



“十二五”国家重点图书出版规划项目
航空航天精品系列

OPTICS

光 学

● 郑植仁 吴文智 李艾华 编著



哈尔滨工业大学出版社
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

“十二五”国家重点图书出版规划项目

航空航天精品系列

光 学

OPTICS

郑植仁 吴文智 李艾华 编著

哈尔滨工业大学出版社

内 容 提 要

本书提纲挈领、深入浅出地讲述了光学的基本概念和基本规律,内容包括几何光学,光的波动性和偏振性,光的干涉,光的衍射,光的偏振,光的吸收、色散和散射,光的量子性,激光,光学信息处理和全息照相,以及非线性光学。各章附有较多习题,书后附有 10 套研究生入学考试模拟试题,用于深化学习效果。

本书是高等学校本科物理及其相关专业光学课程的教材,也可作为相关专业教师教学和学生自学以及研究生入学考试的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

光学/郑植仁,吴文智,李艾华编著. —哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2015. 10

ISBN 978 - 7 - 5603 - 5130 - 8

I. ①光… II. ①郑…②吴…③李… III. ①光学-高等学校-教材 IV. ①O43

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 228730 号

责任编辑 张秀华

封面设计 高永利

出版发行 哈尔滨工业大学出版社

社 址 哈尔滨市南岗区复华四道街 10 号 邮编 150006

传 真 0451-86414749

网 址 <http://hitpress.hit.edu.cn>

印 刷 哈尔滨市龙华印刷厂

开 本 787 mm×960 mm 1/16 印张 22.25 字数 472 千字

版 次 2015 年 10 月第 1 版 2015 年 10 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978 - 7 - 5603 - 5130 - 8

定 价 48.00 元

(如因印装质量问题影响阅读,我社负责调换)

前 言

“光学”课是物理学科的重要基础课程,分支多,内容丰富,与当代许多高科技有千丝万缕的联系。初学时往往感觉有些杂乱不容易掌握,但是“光学”作为本科教学的基础课程有着自己的脉络和特点,各部分内容相互关联,重点内容是波动光学,波动光学的重点是光的干涉。只要把光的干涉的基本概念和规律学懂弄通,光的衍射和光的偏振就容易理解了,相应的其他方面的内容也就好掌握了。

本书紧紧把握经典光学为主,光的量子性为辅的这条主线,突出波动光学中光的干涉内容,建立起用光的干涉内容带动其他内容的教学体系,力图使这门课程达到好教易学的目的。

本书在几何光学部分,注意讲清楚与光的干涉内容有关的成像基本概念和光程概念。在光的波动性和偏振性部分,注意交代清楚与光的干涉内容密切相关的光的波动方程、光强、相位突变和半波损等基本概念。在光的干涉内容中,从两光束干涉入手,重点讲清楚什么是光的干涉,尤其注意讲清楚相干条件中的初相位差稳定的内容。

光学既是一门古老的学科又是一门年轻的学科。从公元前 500 年起人们就开始了光的观察和研究,但是长期以来光学一直发展缓慢,20 世纪初量子理论的兴起大大促进了光学的发展,尤其是 20 世纪中期全息术和激光出现以后,一度沉寂的光学焕发了青春,以空前的规模和速度发展。目前,光学已经成为极为活跃的重要学科和人们认识自然和改造自然的强有力武器之一。为了适应光学的新发展,本书注意适当加强光与物质相互作用、光的量子性和激光基本理论的内容,注意反映激光、光学信息处理和全息照相以及非线性光学等近代光学的新概念和新发展,力争把近代光学与传统光学紧密衔接起来,自然沟通近代光学与传统波动光学在概念上的联系,适当介绍光的本性和近代光学研究中的一些前沿课题。

为了便于读者深入学习和领会光学的基本原理和基本规律,切实掌握解决各类光学问题的基本方法,提高独立分析和解决问题的能力,在编写《光学》一书的同时,还编写了

与其配套的《光学习题课教程》。在《光学习题课教程》中,给出了本书中习题的解答和研究生入学考试模拟试题的解答。希望读者通过这两本书的学习为今后从事光学方面的工作和继续深造奠定扎实的基础。

本书由哈尔滨工业大学的郑植仁编著第2,3章,黑龙江大学的吴文智编著第1,4,5章和研究生入学考试模拟试题,厦门大学的李艾华编著第6~10章;全书由郑植仁统稿定稿。本书列入“十二五”国家重点图书出版规划项目。

