物理学爭鸣

编者按：本着“**百花齐放、百家争鸣**”的方针，今年本刊将进一步广泛深入地开展一些物理学问题的讨论．我们应在马克思主义世界观指导下，讨论物理学领域内重大的理论和实践问题，支持新生事物，总结历史经验和我们自己的实践经验，批判修正主义和资产阶级世界观，以推动我国物理学沿着毛主席革命路线更快地发展，团结老、中、青物理学工作者更好地为社会主义革命和建设服务．

现在发表秦元勋同志《等速条件下空时对称理论》一文和一些同志对此文的意见，供大家讨论．

等速条件下的空时对称理论*

秦　元　勋

（中国科学院数学研究所）

一、揭露爱因斯坦空时理论体系的几方面错误

爱因斯坦的空时理论体系集中地表现在他的相对论中．对相对论必须一分为二．一方面它有正确的部分，因此，它被看成是牛顿力学以后的古典物理学的最后的重大发展，或者被看成与量子力学并列为近代物理的两大基石．另一方面，相对论也包含着根本性的缺点和错误，我们提出批判爱因斯坦的空时理论体系，有三方面理由：

1. 哲学方面的形而上学唯心论

爱因斯坦空时理论体系的基石之一是假定“光速不变”．由此，按爱因斯坦的理论，对于光子而言，洛伦兹收缩因子为零，即

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

这就是说，由于“尺缩”到零，光子大小是零，由于“钟慢”到停，光子内部没有时间概念，也就是无内部矛盾．再加上爱因斯坦已推出的“光子没有静止质量”，因此光子内部是一个“三无世界”．无大小则不可再分，无矛盾则无内部运动，这是直接违反辩证唯物主义的，是形而上学唯心论的．

2. 科学体系方面的混乱

一般物理学都从低速力学现象开始，以后才讲到高速电磁学现象．相对论的体系的发展则刚好相反，先从高速电磁学现象开始．所有爱因斯坦学派的书都从迈克耳逊实验（1881）讲起，给人的印象是只有高速电磁现象才产生相对论效应，低速力学现象是没有这种效应的．因此，从来没有一本以爱因斯坦理论为根据的书能够在低速力学范围内阐述空时特性．

事实上，空时特性在一切物理现象中都要表现出来，既表现在高速电磁现象，也表现在低速力学现象中．然而后者经常被人所忽略．我们必须指出一个著名的例子即水星近日点的进动问题．水星绕日平均轨道速度为 47.8 公里/秒，这个速度对于光速 30 万公里/秒而言，它是低速，它是纯力学现象，但它在两百年前就由天文学家揭示出每百年有 43″ 的进动角．然而按爱因斯坦的理论体系这个低速力学现象的解释却必须通过先学习高速电磁现象的知识才能得到，并且在进动角公式中

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

还出现一个光速 c．然而这个低速力学现象与高速的光学电磁学现象毫无任何本质联系，而这个结果却成了爱因斯坦相对论理论验证的顶峰．

这说明爱因斯坦理论发展过程是走着弯路的，理论体系是混乱的．半个世纪过去了，今天来谈空时理论体系不应该重复这种弯路，必须按事物的本质来理解它．讲原子物理不一定要从玻尔模型开始，讲空时理论更没有必要从光速开始．

* 作者于 1974 年 1 月完稿，编辑部于 11 月收到．

3. 新的探索方面的妨碍

坚持“光速不变”，那末对于下述的各种研究都将完全取否定态度：

(1) 光子的内部结构和内部矛盾；

(2) 光子的静止质量；

(3) “光速可变”的假设；

(4) 超光速现象；

(5) 其他。

为了坚持一种明显地违反辩证唯物主义观点的假设“光速不变”，而要抛弃许多重要的领域的探索，这是一切真正要发展自然科学的人所不能置之不理的。摆脱爱因斯坦理论体系的思想枷锁，走“百家争鸣”的道路，这是我们的一个战斗任务。

