

Analysis of Present Moment in Special Relativity

Zhu Qiumin

Zhenjiang Vocational Technical College, Jiangsu Zhenjiang

Email: 910997878@qq.com

Abstract

Using special relativity to analyze particle kinematics problem, it takes all the time as equal rights. There is no concept of the present moment. Introducing the requirements of the present moment particularity, the coordinates derived from the Lorentz transform relation can no longer satisfy the compatibility in the special relativity. Through the analysis of kinematic examples, it can be explained that the special relativity is incompatible with the present moment requirement of material existence. The existence of material is reasonable and does not violate the law of difference. Compared with the special theory of relativity, it has higher credibility. In the special theory of relativity, the hypothesis of the particularity of light is not sufficient.

Keywords

Present moment; Physical events; Lorentz transform; Reference frame; Particle

Subject Areas Math & Physics

狭义相对论中现时问题的分析

朱秋旻

镇江高等职业技术学校, 江苏 镇江

Email: 910997878@qq.com

收稿日期: 2018年4月26日; 发布日期: 2018年5月8日

摘要

在使用狭义相对论分析质点运动学问题时,把所有时刻都当作平权的,没有现在时刻的观念。在引入了现在时刻特殊性的要求后,狭义相对论中洛伦兹变换关系式得出的坐标之间不再能满足相容性。通过运动学事例的分析可以说明狭义相对论与物质存在的现时性要求不相容,而物质存在的现时性是合理的和不违反相异律的,相比于狭义相对论有更高的可信度。而狭义相对论中假设光这种物质的特殊性是没有足够根据的。

关键词

现在时刻; 物理事件; 洛伦兹变换; 参考系; 质点

0引言

狭义相对论的光速不变原理假设是指:在所有惯性参考系中观察,光在真空中的传播速率都是一个常数,不随光源和观察者所在参考系的相对运动而改变。这个速率用数值 c 表示。它作为狭义相对论的一条公设受到了某些怀疑,它的提出更多是由于实际观察中得到的结果,以及与麦克斯韦方程组的结论相一致的情况。从另一方面,此条假设强调了光物质相比于其

他物质的特殊性则一直是让人难以理解的，因为找不出光究竟为什么如此特殊的原因。狭义相对论中，光子也不能作为参照系来使用，因为它在真空中与任意惯性系的相对速度都是 c ，在此情况下洛伦兹变换式是失效的。同样，选定的任意两个坐标系的相对速度也不能等于 c ，即 S 系与 S' 系的相对速度总是小于 c 的。至于狭义相对论中真空中光子为什么不能像其他物体那样可以当作一个参考系，这一点同样也是找不出确切理由的。但如果以真空中光子作为参考系，相对于这个真空中的光子，任意物体（作为惯性参考系）应该以多大的速度运动的呢？如果是 c ，这样就存在以光速运动的普通物体了（相对于真空中光子）。

本文从物质存在的客观性角度来考察狭义相对论中洛伦兹变换的正确性，将得出一个否定的结论。下面的讨论是在物质存在的前提下进行的。

1 物质存在的现时性

1.1 质点存在的定义

首先假定物质是客观存在的，显然物质必须以确定的时空分布的形式存在。若定义物理事件是物质的时空分布的总体或部分情况(所有关于物质的事件都可以归结为物理事件)，则物质以确定的物理事件的形式存在。一个物理事件对应一种时空分布(可以有不同的描述形式)。物质是物理事件的载体，同一物体（确定对象的一团物质）不会同时以两种以上的时空分布存在。因为根据相异律，以两种以上时空分布的物体是相异的，同一物体不可能用两种时空分布来加以区别。即在某时刻，一个物体只能有一种对应的物理事件，对应两个以上的物理事件的物体是不同的物体。

