



北京市高等教育精品教材立项项目

李鉴增 狄增如 赵 峥 编著

近代物理教程



北京师范大学出版社
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PRESS

041
49

北京市高等教育精品教材立项项目

李鉴增 狄增如 赵 峥 编著

近代物理教程



北京师范大学出版社

BEIJING NORMAL UNIVERSITY PRESS

地址：北京

内容简介

全书共分十二章,包括狭义相对论、广义相对论、量子论、统计物理、自组织理论等基本理论,及其在原子、半导体、激光、原子核、粒子、混沌现象和天体物理中的应用.在自组织理论与混沌一章中主要介绍远离平衡的自组织现象,动力系统及分支理论,混沌动力系统,分形与分维等知识;广义相对论中主要介绍其物理思想、实验验证,以及它同狭义相对论和牛顿力学的区别;天体物理部分则主要介绍宇宙论和黑洞等内容.

全书贯彻循序渐进和少而精的原则,努力做到知识性、趣味性和可读性相结合,主要讲清有关的基本概念和基本定律,广泛介绍各基本理论的思路 and 主要结论,特别是各领域的最新研究成果.

图书在版编目(CIP)数据

近代物理教程/李鉴增,狄增如,赵峥编著. —2版.
北京:北京师范大学出版社,2006.7
北京市高等教育精品教材立项项目
ISBN 7-303-01233-8

I. 近… II. ①李…②狄…③赵… III. 物理学—高等学校—教材 IV. 041

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 061788 号

北京师范大学出版社出版发行
(北京新街口外大街 19 号 邮政编码:100875)

<http://www.bnup.com.cn>

出版人:赖德胜

唐山市润丰印务有限公司印装 全国新华书店经销
开本:170 mm × 230 mm 印张:26.25 字数:404 千字

2006 年 6 月第 2 版 2006 年 6 月第 1 次印刷

印数:1 ~ 3 000 册 定价:40.00 元

前 言

为了在理工科大学生中加强“近代物理”课程的教学,使学生对近代物理的基本内容、研究方法以及当前的研究现状有一个基本的较全面的了解,中国传媒大学(原北京广播学院)的李鉴增教授和北京师范大学的赵峥教授在1992年出版了《近代物理教程》一书.在十多年的使用过程中,本书受到了使用学校的老师、同学的欢迎和有关专家的较高评价.2004年,本书决定再版,并被列入北京市精品教材项目,得到了北京市教委的大力支持.

在这次再版中,我们认真对全书进行了修订,增加了近十多年来在近代物理相关领域中的最新研究成果.考虑到近年来“自组织理论”的研究非常活跃,应用领域很广泛,我们在这次再版中特别增加了“统计物理”和“自组织理论与混沌”两章,使本书对近代物理内容的介绍更加丰富和全面.各校可根据本专业的特点及要求,选讲其中的若干内容,其余部分可作为补充读物,供有兴趣的学生自学.

在这次再版中,我们继承了原版的一些优点,注意贯彻循序渐进和少而精的原则,努力做到知识性、趣味性和可读性相结合,抓住物理本质,尽量避免繁琐的数学推导,主要讲清有关的基本概念和基本定律,广泛介绍各基本理论的思路 and 主要结论,特别是各领域的最新研究成果.尽管我们在再版中力求认真、精心,一丝不苟,也纠正了原版中的个别错误,但也难免还存在一些错误,恳请大家批评指正.

这次再版中第一章至第八章由中国传媒大学的李鉴增教授负责修订,第九章和第十章由北京师范大学的狄增如教授负责编写,第十一章和第十二章由北京师范大学的赵峥教授负责修订,全书由李鉴增教授负责统稿.

在本书再版之际,我们要感谢北京市教委和中国传媒大学对本书出版的支持,感谢北京师范大学梁灿彬教授在原版编写过程中的指导和帮助,感谢北京师范大学出版社李桂福编审和胡镜寰教授认真细致的审校和编辑工作.

