

由相对性原理的普遍性,可导出洛伦兹公式的推广形式

Universalism of Relativity Principium and Extended Lorentz Transformation

焦克芳¹ 焦昕秋

(军事医学科学院自然理论研究所,研究员、博士生导师¹ 北京 100850)

光速 c 究竟是极限 还是壁障?这是当前某些实验物理学家和某些理论物理学家争论的热点^[1]。黄志洵教授^[1]在“对开放空间中微波异常传播现象的探讨”一文中,详细介绍了 20 世纪 90 年代以来,几个突出的开放空间超光速 c (FTL) 实验的方法和结果,许多事实(包括实验室研究和天文观测)表明,超光速 c 现象是客观存在的。黄教授在结束语中指出:“微波属于经典性电磁波,出现超光速的自由空间(开放空间)传播确实令人难以理解,因而更应引起重视与实验研究”。笔者仔细研究了开放空间的 FTL 结果,并与王力军^[2]的超光速 c 实验进行了比较,得到一些新认识。王力军的超光速 c 实验和开放空间的超光速 c 实验,两方面的数据都是可信的,但是它们的机理有些不同。王力军实验属于电磁诱导的量子共振(干涉)效应^[3],它只存在于有条件的电磁场(异常色散介质)中,并且具有严格的方向性。开放空间的超光速 c 实验,在自然界的空气中进行,属于波动理论范畴。关于开放空间的超光速 c 机理探讨,笔者将另文发表。

笔者在讨论时间和空间的统一性文章中曾指出^[4]:人随着地球旋转,地球随着太阳旋转,太阳随着银河系旋转,银河系随着本超星系团旋转,转一圈需要 1 000 亿年^[5].....在宇宙中找不到一个绝对不动的坐标原点。因此,研究物质运动及其相互作用,只能从它们的相对关系入手。相对性原理具有普遍意义,这正是爱因斯坦创造相对论的高妙之处。爱因斯坦曾经严肃地说:“如果要使力学定律有效,坐标系的运动就不可任意选取(它必须没有转动和加速度)”^[6]。目前报道的超光速 c 实验都存在加速过程,因此显然不属于狭义相对论范畴。已有论者指出:“广义相对论在深入分析引力质量同惯性质量等价这一事实的基础上,提出引力场同加速场局域性等效的概念,从而把匀速运动的相对性概念推广到加速运动的相对性,得出了时间和空间的性质要由运动来决定的思想;而且,光速不变原理在广义相对论中是不成立的,因为光速在无引力的真空中是一定的,但在引力场中,它将随引力强度

而改变”^[7]。同时,“狭义相对论所依据的第二条原理是‘真空中光速不变原理’。这一原理断言:光在真空中总有一个确定的传播速度(同观测者或者光源的运动状态无关)。物理学家之所以信赖这条原理,是由于麦克斯韦和洛伦兹的电动力学所得到的成就”^[6]。那么,如何理解洛伦兹变换,使它像像广义相对论那样,具有更普遍意义呢?本文正是针对这一课题,作出如下探讨分析。这里还应该指出,笔者在思考和研究洛伦兹公式的推广形式时,直接目的是为了更好地了解当代已做出的超光速 c 的实验事实。

为了使洛伦兹(Lorentz)公式更具有普遍性,首先要讨论清楚公式本身的相对关系及其物理意义,然后方能给予修正和推广。

$$m = m_0 / (1 - v^2/c^2)^{1/2} \quad (\text{Lo})$$

$$m_2 = m_{20} / [1 - (m_{20}^2 v_2^2/2) / (m_1^2 v_1^2/2)]^{1/2} \quad (\text{Lxm}_1)$$

$$m_2 = m_{20} / (1 - v_2^2/v_1^2)^{1/2} \quad (\text{Lx})$$

式中, m_1 是光子质量, m_{20} 是 m_2 相对静止质量; m_{20}/m_1 是常数,即, m_{20}/m_1 可以是任意常数,它对运动速度变换无影响,更说明式(Lx)具有普遍性; $1/2$ 可以在运算中消除。省去不变量,既能使计算简单化,又能使可变因素一目了然。因而暂时采用“推广的洛伦兹变换”的简化形式(Lx),而不采用复杂的(Lxm₁)。