自然科学家对于上述各方面都正在开展研究，突破只不过是时间问题而已。

爱因斯坦空时理论体系必然面临伽利略空时理论体系同样的命运，即一部分保存，另一部分被抛弃，这是不以人的意志为转移的历史发展规律。

二、等速条件下的空时对称理论

我们下面要建立独立的理论体系。这种理论体系要摆脱“光速不变”这一假设。导出的结论要把爱因斯坦的理论作为我们的理论的近似，以便概括他的理论可能解释的全部现象。另一方面还必须留下余地，处理爱因斯坦理论中所不能处理，而又可能出现的新物理现象，例如光子有内部结构，可能有静止质量，可能出现超光速现象，光速可变等等。

1. 等速条件下的空时平面表示

我们研究两个相对作等速运动的系统之间的空时相互关系。

为了简化问题，我们设两个系统相对运动的方向为 X 方向，这样 Y，Z 方向没有变化，问题就简化为 Σ: (X, t) 及 Σ^*: (X^*, t^*) 之间的关系。

再进一步，任取一个固定的速度 $u(>0)$，定义

$$T = ut, \quad T^* = ut^*.$$

这时 T 及 T^* 都是长度的量纲。问题化为 Σ: (X, T) 及 Σ^*: (X^*, T^*) 两个系统之间的相互关系，并且可以用一个“空时平面”来表示。空时平面上任一点代表一个“事件”的空时座标。对 Σ 系统，空间轴 X 轴即 $T=0$，时间轴 T 轴即 $X=0$，平行于 X 轴的线上之点表示在 Σ 系统中是同时的，平行于 T 轴的线上之点表示在 Σ 系统中是同地的；同样，对于 Σ^* 系统，空间轴 X^* 轴即 $T^*=0$，时间轴 T 轴即 $X^*=0$，平行于 X^* 轴的线上之点表示在 Σ^* 系统中是同时的，平行于 T^* 轴的线上之点表示在 Σ^* 系统中是同地的。注意到 X 轴与 T 轴不一定要画垂直，X^* 轴与 T^* 轴也不一定要画垂直，只要 X 轴与 T 轴不重合，X^* 轴与 T^* 轴不重合即可。不妨设 (X^*, T^*) 与 (X, T) 之原点重合，注意到 u 虽已取定，但具体数值尚未取定。待后面证明不变速度之存在后，再取定。对任一速度 v，取 $V=\frac{v}{u}$，则 V 为一无量纲之数，表征速度。

2. 等速条件下的空时对称假设

两个系统 Σ: (X, T) 及 Σ^*: (X^*, T^*) 相对作等速运动 V，对这种运动我们用下面两个假设来加以描述。

假设 (1)：可易非奇异线性变换群，即关系

$$X^* = f(X, T; V), \quad T^* = g(X, T; V).$$

对于 X, T 是非奇异的线性变换，对于 V 组成可易群，亦即先经 V_1 变换，后经 V_2 变换得到一个经 V_3 的变换，也可先经 V_2 变换，后经 V_1 变换，得到同一个经 V_3 的变换。并且 $V=0$，得恒等变换

$$X^* = X, \quad T^* = T.$$

在进一步叙述假设(2)之前，对假设(1)加以说明。对于伽利略变换和洛伦兹变换假设(1)都是满足的。

在空时平面图上 Σ^* 系统的时间轴 T^* 轴(即 $X^*=0$) 亦即 $\Delta X^*=0$，或 $\Delta f(X, T; V)=0$ 或 $a\Delta X+b\Delta T=0$，或 $\frac{\Delta X}{\Delta T}=-\frac{b}{a}=V$，这是一般理解一个质点 M 对于一个系统 Σ 作等速运动 V 的数学描述[1)]。对于一个系统 Σ^* 对于另一个系统 Σ 作等速运动 V，我们作下面的

假设 (2)：空时对称假设

Σ^* 的时间轴 T^* 轴（即 $X^*=0$）偏离 Σ 的时间轴 T 轴（即 $X=0$）其偏离程度为 $\frac{\Delta X}{\Delta T}=V$，则 Σ^* 的空间轴 X^* 轴(即 $T^*=0$)偏离 Σ 的空间轴 X 轴(即 $T=0$)，其偏离程度为 $\frac{\Delta T}{\Delta X}=V_1$，$V_1$ 是一个无量纲的数，与 V 有关，并且 V 与 V_1 同号[2)]。