编 者

2005年11月

目 录

第一章 狭义相对论	(1)
§ 1 狭义相对论的基本原理	(1)
1.1 迈克耳孙-莫雷实验	(1)
1.2 狭义相对论的产生.....	(3)
1.3 狭义相对论的基本原理.....	(4)
§ 2 洛伦兹变换	(5)
2.1 伽利略变换.....	(5)
2.2 洛伦兹变换.....	(6)
2.3 洛伦兹变换的简单推论.....	(10)
§ 3 相对论运动学	(13)
3.1 相对论速度变换公式.....	(13)
3.2 动尺收缩效应.....	(14)
3.3 动钟变慢效应.....	(16)
3.4 相对论运动学问题的计算.....	(18)
§ 4 相对论质点动力学	(21)
4.1 相对论质量和动量.....	(21)
4.2 相对论质点运动方程.....	(23)
4.3 相对论能量.....	(24)
习题	(28)
第二章 光的粒子性	(31)
§ 1 黑体辐射	(31)
1.1 热辐射的基本概念.....	(31)
1.2 黑体.....	(33)
1.3 基尔霍夫定律.....	(33)
1.4 黑体辐射的基本规律.....	(35)
1.5 黑体的光谱辐射出射度.....	(36)

1.6	普朗克能量量子假说	(37)
§ 2	光电效应和爱因斯坦光子理论	(39)
2.1	光电效应实验规律	(39)
2.2	爱因斯坦光电效应方程	(41)
2.3	光电效应的应用	(42)
§ 3	康普顿效应	(45)
3.1	康普顿效应的实验规律	(45)
3.2	光子理论对康普顿效应的解释	(46)
	习题	(48)
第三章	实物粒子的波动性	(50)
§ 1	德布罗意波	(50)
1.1	德布罗意假设	(50)
1.2	电子衍射实验	(52)
1.3	对“波粒二象性”的理解	(54)
§ 2	波函数	(55)
§ 3	薛定格方程及其应用	(58)
3.1	薛定格方程的建立	(58)
3.2	定态薛定格方程	(60)
3.3	一维方势阱	(61)
3.4	势垒穿透	(64)
3.5	线性谐振子	(67)
§ 4	不确定关系	(69)
	习题	(73)
第四章	原子结构	(75)
§ 1	玻尔理论	(75)
1.1	原子的核模型	(75)
1.2	氢原子光谱的实验规律	(78)
1.3	玻尔理论	(80)
1.4	弗兰克-赫兹实验	(84)
1.5	玻尔理论的成就与困难	(86)
§ 2	量子力学对氢原子的处理	(87)
2.1	定态薛定格方程的求解	(87)
2.2	量子数	(91)

2.3	概率分布和电子云·····	(92)
2.4	电子自旋·····	(94)
2.5	用自旋-轨道相互作用解释光谱线的精细结构 ·····	(96)
§ 3	多电子原子概述 ·····	(96)
3.1	泡利不相容原理和能量最小原理·····	(97)
3.2	壳层结构与元素周期表·····	(97)
3.3	角动量的耦合·····	(100)
3.4	原子状态符号·····	(101)
3.5	选择定则·····	(102)
§ 4	碱金属原子 ·····	(103)
4.1	碱金属原子的能级·····	(103)
4.2	碱金属原子光谱·····	(105)
§ 5	具有两个价电子的原子 ·····	(108)
5.1	原子状态的表示·····	(108)
5.2	氦原子结构·····	(108)
5.3	氦原子光谱·····	(110)
	习题 ·····	(111)
第五章	激光 ·····	(114)
§ 1	光的自发辐射和受激辐射 ·····	(114)
1.1	爱因斯坦自发辐射系数·····	(114)
1.2	爱因斯坦受激辐射和受激吸收系数·····	(116)
1.3	爱因斯坦系数之间的关系 ·····	(116)
1.4	光谱线的宽度·····	(117)
§ 2	激光的基本原理 ·····	(118)
2.1	粒子数反转·····	(118)
2.2	谐振腔·····	(121)
2.3	激光的纵模·····	(124)
§ 3	激光的特性和应用 ·····	(126)
§ 4	激光器简介 ·····	(128)
4.1	固体激光器·····	(129)
4.2	气体激光器·····	(130)
4.3	液体激光器·····	(132)
4.4	半导体激光器·····	(133)

