

高等学校教材

近代物理学 导论

恽 瑛 朱培豫 曹 恕 编

高等教育出版社

JIN DAI · WU LI · DA O LU N

JIN DAI · WU LI · DA O LU N

近代物理学导论

恽 瑛 朱培豫 曹 恕 编

高等教育出版社

内 容 提 要

本书是作者在东南大学等校多次讲授“近代物理”课程的基础上,根据所写讲义整理、修改而成的。

本书是近代物理的入门书,内容叙述深入浅出,取材丰富。每章都附有例题和习题,利于引导初学者入门,并能引起初学者的兴趣。全书内容包括:狭义相对论,电磁辐射的粒子性,玻尔-索末菲氢原子理论,量子力学初步,多电子原子,量子统计法,激光简介,固体导电和半导体,原子核物理学,粒子物理学。讲授全部内容约需 40~50 学时。

本书可作为工科院校大学生、研究生的近代物理课程的教学用书,也可供广大的科学技术人员参考。

高等学校教材

近代物理学导论

恽 瑛 朱培德 曹 恕 编

*

高等教育出版社出版

新华书店总店北京科技发行所发行

民族印刷厂印刷

*

开本 850×1168 1/32 印张 10.5 字数 250 000

19 91 年 5 月第 1 版 19 91 年 5 月第 1 次印刷

印数 0001— 1 585

ISBN 7-04-003090-X/O·960

定价 3.50 元

前 言

本世纪以来的八十余年中,物理学获得了飞速发展,形成了以相对论和量子物理为两大基础的近代物理学。物理学和其他科学的结合,形成了许多边缘科学。尤其重要的是,物理学与现代工程技术的关系越来越密切。近十余年来,许多国家,如美国、日本、苏联和欧洲各国的理工科大学的基础物理的教材中,近代物理部分所占的比重都有逐渐增加的趋势。

随着我国工农业生产的发展,科学技术的进步,要求工科大学生掌握和了解更多的近代物理知识。我们认为工科大学的大学物理课程,在足够重视经典物理的同时,有必要适当地加强近代物理。搞好近代物理教学是提高工科大学物理教学质量的关键之一。通过近代物理教学,使工科大学生具备一定的近代物理基础知识,广开眼界,拓宽思路,既有利于学习其他课程,也有利于今后把近代物理知识运用到工程技术工作中去。

本书分十章:狭义相对论,电磁辐射的粒子性,玻尔-索末菲氢原子理论,量子力学初步,多电子原子,量子统计法,激光简介,固体导电和半导体,原子核物理学,粒子物理学。讲授全部内容约需40~50学时,教师可视 ([具体情况] 进行增删。

1980年以来,本书初稿曾在编者所在学校试用多次,它既可以与经典部分连在一起作为一个完整内容,也可以将它们分别讲授,或独立开设选修课。实践说明,这一课程是受欢迎的。因为它不仅提供了近代物理的丰富知识,而且有助于培养学生的逻辑思维能力。在近代物理的发展过程中,一连串崭新的物理概念和理论的

创立，以及一系列富有新意的实验，可启发学生勇于攀登科学高峰、敢于创新的精神。

本书由恽瑛、朱培豫提供初稿，在吸取各方面意见后，由恽瑛、朱培豫和曹恕提出了修改稿。经国家教委工科物理课程指导委员会委托刘佑昌、况惠孙教授，以及王殖东、刘书声教授和程光卿副教授在1986年10月于长沙召开了审稿会。按照长沙会议的意见，进一步进行了修改，并继续进行教学实践。最后在刘佑昌教授主持下定稿。全书由曹恕负责统稿。对于上述几位教授的热情帮助，尤其是刘佑昌教授认真、仔细的审查，编者谨在此表示由衷的、诚挚的谢意。由于编者水平所限，有不当或错误之处，恳请读者批评指正。