式(Lo)为洛伦兹公式原始形式,式中, m 为以速度 v 运动的物质质量, m_0 为该物质的绝对静止质量, c 为光速。虽然,式(Lo)隐含着光子是相对参考物质,但是,公式本身并没有明确规定光子的具体内容和性质,这既为后来的学术讨论留下了争论的祸根,也降低了洛伦兹公式的普遍意义。为了揭示洛伦兹公式所具有的普遍性,我们将它修改成(Lx)的形式。

式(Lx)中, m_1 、 m_2 是同一个惯性系的物质质量,并且 $m_1 < m_2$ (这是洛伦兹公式的边界条件之一。若以光子为参照物质,则,洛氏公式只适用于描述质量大于光子的微观粒子的运动速度)。 v_1 是 m_1 物质的运动速度, v_2 是 m_2 物质的运动速度。还应该强调,

速度 v_2 是相对于速度 v_1 而言的,也就是说,二者矢量方向一致。由于速度属于矢量,因此研究相对运动物体时,必须首先明确它们的矢量关系,这是不能够缺省的。根据运动物体的动能公式: $E_k = mv^2/2$; $v^2 = 2E_k/m$,即,运动速度与质量是平方反比关系。式 (Lx) 的物理意义表明,在相同情况下(包括电磁性相同),小质量的物体运动速度快,大质量物体运动速度慢。如果大质量的物质运动速度大于小质量物质的运动速度,那么,大质量物质将推动(携带)小质量物质一同前进,或者说,小质量物质对大质量物质的速度增加造成阻力。这就是物质运动速度增加、质量也增加的物理意义。其因果关系非常明确:在相同加速条件下,大质量物质的运动速度不超过小质量物质的运动速度。很显然,式 (Lx) 具有更普遍的适用意义,包括空气和真空、光速和声速,也包括机械运动和电磁运动。然而,它的适用范围(边界条件)必须是相同的加速条件。如果加速条件不同,即,在某些情况下,只加速 v_2 而不加速 v_1 ,例如在空气中飞行的喷气式飞机可以超过声速飞行,那么,式 (Lx) 将不成立,需要进行适当修改。对于这个问题,曹盛林^[8]已经提出了一个办法,基本上能够解释超光速 c 现象。当然,如果仔细分析,即使在不同加速条件下,(Lx) 仍然存在相对的普遍性,例如,对于地面观察者来说,超音速飞机确实是超音速的,(Lx) 是不适用的,而对于飞机内的乘客来说,飞机里面仍然没有发生超音速现象,因为不仅空姐的解说词乘客都能听得见,就是飞行噪音也仍然在干扰着乘客。这就是大质量物体携带小质量物体共同前进的真实状态,或者说,对于飞机内的空气来说,受到了与飞机共同加速的条件,而飞机外面的空气则与之不同,没有受到加速,这也是超音速飞机噪音减少而不能完全消失的原因。可见,不同参考系对不同观察者来说,并非总是等价的,因而式 (Lx) 描述的力学定律,既有绝对性真理一面,也有相对性真理一面。即,从符合它的物理条件角度考虑,(Lx) 具有普遍性,属于绝对性真理范畴;离开它的物理意义所要求的条件,它就成了相对性真理。也就是说,对于超音速飞机来说,飞机内的观察者和地面上的观察者,(Lx) 是不等价的。究竟怎样认识,取决于观察者的思维方式,而不取决于力学定律本身。

