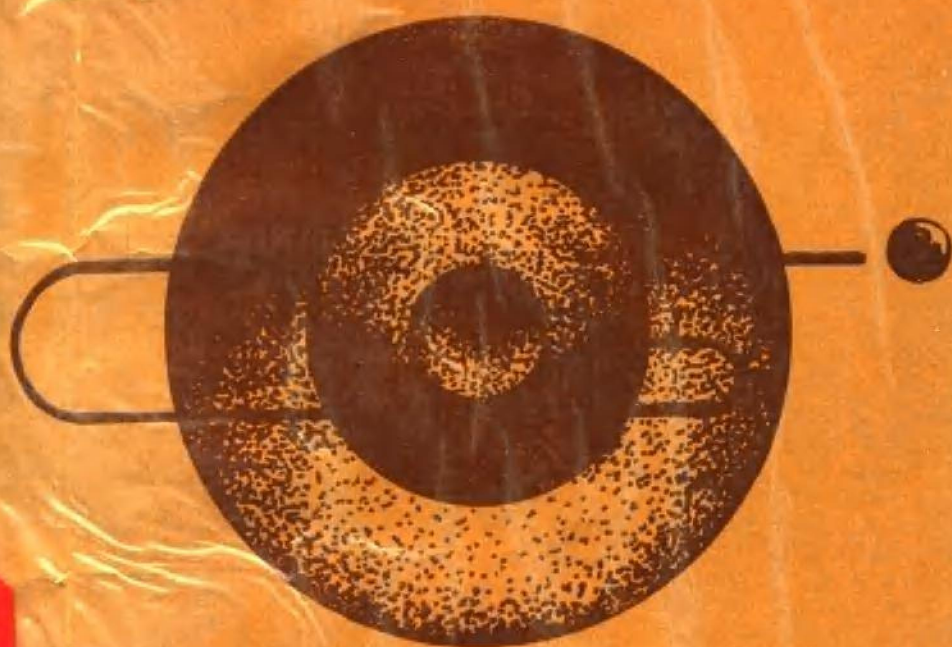


近代物理简明教程

王永久 唐智明 房思廷 编著

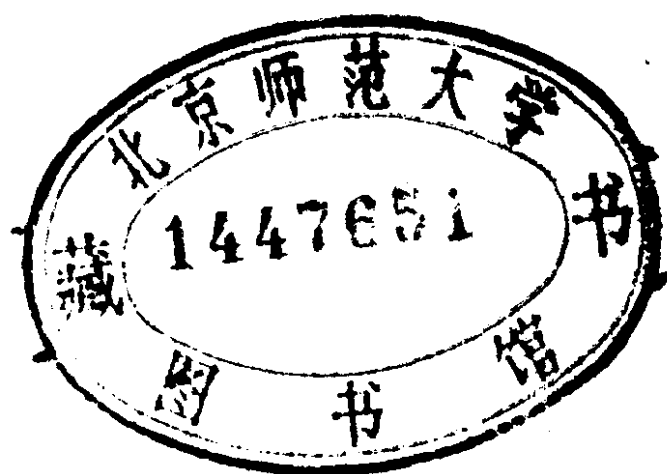


华中工学院出版社

近代物理简明教程

王永久 唐智明 房思廷 编著

54.1126/16



华中工学院出版社

内 容 提 要

本书内容分为两大部分：第一部分（第一～四章）为基础理论部分；第二部分（第五、六章）为应用部分。基础理论部分以近代物理的两块基石——相对论和量子论为中心内容；应用部分重点介绍固体物理基础和激光技术。