编 者

1988年6月于南京

目 录

第一章 狭义相对论	1
§ 1.1 伽利略变换 力学的相对性原理.....	1
§ 1.2 狭义相对论的历史背景.....	4
§ 1.3 爱因斯坦的两条基本假设 洛伦兹变换.....	8
§ 1.4 同时的相对性 长度收缩 时间膨胀.....	13
§ 1.5 速度相加定理 多普勒频移效应.....	21
§ 1.6 相对论的动量、质量和动力学基本方程.....	27
§ 1.7 相对论的能量 质能关系.....	31
习题.....	38
第二章 电磁辐射的粒子性	41
§ 2.1 热辐射.....	42
§ 2.2 黑体辐射的经典理论.....	47
§ 2.3 黑体辐射的量子理论.....	53
§ 2.4 斯忒藩-玻耳兹曼定律和维恩位移定律.....	57
§ 2.5 光电效应和爱因斯坦方程.....	60
§ 2.6 康普顿效应.....	67
§ 2.7 电子偶的产生和湮没.....	71
习题.....	76
第三章 玻尔-索末菲氢原子理论	79
§ 3.1 氢原子光谱.....	79
§ 3.2 玻尔氢原子理论.....	82
§ 3.3 考虑原子核运动引起的修正.....	89
§ 3.4 夫兰克-赫兹实验.....	91
§ 3.5 玻尔-索末菲氢原子理论.....	94
§ 3.6 对应原理.....	102
习题.....	103

第四章 量子力学初步	106
§ 4.1 波粒二象性 德布罗意假设	106
§ 4.2 戴维孙-革末电子衍射实验	108
§ 4.3 几率波 德布罗意波的统计解释	112
§ 4.4 海森伯不确定关系	113
§ 4.5 薛定谔方程	117
§ 4.6 一维势阱 势垒	119
§ 4.7 线性谐振子	125
§ 4.8 氢原子的薛定谔方程解	130
§ 4.9 量子数的物理意义 轨道角动量空间取向量子化	138
习题	142
第五章 多电子原子	145
§ 5.1 碱金属原子的光谱	145
§ 5.2 电子自旋 原子的矢量模型	150
§ 5.3 原子的总角动量 L - S 耦合	154
§ 5.4 原子的磁矩 外磁场对原子的作用	161
§ 5.5 斯特恩-革拉赫实验	165
§ 5.6 塞曼效应	168
§ 5.7 泡利不相容原理和原子的壳层结构	170
习题	175
第六章 量子统计法	177
§ 6.1 相空间	177
§ 6.2 费密-狄喇克统计	179
§ 6.3 玻色-爱因斯坦统计	185
§ 6.4 光子气和黑体辐射普朗克公式	187
§ 6.5 麦克斯韦-玻耳兹曼统计	189
习题	192
第七章 激光简介	194
§ 7.1 自发辐射受激辐射和受激吸收	194
§ 7.2 光放大和粒子数反转	197
§ 7.3 激光的产生 光学谐振腔	202

§ 7.4 激光的特性和应用	207
习题	211
第八章 固体导电和半导体	212
§ 8.1 导电电子和自由电子气模型	212
§ 8.2 导电电子的热容量	217
§ 8.3 费密面和电导率	223
§ 8.4 固体中的能带	225
§ 8.5 晶体中电子的运动速度 电子的有效质量	229
§ 8.6 金属、半导体和绝缘体 空穴概念	232
§ 8.7 半导体的能带结构	237
§ 8.8 载流子浓度 本征半导体	238
§ 8.9 掺杂半导体	241
§ 8.10 本征导电区和杂质导电区	243
§ 8.11 p-n 结的整流作用	245
习题	251
第九章 原子核物理	253
§ 9.1 原子核的一般性质	253
§ 9.2 核力	257
§ 9.3 放射性衰变	258
§ 9.4 核反应	268
§ 9.5 中子物理	271
§ 9.6 核裂变	272
§ 9.7 核聚变	279
§ 9.8 核物理的某些应用	282
§ 9.9 穆斯堡尔效应	287
* § 9.10 粒子探测器	290
习题	296
第十章 粒子物理学	298
§ 10.1 粒子发现简史	298
§ 10.2 粒子的分类	303
§ 10.3 量子数 守恒定律	306