---

1) 由非奇异线性变换，可得

$$\begin{cases} X^* = a(V)X + b(V)T \\ T^* = c(V)X + d(V)T, \end{cases} \quad 并且 \quad \begin{vmatrix} a(V) & b(V) \\ c(V) & d(V) \end{vmatrix} \neq 0.$$

由 $X^*=0$ 即 $X=VT$，

故 $X^* = a(V)(X-VT)$，并且 $a(V) \neq 0$。

由 $X=0$ 即 $X^*=(-V)T^*$，故

$$\begin{aligned} X^* + VT^* &= a(V)(X-VT) + V[C(V)X + d(V)]T \\ &= (a(V) + VC(V))X + V[d(V) - a(V)]T \end{aligned}$$

与 T 无关，故 $a(V)=d(V)$，即

$$\begin{cases} X^* = a(V)(X-VT) \\ T^* = C(V)X + a(V)T, \end{cases}$$

2) $V_1=\left(-\frac{c(V)}{a(V)}\right)$。要求 V 与 V_1 同号，即要求 V 与 $\left(\frac{c(V)}{a(V)}\right)$ 同号。

现在对假设(2)作一些说明

1)由假设(1)中的线性变换条件,假设(2)中的实质部分只有一条,即 V 与 V_1 同号. 即 $V>0$ 则 $V_1>0$; $V=0$ 则 $V_1=0$; $V<0$ 则 $V_1<0$.

2)洛伦兹变换中 $V_1=\frac{uv}{c^2}$, $V=\frac{v}{u}$, 而 $u>0$, 故 V 与 V_1 同号的条件是满足的.

3)假设(2)可以用物理实验加以检验,只要求检验 V 与 V_1 同号,而不要求象对检验洛伦兹公式那样要验证 $V_1V=\frac{v^2}{c^2}$, 这样就可以利用过去已有的实验,而不必再作新的实验. 检验等式(例如光速不变)是极其困难的,检验符号则是检验不等式的问题,可以作出肯定结论.

4)伽利略变换是不满足假设(2)的,因为它要求 $V_1\equiv 0$, 与 V 之符号无关.

5)从表面上看,假设(2)中又引入了一个数 V_1, 因此,两个系统相对作等速运动,要用一组数 (V, V_1) 来刻划了. 其实不然,下节我们将证明

$$\frac{V}{V_1}=\frac{\omega^2}{u^2}.$$

其中 ω 为一与 v 无关之普适不变速度. 因此,特别取 $u=\omega$ 时,则有 $V_1=V$. 这样假设(2)的空时对称性便十分明显了.

3. 理论上的不变速度的导出[1)]

下面证明理论上的不变速度的存在. 不妨设 $v>0$, 否则交换 Σ 与 Σ^* 之关系. 在时空平面上 X 轴与 T 轴及 X^* 轴与 T^* 轴之关系由于假设(2) $V>0$, 故 $V_1>0$, 有下图之关系

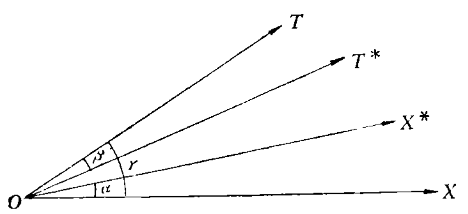

图 1. 时空平面 X 轴与 T 轴及 X^* 轴与 T^* 轴之关系

记 X^* 轴与 X 轴之夹角为 α, T 轴与 T^* 轴之夹角为 β, X 轴与 T 轴之夹角为 γ.

则当 u 由 0 变到 ∞ 时,不难看出

$$\alpha=\alpha(u)\quad \text{单增地由 0 变到 } \gamma,$$

$$\beta=\beta(u)\quad \text{单减地由 } \gamma \text{ 变到 } 0.$$

因此,存在唯一之 ω 使得 $\alpha(\omega)=\beta(\omega)$.

注意,这个 ω 可能与 v 有关,以后要证其无关.

取 $u=\omega$, 则由于 $\alpha(\omega)=\beta(\omega)$ 故 XOT 角之分角线也就是 X^*OT^* 角之分角线,它在 Σ 系统中之方程为

$$X=T,\quad 故\quad \frac{X}{T}=1;$$

它在 Σ^* 系统中之方程为

$$X^*=T^*,\ 故\quad \frac{X^*}{T^*}=1.$$

因此,取 $u=\omega$, 则单位速度对两个系统 Σ 及 Σ^* 是不变的.