所以与狭义相对论中一样，就用某物体的时空坐标（多个或一个）表示一事件，如果仅一个时空坐标的话，就称为点事件，对应的物体也即是用质点模型来表示的。

为方便讨论，以下都是以点事件来分析相关问题。点事件可以用坐标 (x, y, z, t) 来表示。在不同的坐标系下有不同的描述。点事件的载体是质点。质点必须以一个确定的点事件的形式存在，这时质点所对应的时刻称为现在时刻，所对应的位置称为此在位置。

定义1: 一个质点 M 存在是指：它以点事件 $P(x, y, z, n)$ 的形式对应于唯一现在时刻（简称现时） n ，坐标 (x, y, z) 是现时的位置（此在位置）。事件 P 的坐标具体由某个参考系唯一确定。也即，只有在现在时刻 n ，质点 M 才是存在的。

明显地，在现在时刻，某物体是存在的，但其他时刻则不能肯定某物体存在，这是合理的。结合相异律，则可以肯定其他时刻某物体不存在。如果其他时刻某物体存在，则物体会以不同的时空分布存在，根据相异律，以不同物理事件形式存在地物体是相异的，因为同一个物体不能以不同的物理事件加以区别。所以物体只能以一种事件形式存在，只能在一个特殊时刻存在，这个时刻就是现在时刻。

1.2 现在时刻的特殊性

上面质点存在的定义是由现在时刻特殊性作为支撑的。反过来，一个时刻被称为现在是由于在这个时刻某个物体存在。如果现在时刻没有其特殊性，即这一时刻与过去或未来包含的所有时刻是平权的，那就得不出上面质点存在的定义。现在时刻之所以特殊，就在于只有在这个时刻，某物体才是存在的。否则现在的特殊性就无从体现了。

原理1: 对于同一物体M而言, 现在时刻n在所有时刻中有唯一的特殊地位, 只有在现在时刻, 某物体M才是存在的。

换言之, M仅存在于唯一的现在时刻n, M与n是一一对应的。现在时刻n由参考系确定, 在同一参考系下, 时刻n是唯一的。

又任何一个参考系对某些保持同时存在的物质都有一个现在时刻n, 这时这些物质都是存在的, 这个时刻n称为某参考系下关于这些物质的现在时刻。

推论1: 在以质点M为参照物确定的参考系下, 此质点M存在所对应的现在时刻n也是这个参考系下关于与质点M保持同时存在的物质的现在时刻n。

推论2: 在同一参考系下, 某质点M只能以同一坐标 (x, y, z, n) 表示的同一事件的形式存在。其中n是此参考系下的现在时刻。

对于某个物体而言, 一旦某时刻从现在成为过去, 那么这一时刻上将不再有这个物体存在, 只能说曾经存在过。同样, 某时刻是未来时刻, 这一时刻上也不会有这个物体存在。

从这个意义而言, 通常意义的时间旅行是不可能的, 时间上的每个过去时刻是穿过物体离开的。假设某些保持同时存在的物质都存在于同一个现在时刻n, 这个现在时刻在不同参照物的参考系中有不同的描述, 但由于这些物质存在的客观性, 这一现在时刻也具有客观性。这些物质不存在于其他任意时刻, 某个人作为这些物质的一部分从这个现在时刻来到另一时刻n*, 将不会发现这些物质的其他部分。因为人所存在时刻n*客观上不同于这些物质的其他部分存在的时刻n, 人存在的时刻这些物质的其他部分是不存在的。n*对于某个人这个物体是现在时刻, 对于其他部分不是; 同样n对于这个人不是现在时刻。此人与其他部分物质存在于不同的时刻上, 即不同时存在, 所以人无法观察到其他部分, 这不是通常意义的时间旅行。

2 物理事件的性质

物理事件是对某物体行为的记录, 一个物体可以有多个物理事件来描述。某个物体存在作为一种客观事实不仅仅由物理事件这种形式来反映, 如前定义1所述, 这一客观事实除了用一个物理事件来反映, 还规定了此物理事件对应的时间必须是现在时刻n。对应于其他时刻的物理事件是不能反映此物体存在这个客观事实的。