第一章 狭义相对论

1905 年爱因斯坦(A. Einstein)发表了狭义相对论,经过大量实验的严格验证,表明狭义相对论的确反映了客观世界的运动规律,得到了科学界的确认.狭义相对论是近代物理学和近代科学技术的一个重要支柱.在原子物理、原子核物理和高能物理的研究中,科学家们天天用到狭义相对论.它给核能的开发和利用指明了方向.在时间、空间与物质运动的联系上,狭义相对论大大丰富了辩证唯物主义,改变了人们旧有的时空观念.本章介绍狭义相对论的基本内容.先阐述产生狭义相对论的历史背景,接着阐述狭义相对论的两个基本假设,并导出洛仑兹(H. A. Lorentz)变换式.继而讨论狭义相对论的运动学,包括长度收缩、时间膨胀、速度相加定理和多普勒效应.最后讨论狭义相对论的动力学,包括相对论的动量、质量、能量和动力学基本方程以及质能关系.

§ 1.1 伽利略变换 力学的相对性原理

若有一个惯性参照系 K' 相对于另一个惯性参照系 K 作匀速直线运动,在 K' 系上取坐标系 $o'x'y'z'$,在 K 系上取坐标系 $oxyz$.为方便起见,设各对应的坐标轴彼此平行,且 K' 系相对于 K 系的速度 v 沿 x 轴正向(图 1-1).以 o' 和 o 重合的时刻作为计算时间的起点,那么,按照经典力学的观点,同一个质点 P 在 K 系和 K' 系内的坐标 (x, y, z) 和 (x', y', z') 以及时间 t 和 t' 之间的关系由伽利略变换给出,即

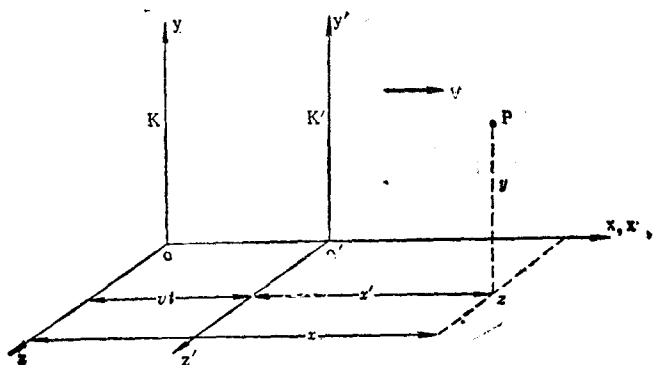


图 1-1 惯性参照系 K 和 K'

$$\begin{cases} x' = x - vt \\ y' = y \\ z' = z \\ t' = t \end{cases} \quad (1-1-1)$$

式(1-1-1)表明,在两个参照系中时间的流逝是一样的,与参照系无关。

将式(1-1-1)对时间取导数,就得到 P 点在这两个惯性参照系中的速度的变换关系:

$$\begin{cases} u'_x = u_x - v \\ u'_y = u_y \\ u'_z = u_z \end{cases} \quad (1-1-2a)$$

写成矢量形式,则为

$$\mathbf{u}' = \mathbf{u} - \mathbf{v} \quad (1-1-2b)$$

这就是经典力学的速度相加定理。

再将式(1-1-2a)对时间取导数,就得到 P 点在两个坐标系中的加速度的变换关系:

$$\begin{cases} a'_x = a_x \\ a'_y = a_y \\ a'_z = a_z \end{cases} \quad (1-1-3a)$$

写成矢量形式, 则为

$$\mathbf{a}' = \mathbf{a} \quad (1-1-3b)$$

上式表明, 在不同的惯性参照系中, 同一质点的加速度是相同的。

经典力学认为, 物体的质量 m 与参照系无关, 由式(1-1-3)可知, 在相互作用匀速直线运动的不同惯性参照系内, 牛顿(I. Newton)第二定律的形式是相同的, 即

$$\begin{cases} f_x = f'_x = ma_x = ma'_x \\ f_y = f'_y = ma_y = ma'_y \\ f_z = f'_z = ma_z = ma'_z \end{cases} \quad (1-1-4a)$$