§ 5 激光通信	(134)
5.1 光信号的调制	(135)
5.2 光信号的传输 光导纤维	(136)
5.3 光信号的放大	(138)
5.4 光信号的解调	(140)
习题	(141)
第六章 固体导电理论	(143)
§ 1 晶体	(143)
1.1 晶格结构	(143)
1.2 晶体的键合	(145)
§ 2 晶体的能带结构	(147)
2.1 晶体中电子运动的研究方法	(147)
2.2 克隆尼格-彭奈模型	(148)
2.3 能带	(149)
2.4 晶体的导电性	(150)
§ 3 导体、绝缘体和半导体	(151)
3.1 导体	(151)
3.2 绝缘体	(151)
3.3 半导体	(152)
§ 4 N 型半导体和 P 型半导体	(153)
4.1 N 型半导体	(153)
4.2 P 型半导体	(154)
§ 5 半导体器件	(155)
5.1 晶体二极管	(155)
5.2 晶体三极管	(157)
5.3 半导体集成电路	(160)
5.4 其他半导体器件	(161)
§ 6 超导电性	(161)
6.1 超导电现象	(162)
6.2 超导体的宏观特性及应用	(164)
6.3 BCS 理论	(166)
6.4 约瑟夫森效应	(167)
习题	(168)

第七章 原子核物理	(170)
§ 1 原子核的基本性质	(170)
1.1 原子核的组成和大小	(170)
1.2 原子核的运动	(172)
1.3 原子核的结合能	(173)
1.4 核力	(174)
§ 2 放射性	(175)
2.1 放射性的基本规律	(175)
2.2 α 放射性	(178)
2.3 β 放射性	(180)
2.4 放射系	(182)
2.5 γ 放射性	(185)
2.6 其他放射性	(186)
2.7 放射性同位素的应用	(187)
§ 3 原子核结构模型	(188)
3.1 液滴模型	(188)
3.2 壳层模型	(189)
3.3 综合模型	(192)
§ 4 原子核反应	(193)
4.1 核反应	(193)
4.2 反应能	(194)
4.3 中子核反应	(196)
4.4 超铀元素的获得	(197)
§ 5 重核的裂变	(198)
5.1 裂变机制	(199)
5.2 链式反应	(200)
5.3 裂变反应堆	(200)
§ 6 轻核的聚变	(202)
6.1 聚变反应	(202)
6.2 热核聚变	(203)
6.3 冷核聚变	(205)
习题	(206)

第八章 粒子物理	(208)
§ 1 高能粒子源	(208)
1.1 宇宙线.....	(208)
1.2 高能加速器.....	(210)
§ 2 粒子的分类	(211)
2.1 传递相互作用的粒子.....	(212)
2.2 轻子.....	(212)
2.3 强子.....	(213)
§ 3 粒子的特性和守恒定律	(215)
3.1 重子数和轻子数.....	(215)
3.2 奇异数、粲数和底数.....	(216)
3.3 同位旋.....	(217)
3.4 宇称.....	(220)
3.5 CPT 定理	(221)
§ 4 夸克模型	(223)
§ 5 粒子的相互作用及其统一模型	(226)
5.1 4 种相互作用	(226)
5.2 电弱统一理论.....	(228)
5.3 大统一理论.....	(229)
5.4 超弦理论.....	(230)
习题	(231)
第九章 统计物理基础	(232)
§ 1 系统的宏观描述和热力学定律	(232)
1.1 系统及其宏观状态.....	(232)
1.2 系统宏观状态的变化与热力学定律.....	(234)
1.3 对理想气体的分析.....	(237)
§ 2 系综理论和玻尔兹曼统计	(240)
2.1 统计系综.....	(240)
2.2 经典粒子的玻尔兹曼统计.....	(241)
2.3 与热力学宏观量的联系.....	(243)
2.4 对理想气体的应用.....	(245)
§ 3 量子统计和玻色-爱因斯坦凝聚	(247)
3.1 量子体系的特点.....	(247)