根据定义1, 事件P (x, y, z, n) 作为一条记录是反映了此物体存在这一行为的, 其他描述此物体的事件用通式 (x, y, z, t) 表示, 根据原理1, 它们反映了此物体不存在这一行为。对应过去时刻的事件反映了此物体曾经存在这一行为, 对应于未来时刻的事件反映了此物体将要存在这一行为, 两者都表示不存在这一行为。

原理2: 在以同一物体为参照物的不同坐标系内, 某一物理事件对应唯一的时间坐标t。即一个物理事件在同一个物体参照下, 只发生在一个确定的时刻。

在某一参照物确定的某一参考系下, 某一物理事件用坐标 (x, y, z, t) 表示; 在此同一参照物的确定的另一个参考系下, 此同一事件用坐标 (X, Y, Z, t) 表示。描述此事件的空间坐标可以不同, 但时间坐标相同。

原理3: 仅当N个质点重合的情况下, N个物理事件可以用同样的坐标来表示。即用坐标 (x, y, z, t) 表示N个质点同时在同一位置。坐标具体由某个参考系确定。一个质点某时在某位置是一个点事件。N个质点产生用N个点事件。N取自然数。

只有正在发生的物理事件才是物理事实, 作为记录的物理事件并非物理事实, 物理事实是以物体的存在为前提的。分析物理问题, 若不把物体的存在性考虑在内, 是不全面的, 狭义相对论中的坐标变换问题就忽略了这一前提。

3 具体运动学问题的狭义相对论分析

下面将以狭义相对论观点讨论一维空间上面的三个运动学事例, 得出与前面提出原理不相容的结论。

3.1 事例1: 三个参考系之间的洛伦兹变换关系分析

如图1所示, 设在 S^* 系中, 用 T 表示此参考系时刻。在时刻 $T=0$ 时, 有两个处于原点的质点A和B。以质点A为参照物确定 S 系, 用 t 表示此参考系时刻; 以质点B为参照物确定 S' 系, 用 t' 表示此参考系时刻。令 $T=0$ 时, $t=t'=0$ 。

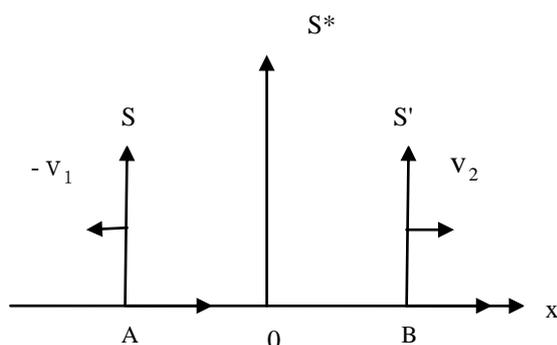


图1 T时刻三个参考系示意图

Fig.1 Schematic diagram of three reference frames at T moment

令 v_1 为质点A在 S^* 系中速度, 质点A以速率 $-v_1$ 沿 S^* 系 x 轴负方向匀速直线运动; 令 v_2 为质点B在 S^* 系中速度, 质点B以速率 v_2 沿 S^* 系 x 轴正方向匀速直线运动; 令 u 为质点B相对于质点A的速度, 由上面的假设知质点B以速率 u 沿 S^* 系 x 轴正方向相对于质点A运动。 u 、 v_1 、 v_2 都以 S^* 系 x 轴正方向为正方向, 它们之间满足狭义相对论中的速度变换关系式:

$$v_x' = \frac{v_x - u}{1 - v_x u / c^2} \quad (1)$$

令事件1为质点A的时空坐标, 事件2为质点B的时空坐标。在 S^* 系中, 当时刻 T 时, 质点A位置为 x_A , 质点B位置为 x_B 。令时刻 T 是 S^* 系的现在时刻, 则事件1 (x_A, T) 是正在发生的事件,