感谢国家青年自然科学基金(项目编号:61204007)和厦门大学校长基金(中央高校基本科研业务费专项基金,项目编号:20720140531)的支持。

由于作者的水平所限,尽管付出很大的努力,仍然难免有不当之处,恳请读者不吝赐教。

编著者

2015年8月

目 录

第1章 几何光学	(1)
1.1 几何光学的基本规律	(1)
1.2 费马原理	(4)
1.3 成像	(9)
1.4 共轴理想球面光学系统傍轴逐次成像	(13)
1.5 薄透镜傍轴成像	(19)
1.6 光阑	(33)
1.7 光学仪器	(37)
习题1	(42)
第2章 光的波动性和偏振性	(51)
2.1 光的波动性	(51)
2.2 球面波和平面波	(53)
2.3 光波的复振幅表示	(58)
2.4 光波的偏振态	(61)
2.5 光波在两种各向同性均匀介质分界面的反射和折射特性	(70)
习题2	(83)
第3章 光的干涉	(87)
3.1 光波的叠加和干涉	(87)
3.2 两光束干涉	(93)
3.3 分波面干涉	(99)
3.4 光波场的空间相干性	(104)
3.5 等厚干涉	(109)
3.6 等倾干涉	(116)
3.7 迈克耳孙干涉仪	(120)
3.8 光波场的时间相干性	(122)
3.9 多光束干涉	(126)
习题3	(135)
第4章 光的衍射	(145)
4.1 光波衍射的基本原理	(145)

4.2	菲涅耳衍射	(152)
4.3	单缝夫琅禾费衍射	(160)
4.4	矩孔和圆孔夫琅禾费衍射	(165)
4.5	望远镜的像分辨本领	(168)
4.6	多缝夫琅禾费衍射	(170)
4.7	光栅	(175)
	习题4	(181)
第5章	光的偏振	(188)
5.1	各向异性晶体的双折射	(188)
5.2	单轴晶体光学器件	(192)
5.3	圆偏振光和椭圆偏振光的产生和鉴别	(198)
5.4	平行偏振光的干涉	(202)
5.5	会聚偏振光的干涉	(208)
5.6	旋光	(210)
	习题5	(215)
第6章	光的吸收、色散和散射	(222)
6.1	光的吸收	(222)
6.2	光的色散	(224)
6.3	光的相速和群速	(226)
6.4	光的散射	(230)
	习题6	(234)
第7章	光的量子性	(236)
7.1	黑体辐射	(236)
7.2	光的粒子性和波粒二象性	(244)
	习题7	(251)
第8章	激光	(253)
8.1	激光产生的基本原理	(253)
8.2	激光器的基本结构和激光的产生	(258)
8.3	激光的纵模和横模	(262)
8.4	激光的特性和应用	(265)
8.5	超短脉冲激光	(267)
8.6	啁啾脉冲激光放大技术	(271)
8.7	飞秒时间分辨光谱技术	(275)
8.8	上转换发光	(279)

习题 8	(282)
第 9 章 光学信息处理和全息照相	(285)
9.1 傅里叶变换	(285)
9.2 阿贝成像理论和空间滤波实验	(288)
9.3 光学图像处理装置和应用	(290)
9.4 全息照相的原理和过程	(294)
9.5 全息照相过程的复振幅描述	(297)
9.6 全息照相的应用	(299)
习题 9	(302)
第 10 章 非线性光学	(305)
10.1 非线性电极化强度	(305)
10.2 几种非线性电极化效应	(305)
10.3 光学双稳态和光学混沌态	(310)
10.4 光折变效应	(313)
习题 10	(314)
研究生入学考试模拟试题	(316)
模拟试题一	(316)
模拟试题二	(317)
模拟试题三	(319)
模拟试题四	(320)
模拟试题五	(322)
模拟试题六	(323)
模拟试题七	(324)
模拟试题八	(325)
模拟试题九	(326)
模拟试题十	(327)
参考答案	(329)
附录	(342)

第 1 章 几何光学

几何光学是研究光在介质中传播和成像规律的学科,在几何光学中用光线描述光传播的路径和方向。从光的波动理论理解,把光波看作光线是一种近似处理,当光在传播过程中遇到的空间障碍物、反射界面或折射界面的尺寸比光的波长大得多时,才可以用光线近似处理光的传播问题。