或

$$\mathbf{f} = \mathbf{f}' = m\mathbf{a} = m\mathbf{a}' \quad (1-1-4b)$$

质点的速度、动量和能量, 在不同的惯性参照系内是不同的。可是力、质量和加速度在不同的惯性参照系内是相同的, 动力学定律在一切惯性参照系内是完全相同的。因为在经典力学中各种守恒定律, 诸如机械能守恒定律、动量守恒定律、角动量守恒定律, 都可以认为是牛顿第二定律的推论, 所以力学定律在一切惯性参照系内是相同的, 并不存在一个比其它惯性参照系更为优越的惯性参照系。在一个惯性参照系内部所作的任何力学实验, 均不能确定这惯性参照系本身是处在静止状态, 还是在作匀速直线运动。这就是伽利略相对性原理或经典力学的相对性原理。

由伽利略变换式(1-1-1)中 $t' = t$ 可得 $\Delta t' = \Delta t$, 其物理意义是: 若把在任何两个惯性参照系 K 和 K' 中的两个时钟对好以后 (令原点 o 和 o' 重合的时刻为时间的起点, $t' = t = 0$), 则两惯性参照系中的时钟所显示的时刻总是一致的, 由它们所测出的同一事件所经历的时间间隔也是相同的。因此, 在一切惯性参照系中时间的量度是一致的。这就是说, 在经典力学中时间是绝对的。

设有一沿 x 轴放置的直杆, 直杆的两端在 K 系和 K' 系中同

时测得的空间坐标分别为 x_1, x_2 和 x'_1, x'_2 , 则在 K 和 K' 中测得直杆的长度分别为

$$l = x_2 - x_1$$

$$l' = x'_2 - x'_1$$

由伽利略变换式(1-1-1)的前三式知,

$$l = l'$$

因此,在一切惯性参照系中,直杆的长度不变。这就是说,在经典力学中,长度是绝对的。

综上所述,经典力学认为:(1)一切惯性参照系都是等效的,不存在一个较其它惯性参照系更为优越的参照系;(2)时间是绝对的;(3)长度是绝对的。

§ 1.2 狭义相对论的历史背景

牛顿建立力学三定律以后,经典力学在社会实践中取得了很大的成功。在一个相当长的时期内,人们认为牛顿三定律是绝对正确的。但随着社会生产力的发展,实验仪器越来越精密,特别是电磁学的进展和电子的发现,人们得到了很多用牛顿力学无法解释的实验事实,促使了狭义相对论的建立。在本节中,我们将简述一些历史背景材料。

十九世纪六十年代,麦克斯韦(J. C. Maxwell)总结了电磁运动规律,建立了麦克斯韦方程组。用这个方程组可以解释一切宏观电磁现象。他根据电磁规律预言了电磁波的存在。根据麦克斯韦方程,可导出在真空中电磁波的传播速度为 $c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}} = 2.99792458 \times 10^8 \text{ m/s}$,与光在真空中的传播速度一致。后来赫兹(H. R. Hertz)用实验证实了电磁波的存在。以后的许多实验证实了光波也是一种电磁波,从而把光学和电磁学联系了起来。

在十九世纪,牛顿力学的观点已占统治地位,一些持牛顿观点的人认为,电磁波和机械波一样,是在某种媒质中传播的。当时人们称这种设想的传播

① 1983年10月,第十七届国际计量大会通过米的定义为“米是平面电磁波在(1/299792458)秒的持续时间内在真空中传播行程的长度”,从此光速定义为一个标准值。

