“根本不存在光子静止系”，那末，光子的静质量就既无定义，也无意义。把一个既没有定义也没有意义的东西看作“零”，

仅仅是为了逃避一个理论系统的内在矛盾，这在哲学上和科学上都是十分不严肃的。伟大革命导师恩格斯教导我们：“零是任何一个确定的量的否定，所以不是没有内容的。相反地，零是具有非常确定的内容的。”<sup>1)</sup>因此，要想用“根本不存在光子静止系”来逃避“光子是三无世界”的困难，必须接受下面两个后果：

第一、将所有物理书和物理手册上写的“光子静质量为零”这一条通通改写成：按爱因斯坦体系，光子静质量既无定义也无意义。

第二、这样，按爱因斯坦体系，为了逃避“光子是三无世界（无大小，无内部时间，无静止质量）”这一困境却又落到“光子是三无世界”的不可知论的困境。

由于掌握了马列主义、毛泽东思想，广大工农兵很容易就看透这一点。上山下乡知识青年黄政新就一针见血地指出：光速不变原理“必须在速度小于光速这一条件下才显示其正确性”。

这一点也不奇特。只要看看下面的对比：

建立在“时钟达到绝对时间”（即  $T^* = T$ ）的假设之上的伽利略空时理论不能处理时钟本身的空时结构（例如“钟慢”效应）；

建立在“光子达到绝对速度”（即  $c^* = c$ ）的假设之上的爱因斯坦空时理论也不能处理光子本身的空时结构（例如光子的内部结构）。

这不是历史的巧合，而是历史的必然。伟大革命导师马克思在博士论文第四章《时间》中一开始就指出：“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：那末由此直接可以推出，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份，物质才会是永恒的和独立的。在这里德谟克里特和伊壁鸠鲁也是一致的。”<sup>2)</sup>古希腊哲学家排除了原子内部的时间概念，爱因斯坦的空时理论则排除了光子内部的时间概念。这不是历史的巧合，而是历史的必然。伟大革命导师恩格斯早就指出：“有些自然科学家……把希腊哲学的残渣，例如原子论，当作永恒真理”<sup>3)</sup>。爱因斯坦是蔑视辩证法的，蔑视辩证法是不能不受惩罚的。爱因斯坦理论在光子的空时结构问题上遭到危机就是这种惩罚的一例。

我们则应当，第一，肯定这次辩论的一个成果，爱因斯坦空时理论不能用来处理光子本身的空时结构，这是无人再争辩的了。第二，用马列主义、毛泽东思想为指导，探索能够容许光子有内部空时结构的空时理论，并把爱因斯坦理论包括进去作为一种近似，正如爱因斯坦理论把伽利略理论包括进去作为  $c = \infty$  时的近似一样。第三，不要再蹈伽利略和爱因斯坦在这一种“某某物质（时钟、光子）达到绝对（时间、速度）”的覆辙。

## 五、对爱因斯坦理论一分为二，抛弃“光速不变”性，代之以“空时对称性”

“事物都是一分为二的”。我们对爱因斯坦的空时理论也加以一分为二，保留一部份，抛弃一部份，引入一部份概念。下面我们来具体进行一分为二的工作。

首先，必须指出，爱因斯坦假定“真空中的光速不变”，这一假定，从未得到实验验证。

实际情况是什么呢？

第一、实验只表明，在一定的条件下（例如一定的引力场中，一定的电磁场背景下，一定的频率的光，一定的相对速度下）光速变化在某一量级的误差之内，即

$$\left| \frac{c^* - c}{c} \right| < \varepsilon$$

$\varepsilon$  为由上述条件所决定的某一量。  $\varepsilon > 0$ 。

第二、实验从未证明“真空中的光速不变”。因为绝对的真空是没有的，有物质的附近的空时结构受物质的影响而变形，光在其中运动也要变速。当然可以扣除这些影响，但扣除后只能得到上面的不等式，得不到等式

$$c^* = c.$$

要知道，实验验证了第七位小数相等，并不保证第八位小数也相等。科学的发展常常是在提高精度的条件下发现问题，并由此前进的。伽利略假定  $T^* = T$ ，也就是由于光速不服从  $c^* = c \pm v$  而被突破的。此外还牵涉到“用光对钟，用钟测光”等循环矛盾，以及双程光速单程光速等的区分。其实爱因斯坦本人也承认：“狭义相对论常被批评……把时间概念建立在光的传播规律上”他的辩解说，由于马克思威尔和洛伦兹的研究，对真空中的光速传播，我们知道得“比较”确切，他也并未说已为实验所验证。这一点连丝毫没有一点反对爱因斯坦理论的资产阶级的教科书也明确承认。