1.1 几何光学的基本规律

1. 光的直线传播定律

在各向同性均匀介质中光沿直线传播。

2. 光的反射和折射定律

当光入射到两种各向同性均匀介质的分界面时,一部分光被反射,形成反射光,另一部分光透射,形成折射光,如图 1.1 所示。

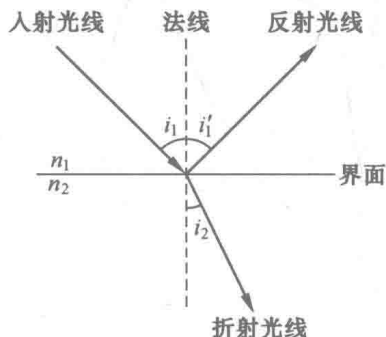


图 1.1 光的反射和折射光路

实验表明,反射光线处于入射光线和入射点处界面法线构成的入射面内,反射光线和入射光线分居法线两侧,反射角等于入射角,称为反射定律,即反射定律的关系式为

$$i_1' = i_1 \quad (1.1)$$

折射光线处于入射面内,与入射光线分居法线两侧,入射角的正弦和折射角的正弦

之比等于光在两种介质中的传播速度之比, 比值 n_{21} 是一个与入射角无关的常数, 即

$$\frac{\sin i_1}{\sin i_2} = \frac{v_1}{v_2} = n_{21} \quad (1.2)$$

式(1.2)称为折射定律, 其中, v_1 和 v_2 分别是光在两种不同介质中的传播速度; n_{21} 是折射介质相对入射介质的相对折射率。令 $v_1 = c$ 和 $v_2 = v$, 可以得到介质的绝对折射率(简称折射率)为

$$n = \frac{c}{v} \quad (1.3)$$

式(1.3)中, c 和 v 分别是光在真空和介质中的传播速度, 由此可以将上述折射定律改写为如下经常使用的折射定律的表示式

$$n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2 \quad (1.4)$$

式(1.4)中, $n_1 = c/v_1$, $n_2 = c/v_2$ 。介质的折射率是材料的光学参数, 随入射光的波长变化。折射率较大的介质称为光密介质, 折射率较小的介质称为光疏介质。其中 λ 为光在真空中的波长, λ_n 为光在介质中的波长。

任何波长的光在真空中的传播速度都相同, 真空中光的波长和频率与传播速度之间的关系为 $c = \nu\lambda$ 。光由真空进入介质后, 频率不变, 波长和传播速度发生变化, 三者之间的关系为 $v = \nu\lambda_n$ 。

3. 全反射临界角

由折射定律可知, 当光从折射率为 n_1 的光密介质入射到折射率为 n_2 的光疏介质时, 折射角大于入射角。若入射角增大到小于 90° 的 i_c 时, 折射角增大到 90° , 折射光强减小到零。继续增大入射角, 入射光的能量全部被反射回光密介质, 这种现象称为全反射, i_c 称为全反射临界角。由折射定律得到的全反射临界角的表示式为

$$i_c = \arcsin(n_2/n_1) \quad (1.5)$$

4. 光路可逆性原理

从光的反射和折射定律可以看出, 光的传播方向相反时, 光沿相同路径反向传播, 这个普遍性的推论称为光路可逆性原理。利用光路可逆性原理可以得到一些重要结论。

5. 三棱镜的最小偏向角

由透明介质制成的棱柱体称为棱镜, 其中横截面呈三角形的棱镜称为三棱镜, 与棱边垂直的横截面称为三棱镜的主截面, 三棱镜的主截面是等腰三角形时称为等腰三棱镜。

图 1.2 是等腰三棱镜的主截面, 其中, α 是三棱镜的顶角, n 是三棱镜介质的折射率,

n' 是三棱镜周围介质的折射率, 直线 MG 和 NG 分别是垂直棱边的法线。

让入射光线沿三棱镜的主截面传播, 设入射光线 DM 首先在分界面 AB 的点 M 处发生折射, 入射角和折射角分别是 i'_1 和 i_1 , 折射光线 MN 在分界面 AC 的点 N 处再次发生折射, 入射角和折射角分别是 i_2 和 i'_2 , 折射光线沿 NE 方向出射, 如图 1.2 所示。