3.2	玻色统计和费米统计.....	(249)
3.3	费米能级和玻色-爱因斯坦凝聚	(250)
	习题	(252)
第十章	自组织理论与混沌	(255)
§ 1	非平衡统计与自组织理论	(255)
1.1	非平衡状态.....	(255)
1.2	开放系统的热力学第二定律.....	(256)
1.3	不可逆过程的流和力 昂萨格倒易关系.....	(257)
1.4	熵产生率与最小熵产生定理.....	(258)
1.5	远离平衡的自组织现象.....	(260)
§ 2	动力系统及分支理论	(264)
2.1	宏观状态的演化和动力系统.....	(264)
2.2	线性系统定态解的稳定性及其分类.....	(265)
2.3	线性稳定性分析.....	(267)
2.4	分支行为.....	(269)
2.5	自组织现象的几个例子.....	(270)
§ 3	混沌动力系统	(273)
3.1	混沌现象.....	(274)
3.2	一维逻辑斯谛 (Logistic) 映射	(277)
3.3	刻画混沌吸引子的方法.....	(280)
3.4	通往混沌的道路.....	(283)
§ 4	分形与分维	(284)
4.1	分形结构的基本特征.....	(284)
4.2	分维.....	(286)
4.3	几种规则分形及其分维.....	(288)
4.4	实际系统中的分形与分维.....	(293)
	习题	(296)
第十一章	广义相对论基础	(298)
§ 1	相对论的数学基础	(298)
1.1	四维矢量与张量.....	(298)
1.2	张量代数.....	(304)
1.3	度规张量.....	(305)
1.4	协变微分.....	(307)

1.5	曲率	(308)
1.6	测地线	(308)
1.7	世界线	(309)
1.8	时空的光锥结构	(310)
§ 2	广义相对论的建立	(311)
2.1	等效原理	(311)
2.2	马赫原理	(314)
2.3	引力场的几何化	(315)
§ 3	广义相对论中物理定律的导出	(317)
§ 4	引力场的时间延缓效应	(318)
§ 5	爱因斯坦场方程和史瓦西解	(320)
§ 6	广义相对论的实验验证	(322)
6.1	水星近日点的进动	(322)
6.2	星光在太阳引力场中的偏折	(323)
6.3	引力红移	(323)
6.4	雷达回波的延缓	(325)
6.5	引力波的探测	(326)
	习题	(327)
第十二章	天体物理学	(328)
§ 1	天文学基础知识	(329)
1.1	天体距离的测量方法	(329)
1.2	太阳系	(332)
1.3	银河系	(333)
1.4	星系群、星系团和超星系团	(334)
§ 2	宇宙研究简史	(335)
§ 3	宇宙学原理	(341)
3.1	宇宙学原理	(341)
3.2	罗伯特-沃克度规	(342)
§ 4	大爆炸宇宙论	(343)
4.1	宇宙演化的历史	(343)
4.2	未来宇宙的演化	(346)
4.3	天文观测对大爆炸宇宙论的验证	(349)
4.4	暴涨宇宙论	(350)

4.5	暗物质与暗能量.....	(353)
§ 5	恒星的形成和演化	(353)
5.1	赫罗图.....	(354)
5.2	从原恒星到主序星.....	(355)
5.3	主序星.....	(356)
5.4	红巨星.....	(356)
5.5	恒星的爆发.....	(357)
5.6	白矮星.....	(358)
5.7	中子星.....	(358)
5.8	黑洞.....	(360)
§ 6	史瓦西黑洞和克尔黑洞	(361)
6.1	史瓦西黑洞的性质.....	(361)
6.2	史瓦西黑洞的克鲁斯卡坐标表示.....	(364)
6.3	克尔黑洞.....	(366)
§ 7	黑洞的搜寻和利用	(367)
7.1	黑洞的大小.....	(368)
7.2	探测黑洞方案.....	(369)
7.3	黑洞的可能利用.....	(370)
§ 8	黑洞物理学简介	(371)
8.1	经典黑洞理论的几个定理.....	(371)
8.2	黑洞热力学.....	(373)
	习题	(375)
附录		(376)
I	部分习题答案.....	(376)
II	一些物理常量.....	(381)
III	电子组态.....	(382)
IV	中性原子质量、半衰期、比结合能.....	(384)
V	化学元素周期表.....	(399)
VI	粒子简表.....	(400)