本书的特点是取材较广，起点较低，终点又有一定的高度；叙述简明，物理思想突出。

本书既可作为普通工科院校、师范专科学校“近代物理”课程的教材，也可供理科大学有关专业师生以及工程技术人员和自学者阅读。

近代物理简明教程

王承久 唐智明 房思廷 编著

责任编辑 焦 微

华中工学院出版社出版发行

（武昌喻家山）

新华书店湖北发行所经销

华中工学院出版社印刷厂印刷

*

开本：850×1168 1/32 印张：13.625 字数：314,000

1987年11月第1版 1987年11月第1次印刷

印数：1-4000

ISBN 7-5609-0057-7/O·9

统一书号：13255-075 定价：2.50 元

前 言

本书是根据国家教委有关教材的征编计划编写的，可作为普通工科院校物理两段制教学的第二段（近代物理）教材。

为了满足工科各专业的需要，并考虑到自学者的要求，本书取材比较广泛，起点较低，终点又有一定的高度。在内容组织上，力求突出物理思想，使读者能够尽快地接受近代物理处理问题的方法。前四章为基础理论部分，后两章为应用部分。在基础理论部分中，以近代物理的两块基石——相对论和量子论为中心内容。相对论一章，我们采用了与普通教材不同的处理方法：由狭义相对论的两条基本原理出发，直接得到“动钟延缓”、“动尺缩短”和“时钟同步”等结论。从而，以与得到伽利略变换完全类似的方式，得到了洛伦兹变换。书中还增加了一些难度较大的内容，如时钟佯谬和空间弯曲（广义相对论）等，因为不少学生对这些内容颇感兴趣。其余各章也都有许多类似之处，不一一列举。应用部分，使用者可根据不同专业的需要，选讲其中的若干章节。凡是超出教材要求的内容，都以*号注明，可以选讲或不讲。为了便于读者练习，除例题以外，每章还附有一定数量的习题（包括思考题），书末附有习题答案。

本书由王永久、房思廷主编。其中，第一章由王永久编写，第二、三章由唐智明编写，第四、五、六章由房思廷编写。封面作者顺序按教材章节顺序排列。

限于作者水平，书中定有许多不妥处，恳请读者指正。

作者深深感谢谢泉教授，他为本书审阅了全部手稿，并提出了许多宝贵意见。

作 者

1985年12月

目 录

第一章 相对论..... (1)

- §1.1 伽利略变换和力学的相对性原理..... (1)
- §1.2 经典电磁学的结论..... (5)
- §1.3 狭义相对论的基本原理..... (8)
- §1.4 相对论的运动学效应..... (10)
- §1.5 洛伦兹变换..... (17)
- *§1.6 洛伦兹变换的另一种推导方法..... (19)
- §1.7 洛伦兹变换的物理意义..... (21)
- §1.8 相对论的速度变换式和加速度变换式..... (25)
- §1.9 光速和因果律..... (30)
- §1.10 时钟佯谬..... (37)
- *§1.11 时钟佯谬的另一种讨论方法..... (41)
- §1.12 质量和速度的关系..... (44)
- §1.13 质量和能量的关系..... (47)
- §1.14 能量和动量的关系..... (50)
- §1.15 狭义相对论的实验基础..... (54)
- *§1.16 广义相对论的基本原理..... (63)
- 习题 (82)

第二章 量子理论..... (84)

- §2.1 黑体辐射..... (84)
- §2.2 光电效应..... (92)
- §2.3 康普顿效应..... (96)
- §2.4 原子的结构..... (102)
- §2.5 玻尔的量子理论..... (106)
- *§2.6 索末菲量子化定则..... (115)
- §2.7 德布罗意波..... (117)
- §2.8 波函数和薛定谔方程..... (123)

§2.9	一维方势阱中的粒子	(125)
§2.10	物质波的反射和透射	(130)
§2.11	一维谐振子	(136)
§2.12	氢原子	(140)
§2.13	电子的自旋	(147)
§2.14	两个角动量的耦合	(152)
§2.15	泡利不相容原理	(157)
§2.16	测不准原理	(160)
习题		(169)

第三章 原子核和基本粒子 (172)

§3.1	电子、质子和中子的性质	(172)
§3.2	原子核的大小和形状	(176)
§3.3	原子核的组成	(178)
§3.4	原子核的质量和结合能	(180)
§3.5	原子核模型	(186)
§3.6	放射性	(189)
§3.7	放射系	(194)
§3.8	核反应	(202)
§3.9	粒子和核的相互作用	(207)
§3.10	正电子的发现	(213)
§3.11	其他反粒子的发现	(220)
§3.12	相互作用	(226)
§3.13	同位旋和奇异数	(228)
§3.14	守恒定律和对称性	(230)
习题		(235)

第四章 经典与量子统计 (237)

§4.1	微观运动状态的描述	(238)
§4.2	麦克斯韦-玻耳兹曼分布	(244)
§4.3	麦克斯韦速度分布律	(252)
§4.4	能量均分定理	(257)
§4.5	固体和气体的热容量	(263)