同样,还可取外分角线,则得到 -1 也是 $u=\omega$ 条件下两个系统的不变速度.

有了不变速度,则可按过去"光速不变"的假设下的同样推导,可以得出洛伦兹型的变换

$$X^*=\frac{X-VT}{\sqrt{1-V^2}},$$

$$T^*=\frac{T-VX}{\sqrt{1-V^2}}.$$

但要注意,这时有 $V=\frac{v}{\omega}=\frac{v}{\omega(v)}$.

下面要进一步证明 $\omega(v)$ 与 v 无关.

由假设(1)对速度 v 的可易性的群的关系[2)],可以推导如下:

设 Σ^* 对 Σ 相对速度为 v_1, Σ^{**} 对 Σ^* 相对速度为 v_2, 则有

$$x^*=\frac{X-v_1t}{\sqrt{1-\left(\frac{v_1}{\omega(v_1)}\right)^2}},\quad t^*=\frac{t-\frac{vx}{(\omega(v_1))^2}}{\sqrt{1-\left(\frac{v_1}{\omega(v_1)}\right)^2}},$$

---

1) 不用几何证法,可用下面的代数证法.

由 $\begin{cases}X^*=a(V)(X-VT)\\ T^*=c(V)X+a(V)T.\end{cases}$

有 $$\omega^*=\frac{X^*}{T^*}=\frac{a(V)(X-VT)}{c(V)X+a(V)T}=\frac{a(V)\left(\frac{X}{T}-V\right)}{c(V)\frac{X}{T}+a(V)}=\frac{a(V)(\omega-V)}{c(V)\omega+a(V)}.$$

求 $\omega=\omega^*$ 即 $c(V)\omega^2=-a(V)V$,

$$\omega=\pm\sqrt{\left(-\frac{a(V)}{c(V)}\right)V}.$$

当 $V\neq 0$ 得正负两实根. 当 $V=0$, 则由恒等变换 $X^*=X$, $T^*=T$,

所得速度均可作 ω. 由对 V 之连续性,特别取

$$\omega=\pm 1.$$

2) 对 v 之可易性,即指先经 v_1 之变换再经 v_2 之变换得一个对 v_3 之变换,先经 v_2 之变换,再经 v_1 之变换,也得同一个对 v_3 之变换.

$$x^{**}=\frac{x^*-v_2t}{\sqrt{1-\left(\frac{v_2}{\omega(v_2)}\right)^2}},\ t^{**}=\frac{t^*-\frac{v_2x^t}{(\omega(v_2))^2}}{\sqrt{1-\left(\frac{v_2}{\omega(v_2)}\right)^2}}.$$

故有

$$x^{**}=\frac{x\left(1+\frac{v_1v_2}{(\omega(v_1))^2}\right)-(v_1+v_2)t}{\sqrt{1-\left(\frac{v_2}{\omega(v_2)}\right)^2}\cdot\sqrt{1-\left(\frac{v_1}{\omega(v_1)}\right)^2}}.$$

由于变换群对于速度的可易性，可以交换v_1及v_2，得到

$$x^{**}=\frac{x\left(1+\frac{v_2v_1}{(\omega(v_2))^2}\right)-(v_1+v_1)t}{\sqrt{1-\left(\frac{v_2}{\omega(v_2)}\right)^2}\cdot\sqrt{1-\left(\frac{v_1}{\omega(v_1)}\right)^2}}.$$

比较两式的X之系数，即得到

$$[\omega(v_2)]^2=[\omega(v_1)]^2.$$

而v_1及v_2是任意的，故ω^2与v无关. ω^2以平方出现，因出现正负方向之不变速度之故.

这样，ω^2与v无关得到证明，注意到

$$V=\frac{v}{u},\quad V_1=\frac{vu}{\omega^2},$$

故

$$\frac{V}{V_1}=\frac{\omega^2}{u^2}.$$

特别取定$u=\omega$，则有

$$V/V_1=1,$$

或

$$V=V_1.$$

因此，假设(2)可改写成：

假设(2)′，取$u=\omega$(普适不变速度)，在等速条件下，Σ^*的时间轴T^*轴$(X^*=0)$偏离Σ的时间轴T轴$(X=0)$其偏离程度为$\frac{\Delta X}{\Delta T}=V$，则空时对称地有，$\Sigma^*$的空间轴$X^*$轴$(T^*=0)$偏离$\Sigma$的空间轴$X$轴$(T=0)$，其偏离程度也为$\frac{\Delta T}{\Delta X}=V_0$.