下面一段的文献资料可以作为电磁场中运动粒子超光速 c 现象是符合 (Lx) 式、而不符合 (Lo) 的实例。

“在斯坦福德 (Stanford) 直线加速器中心 (SLAC) 的电子直线加速器中,电子沿一根 3 公里长的真空管飞行,被电磁场反复加速。每加速 1 次,电子的速度都增加一点,但随着电子速率越来越接近光速,所增加的速率越来越少,加速越来越困难。这直接验证了相对论的速度叠加法则。这个加速器可把电

子加速到 20GeV。当把电子加达到 10GeV 时,电子速度达到 $(1 - 0.13 \times 10^{-6})c$,即只比光速小 0.39m/s;增加到 20GeV 时,电子的运动速度达到比光速小 0.10m/s。在以这个速度随电子运动的参考系中,3 公里长的加速器缩短到只有七八厘米^[9]。

上述一段文字描述的情况表面上看好像“直接验证了相对论的速度叠加法则”,实际上却泄露了被加速电子是超光速 c 运动的实验证据,因为:路程等于速度与时间的乘积 ($s = vt$),速度加快与路程缩短是等价的。很明显,3 公里长的加速器是客观存在的,对于旁观者和实验者来说,加速器本身没有任何变化;而只是采用内标法(相当于飞机内的乘客)处理实验结果时才得出了一种结论——好像是客观参考系变短了;并且这种结论是建立在以内部光子运动为相对参考时间的基础上。

如果采用 (Lx) 讨论上述实验结果,会得到物理意义更明确的两种结论。一是,如果用内部光子进行平行对照,被加速电子永远不会超过内部光子的速度,这时的洛仑兹变换属于绝对性真理,此时内部光子的速度已经不再是 c ,实际上是电子和光子得到了类似的加速条件。在电场中,本来光子是不被加速的,但是,在电子被加速到光速 c 之前,电子就开始推动光子一起前进,不管电子运动速度多快,原来走在前面的光子都被后来赶上的电子推动着向前进,这就是电子运动速度永远不会超过光速的真实本质。二是如果用加速电场外面的光束平行对照,被电场加速的电子和内部光子都是超光速 c 运动的。相对论中的缩尺现象是指运动物体本身的尺度变化,即,正如该书作者描述的:“静止观测者看到的运动物体缩短了”^[9],而不是客观参考系缩短了。把(客观)参考系缩短,可不是相对论的本意,显然是对相对论的误解,例如,时间隧道电影等属于艺术家的创造,是娱乐和消遣性质的;从洛仑兹变换方程中得不出路程缩短的推论,因为洛仑兹变换方程中不包含客观参考系的具体内容。如果随着物质运动速度的增加客观距离真能随着缩短,那么以光速运动的光子从太阳到地球时,其间的距离该缩短到多少?以遥远星系传播来的光线确定星系之间的距离还有何意义!

常言道,数学是个魔术箱,什么道具都在里面装。很显然,物理方程不是纯数学方程,虽然它必须遵循数学逻辑法则,但是它的每项数学符号都是具有明确的物理意义的。它的运算法则必须受到物理意义的约束(即必须有边界条件),不能随便地任意推广。而且,必须指出,任何科学实验都是在一定条件下进行的,所获得的科学规律都是有条件的,不能离开条件任意推广。科学实验中,不可能照顾到所有客观因素,其中某些被忽略的次要因素,将在推广这个科学规律的某些时候上升为不可忽略的

“凝聚态中核科学”研究进展

Progress in the Research of Nuclear Science in Condensation

李兴中

(清华大学物理系 北京 100084)

2002年5月,由清华大学物理系主办的 ICCF-9 在新落成的清华紫光国际科技交流中心举行。会议收到来自 19 个国家(中、美、日、意、俄、英、法、德、以、罗、白、乌、澳大利亚、韩、印度、印尼、朝、西、希)的 108 篇论文,共计 124 位代表赴会。其中的 47 位中国代表提交了 19 篇论文。这是该国际会议历届会议中,中国代表人数及论文数最多的一次。会议上的学术交流集中地反映了“凝聚态中核科学”研究的最新重要进展。