一方面既无实验正面验证  $c^* = c$ ，另一方面却又要导致“光子是三无世界”的困难。因此，这个假设的地位，正如伽利略的假设  $T^* = T$  一样的命运，在进一步发展中必须抛弃。

但是，由这个假设所导出的时间相对性，定性地为实验所证实，定量地在一定误差范围内也已为实验所证实。因此，必须把这个假设进行一分为二，保留其中经过实验验证的部份，抛弃其中要导致“光子是三无世界”的部份。

国内外许多人已在作这方面的工作，我们所提出的是一种一分为二的想法，具体地说：“光速不变”假设

1) 恩格斯，《自然辩证法》，人民出版社，（1971），238。  
2) 马克思，《博士论文》，人民出版社，（1961），36。  
3) 恩格斯，《自然辩证法》，人民出版社，（1971），31。

导出了“空时对称于光速线”。我们保留了已经实验验证的“空时对称”性,即将伽利略的空间相对性( $t^*$ 轴偏离 $t$ 轴)和爱因斯坦的时间相对性( $x^*$ 轴偏离 $x$ 轴)合并成为“空时对称性”概念,即 $t^*$ 轴偏离 $t$ 轴与 $x^*$ 轴偏离 $x$ 轴定性地(而不要求定量地如洛伦兹变换)对称地偏转。定量地则抛弃了“于光速线”四个字,即抛弃光速作为对称轴,也就抛弃了“光速不变”的概念。这样,“空时对称性”虽然来源于伽利略的空间相对性和爱因斯坦的时间相对性,并将二者形象化地定性地联系在一起,但却抛弃了伽利略的时间绝对性和爱因斯坦的光速绝对性。这个概念已为实验所检验,事实上所有检验时间相对性的相对论实验统统可以用来作为检验空时对称性的实验,因此,不必再作什么新的实验来验证这一点。(但不是如某些人故意歪曲为,不作实验就得出这一点)。由于抛弃了“光速绝对性”也就抛弃了空时理论必须依赖于光速这一种爱因斯坦观点。但这并不是简单地回到了伽利略,因为那里是时间绝对性,这里则承认时间有相对性。因此,这里是伽利略的否定的否定。

## 六、不变速度 $\omega$ 的存在及其物理意义

有了“空时对称”性的定性概念(不是定量的如洛伦兹公式)我们就可以导出不变速度 $\omega$ 的存在。最简单的推导如下:已知 $t^*$ 轴偏离 $t$ 轴,定性地 $x^*$ 轴对称地偏离 $x$ 轴如图4。

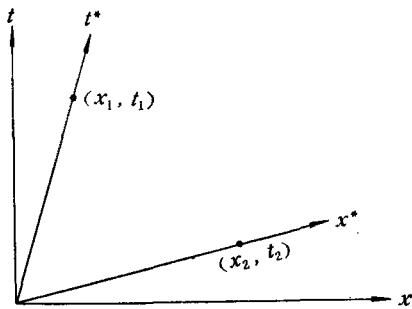


图4  $t^*$ 轴与 $x^*$ 轴定性对称偏转

在 $t^*$ 轴上取一点 $(x_1, t_1)$ ,在 $x^*$ 轴上取一点 $(x_2, t_2)$ ,则 $\omega$ 可以计算如下:

$$\omega = \sqrt{\frac{x_1 x_2}{t_1 t_2}}$$

引入 $T = \omega t$ ,  $T^* = \omega t^*$ ,则在 $(X, T)$ 及 $(X^*, T^*)$ 参考系中,便得到定量地对称偏转如图5。它们的公共分角线 $X = T$ 及 $X^* = T^*$ 便代表一个“不变速度”,即在两系统中都有速度