总结可见，对于等速条件下，取空时对称计量单位，使得不变速度$\omega=1$，则有空时对称变换关系

$$X^*=F(X,T),$$
$$T^*=F(T,X).$$

而不变速度$\omega=1$即$X=T$，即成为空时平面上的对称轴.

4. 等速条件下的各种物理结论

ω对于Σ及Σ^*有同一之值. 因此，它代替了爱因斯坦理论中的光速的地位，ω为不变速度，类似于爱因斯坦的狭意相对论可以得到[1]

(1) 两个"宇宙"点(X^*,T^*)及(X,T)之间的空时距离的平方为

$$d^2=\omega^2(t^*-t)^2-(x^*-x)^2.$$

(2) Σ^*与Σ之间空时座标的关系为

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

即用ω代替洛伦兹变换之C，我们称为本质变换(*Intrinsic Transformation*).

特别当我们取空时对称单位，即

$$X=x,\quad T=\omega t,\quad v=\frac{v}{\omega},$$

则此变换化为

$$X^*=\frac{X-vT}{\sqrt{1-v^2}},\quad T^*=\frac{T-vX}{\sqrt{1-v^2}}.$$

这个变换中的空时对称性十分明显.

(3) 运动着的尺子"缩短"，运动着的时钟"变慢"，差别为一个因子$\sqrt{1-\left(\frac{v}{\omega}\right)^2}$，当$\omega$取$c$这个近似值时，即洛伦兹收缩因子.

(4) 物质的运动质量m与静止质量m_0之关系为

$$m=\frac{m_0}{\sqrt{1-\left(\frac{v}{\omega}\right)^2}}.$$

(5) 质量与能量的等价关系为$E=m\omega^2$.

到此为止，我们还未确定ω之值，也未研究ω与c的关系，这个基本问题将在下节解决.

三、不变速度的确定

1. 一般确定法

为了确定ω，原则上，任何一个检验相对论效应的实验，都可以用来决定这个物理常数. 下面是一些例子.

(1) π介子衰变为μ介子和中微子，其半衰期与速度有关，主要是"钟慢"因子$\sqrt{1-\left(\frac{v}{\omega}\right)^2}$的效应. 由实验结果反求$\omega$.

(2) 康普顿效应中有康普顿波长

$$\Lambda=\frac{h}{m_0c}.$$

其理论数据及实验数据有[2]

$$\left(\frac{h}{m_0c}\right)_{实验}=(0.02424\pm0.00004)\text{Å},$$

$$\left(\frac{h}{m_0c}\right)_{理论}=(0.024265_{14}\pm0.000005_7)\text{Å}.$$

从我们的理论，康普顿波长Λ还要加一个修正因子$\left(\frac{c}{\omega}\right)^2$，由此可用

$$\left[\frac{h}{m_0c}\left(\frac{c}{\omega}\right)^2\right]_{实验}=(0.02424\pm0.00004)\text{Å}$$

来求出 ω.

(3) 利用水星进日点的进动角公式

$$\triangle=\frac{24\pi^3a^2}{(1-e^2)\omega^2T^2},$$

由实测值每百年 43″ 之值求 ω.

这种测定 ω 之法值得注意，因为这里利用的是低速的力学现象中的相对论效应，这样我们的理论体系可以全部建立在低速力学领域内，完全脱开光速，或其他高速现象.

从这些实验数据反求 ω 基本上都得到 $\omega\doteq c$，要进一步研究 ω 与 c 的相对误差，则要研究光子静止质量的上界.

2. 光子静止质量的上界的应用

戈德哈伯(A. S. Goldhaber)与聂托(M. M. Nieto)[3]中详细分析过当前光子静止质量上界测定的情况. 我们将利用其中的一些数据来确定 ω 与 C 的相对误差的上界.

设 $m=$ 光子运动质量,

$\mu=$ 光子静止质量,

$\nu=$ 光波频率.