电磁波的媒质为“以太”，认为它是绝对静止并弥漫于整个宇宙空间，它无色无味，对物体运动不产生任何阻力，但又具有极大的弹性模量。

但“以太”的假说使麦克斯韦电磁理论与牛顿力学发生了矛盾。设有一个电磁脉冲，以速度 c 相对于“以太”向右传播。取“以太”为惯性参照系 K ，则观测者在 K 中测得的光速为 c 。那么，按伽利略变换，在以恒定速度 v 相对于“以太”作匀速直线运动的另一惯性参照系 K' 中的观测者，测得的光速为 $c-v$ ，即麦克斯韦方程组中的 c 在不同惯性参照系中具有不同的数值。这样，在电磁现象中，存在一个特别优越的惯性参照系——“以太”，只有在这个惯性参照系中，麦克斯韦方程组中的 c 取值为 $\frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}}$ 。按照这种看法，我们就可利用伽利略变换或从实验上来确定以太参照系。但此看法有待实验证实。

1880 年，迈克耳孙 (A. A. Michelson) 发明了灵敏度很高的干涉仪，1881 年迈克耳孙用干涉仪进行了测定地球在以太中“漂移”的实验，但得到了否定的结果。1887 年迈克耳孙和莫雷 (E. W. Morley) 以更高的精度重做了 1881 年的迈克耳孙实验，这就是著名的迈克耳孙-莫雷实验，但仍然得到否定的结果。

今简述一下迈克耳孙-莫雷实验。图 1-2 为实验所用的迈克耳孙干涉仪的简单示意图。S 为实验室中一个面光源，P 为半涂银玻璃薄板，它将从 S 射

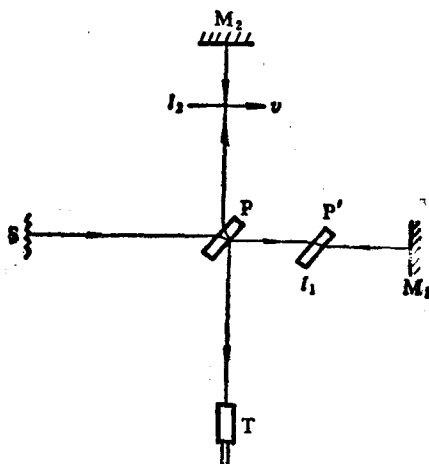


图 1-2 迈克耳孙-莫雷实验示意图

来的光分成相互垂直的两束,一束由 P 反射后,经平面镜 M_2 再反射回来,透过 P 而进入望远镜 T. 另一束透过 P 向平面镜 M_1 射去,经 M_1 反射后回到 P,再经 P 反射后进入望远镜 T. 由于经 M_2 反射的那束光在进入望远镜 T 之前透过 P 三次而经 M_1 反射的那束光只经过 P 一次,故在从 P 到 M_1 的光路上放置一块与 P 厚度完全一样的平玻璃片 P', 使两束光在玻璃中经过的光程一样. 这两束光在望远镜中产生干涉条纹. 令 P 与 M_1 之间的距离为 l_1 , P 与 M_2 之间的距离为 l_2 , l_1 、 l_2 叫迈克耳孙干涉仪的两条臂长,它们设计得几乎相等. 整个装置固定在一块石板上,石板浮在水银上,以便于转动. 假定地球通过以太的速度 v 平行于从 P 到 M_1 的光路,那么相对于仪器来说,按照经典的速度相加定理,在 P 到 M_1 的光路上,光速为 $c-v$,在 M_1 回到 P 的光路上,光速为 $c+v$. 因 P 与 M_1 之间的距离为 l_1 ,则光由 P 到 M_1 再回到 P 所需时间为

$$t_1 = l_1 \left(\frac{1}{c-v} + \frac{1}{c+v} \right) = \frac{2l_1}{c} \frac{1}{1-v^2/c^2} \quad (1-2-1)$$

对于从 P 到 M_2 再回到 P 的来回路程,从“以太”静止参照系来看较为方便.