$$\frac{X}{T} = 1 \quad \text{及} \quad \frac{X^*}{T^*} = 1,$$

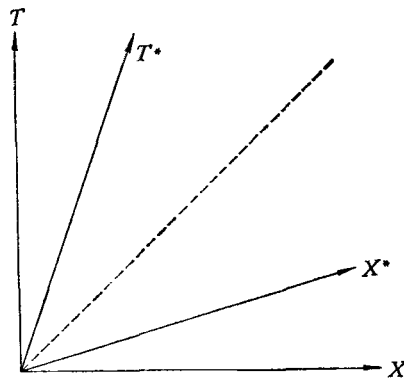


图5  $T^*$ 轴与 $X^*$ 轴定量对称偏转

回到 $(x, t)$ 及 $(x^*, t^*)$ 系统则成为

$$x = \omega t \quad \text{及} \quad x^* = \omega t^*.$$

定性地对称导致定量的不变速度 $\omega$ 的存在。这里丝毫也没有什么,先假定了不变速度 $\omega$ 存在,再本末倒置地证明其存在的问题。

从实验的角度看,对称偏转已定性地为实验所证实,而 $\omega$ 的定量存在,则只是一种理论概念。正如绝对零度的概念是一种理论推断,而不是实验已达到的一样。

围绕着 $\omega$ 的引入,首先要给出它的物理意义。由[2]已经推出一个关系

$$\lim_{v \rightarrow \infty} c(v) = \omega$$

亦即光速可变,当频率加大,则光速加大, $\omega$ 是频率趋于无限时的光速的极限值。 $\omega$ 不是某一个具体频率的光子的速度,所以对 $\omega$ 不存在“三无世界”的困难。另一方面当频率增加,光速可以不断接近 $\omega$ ,这样,实验可以不断提高精度。

总之, $\omega$ 是理论上存在,实际上并无具体的运动着的物质达到,但用物质讯号(光子,中微子,引力子……)可以不断接近的一种速度。

那么,它的“不变性”表示什么物理意义呢?在空时平面 $(X, T)$ 上看,两个事件 $(x_1, t_1)$ 及 $(x_2, t_2)$ 之间如果可能用物质讯号加以联系,则称为有“时向关系”;否则称为有“空向关系”。前者可能存在因果关系,后者不可能存在因果关系。

这样,我们就得到

$$\omega^* = \omega$$

的一个物理解释,那就是,两个事件有无因果关系这是客观存在的,不随观测者所取的参考系而改变。 $\omega$ 是空时平面上空向和时向的分界线。

有人对 $\omega$ 只比 $c$ 大一点感到很不满意。这里有两点要说明,我们用实验数据估计了 $c$ 与 $\omega$ 的相对误差,唯物论者只能按照客观存在去作结论,主观设想 $\omega$ 可以任意大的想法是可以假设的,例如伽利略空时理论

中  $\omega = \infty$ , 便是一例。但现在我们无法改变自然界本来的规律去使批评者满意。

而且, 在实验室看来  $c < \omega$  虽然差别太小, 但是, 到了光子上面去看  $\omega$ , 则又是很大的速度, “光子飞船上再放出一个光子” 这是读者经常提出的问题, 其实, 由  $c < \omega$ , 立即有不等式

$$c < \frac{c + c}{1 + \left(\frac{c}{\omega}\right)^2} < \omega$$

所以在光子飞船上放光, 对实验室则是超光速的, 但却不超过  $\omega$ 。由此可见, 在光子飞船上看  $\omega$ , 则又是海阔天空, 不感到拘束。这些本来是一般相对论中已有的基本常识, 但是, 人们习惯于伽利略系统, 因此容易提出这类已经解决了的问题。

围绕着  $\omega$  的引入, 还要回答一些问题,  $\omega$  不是某一具体的光子的速度, 并不表示  $\omega$  同物质运动毫无关系。它是物质运动的全体所组成的集合的极限值。这便是它和物质的联系。那种认为与物质相联系就只限于同具体光子联系的看法, 只不过是出于爱因斯坦理论统治下, 不问一个为什么, 所造成的思想僵化的表现。