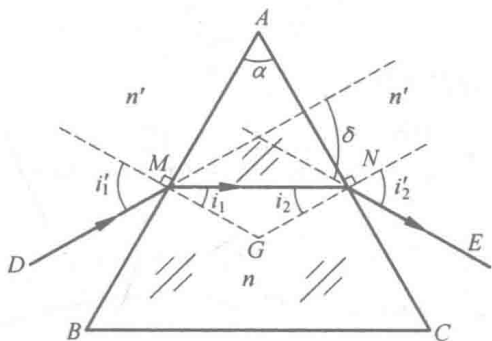


图 1.2 光线沿三棱镜主截面传播的折射光路

三棱镜入射光线 DM 的延长线与折射光线 NE 的反向延长线形成的夹角 δ 称为三棱镜的偏向角。由图 1.2 可知

$$\begin{aligned}\delta &= (i'_1 - i_1) + (i'_2 - i_2) = (i'_1 + i'_2) - (i_1 + i_2) \\ \alpha &= i_1 + i_2\end{aligned}\quad (1.6)$$

于是

$$\delta = i'_1 + i'_2 - \alpha \quad (1.7)$$

由折射定律可知, 折射角 i'_2 是入射角 i'_1 的函数。式 (1.7) 表明, 三棱镜的偏向角 δ 随入射角 i'_1 的改变变化。进一步的分析和实验显示, 当入射角 i'_1 由 0° 逐渐增大到 90° 时, 三棱镜的偏向角 δ 先是逐渐变小, 然后又逐渐变大, 偏向角 δ 随入射角 i'_1 变化的函数有一个最小值, 这个最小值称为最小偏向角 δ_m 。从式 (1.7) 出发可以推导出最小偏向角的表示式。

将式 (1.7) 两边对 i'_1 微商, 令其等于零, 可得

$$\frac{d\delta}{di'_1} = 1 + \frac{di'_2}{di'_1} = 0$$

即

$$\frac{di'_2}{di'_1} = -1$$

将式 (1.6) 两边对 i_2 微商, 得

$$\frac{di_1}{di_2} = -1$$

分别对 AB 和 AC 分界面上相应折射定律的入射角和折射角微分, 可得

$$n' \cos i'_1 di'_1 = n \cos i_1 di_1$$

$$n' \cos i'_2 di'_2 = n \cos i_2 di_2$$

上面两式相除, 得

$$\frac{\cos i'_1}{\cos i_1} = \frac{\cos i'_2}{\cos i_2}$$

将上式平方, 再把相应的折射定律代入上式, 可得

$$\frac{\cos^2 i'_1}{1 - (n'/n)^2 \sin^2 i'_1} = \frac{\cos^2 i'_2}{1 - (n'/n)^2 \sin^2 i'_2}$$

即

$$\frac{\cos^2 i'_1}{(n/n')^2 - \sin^2 i'_1} = \frac{\cos^2 i'_2}{(n/n')^2 - \sin^2 i'_2}$$

显然, 上式只有当 $i'_1 = i'_2$ 时才能成立, 由此可以得到 $i_1 = i_2$ 。因此有

$$i_1 = \frac{\alpha}{2} \quad (1.8)$$

$$i'_1 = \frac{\alpha + \delta_m}{2} \quad (1.9)$$

将式(1.8) 和式(1.9) 代入折射定律公式, 可以得到最小偏向角的表示式为

$$\frac{n}{n'} = \frac{\sin \frac{\alpha + \delta_m}{2}}{\sin \frac{\alpha}{2}} \quad (1.10)$$

若三棱镜周围介质的折射率 $n' = 1$, 则最小偏向角的表示式为

$$n = \frac{\sin \frac{\alpha + \delta_m}{2}}{\sin \frac{\alpha}{2}} \quad (1.11)$$

从上面的推导过程可以看出, 当光线沿三棱镜主截面按最小偏向角方向传播时, 等腰三棱镜内的折射光线 MN 与底边平行。利用三棱镜最小偏向角的表示式可以求得三棱镜材料的折射率。