则由 $E=h\nu=m\omega^2$ 或 $m=\dfrac{h\nu}{\omega^2}$,

及

$$m=\frac{\mu}{\sqrt{1-\left(\frac{c}{\omega}\right)^2}},$$

得到

$$\frac{h\nu}{\omega^2}=\frac{\mu}{\sqrt{1-\left(\frac{c}{\omega}\right)^2}}.$$

已知 μ, ν, c, h, 即可求 ω.

这式是 ω^2 的三次代数方程

$$\omega^6-\left(\frac{h\nu}{\mu}\right)^2\omega^2+\left(\frac{h\nu}{\mu}\right)^2c^2=0.$$

由此可解出 ω，但我们主要有兴趣于相对误差

$$\frac{\omega-c}{\omega}$$

之估计. 为此可写成

$$\omega^4=\left(\frac{h\nu}{\mu}\right)^2\frac{\omega^2-c^2}{\omega^2}=\left(\frac{h\nu}{\mu}\right)^2\frac{\omega+c}{\omega}\frac{\omega-c}{\omega}$$

$$\cong 2\frac{h\nu}{\mu}\frac{\omega-c}{\omega},$$

或

$$\frac{\omega-c}{\omega}\cong\frac{1}{2}\left(\frac{\mu}{h\nu}\right)^2\omega^4\cong\frac{1}{2}\left(\frac{\mu}{h\nu}\right)^2c^4.$$

例如采用威廉斯 (E. R. Williams, 1971 年) 的实验数据

$$\nu=4\times10^6\ \text{Heitz},\ \mu\leqslant2\times10^{-47}g,$$

可以估计出

$$\frac{\omega-c}{\omega}\leqslant\frac{1}{2}\left(\frac{2\times10^{-47}}{6.61\times10^{-27}\times4\times10^6}\right)^2\times(3\times10^{10})^4\approx2.5\times10^{-13}.$$

因此，对于一般问题，近似地采取 $\omega\doteq c$，精度完全有保证. 但从理论上，我们仍然区分 ω 与 c，用以适应更高精度的问题，例如光速的可变性问题.

3. “光速可变”的导出

Σ 中之光速为 c，Σ^* 之光速为 c^*，Σ^* 相对于 Σ 以等速 v 运动，则

$$c^*=\frac{c-v}{1-\frac{c}{\omega}\frac{v}{\omega}},$$

故

$$\frac{c-c^*}{c}=\left[\frac{\left(1+\frac{c}{\omega}\right)\frac{v}{c}}{1-\left(\frac{c}{\omega}\right)^2\frac{v}{c}}\right]\left(\frac{\omega-c}{\omega}\right).$$

例如取 $\dfrac{v}{c}=1-10^{-K}$ (K 为正整数),

则

$$\frac{c-c^*}{c}\cong2\times10^K\left(\frac{\omega-c}{\omega}\right)\leqslant5\times10^{K-13}.$$

由此，当 v 达到 $0.99c$ (即 $K=2$)，则光速变化在 1 厘米/秒以下，一般实验难于发现这一差别，其原因在此.

但是，从理论上，面对“光子可能有静止质量”这一前景，戈德哈伯和聂托提出对于爱因斯坦假设“光速不变”的下述修正假设(“光速可变”):

“对任何两个相对作等速 $\boldsymbol{v}$ 运动的系统，以及对任何一个小正数 $\varepsilon>0$ 必定存在一个频率

$$\nu_0=\nu_0(|\boldsymbol{v}|,\varepsilon),$$

使对任何一个频率大于 ν_0 的光波，从两个系统来测定的光速，均在 c 及 $c-\varepsilon$ 之间.”

这两位作者指出，这种修正是“非常直接，但比 $c=$ 常数却缺少吸人的简单性.”而爱因斯坦本人对于相对论的长处则自称为:

“这个理论的力量在于它的内在的自洽性以及它的基本假设的简单性”[4].

爱因斯坦学派不仅要面对光速可变的前景，而且还要准备接受这种颇不简单的修正基本假定，这个困难来源于坚持“光速不变”这一形而上学的绝对性命题所致.

我们的理论体系没有这种困难. 我们的理论体系具有内在的自洽性和基本假设的简单性. 并且我们可以导出下述结论.