第一章 狭义相对论

爱因斯坦在 1905 年创立的狭义相对论，是在引力场可以忽略时，关于时间、空间和运动关系的理论。它把牛顿力学中对宏观低速运动物体的研究推广到高速运动物体，得到了一整套崭新的时空观，使人们对时空的认识出现了一个飞跃。相对论（狭义相对论和广义相对论）不仅同量子力学一起构成了近代物理的两大支柱，而且是现代工程技术不可缺少的理论基础。一个世纪以来，它经受住了客观实践的检验，所得出的结论与观测（或实验）符合得非常好。

尽管狭义相对论也可以用来讨论引力场可以忽略时非惯性系中的问题，但本章只研究物体在惯性系中的运动。

§ 1 狭义相对论的基本原理

1.1 迈克耳孙-莫雷实验

我们知道，在牛顿力学中有一个重要的原理，这就是伽利略相对性原理。它认为，在任何惯性参考系中力学定律都具有相同的形式。这一原理能否推广到整个经典物理？人们发现，它在麦克斯韦的电磁理论中遇到了问题。麦氏理论的一个伟大成果是预言电磁波的存在，并证明电磁波在真空中的速度与真空中的光速 c 相同，从而揭示了光的电磁本性。如果伽利略相对性原理可以推广到电磁学，则麦克斯韦方程在所有惯性系中也应满足，因而光波在所有惯性系中的速率都应为 c ；然而，由熟知的经典速度合成公式可知，如果光波对某惯性系的速率为 c ，对其他惯性系就不会是 c （因为各惯性系间有相对速度）。

因此，人们在 19 世纪普遍认为，相对性原理在电磁学中不成立，麦克斯韦电磁场理论只在一个特殊的惯性系中成立。在该惯性系中，光在真空中的速度是 c ；而在其他的惯性系中，光在真空中的速度都不是 c 。这个特殊的惯性系被称为“以太系”。

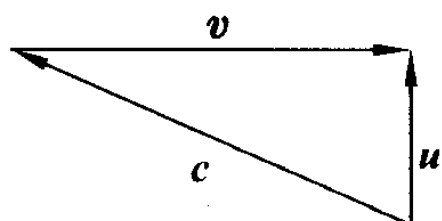


图 1-1 光相对于以太系和地球的速度

1881 年, 美国物理学家迈克耳孙和莫雷开始进行有名的迈克耳孙-莫雷实验. 他们企图用迈克耳孙干涉仪测定地球相对于以太系的速度. 由于地球在绕太阳转动, 地球与以太之间可能有相对运动, 这就使光相对于地球的速率不是 c . 设以太系相对于地球的速度为 v , 当光与 v 同向时, 光对地球的速率 $u = c + v$; 当光与 v 反向时, 光对地球的速率 $u = c - v$; 当光与 v 垂直时 (如图 1-1, 此图可看作对地面的俯视图), 则光相对于地球速率 $u = \sqrt{c^2 - v^2}$ (所谓光与 v 垂直, 是地球观者所看到的, 即应是 u 与 v 垂直, 既然假设地球与以太之间有相对速度 v , 光相对于以太的速度 c 就不与 v 垂直, 根据相对速度公式 $c + v = u$, 即得图 1-1). 为了判明光相对于地球的速率是否真有这样的不同, 迈克耳孙和莫雷设计了图 1-2 所示的实验.