$\omega$  既然是空间与时间的一个客观的性质, 它既应当在高速电磁学中出现, 也应当在低速力学中出现。因此, 它不但可以通过高速电磁学实验来加以近似地测定, 而且也应当可以通过低速力学实验来加以测定。只要看看变换公式

$$x^* = \frac{x - \left(\frac{v}{\omega}\right)\omega t}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{\omega}\right)^2}},$$

$$\omega t^* = \frac{\omega t - \left(\frac{v}{\omega}\right)x}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{\omega}\right)^2}}$$

对于低速

$$v \ll \omega, \quad \frac{v}{\omega} \sim 0, \quad \sqrt{1 - \left(\frac{v}{\omega}\right)^2} \sim 1$$

故分母可以忽略, 但分子中的  $\left(\frac{v}{\omega}\right)x$  只有在  $x$  很小时才能忽略, 而当  $x$  足够大时,  $\left(\frac{v}{\omega}\right)x$  一项也是可以观察得的。

例如行星近日点的进动角, 用弧度表示, 每周记作  $\alpha$ 。

$$\alpha = \frac{24\pi^3 a^2}{(1 - e^2)c^2 \tau^2},$$

此地  $a$  = 行星轨道半长轴,

$e$  = 离心率,

$c$  = 光速,

$\tau$  = 周期。

第 3 期

我们来估计行星运动一周  $\frac{vx}{\omega^2}$  一项所产生的影响,

这是  $t^*$  与  $t$  的差别。分母  $\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}$  对于行星可近似为 1。由于  $e^2 \ll 1$ , 故可用圆形作估计。则有轨道速度

$$v \cong \frac{2\pi a}{\tau}$$

以及圆周长

$$x = 2\pi a.$$

故  $\frac{vx}{\omega^2}$  时间内走了弧度角  $\beta$

$$\beta = \left(\frac{vx}{\omega^2}\right) \frac{v}{a} \cong \frac{8\pi^3 a^2}{\omega^2 \tau^2}.$$

由于  $c \cong \omega$ ,  $e^2 \sim 0$ , 故有

$$\frac{\beta}{\alpha} \cong \frac{1}{3}.$$

这样就可以看到即使行星的  $v \ll c$ , 但当  $x$  足够大时,  $t^*$  与  $t$  的差别还是要表现出来, 并且可以贡献到近日点进动角的三分之一这样一个不能忽略的量。

在人造行星和人造卫星已经大批在发射的今天, 低速 ( $v \ll c$ ) 长距离 ( $x$  大, 例如绕多少周) 已经是经常有的事了。  $t^*$  与  $t$  差别的测定也就使得我们研究空时理论可以用低速(但长距)的力学现象为出发点, (水星近日点进动是一个有儿百年历史的现成例子), 而不必非要先学电动力学不可。由此可见, 爱因斯坦以后的空时理论将不必依赖于光速。

## 七、实验判定

物理规律最终的判定是实验而不是理论的争论。现在我和爱因斯坦有差别(即“小”异), 这就要求物理实验加以检验。

下面是一系列可以进行或已经在进行的实验

1. 光子静质量  $\mu$ ,  $\mu = 0$  及  $\mu \neq 0$  是一个正在大量进行实验判定的工作。

2. 光速不变及可变, 也是正在进行的实验工作

3. 超光速现象存在还是不存在, 也是非常热烈讨论的工作

4. 慢光子的测定。如果光速随频率而变, 因此将频率降低, 必有慢光子出现。有人具体估计过, 由于频率显著降低, 波长可能要达到百公里量级, 因此要在宇航中去观测, 并且要用灵敏度高的接收器才能测出低能光子。