由于 M_2 随地球以速度 v 通过以太,故在以太中光从 P 到 M_2 实际走的路程要大于 l_2 ,如图 1-3 所示. 显然, $\sin \alpha$

$= \frac{v}{c}$, 因而光从 P 到 M_2 再回到 P 所走的有效路程为

$$2l_2 \sec \alpha = 2l_2 \frac{1}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$$

所需时间为

$$t_2 = \frac{2l_2}{c} \frac{1}{\sqrt{1-v^2/c^2}} \quad (1-2-2)$$

两束光传播的时间差为

$$\Delta t = t_2 - t_1 = \frac{2}{c} \left[\frac{l_2}{\sqrt{1-v^2/c^2}} - \frac{l_1}{\sqrt{1-v^2/c^2}} \right] \quad (1-2-3)$$

假定 $v \ll c$, 得

$$\Delta t \approx \frac{2}{c} \left[(l_2 - l_1) - \frac{v^2}{c^2} \left(l_1 - \frac{l_2}{2} \right) \right] \quad (1-2-4)$$

现在把仪器转过 90° , 则两束光相应的传播时间为

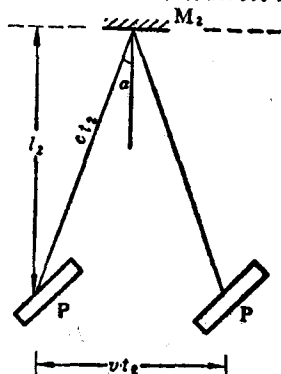


图 1-3 在以太参照系中看光从 P 到 M_2 再回到 P 的路径

$$t_1' = \frac{2l_1}{c} \frac{1}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$$

$$t_2' = \frac{2l_2}{c} \frac{1}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$$

这时,两束光传播的时间差为

$$\Delta t' = t_2' - t_1' \approx \frac{2}{c} \left[(l_2 - l_1) - \frac{v^2}{c^2} \left(\frac{l_1}{2} - l_2 \right) \right] \quad (1-2-5)$$

$\Delta t'$ 与 Δt 不等,两者之差为

$$\Delta t' - \Delta t = \frac{1}{c} (l_1 + l_2) \frac{v^2}{c^2} \quad (1-2-6)$$

因此,当仪器转过 90° ,移过的干涉条纹数为

$$\Delta n = \frac{c(\Delta t' - \Delta t)}{\lambda} = \frac{l_1 + l_2}{\lambda} \cdot \frac{v^2}{c^2} \quad (1-2-7)$$

在1887年迈克耳孙-莫雷实验中, $l_1 + l_2 \approx 22\text{m}$. 设 v 等于地球绕太阳的轨道速度,即 $v \approx 30\text{ km/s}$, 那么 $v/c \approx 10^{-4}$. 若取 λ 为钠黄光波长,即 $\lambda = 5.89 \times 10^{-7}\text{m}$, 由式(1-2-7)得 $\Delta n \approx 0.37$, 即约移过十分之四条纹. 他们设计的仪器精度能够观测到百分之一条纹的移动. 但是实验的结果是观测不到条纹的移动,即得到了否定的结果. 此实验以后又在不同地点由不同的实验者进行了许多次,但一直没有观测到条纹移动,即一直得到否定的结果.

我们再回头看一下这个负的结果说明什么问题,按照存在“以太”这一优越的参照系和伽利略变换对电磁学仍适用的假设,迈克耳孙-莫雷实验应该可观测到条纹的移动. 实验的负结果应该是排除了“以太”参考系的存在,说明了伽利略变换在电磁学中是不对的. 最简单的解释迈克耳孙-莫雷实验的方法是,假定在任何惯性系中在任何方向上测得的光速都为 c , 这样不管仪器怎样旋转,光束从 P 到 M_1 再回到 P 和从 P 到 M_2 再回到 P 的时间都是一样的,因此 $\Delta n = 0$. 但在当时,要抛弃伽利略变换和“以太”假设,许多物理学家都不能接受,人们想出种种办法来拯救“以太”.

在迈克耳孙-莫雷实验结果发表不久,斐兹杰惹 (G. F. Fitzgerald) 在1889年和洛仑兹在1892年独立地提出了斐兹杰惹-洛仑兹收缩假说: 当物体以平动速度 v 相对于静止以太运动时,物体沿运动方向的线度缩短成静止时的 $\sqrt{1-v^2/c^2}$ 倍.