反映了质点A存在这一客观事实；事件2： (x_B, T) 是正在发生的事件，反映了质点B存在这一客观事实。洛伦兹变换式为：

$$\begin{cases} x' = \gamma(x - ut) \\ y' = y \\ z' = z \\ t' = \gamma(t - \frac{ux}{c^2}) \end{cases} \quad (2)$$

其中 $\gamma = 1 / (1 - \frac{u^2}{c^2})^{\frac{1}{2}}$ 。

以质点A为参照物确定S系，以质点B为参照物确定S'系，事件1的在S系中的坐标为 $(0, t_1)$ ，在S'系中坐标为 (x_1, t_1) ，这两个坐标满足洛伦兹变换（式（2））；事件2的在S系中的坐标为 (x_2, t_2) ，在S'系中坐标为 $(0, t_2)$ ，这两个坐标也满足洛伦兹变换（式（2））。

综上，事件1可以用三组坐标 (x_A, T) 、 $(0, t_1)$ 、 (x_1, t_1) 表示，三组坐标两两间满足洛伦兹变换式，以S*系的观点，描述了同一个正在发生的事件1，反映了质点A存在的事实，所以对于质点A，时刻T、 t_1 、 t_1 表示不同参考系下的现在时刻；事件2可以用坐标 (x_B, T) 、 (x_2, t_2) 、 $(0, t_2)$ 表示，三组坐标两两间满足洛伦兹变换式，以S*系的观点，描述了同一个正在发生的事件2，反映了质点B存在的事实，所以对于质点B，时刻T、 t_2 、 t_2 表示不同参考系下的现在时刻。

1) S*系的观点：以坐标 (x_A, T) 、 $(0, t_1)$ 、 (x_1, t_1) 表示的事件1反映了质点A的存在，即质点A以坐标 (x_A, T) 、 $(0, t_1)$ 、 (x_1, t_1) 表示的事件1的形式存在；坐标 (x_B, T) 、 (x_2, t_2) 、 $(0, t_2)$ 表示的事件2反映了质点B的存在，即质点B以坐标 (x_B, T) 、 (x_2, t_2) 、 $(0, t_2)$ 表示的事件2的形式存在。

在S系中，由洛伦兹变换式得出 $t_1 \neq t_2$ ，由原理1，表示在 t_1 时刻仅质点A存在，在 t_2 时刻仅质点B存在；在S'系中，由洛伦兹变换式得出 $t_1 \neq t_2$ ，由原理1，表示在 t_1 时刻仅质点A存在，在 t_2 时刻仅质点B存在。

这是不可能的。由推论1，S系中， t_1 时刻，质点A存在，即 t_1 时刻是S系确定的现在时刻。由定义1， t_1 时质点B也存在，与上面观点第一部分不符，或者说上面观点第一部分不符合推论1。在S'系中可以做同样的讨论，上面观点第二部分也不合推论1。

2) S系中的观点: 假设S*中观点正确, 即有坐标 $(0, t_1)$ 表示反映质点A存在的事实, t_1 是质点A或S系下的现在时刻 (推论1); 坐标 (x_2, t_2) 表示反映质点B存在的事实, t_2 是质点B的现在时刻。

则在S系中, 质点B在S系的现在时刻 t_1 时, 所在的位置是 $u t_1$ 这一点, 以坐标 $(u t_1, t_1)$ 表示的事件3的形式存在。

结合S*的观点: 在S系中, 坐标 (x_2, t_2) 表示反映质点B存在的事实, t_2 是质点B或S'系的现在时刻, 即质点B以坐标 (x_2, t_2) 表示的事件2的形式存在。质点B存在于同参考系S系下不同的时刻: t_1 与 t_2 ($t_1 \neq t_2$), 与原理1不符。两个参考系S*系与S系中的观点表示在同一参考系S系下, 质点B以两个不同的事件: 事件2与事件3反映其存在, 与推论2不符。