源于学科交叉的创新研究

钱学森先生在 1989 年 6 月 14 日致信陈能宽先生时,指出“凝聚态物理·分子物理·原子物理·核物理”协同的“物理技术”是大有前途的,并在 1993 年提出这是“一个能让物理力学大显光辉的课题”。1998 年又一次在信中提出:常温核聚变是“在分子间化学变化和原子间核物理变化之外的第三种交叉物质变化……”。早在 1989 年中国核物理学会理事长杨立铭先生也曾指出钷金属中吸附的氘核之间的相互作用可能会不同于束—靶状态的氘核之间的相互作用,因为自由态与束缚态的边界条件不同。13 年来不断出现的丰富的实验现象很好地说明:在凝聚态物质中出现的异常核现象,其实并不异常,正是一种在特定的凝聚态条件下发生的核反应过程。会议前,《科学》杂志上发表了美国橡树岭国家实验室“声致聚变”的实验结果。面对着激烈

因素,所以,任何实验方法只能够获得相对性科学真理。

本文提出的“洛伦兹变换的推广关系式”,既适合于狭义相对论,也能够适应广义相对论,与当代发现的超光速 c 现象并不矛盾。因此,“洛伦兹变换的推广关系式”具有更普遍意义。

参考文献

- [1] 黄志洵. 超光速研究新进展. 国防工业出版社, 2002:1a,70-92;1b,55-70
- [2] WANG, LJ. KUZMICH A, DOGARIU A. Gairrassisted surperluminal light propagation. Nature, 2000:406:p. 277-9
- [3] 焦克芳. 如何面对超光速 c 的现象. 科技导报, 2001

的争论,《科学》杂志的主编重申《科学》的使命正是要把这样一种既有潜在重要性,又有广泛兴趣的科学公之于众!会议开幕式后,由 Fleischmann 首次公开介绍这项研究的来龙去脉。早在上世纪 60 年代,已经发觉氢在金属钷中的异常扩散性质,它既不能用经典理论解释,也不能用量子力学解释,而可能要求助于多体系统中的量子电动力学(Q. E. D.)。在 80 年代进行的电解重水实验正是基于 1960~1980 年期间的实验——也导致了在 1989 年首次公开的实验结果,即钷阴极电解重水实验中发出的热量远远超过了输入的电功率。1989 年后的 13 年中又出现了:“滞后发热”——停止电功率输入后,氘—钷系统继续发热;“正反馈现象”——氘—钷系统的升温会引出更多的“过热”;“核嬗变现象”——吸氢(氘)金属中产生新的核素。日本新氢能实验室曾经宣称:其实验结果否定了“过热”现象;但现在 Fleischmann 和当时在新氢能实验室作实验的 Miles 正是从新氢能实验室的实验数据出发证明了其中既存在着“过热”,也存在着“滞后发热”。面对着这次会议中公开的种种实验结果,几乎很难再怀疑这一过程的核本质及其与凝聚态物理条件的关联。而 Fleischmann 报告的标题就是:“探索凝聚相系统中多体效应的表现”。

薄膜好,多层薄膜更好

凝聚态中的核过程主要发生在表面。这一点已

(5)

- [4] 焦克芳. 时间是什么?青春诗歌, 2001(12)
- [5] 何香涛,李冰. 银河系之外,广西教育出版社,1999
- [6] 许良英,李宝恒,赵中立,范岱年编译. 爱因斯坦文集(一),商务印书馆,1977:110-111
- [7] 闵家胤. 进化的多元论,中国社会科学出版社,1999:245-246
- [8] 曹盛林. 芬斯勒时空中的相对论及宇宙. 北京师范大学出版社,2001:10-34
- [9] 王正行. 近代物理学. 北京大学出版社,1999:30-31

(责任编辑 蔡德诚)