“对任何两个互相作等速 $\boldsymbol{v}$ 运动的系统，以及任何小正速度 $\varepsilon>0$，必定存在一个频率

$$\nu_0=\nu_0(|\boldsymbol{v}|,\varepsilon)$$

使对任何一频率大于 ν_0 的光波，从两个系统来测出的光速，均在 ω 及 $\omega-\varepsilon$ 之间”.

证明: 由前已知

$$\frac{\omega-c}{\omega}\cong\frac{1}{2}\left(\frac{\mu}{h}\omega^2\right)^2\frac{1}{\nu^2},$$

或

$$\omega - c \cong \left[\frac{1}{2}\frac{\mu^2}{h^2}\omega^3\right]\frac{1}{\nu^2},$$

而

$$c^* = \frac{c-\nu}{1-\frac{c}{\omega}\frac{\nu}{\omega}},$$

故

$$\omega - c^* \cong \left[\frac{1}{2}\frac{\mu^2}{h^2}\omega^3\frac{1+\frac{\nu}{\omega}}{1-\frac{c}{\omega}\frac{\nu}{\omega}}\right]\frac{1}{\nu^2}.$$

故只要取

$$\nu_0 = \nu_0(\nu, \varepsilon) = \sqrt{\frac{\mu^2\omega^3}{2\varepsilon h^2}\frac{1+\frac{\varepsilon}{\omega}}{1-\frac{\nu}{\omega}}}$$

则当 $\nu > \nu_0$ 有

$$0 < \omega - c < \varepsilon \quad 及 \quad 0 < \omega - c^* < \varepsilon.$$

这个结论表明，ω 虽不能达到，但随着 ν 之加大，c 可以无限逼近，类似于绝对零度虽不能达到(因为它意味着一切运动停止)但是可以无限逼近．

四、简短的结论

本文论述了下述几点：

1．我们抛弃了“光速不变”这一假定，引入“等速条件下的空时对称性”的观念，建立了我们的空时理论体系．

2．爱因斯坦的理论是我们的理论中取 $\omega = c$ 时的特例．由于 $\omega \doteq c$，因此爱因斯坦理论是我们的理论的近似．凡爱因斯坦理论能解释的实验现象，我们都能解释．

3．对于可能出现超光速现象，可能出现光子有静止质量，光速可能改变等等前景，爱因斯坦理论必须加以修改，我们的理论完全适应．

4．最后，也是很重要的，由于抛弃了爱因斯坦的“光速不变”这一假定，狭义相对论的空时观念的内容不再和光学、电磁学直接相联．空时观念的普及从爱因斯坦体系中得到解放．狭义相对论中空时观念的主要之点可以通过我们的理论体系放到中学教书中去，成为一种人所共知的常识[5]．

附记，本文没有论及有关广义相对论的内容．沿着我们的体系的发展，也可抛弃爱因斯坦的场方程那一大套机构，从简单的物理假定(又是牛顿力学，爱因斯坦广义相对论，普通人三者都明显接受的)经过简单计算，说明物质对空时结构的影响，并导出广义相对论中的所谓“三大验证”．这将另文论述．

参 考 文 献

[1] 爱因斯坦，A.，《相对论的意义》中译本，科学出版社，(1961)．

[2] Шпольский, Э. В.，《原子物理学》中译本第一卷，周同庆等译 (1954)．

[3] Goldhaber, A. S., and Nieto, M. M., *Terrestrial and Extraterrestrial Limits on the photon Mass*, *Rev. Mod. Phys.*, **43**-3 (1971), 277—296.

[4] Einstein, A., and Infeld, L., *The Evolution of physics* (1938).

[5] 秦元勋，《空间与时间》，科学出版社 (1973)，

六 号 受 控 热 核 实 验 装 置

(封面说明)

在批林整风和批林批孔运动的推动下，中国科学院物理研究所104组的同志们，在党组织的领导下，坚决执行毛主席的无产阶级革命路线，独立自主，自力更生，两年来一直艰苦奋斗，日夜突击，在兄弟单位的协同下，于1974年7月1日建成我国第一个环形准稳态受控热核实验装置(即6号装置)，并投入运转，使我国在这方面的工作向前跨进了一大步．