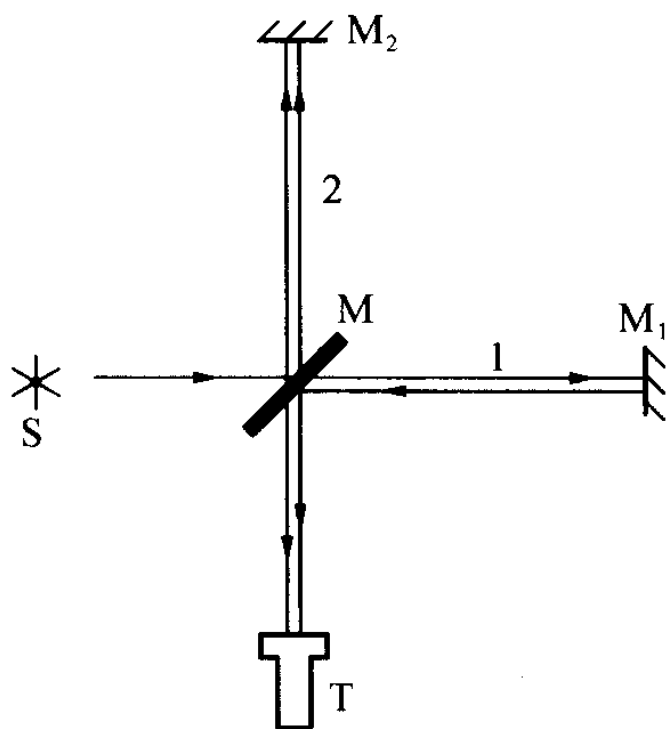


图 1-2 迈克耳孙-莫雷实验

令光从光源 S 发出, 经一个 45° 放置的半透明镜面 M 后一半透射 (光线 1)、一半反射 (光线 2). 光线 1 被镜 M_1 反射回 M , 又被 M 反射而进入望远镜 T ; 光线 2 被镜 M_2 反射后经 M 透射也进入 T ; 两光线发生干涉的图像取决于光程差, 而光程差又取决于光速. 设光线 1 与以太速度 v 平行, 忽略透镜折射率对光速的影响, 则光线 1 从 M 到 M_1 再回到 M 的时间为

$$t_1 = \frac{L_1}{c + v} + \frac{L_1}{c - v} = \frac{2L_1}{c(1 - v^2/c^2)}$$

其中 L_1 是 M 与 M_1 的距离. 因为光线 2 与以太速度 v 垂直, 则光线 2 从 M 到 M_2 再回到 M 的时间为

$$t_2 = \frac{2L_2}{\sqrt{c^2 - v^2}} = \frac{2L_2}{c(1 - v^2/c^2)^{1/2}}$$

其中 L_2 是 M 与 M_2 的距离. 两光线到达 T 的时间差

$$\Delta t = t_2 - t_1 = \frac{2}{c} \left[\frac{L_2}{(1 - v^2/c^2)^{1/2}} - \frac{L_1}{(1 - v^2/c^2)} \right]$$

决定着干涉花样. 将整个仪器水平旋转 90° , 使光线 2 与以太速度 v 平行, 光线 1 与以太速度 v 垂直, 时间差就变为

$$\Delta t' = t_2' - t_1' = \frac{2}{c} \left[\frac{L_2}{(1 - v^2/c^2)} - \frac{L_1}{(1 - v^2/c^2)^{1/2}} \right]$$

将 $\Delta t' - \Delta t$ 用牛顿二项式定理展开, 忽略掉 v^2/c^2 的高阶项得

$$\Delta t' - \Delta t \approx \frac{L_1 + L_2 v^2}{c^2}$$

只要 $v \neq 0$, 旋转后的干涉花样就应有改变. 但迈克耳孙和莫雷及许多后人做的多次实验都没有发现任何改变, 说明 $v = 0$. 这表明, 地球虽然绕太阳运动, 但它与以太系之间没有相对速度. 为了维持以太系的存在, 有人只好假定以太被地球拖着以同一速度运动 (从而 $v = 0$), 但这又与其他实验 (如“光行差实验”, 略) 矛盾.