§4.6	量子统计的特点	(270)
§4.7	玻色 - 爱因斯坦统计	(273)
§4.8	光子气 普朗克黑体辐射公式	(275)
§4.9	费密 - 狄喇克统计	(278)
§4.10	费密能量	(281)
§4.11	金属中自由电子的能量分布	(286)
§4.12	涨落现象	(291)
习题		(299)
第五章	固体物理	(301)
§5.1	晶体结构	(301)
§5.2	晶体的结合力和基本结合形式	(314)
§5.3	晶格振动	(322)
§5.4	声子 晶体的热容量 德拜模型	(332)
§5.5	金属中的自由电子	(339)
§5.6	固体的能带理论	(352)
§5.7	导体、绝缘体和半导体	(361)
习题		(365)
第六章	激光	(368)
§6.1	原子发光	(368)
§6.2	吸收、自发发射和受激发射	(371)
§6.3	粒子数反转 激光原理	(379)
§6.4	光学谐振腔	(386)
§6.5	激光器对频率的选择	(396)
§6.6	激光的特性	(403)
§6.7	激光器的种类	(409)
§6.8	激光的应用	(418)
习题答案		(424)

第一章 相 对 论

§1.1 伽利略(Galileo)变换和力学的相对性原理

要描述物体的运动规律,首先要确定一个参考系,并且要在其上(与其相对静止)建立一个坐标系。为叙述简单,以后将这一参考系连同固连于它的坐标系一起简称为坐标系。

以一个质点的运动为例,说明通常人们是如何确定它的运动规律的。在选定坐标系之后,以 $x(t)$ 、 $y(t)$ 和 $z(t)$ 表示质点在时刻 t 的坐标(位置)。如果我们能够求得函数

$$x = x(t), y = y(t), z = z(t)$$

或者

$$\mathbf{r} = \mathbf{r}(t) \quad (1.1.1)$$

的具体形式,便能够确定质点在任一时刻的位置,从而掌握其运动规律。

要求得函数(1.1.1)的具体形式,必须首先知道质点受的力(合力)如何随时间变化:

$$F_x = F_x(t), F_y = F_y(t), F_z = F_z(t)$$

或者

$$\mathbf{F} = \mathbf{F}(t) \quad (1.1.2)$$

由已知的 $\mathbf{F} = \mathbf{F}(t)$ 和质点运动所必须遵守的自然规律(运动定律)

$$\mathbf{F}(t) = m \frac{d^2 \mathbf{r}(t)}{dt^2} \quad (1.1.3)$$

作数学运算(积分),再代入初始条件,确定积分常数,便得到了式(1.1.1)的具体形式。

显然,在上面的推导过程中,假定了在所选定的坐标系中牛

顿运动定律 (1.1.3) 成立。这样的参考系 (坐标系) 可能不止一个。凡是牛顿 (Newton) 运动定律成立的参考系 (坐标系) 统称为惯性系。

把上面所讲的惯性系记作 S 系。现在设有另一个已知的惯性系 S' ，它和 S 系之间的关系完全已知 (例如，二者以已知的速度相对运动)。同一个质点在 S' 系中对应的坐标为 $x'(t)$ 、 $y'(t)$ 和 $z'(t)$ (假定两个系的钟指示相同的时间)；受力为 $F'(t)$ 。既然 S' 系也是惯性系，则根据惯性系的定义，其中也有与 (1.1.3) 形式相同的运动定律：

$$F'(t) = m' \frac{d^2 r'(t)}{dt^2} \quad (1.1.3a)$$

另一方面，根据已知条件 (包括已知的时间和空间概念)，可以由 $r(t)$ 和 $F(t)$ 以及 S 系和 S' 系间的已知关系求得 $r'(t)$ 和 $F'(t)$ 。这样确定的 $r'(t)$ 和 $F'(t)$ 是否满足式 (1.1.3a) 呢？下面我们将看到，按照经典力学的概念所确定的 $r'(t)$ 和 $F'(t)$ 是满足式 (1.1.3a) 的，即惯性系确实不止一个。

下面把 S' 系和 S 系之间的已知关系具体化。设 S' 系相对于 S 系以速度 v 运动， v 沿 x 轴方向，大小不变； $t=0$ 时两系的坐标轴对应重合 (图 1-1)。经时间 t 后，显然有 $OO' = vt$ 。设质点 P 在 S 系的坐标为 (x, y, z) ，在 S' 系中的坐标为 (x', y', z') ，则有