顶角很小的三棱镜称为光楔, 此时对式(1.11) 做近似处理, 可以将最小偏向角表示式简化为

$$\delta_m = (n - 1)\alpha \quad (1.12)$$

1.2 费马原理

费马原理是描述光在介质中传播的实际路径的原理, 为了讨论费马原理, 需要首先

引入光程的概念。

1. 光程

光在传播过程中经过的实际路径长度与其所在介质折射率的乘积称为光程。如图 1.3 所示,在均匀介质中光线从点 Q 传播到点 P 的光程是

$$L(QP) = nl \quad (1.13)$$

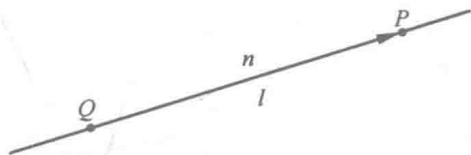


图 1.3 光线在均匀介质中传播的光程

如图 1.4 所示,在 m 种不同介质中,光线从点 Q 传播到点 P 的光程是

$$L(QP) = \sum_{i=1}^m n_i l_i \quad (1.14)$$

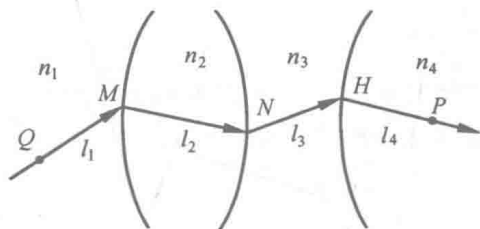


图 1.4 光线在 m 种不同介质中传播的光程

如图 1.5 所示,在折射率连续变化的介质中,光线从点 Q 传播到点 P 的光程是

$$L(QP) = \int_{(l)Q}^P n(l) dl \quad (1.15)$$

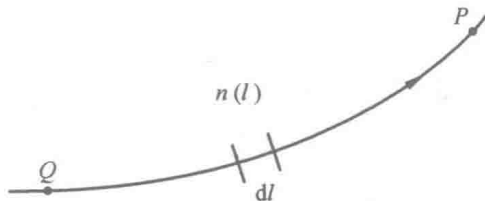


图 1.5 光线在折射率连续变化的介质中传播的光程

2. 光程的物理意义

光在某种介质中传播的光程可以理解为在相同时间里光在真空中传播的实际路径长度。也就是说,若在 Δt 时间里光在折射率为 n 的介质中经过的实际路径长度为 l ,在相同时间里光在真空中经过的实际路径长度为 l_0 ,则有 $l_0 = nl$ 。

很容易证明这个等式。光在折射率为 n 的介质中传播的速度为 v ,光在真空中传播的速度为 c ,由上面的叙述可知

$$\Delta t = \frac{l_0}{c} = \frac{l}{v}$$

将 $n = \frac{c}{v}$ 代入上式,即得

$$l_0 = nl \quad (1.16)$$

3. 相同光程中含有相同的波数

光在某种介质中传播的实际路径长度 l 中包含的波长数目称为光在该介质中的波数,记为

$$N = \frac{l}{\lambda} \quad (1.17)$$

如图 1.6 所示,设光在折射率为 n_1 的介质中的波长为 λ_{n1} ,从点 Q_1 到点 P 传播的实际路径长度为 l_1 ,包含的波数为 N_1 ;光在折射率为 n_2 的介质中的波长为 λ_{n2} ,从点 Q_2 到点 P 传播的实际路径长度为 l_2 ,包含的波数为 N_2 。若光沿两条路径传播的光程相等,即 $n_1 l_1 = n_2 l_2$,则有 $N_1 = N_2$ 。

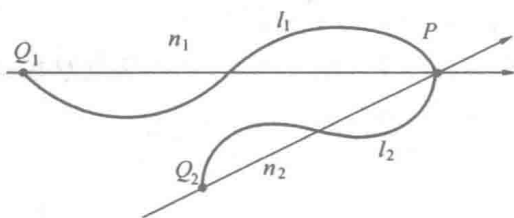


图 1.6 相同光程中包含相同的波数

不难证明这个结论,由波数定义可知

$$N_1 = \frac{l_1}{\lambda_{n1}}, \quad N_2 = \frac{l_2}{\lambda_{n2}}$$

由 $n = \frac{c}{v}$ 、 $c = \nu \lambda$ 和 $v = \nu \lambda_n$,可得

$$n = \frac{\lambda}{\lambda_n} \quad (1.18)$$

将 $n_1 = \frac{\lambda}{\lambda_{n1}}$ 和 $n_2 = \frac{\lambda}{\lambda_{n2}}$ 分别代入波数的定义式, 可得

$$N_1 = \frac{n_1 l_1}{\lambda}, \quad N_2 = \frac{n_2 l_2}{\lambda}$$

已知 $n_1 l_1 = n_2 l_2$, 因此得

$$N_1 = N_2 \quad (1.19)$$

显然, 如果点 Q_1 和点 Q_2 处的两束光波的振动状态相同, 若光波经过不同路径传播到点 P 处相遇, 即使两条光线的实际路径长度不同, 只要传播的光程相同, 两束光波在点 P 处的振动状态就相同。由此可知, 可以通过比较光程来比较两个波动的振动状态。