并且同理可得S'系中有与S系类似的观点, S*系与S'系中的观点也与推论2不符。

从此事例中看出, 狭义相对论中的洛伦兹变换式得出的坐标变换关系不符合物质的存在的现时性原理, 即根据原理1, 洛伦兹变换式不能反映出真实的坐标变换关系。

3.2 事例2: 两个参考系之间的洛伦兹变换关系讨论

如图2所示, 质点A与质点B之间以速率 u 做相对匀速直线运动, 以质点A为参照物确定S系, 以质点B为参照物确定S'系。令两质点重合时, 两坐标系时刻 $t = t' = 0$ 。

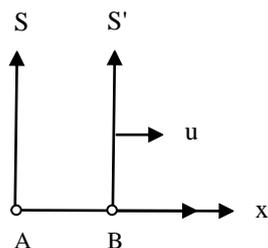


图 2 T 时刻两个参考系示意图

Fig.2 Schematic diagram of two reference frames at T moment

令事件1为质点A的时空坐标, 令事件2为质点B的时空坐标。在S系中以坐标 $(0, t_1)$ 表示事件1, 以坐标 (x_2, t_1) 表示事件2; 在S'系中以坐标 (x'_1, t'_1) 表示事件1, 以坐标 $(0, t'_2)$ 表示事件2。事件1和事件2的两坐标之间满足洛伦兹变换式。

在S系中, 令 t_1 时刻为现在时刻, 则事件2 (x_2, t_1) 是反映质点B存在的形式。由推论1, t_1 时刻也是质点A的现在时刻, 事件1 $(0, t_1)$ 是反映质点A存在的形式。

则在S'系中,事件1 (x_1, t_1) 也反映了质点A的存在,事件2 ($0, t_2$) 也反映了质点B的存在,但根据洛伦兹变换式 $t_1 \neq t_2$, 根据原理1, 在时刻 t_1 , 仅质点A存在, 在时刻 t_2 , 仅质点B存在。

这是不可能的。由推论1, S'系中, t_1 时刻, 质点A存在, 即 t_1 时刻是S系确定的现在时刻。由定义1, t_1 时质点B也存在, 与上面观点不符, 或者说上面观点不符合推论1。

从此事例中可以看出, 同一事件根据洛伦兹变换得出的在不同的参考系下的坐标关系与由原理1得出的推论1不相容。因此与原理1也不相容。即根据原理1, 洛伦兹变换式不能反映出真实的坐标变换关系。

3.3 事例3: 讨论真空光子坐标系下质点的速度

如图3所示, 质点A相对于质点B以速率 u 做匀速直线运动, 以质点A为参照物确定S系, 以质点B为参照物确定S'系。根据光速不变原理, 某一个真空中光子在两参考系中都是以速率 c 沿某一个方向运动的。

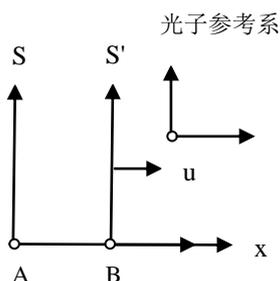


图3 光子参考系下两质点示意图

Fig.3 Schematic diagram of two particle in photon reference system

观点一: 假设所有物质作为质点都是等效的, 即这时不考虑物质的内部特性, 对外都表现为一个有质点运动学属性的点, 则以两个做匀速直线相对运动的质点确定的两坐标系相对速率相同。则质点A确定的参考系S系和质点B确定的参考系S'系在以某个真空中光子确定的参考系下都是以速率 c 沿与光子运动方向相反的方向做匀速直线运动。

观点二: 质点B在S系下的速率是 u , 表示在先后通过静止于S系某两点P和Q时所用时间为P和Q两点间距离除以 u 。根据狭义相对论中尺缩和时胀效应, 在某个真空光子参考系下, P和Q之间的距离缩减为0, 即以光子参考系观点而言, P和Q是同一个点; 质点B从点P运动到Q所用时间为无穷大。所以质点B在光子参考系下观察静止于S系中, 在光子参考系中速率也和S系一样同为 c 。同理, 质点A在光子参考系下观察也静止于S'系, 在光子参考系中速率也和S'系一样同为 c 。