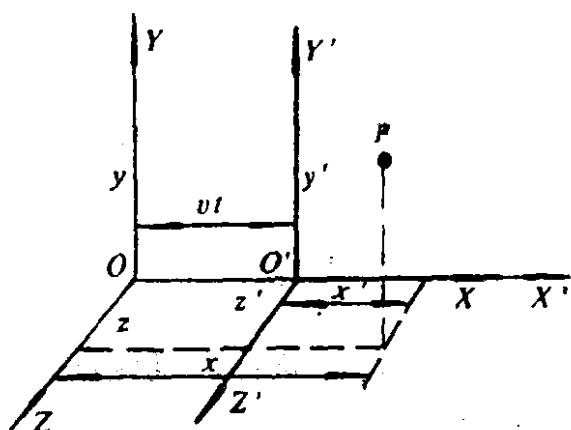


图 1-1

$$\begin{cases} x' = x - vt \\ y' = y \\ z' = z \\ t' = t \end{cases} \quad \text{或者} \quad \begin{cases} r' = r - vt \\ t' = t \end{cases} \quad (1.1.4)$$

其中 $t' = t$ 以及 $m' = m$ 是经典力学中所公认的概念。上式是按照经典力学中关于距离和时间的概念得到的，它反映了两个已知惯性系对同一质点运动不同的描述之间的对应关系，称为伽利略变换式。

1900 年以前的所有物理学家都毫不怀疑地认定它的正确性（注意，其中只涉及到时间和距离两个最基本的概念），也许现在的大部分读者仍然这样认为。这一问题我们将在后面讨论。现在我们要研究的是：已知的关系式 (1.1.4) 能否使式 (1.1.3) 和式 (1.1.3a) 同时成立。换言之，由式 (1.1.3) 和 (1.1.4) 能否得到 (1.1.3a)。如果能得到，则说明相对于惯性系 S 作匀速直线运动的任何坐标系都是惯性系，即在其中牛顿运动定律都成立。

由式 (1.1.4) 对 t 求微商得到（注意， $v = \text{const}$ ）：

$$\begin{cases} u'_x = u_x - v \\ u'_y = u_y \\ u'_z = u_z \end{cases} \quad \text{或者} \quad \mathbf{u}' = \mathbf{u} - \mathbf{v} \quad (1.1.5)$$

式中 $u_x = \frac{dx}{dt}$, $u'_x = \frac{dx'}{dt}$, ...。式 (1.1.5) 就是经典力学中的速度合成法则（或速度变换式），常写为 $\mathbf{u} = \mathbf{u}' + \mathbf{v}$ ，意即同一质点相对于 S' 系的速度与 S' 系相对于 S 系速度的矢量和等于此质点相对于 S 系的速度。

将式 (1.1.5) 对 t 求微商得到（注意， $v = \text{const}$ ）：

$$\begin{cases} a'_x = a_x \\ a'_y = a_y \\ a'_z = a_z \end{cases} \quad \text{或者} \quad \mathbf{a}' = \mathbf{a} \quad (1.1.6)$$

式中 $a_x = \frac{du_x}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2}$, $a'_x = \frac{du'_x}{dt} = \frac{d^2x'}{dt^2}$, ...。上式表明, 在伽利略变换下, 质点的加速度是不变量。或者说, 在经典力学中加速度是绝对的, 而速度是相对的。所谓绝对的, 是指一个物理量对于不同的坐标系具有相同的值 (坐标变换下的不变的量); 所谓相对的, 是指一个物理量对于不同坐标系有不同的值 (坐标变换下可变的量)。

在经典力学中, 对于伽利略变换, 除了加速度是绝对的 (不变的) 以外, 质量也是绝对的 ($m' = m$); 时间也是绝对的 ($t' = t$)。下面研究力的变换。