根据斐兹杰惹-洛仑兹假说,设 l_1^0, l_2^0 为迈克耳孙干涉仪两臂在静止以太中的长度,则在迈克耳孙-莫雷实验中,仪器转动之前有

$$l_1 = l_1^0 \sqrt{1-v^2/c^2}, \quad l_2 = l_2^0$$

仪器转过 90° 后,

$$l_1 = l_1^0, \quad l_2 = l_2^0 \sqrt{1 - v^2/c^2}$$

以此代入式(1-2-3)和式(1-2-5),有

$$\Delta t = \frac{2}{c} \frac{1}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} (l_2^0 - l_1^0)$$

$$\Delta t' = \frac{2}{c} \frac{1}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} (l_2^0 - l_1^0)$$

故有

$$\Delta t' - \Delta t = 0$$

因而没有条纹移动.

1901年,考夫曼(W. Kaufman)发现电子质量随电子速度变化而变化,这种变化也可以用斐兹杰惹-洛伦兹收缩来解释.但这种收缩理论却不能解释其它一些实验.所以问题仍然存在着.

因此在本世纪开头时,大多数物理学家认为:由于麦克斯韦电磁理论获得惊人的成功,麦克斯韦方程组虽然在伽利略变换下不是不变的,但它仍然是正确的;伽利略变换只适合于经典力学,而在电磁学中有一特别优越的惯性参照系——“以太”参照系;迈克耳孙-莫雷实验可以用斐兹杰惹-洛伦兹收缩来解释.

但是,爱因斯坦与众不同,他不相信静止“以太”的存在,他认为洛伦兹以静止“以太”假设为基础对迈克耳孙-莫雷实验所作的解释是不自然的.为了解决电磁现象与经典力学之间的矛盾,他于1905年提出了相对性假设和光速不变假设,创立了狭义相对论^①.

这里应该指出,根据爱因斯坦本人的说法,在1905年前,他只是间接通过洛伦兹著作才知道迈克耳孙实验和迈克耳孙-莫雷实验.而此种实验只是在创立狭义相对论以后才引起他的注意的.

爱因斯坦创立狭义相对论在物理学史上具有划时代的意义.狭义相对论为自1905年至今八十多年的大量实验所证实.下面我们介绍狭义相对论的基本内容.

§ 1.3 爱因斯坦的两条基本假设 洛伦兹变换

爱因斯坦在前人工作的基础上,分析了经典力学与电磁现象

① A. Einstein, *Annalen der Physik*, 17(1905), 891.

之间的矛盾,于1905年,提出了一些崭新的物理概念。首先,他认为“以太”是不存在的,电磁场本身是独立的实体,电磁波的传播并不象机械波那样需要媒质;第二,他把力学中的伽利略相对性原理进行推广,提出了对于一切物理现象都适用的(狭义)相对性原理(又称相对性假设);第三,他提出崭新的时空概念。他认为信号不可能以无限大速度传播,只可能以有限的速度传播。描写一个质点的运动需要空间坐标和时间坐标,某一地点的“时间”可以用位于该地点的一台钟来定义。如果要把发生在不同地点的一系列事件在时间上联系起来,就必须对各地点的钟进行校正。可以用光信号进行校正,以确立“公共时间”。因此他提出光速不变原理(又称光速不变假设)。

爱因斯坦根据(狭义)相对性原理和光速不变原理这两条基本假设,建立了狭义相对论。这个理论能统一地解释各种力学现象和电磁现象。

这两条假设的具体内容如下:

一、(狭义)相对性原理

任一物理定律在相互作用匀速直线运动的所有惯性参照系内,具有相同的形式。

二、光速不变原理

光在真空中总是以恒定的速率 c 传播,真空中的光速同发射体的运动状态无关。

由这两条基本假设出发,可以导出某一事件在任意两个惯性参照系的时空坐标之间的变换关系,这种变换叫洛伦兹变换。[洛伦兹在1904年以静止以太假设为基础首次提出了这种变换。庞加莱(H. Poincaré)最早将这种变换叫做洛伦兹变换]。

今推导洛伦兹变换式。设有某个事件,在 K 系中,于 t 时刻发生在 (x, y, z) 处,在 K' 系中于 t' 时刻发生在 (x', y', z') 处(图