结合观点一和观点二, 质点A和质点B在某真空光子参考系下速率可以是 c , 在普通参考系下速度值是唯一确定的并且符合观点一中的假设。

另一方面，以观点二，任意质点与某真空中光子的相对速度为 c ，而根据光速不变原理，此光子与任意质点相对速度为 c ，这与观点一中的假设相符。这没有说明光子是特殊的物质，光子作为质点时与普通物体作为质点时有相同的运动学属性。

所以观点一和观点二能同时成立，能结合观点一和观点二得出光子不是特殊物质的结论。可以通过相对论中光速不变原理以及时胀和尺缩效应的观点得出光子无特殊性。这样通过假设光子的特殊性没有得出光子的特殊性。

令质点A或质点B可以是光子，根据观点二，可以得出光子在某真空光子坐标系下的速度为 c ，与光速不变原理相符。但若考虑此光子坐标系的参照物这个真空中光子，它在自己的参照系下的速度就会发现也可以是 c ，与普通参照系不一样，在普通参照系下，此参照物的速度为 0 ，这也说明了在狭义相对论框架下不能使用真空光子坐标系。所以观点二虽然符合光速不变原理，观点二也能支持光速不变原理，同时光速不变原理是通过时胀和尺缩效应支持观点二的。但光子参考系中参照光子在自己参照系下的速度不定说明在狭义相对论框架下不能使用真空光子坐标系。光速不变原理蕴含了不能使用真空光子作为参考系的前提。

这说明光子参考系是特殊的参考系，光子作为质点时与普通物体作为质点时有不同的运动学属性。总之通过事例3的讨论，没有发现支持光作为特殊物质的观点，也不能推翻观点一中的假设。光速不变原理蕴含了不能使用真空光子作为参考系的前提。在狭义相对论框架下，里面的时胀与尺缩效应、洛伦兹变换式成立的前提也是不能使用真空光子作为参考系。在此前提下，狭义相对论框架下的各种结论是相容的。而此前提是在假设了光物质的特殊地位的依据下成立的。

4结束语

通过事例3看出，在狭义相对论框架下不能验证其正确性；而通过事例1和事例2看出，在物质存在的现时性前提下，狭义相对论中的洛伦兹变换关系是不正确的。物质存在的现时性与狭义相对论不相容，若坚持狭义相对论的正确性，则物质存在的现时性就不正确。即狭义相对论成立则要求物质以不确定的事件形式存在，所有关于某物体的事件都是平权的，所有这些事件都反映了此物体的存在，它们作为记录即是事实。某物体存在的事实也就表现为多种事件形式，物体不再是以单一形态存在。这是不符合相异律的，同一物体不能以不同的事件形式加以区别，以不同事件形式存在的物体是相异的。同一物体存在形态是单一的，即某物体存在必须有确定的时空分布。狭义相对论成立意味着物质不存在或者物质不会同时存在。而物质存在的现时性是合理的和不违反相异律的，若坚持其正确则狭义相对论就不正确。狭义相对论的所有结论是以所有时刻都是平权的作为前提的。而物质存在的现实性把现在时刻放在了特殊地位。

参考文献：

- [1]郑庆璋，崔世治.相对论与时空[M].山西：山西科学技术出版社，1998.
- [2]刘辽，等.狭义相对论[M].2版.北京：科学出版社，2017.
- [3]张宗燧.电动力学及狭义相对论[M].2版.北京：北京大学出版社，2004.
- [4]郭硕鸿.电动力学[M].3版.北京：高等教育出版社，2012.

[5]舒幼生.力学[M].北京：北京大学出版社，2011.