对于已知的各种相互作用力, 原则上总可以用其中任一种力来量度其余各种力。例如弹力、摩擦力和万有引力都可以用弹力来量度, 当然也都可以用万有引力来量度。设 S 系中两质点间的万有引力为

$$\mathbf{F} = G \frac{m_1 m_2}{r_{12}^3} \mathbf{r}_{12} \quad (1.1.7)$$

先考虑它的大小:

$$F_{12} = G \frac{m_1 m_2}{r_{12}^2} \quad (1.1.8)$$

上式右端, G 为恒量, $m_1 = m'_1$, $m_2 = m'_2$ 都是不变量。 $r_{12} = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2 + (z_1 - z_2)^2}$ 。由 (1.1.4) 知, r_{12} 也是不变量: $r_{12} = r'_{12}$ 。于是得到 $F = F'$ 。至于力的方向, 由三个方向余弦确定:

$$\begin{cases} \cos\alpha = \frac{x_1 - x_2}{\sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2 + (z_1 - z_2)^2}} \\ \cos\beta = \frac{y_1 - y_2}{\sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2 + (z_1 - z_2)^2}} \\ \cos\gamma = \frac{z_1 - z_2}{\sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2 + (z_1 - z_2)^2}} \end{cases} \quad (1.1.9)$$

由 (1.1.4) 可知, $\cos\alpha$ 、 $\cos\beta$ 和 $\cos\gamma$ 都是不变量。于是我们得到

$$\mathbf{F}' = \mathbf{F} \quad (1.1.10)$$

这样，牛顿运动定律 (1.1.3) 两端各量在伽利略变换下都是不变量。所以由 (1.1.3) 和 (1.1.4) 便得到 (1.1.3a)。即牛顿运动定律的数学形式保持不变，这在相对论中称为协变。下面分析这一结果的物理含意。

首先，相对于一惯性系作匀速直线运动的所有坐标系（参考系）都是惯性系；惯性系有无限多个。对于描述物体的运动规律而言，所有惯性系都得到相同的表述形式。换言之，在任何惯性系中，物体的运动规律都是相同的。这一结果称为力学的相对性原理。由上面的讨论可知，这一原理还可表述为：用任何力学实验都无法将两个惯性系区分开来。这是很明显的。因为在不同惯性系中，物体运动遵守相同的规律，所以在两个惯性系中做同一个力学实验时将得到相同的实验结果。例如，在一匀速行驶的列车上，做任何力学实验（如测单摆的周期等），都将和地上实验室内的结果相同。力学的相对性原理还可表述为：对于描述力学现象，任何惯性系都是平权的。

在写出伽利略变换式 (1.1.4) 时，人们默认了两个最基本的时空概念：时间是绝对的 ($t' = t$)，空间（距离）是绝对的 ($x' = x - vt$)。这后一式成立的前提是两个参考系（坐标系）中具有完全相同的标准尺（否则两端的量是不能相等的）。

上面的分析表明，力学的相对性原理和伽利略变换相一致，即和经典力学的时空概念（时间和空间距离是绝对的）相一致。它虽然合理地消除了“绝对静止”和“绝对运动”的概念，将它们代之以相对静止和相对运动的概念，但是它仍然不排斥“绝对时间”和“绝对空间”等概念的存在。下面我们将看到，按照经典力学的时空概念（伽利略变换），电磁现象不符合相对性原理。

§1.2 经典电磁学的结论

在经典物理学中，和牛顿运动定律能够描述所有的力学现象一样，麦克斯韦 (Maxwell) 方程组可以描述所有的电磁现象。

麦克斯韦方程组证明（预言）了电磁波的存在。它在真空中的传播速度为

$$c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}} \approx 2.997924562 \times 10^8 (\text{m/s}) \quad (1.2.1)$$

该值与真空中的光速恰好相等。人们很快就证明了光就是电磁波。电磁波（或光）传播速度的大小是和方向无关的（此处略去了证明），即沿任何方向传播的速度都等于 c 。而且在任一惯性系中都可以得到同样的结论：光速各向同性，都等于 c 。人们所作过的所有电磁学实验都和这一结论一致，无一例外。

直到十九世纪末，人们一直认为经典力学的概念和经典电磁学的结论全都是正确的，因为在此之前它们都是久经检验的。但是，下面我们将看到，在上述问题上，二者却是势不两立的。

按照经典力学的时空概念（伽利略变换），光在两个参考系（坐标系）中的传播速度应该遵守速度合成法则（1.1.5）。假设光在 S 系中传播是各向同性的，大小都等于 c 。则在 S' 系中便不再各向同性：沿两系相对速度 v 方向传播的光，速度应为 $(c + v)$ ；沿相反方向的则为 $(c - v)$ 。这意味着麦克斯韦方程组只能在一个特殊的惯性系中成立，电磁现象不符合经典力学中的相对性原理。