惟一合理的解释是以太系根本不存在, 真空中的光速在所有参考系中都是 c .

1.2 狭义相对论的产生

前已述及, 电磁理论中的真空光速相对于各个参考系都是 c , 与牛顿力学相矛盾. 人们不得不面临两种选择:

1) 要么修改麦克斯韦电磁场理论, 得出满足经典力学速度合成公式的真空光速.

2) 要么坚持麦克斯韦电磁场理论, 修改牛顿力学的速度合成公式, 以至整个牛顿力学, 以使二者相一致.

有人寻求第一种选择, 但他们修改后的理论所预言的电学现象被实验所否定.

爱因斯坦采取了第二种选择, 即认为麦克斯韦电磁场理论是正确的, 但要修改牛顿力学. 他经过许多年的反复思考, 对“绝对同时性”提出了质疑, 成为他解决这个问题的突破口.

绝对同时性认为,对某个观者(参考系)同时发生的两个事件,对其他观者也一定同时发生.这与人们的直觉完全一致.爱因斯坦指出,当问题涉及高速运动时,这是不正确的.他用以下爱因斯坦火车的例子说明这一点.

设火车以匀速 v 向右行进的过程中,发生两次雷击,分别都打在火车和地上,留下4个永久性的记号,分别用 A 、 B 和 A' 、 B' 表示,如图1-3所示.令火车与地面上的观察者 C 和 C' 位于自身参考系中两个记号的中点,即 $AC=BC$, $A'C'=C'B'$.在图中所示位置, A 和 A' 重合, B 和 B' 重合时, C 和 C' 也重合.

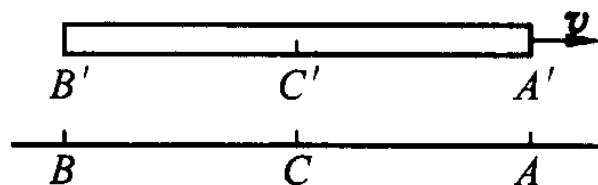


图 1-3 爱因斯坦火车

如果观者 C 看到两个雷击是同时发生的,则由 A 和 B 发出的光同时到达 C .由于光信号的传播需要一定的时间,火车向右运动,从 A 和 A' 发出的信号只有在通过 C' 后才能到达 C ,即先到 C' 后到 C 点;同样,从 B 和 B' 发出的信号则先到 C 点后到 C' 点.由于两光同时到 C ,则一定不同时到 C' ,因而 C' 看到这两个事件不同时发生,而是先击中 A 和 A' 点,后击中 B 和 B' 点.

反过来,若火车观者看见光信号同时到达 C' ,认为这两个事件同时发生,则 A 和 A' 发出的信号到达 C 时将落后于 B 和 B' 发出的信号,即地面观者认为雷电先击中 B 和 B' 点,后击中 A 和 A' 点.

这个例子说明,同时是相对的,对某一参考系是同时发生的两个事件,对另一参考系不一定是同时的.当问题只涉及低速运动时,同时的相对性很不明显,所以人们由直觉而得的经验认为同时是绝对的.由于经典物理中的速度合成公式是绝对同时性的产物,因此它只能是一个正确的速度合成公式在低速情况下的近似.

基于对绝对同时性的否定,爱因斯坦在1905年发表著名论文《论运动物体的电动力学》,宣告了狭义相对论的诞生.

1.3 狭义相对论的基本原理

爱因斯坦创立的狭义相对论是从两条基本原理出发得出的.什么叫原理?原理是从实践中总结、推广而得出的一种假设.作为新理论的基础,它不能用旧理论来证明;它是否正确,只能看它推出的结论能否经得住实践的检验.如果它推出的一切结论都能经受实践的检验,则说明它是正确的.近百年来的科学技术实践证明,在引力场可以忽略时,狭义相对论的一切结论都同实验符