总之, 国内外都在进行各种实验判定, 自然界是不受人们纸面上的批判, 而按照自然界本身的规律进行的。

## 八、简短的小结

空间与时间的理论从来是和阶级斗争密切联系的,因此革命导师马克思、恩格斯、列宁、毛主席都很关心这方面的斗争,并有明确教导。

当前空间与时间理论的斗争在哲学、科学研究和科学普及三个方面互相联系地同时展开,工农兵和中学生都登上了这个斗争的讲台,形势大好。

爱因斯坦以前的空时理论是以  $t^* = t$  (即时钟达到绝对时间) 为特征的伽利略空时理论。那里的贡献是“空间相对性”的概念,但问题出在“时间绝对性”上。那个理论中的光速毫无特权地位。在伽利略系统中,速度有简单加减关系

$$u^* = u \pm v$$

光速实验不服从这个规律,亦即

$$c^* \neq c \pm v.$$

由此,爱因斯坦引入  $c^* = c$  (即光子达到绝对速度),推出“时间相对性”从而抛弃伽利略的“时间绝对性”,这是一个贡献。在这一个概念之上,建立两组公式(即空时距离公式和洛伦兹变换公式),由此推出三条推论(即“尺缩”“钟慢”“质增”。

爱因斯坦空时理论完全依赖于“光速不变”假定,这是他的两个柱石之一。他的问题也出在这点。他用到光子,便得到光子静质量为零,由此也必然有光子是“三无世界”(“无空、无时、无质”或无定义无意义的“三无世界”)建立在“原子没有相对性”的古希腊哲学直接可以推出“时间必须从原子的概念,本质的世界中排除掉”。建立在“时钟达到绝对时间  $t^* = t$ ”的基础上的伽利略空时理论,不能处理时钟本身的空时结构(例如“钟慢”现象)。

建立在光子达到绝对速度  $c^* = c$  的基础上的爱因斯坦空时理论,不能处理光子本身的空时结构(例如光子内部时间,内部矛盾)。

这些错误的反复发生,不是历史的巧合,而是历史的必然,这是蔑视辩证法的结果,而蔑视辩证法是不能不受惩罚的。这些理论遇到本质危机便是这种惩罚。

对爱因斯坦理论基础的“光速不变”进行一分为二,首先将它等价于“空时对称于光速线”,抛掉“于光速线”这个概念,保留“空时对称”性,亦即将伽利略的“空间相对性”和爱因斯坦的“时间相对性”合并为“空时对称”性。这个性质定性地为实验所证实。

由定性的“空时对称性”立即推出“不变速度” $\omega$  的存在性。 $\omega$  的物理意义是空间和时间的分界线,所谓“不变”,即指两事件有无因果关系,不随观测系统而改变有或无的关系。 $\omega$  不是某物质具体达到的速度,而是理论上存在,实际上达不到,但可以用具体物质运动无限接近的一个速度,例如与光的关系为

$$\lim_{v \rightarrow \infty} c(v) = \omega.$$

$\omega$  之值由实验逐步加深其精度。

三种空时理论的关系如下:

在空时对称理论中,取  $\omega = c$ ,即得爱因斯坦理论,正如在爱因斯坦理论中,取  $c = \infty$ ,即得伽利略理论,三个特征量的关系为

$$c \leq \omega < \infty.$$

伽利略理论中  $t^*$  轴与  $t$  轴偏离。爱因斯坦理论再加上  $x^*$  轴与  $x$  轴偏离。现在,还应当将  $c$  和不变速度  $\omega$  分离,亦即实现第三次偏离。

实验判定正在几方面进行,光子静质量,光速可变,超光速现象,慢光子的探测等等。

总之,爱因斯坦以后的空时理论将不必依赖于光速则是必然的。

本文只回答关于光速和  $\omega$  等方面的问题,关于“尺缩”“钟慢”“质增”的问题以后再讨论。

### 参 考 文 献

- [1] 秦元勋,《空间与时间》,科学出版社,(1973)。
- [2] 秦元勋,《等速条件下的空时对称理论》,《物理》,1(1975),57—62。
- [3] 杨荣国,《简明中国哲学史》,人民出版社,(1973),57。
- [4] 杨荣国,《中国古代思想史》,人民出版社,(1973)。
- [5] 任青,《质量能转化为能量吗?》(答读者问),《物理》,3(1974),180—181