4. 费马原理

一般来说, 光线从一点传播到另一点有各种可能的路径, 但是只有满足特定条件的路径才是光线传播的实际路径, 这个特定条件由费马原理给出。费马原理的表述是: 光线沿光程取平稳值的路径传播, 取平稳值的含义是取常数值、极小值或极大值。图 1.7 给出了实际光线反射后取平稳值的路径实例, 图中的点 F_1 和 F_2 是椭圆的两个焦点。

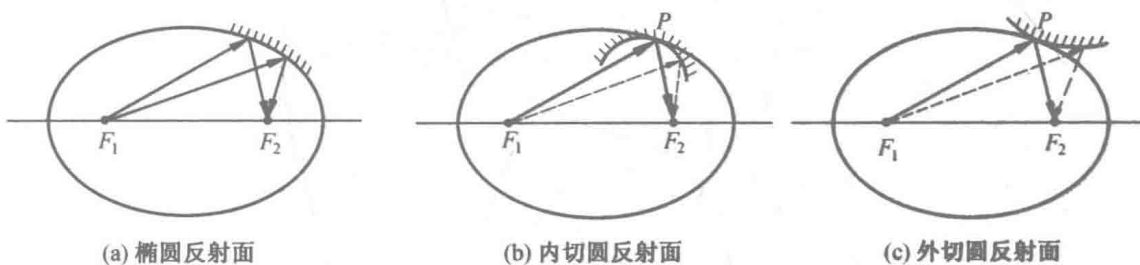


图 1.7 实际光线反射后取平稳值的路径

图 1.7(a) 中椭圆面为反射面, 从点 F_1 发出的各条光线经过椭圆面反射后都会聚到点 F_2 , 每条光线都是实际光线, 各条光线的光程都相等, 此时实际光线取常数值。图 1.7(b) 中半径小于椭圆半径的内切圆面为反射面, 实线表示从点 F_1 发出的在椭圆面与内切圆面的切点 P 处反射后到达点 F_2 的实际光线的路径, 虚线表示非切点处的任意一条反射光线的虚拟路径。此时, 实际光线的光程大于虚线路径的光程, 实际光线取极大值。图 1.7(c) 中外切圆面为反射面, 实线表示从点 F_1 发出的在椭圆面与外切圆面的切点 P 处反射后到达点 F_2 的实际光线的路径, 虚线表示非切点处的任意一条反射光线的虚拟路径。此时, 实际光线的光程小于虚线路径的光程, 实际光线取极小值。

费马原理的数学表示式为

$$\delta[L(QP)] = \delta\left[\int_Q^P n(l) dl\right] = 0 \quad (1.20)$$

这是一个泛函的变分方程式,由这个方程式可以求出光线取平稳值的实际路径。其中 δ 是变分符号,在这里,变分运算类似于函数的微分运算。

5. 由费马原理推导几何光学的基本规律

1) 光的直线传播定律是费马原理的直接推论

在各向同性均匀介质中,光线在任意两点之间沿直线传播的光程最短、取极小值。因此,光的直线传播定律是费马原理的直接推论。

2) 光路可逆性原理是费马原理的自然结论

费马原理只涉及实际光线的传播路径,未涉及实际光线的传播方向。若光线沿正方向传播时取平稳值、成为实际光线,则光线沿相反方向原路返回时也取平稳值、也是实际光线。因此,由费马原理可以很自然地得到光路可逆性原理。

3) 由费马原理推导折射定律

如图 1.8 所示,平面 Σ 是折射率分别为 n_1 和 n_2 的两种各向同性均匀透明介质的分界面,从 n_1 介质中的点 Q 发出的光线透过分界面 Σ 后折射到 n_2 介质中的点 P 处。可以从费马原理出发推导出折射定律,即从点光源 Q 发出、经过分界面折射到点 P 的实际光线处于入射面内,并且满足 $n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2$ 的折射定律的关系式。