现在摆在我们面前的有两个方案，我们只能选择其中的一个。第一个方案是承认电磁学的结论：光在任何惯性系中都是各向同性的，大小都等于 c ，电磁现象（由麦克斯韦方程组决定）符合相对性原理；同时认定经典力学的速度合成法则是必须放弃的。第二个方案是承认速度合成法则正确，同时否定电磁学的（理论和实验的）结论——在不同惯性系中，光速都是各向同性的。简言之，在速度合成法则和光速不变这二者之间，只能有一个是正确的，另一个必须舍弃。

直到二十世纪初，几乎所有的物理学家都未能做出这一选择。因为他们认为二者都是正确的。1905年，伟大的物理学家爱因斯坦（Einstein）完成了这一突破——选择了上述第一方案。这就

是说，经典力学的速度合成法则是不可靠的，必须舍弃。下面让我们审查速度合成法则成立的依据，看其是否可靠。

假设一轮船以 2 米/秒的速度行驶，船上一运动员以 1 米/秒的速度（相对于船）行走，如图 1-2 所示。S 系固连于海岸，S' 系固连于船。按照速度合成法则，人对岸的速度为

$$u = u' + v = 2 + 1 = 3 \text{ (m/s)} \quad (1.2.2)$$



图 1-2

我们分析写成上式所根据的时空概念，看看它们是不是科学的。上式中的 2 米/秒是 S 系的观察者测得的：用 S 系的标准钟测得时间 1 秒，用 S 系的标准尺测得长度 2 米，于是得到轮船前进的速度 2 米/秒。而上式中的 1 米/秒却是 S' 系的观察者测得的：用 S' 系的标准钟测时间，用 S' 系的标准尺测长度。这两个数若能相加： $2 + 1 = 3$ ，必须要有两个先决条件：(1) S 系的标准钟指示的 1 秒钟和 S' 系标准钟指示的 1 秒钟是相等的；(2) S 系的 1 米和 S' 系的 1 米是相等的。否则上面的 2 和 1 是无法相加的。比如，2 尺加 1 寸怎能等于 3 尺呢？再分析运动的钟的快慢和岸上钟的快慢，为什么一定是一样的呢？运动的尺和岸上的尺为什么一定是一样长的呢？回答只能是（通常也正是）：“应该是这样”，“当然是这样”，“肯定是这样”。我们说这样的概念是经验的概念而不是科学的概念。它们的成立是没有任何科学根据的。

再看看与之势不两立的另一方——光速不变（在任何惯性系中都是各向同性的，且大小都等于 c ）。所有的电磁学实验（具有足够精确度的、在不同时间和不同惯性系中进行的）都证明了这一结论的正确性。因此，这一结论是科学的而不是经验的。

基于上面的分析，爱因斯坦确立了两条基本原理——光速不

变原理和狭义相对性原理，从而建立了崭新的理论：狭义相对论。

§1.3 狭义相对论的基本原理

(1) 光速不变原理

这一原理的内容是：在任何坐标系中，光沿任何方向的传播速度都等于 c （真空情况）。或者说，光的速度与光源的运动无关。

(2) 狭义相对性原理

这一原理是力学相对性原理的推广。即把相对性原理推广到包括电磁现象的领域。它的内容是：电磁学的定律和力学的定律一样，在任何惯性系中都是相同的。或者说，用任何物理实验（无论力学的还是电磁学的）都无法将两个惯性系区别开。这一原理还可以表述为：对于所描述的任何物理现象（无论力学的还是电磁学的），所有的惯性系都是平权的。

爱因斯坦决定舍弃伽利略变换式，这一决定是非常大胆的。因为伽利略变换式中包含着“公理式的”时空概念。这些概念是经过千百年来人们生活经验的总结所形成的，在人们的头脑中是根深蒂固的。爱因斯坦同时代的物理学家不曾有任何一个人怀疑过这些“公理式的”概念。要改变它们当然是极不容易的。因此可以预想到，狭义相对论将导出许多人们无法接受的“离奇的”结论。但它们却是科学的。科学的和经验的毕竟是两个本质不同的概念。

人们的经验往往是有局限性的，是粗糙的。十九世纪以前，人们所观察到的运动，其速度远小于光速。在这样特殊（局限）的条件下，伽利略变换式是正确的。但是当物体运动的速度接近光速时，伽利略变换式就不正确了。因此，作为理论上更普遍的关系式，伽利略变换式是没有资格的，是必须舍弃的。