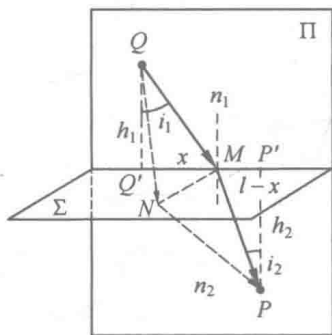


图 1.8 由费马原理推导折射定律的光路

推导过程如下:由点 Q 和点 P 作平面 Σ 的垂线 QQ' 和 PP' ,高度分别为 h_1 和 h_2 ,两条平行垂线构成平面 Π ,平面 Π 与平面 Σ 的交线为 $Q'P'$,设 Q' 和 P' 两点间的距离为 l ,在交线上任取一点 M ,将 l 分割成如图 1.8 所示的 x 和 $(l-x)$ 两部分,连接直线 QM 和直线 PM ,直线 QQ' 与直线 QM 的夹角为 i_1 ,直线 PP' 与直线 PM 的夹角为 i_2 。过点 M 在平面 Σ 上画两个平面交线 $Q'P'$ 的垂线 NM ,连接直线 QN 和直线 PN 。由直角三角形 ΔQNM 和 ΔPNM 的斜边大于直角边可知,平面 Π 外的任意一条可能光线 QNP 的光程总是大于平面 Π 上的相应可能光线 QMP 的光程。由此可以断定,实际的入射和折射光线一定位于平面

Π 内,称平面 Π 为入射面。然后计算在入射面 Π 内从点光源 Q 发出经过分界面 Σ 上的 M 点折射到点 P 处的光线 QMP 的光程,可得

$$L(QMP) = n_1 \overline{QM} + n_2 \overline{MP} = n_1 \sqrt{h_1^2 + x^2} + n_2 \sqrt{h_2^2 + (l-x)^2}$$

对上式求导,令导数为零,可得

$$\frac{d}{dx} L(QMP) = \frac{n_1 x}{\sqrt{h_1^2 + x^2}} - \frac{n_2 (l-x)}{\sqrt{h_2^2 + (l-x)^2}} = n_1 \sin i_1 - n_2 \sin i_2 = 0$$

即 $n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2$ 。仿照上面的推导过程,也可以由费马原理推导出光的反射定律的关系式($i'_1 = i_1$)。

1.3 成 像

1. 同心光束

若一束光中的各条光线或其延长线相交于一点,则称此光束为同心光束,交点称为同心光束的中心。有会聚和发散两类同心光束,其交点分别称为会聚中心和发散中心。图 1.9 中的点 Q 和 Q' 分别是发散或会聚同心光束的中心,分别发出一束会聚或发散同心光束。在各向同性均匀介质中,从点光源发出的光束就是一束同心光束;平行光束也是同心光束,只是其中心位于无穷远处。

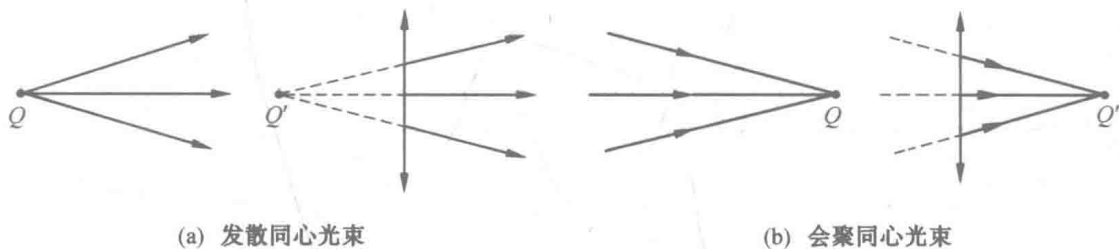


图 1.9 几种同心光束的光路

2. 共轴理想球面光学系统的成像

若干个折射球面和反射球面的组合称为球面光学系统,能保持光束同心性的球面光学系统称为理想球面光学系统。

由球心在同一条直线上的若干个折射球面和反射球面组成的理想球面光学系统称为共轴理想球面光学系统,简称为理想光学系统,该直线称为光轴。

物点发出的人射到理想光学系统上的同心光束通过系统后转化成出射同心光束后会聚为像点的过程称为成像。