为了说明狭义相对论所导出的概念的“离奇”，在此粗略地讨论一下“同时”、“早晚”等常遇到的时空概念。我们的根据是

狭义相对论的基本原理。

先讨论一下“同时”的概念。设在一次空战中的某一时刻，有两架敌机与我机成一直线飞行。地面上的观察者量得，一架在我机之前，与我机相距50万公里；另一架在我机之后，与我机相距50万公里，如图1-3所示。已知三架飞机的飞行速度都是20万公里/秒。此刻我机驾驶员一按电钮，同时向前后各发射一激光炮。设S系固连于地面，S'系固连于飞机。

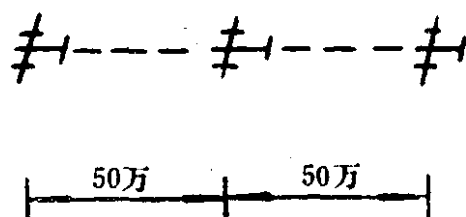


图 1-3

在S'系观察，根据光速不变原理，两束激光的速度都是30万公里/秒。两架敌机静止不动，而我机又位于两敌机连线的中点，所以两架敌机同时被摧毁。就是说，第一架敌机被摧毁和第二架敌机被摧毁这两个事件是同时发生的。可是在S系观察结果就不同了。根据光速不变原理，在S系中，两束激光的速度也都是30万公里/秒，一束向前，另一束向后。同时两架敌机也在运动。我们考虑向前发出的激光和前一架飞机的运动。在S系观察，飞机前进的速度是20万公里/秒，而激光前进的速度是30万公里/秒。因此，激光发射后，经过 $\frac{50}{30-20} = 5$ 秒钟，第一架敌机被摧毁。再考虑向后发射的激光和后一架敌机的运动。在S系观察，敌机是迎向激光的。因此，经过 $\frac{50}{30+20} = 1$ 秒钟，第二架敌机被摧毁。这就是说，第一个事件和第二个事件不是同时发生的：第二个事件比第一个事件早发生4秒。

本例说明，“同时”的概念是相对的。即同样两个事件，在某一个坐标系中观察是同时发生的，在另一个坐标系中观察则可能不是同时发生的。换句话说，要说两个事件是同时发生的还是不同步发生的，必须首先指出相对于哪个坐标系，否则是毫无意义的。

下面再讨论“早晚”的概念。在上例中，假设激光炮的发射装置出了点故障：地面上的观察者测得，按动电钮时，向前的一束激光即刻射出，而向后的一束推迟一秒射出。在 S' 系中观察，第一架敌机被摧毁较第二架敌机被摧毁早发生 1 秒。而在 S 系中观察，第二架敌机被摧毁却较第一架敌机被摧毁早发生 3 秒。这就是说，同样两个事件， S 系观察结果是第二事件比第一事件早些；而 S' 系观察结果相反：第一事件比第二事件早些。

上面的分析表明，“早些”和“晚些”的概念也都是相对的。

本节中所进行的计算都是定性的。但这并不影响所得结论（关于“同时”，“早晚”）的正确性。在学了第 §1.5 节之后，读者可再行验算。

在这里，读者可能提出这样的问题：是否存在这样一些事件，它们的发生，在任何惯性系观察都是同时的？又是否存在这样一些事件，它们发生的先后次序（“早些”或“晚些”）是绝对的？回答是：这两类事件都存在。读者可在学习了 §1.5 和 §1.9 之后自己解决这一问题。

§1.4 相对论的运动学效应

在前一节中我们已经看到，只要承认狭义相对论的基本原理，就必然得到一系列与人们头脑中已有的经典时空概念相抵触的新结果。如“同时”的相对性等。通常人们认为“同时”的概念是绝对的，即如果一个惯性系观察到两个事件（不同地点）同时发生，则任何惯性系都应得到同一结论：这两个事件是同时发生的。现在，根据狭义相对论，结果就不同了。比如两个小孩出生这两个事件，一个发生在中国，另一个发生在罗马尼亚。如果在一个惯性系（如地球上的）得到“小孩甲和小孩乙同年龄”的结论，则在另一惯性系（如某一飞船上的）便会得到“甲比乙年龄大”的结论；而在其他惯性系还会得到“甲比乙年龄小”的结论。只要我们坚信狭义相对论的基本原理是有坚实的科学基础