



推动波动光学发展的几个重要实验

盛 国

(浙江邮电职业技术学院 浙江 绍兴 312016)

17 世纪,胡克和惠更斯创立了光的波动说.这一时期,人们还发现了一些与光的波动性有关的光学现象,例如格里马尔迪首先发现光遇障碍物时将偏离直线传播,他把此现象起名为“衍射”.胡克和玻意耳分别通过实验观察到现称之为牛顿环的干涉现象.这些发现成为波动光学发展史的起点.在随后的一百多年间,牛顿的“微粒说”与惠更斯的“波动说”构成了关于光的两大基本理论,并由此而产生激烈的争议和探讨,科学家们就光是波动还是微粒这一问题展开了一场旷日持久的拉锯战.因牛顿在学术界的权威和盛名,“微粒说”一直占据着主导地位,波动说则不为多数人所接受.直到进入 19 世纪后,

人们发现光有干涉、衍射、偏振等现象,这些事实都对光的波动说提供了重要的实验依据,从而极大地推动了波动光学的发展.

1 杨氏双缝实验

杨氏双缝实验是杨(T. Young)最早以明确形式确立光波叠加原理,用光的波动性解释干涉现象的一个实验,从而揭开了波动光学复兴的序幕.杨氏实验示意图如图 1 所示,根据惠更斯原理,认为双缝 S_1 和 S_2 是两个发射子波的波源,它们都是从同一个光源 S 而来并位于同一个子波波面,故它们的相位总是相同而能构成相干光源.由图 1,若双缝间距离为

选一题作答(如果多做,则按所做的第一题计分).

这四道题的命题情景分别是:

A.(选修 2-2)“塔式起重机”,素材来源于教材,模型来源于生产实际,考查受力分析和力矩平衡知识,有一定的计算量;

B.(选修 3-2)“汽缸问题”,情景传统,但立意新,重状态变化过程的分析,难度系数为四个模块题中较大的;

C.(选修 3-4)“简谐横波”识图与画图问题,多点考查,考生很容易得部分分;

D.(选修 3-5)“弹性碰撞”问题,考生情景熟悉,但对过程分析的能力要求较高,解题中要用到碰撞中“动量和能量守恒”联立方程求解,对考生的数学能力要求较高.

卷中选考题基本上保持了读题量、难度、得分点的均衡,在计算量上稍有区别.但由于是四选一,给学生留下了足够的选择空间,可以使选修不同模块的学生充分发挥自主性,极好地体现了高中物理的模块思想和考试内容的选择性,能极大地降低高三

学生的复习压力,节省复习时间,脱离题海战术,这对一线高中物理教师有很大的启示.考试内容的选择性在试卷中得以体现,课程模块的选择性才能得以落实,这是本届宁夏高考理科综合能力试卷中最大的亮点.

由于选考模块在整个试题中占分比例较小,只有 15 分,故考题涉及到的知识点有限,物理 2-2 中的“热与热机”主题、物理 3-4 中“电磁振荡与电磁波”和“光”的主题、物理 3-5 中的“原子结构,原子核”主题等内容没有得以体现,这样势必会引起一些教师在实际教学和复习中采取急功近利的做法,导致学生物理知识的缺失.笔者建议在不增加难度的情况下,采取多点设问,小题并列的方法设置选考题.

从总体命题质量来看,2007 年宁夏高考理科综合能力试卷物理部分是一份稳中有变,能体现课改精神和课程标准,符合宁夏物理教学实际的试题,有较好的信度和区分度,对今后宁夏实验区的高中新课程实验有积极的促进作用.

d , 缝屏到光屏 EE' 间距为 D , 光屏上任一点 P 到双缝的距离为 r_1, r_2 , 从 S_1 和 S_2 所发出的光, 到达 P 的波程差是

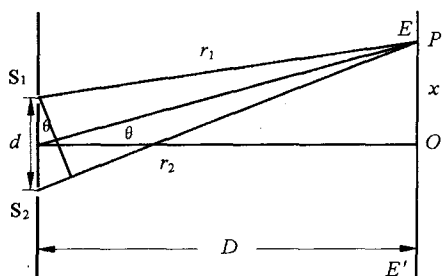


图 1

$$\delta = r_2 - r_1 \approx d \sin \theta$$

式中 θ 表示 PO 对双缝中点的张角. 若光程差等于波长整数倍, 即

$$d \sin \theta = \pm k \lambda \quad k = 0, 1, 2, \dots \quad P \text{ 点为明纹.}$$

若光程差等于半波长的奇数倍, 即

$$d \sin \theta = \pm (2k + 1) \frac{\lambda}{2} \quad k = 0, 1, 2, \dots \quad P \text{ 点为暗纹.}$$

为暗纹.

通常能观察到干涉条纹的情况下 θ 总是很小, 则

$$d \sin \theta = d \tan \theta = d \frac{x}{D} = k \lambda,$$

故光屏上各级亮纹离中心 O 的距离为

$$x = \pm k \frac{D \lambda}{d} \quad k = 0, 1, 2, \dots$$

两相邻亮条纹或暗条纹的间距都是 $\Delta x = \frac{D \lambda}{d}$, 且干涉条纹都是等间距分布的.

杨氏双缝实验为光的波动学说提供了有力的实验依据, 它导致人们对光的波动理论普遍接受. 同时, 杨氏双缝实验还以极简单的装置和极巧妙的构思把普通光源变成相干光源, 即满足了频率相同、相位差恒定, 存在相同的振动分量. 在此以后的菲涅尔双面镜、双棱镜、洛埃镜等都是杨氏双缝实验为原型设计出来的. 因此杨氏双缝实验在波动光学发展史上乃至物理学史上都占有非常重要的地位.

2 夫琅禾费单缝衍射实验

衍射和干涉一样, 也是波动的重要特征之一. 波在传播过程中遇到障碍物时, 能够绕过障碍物边缘前进, 这种偏离直线传播的现象称为波的衍射. 但是因为光波的波长太短, 只有几百纳微米, 因此要想

实现光波的衍射比起机械波的衍射要难得多, 所以在一个相当长的时期内, 光能够发生衍射的观点根本不被人们所接受, 光的波动说也就欠缺了说服力. 夫琅禾费单缝衍射实验有力地证明光的波动性.

平行光通过狭缝产生的衍射条纹定位于无穷远, 称做夫琅禾费单缝衍射. 如图 2 所示, 根据菲涅尔半波带理论, 设单缝的宽度为 a , 在平行单色光的垂直照射下, 位于单缝所在处的波阵面 AB 上各点发出的子波沿各个方向传播, 位于两条边缘衍射线之间的光程差为

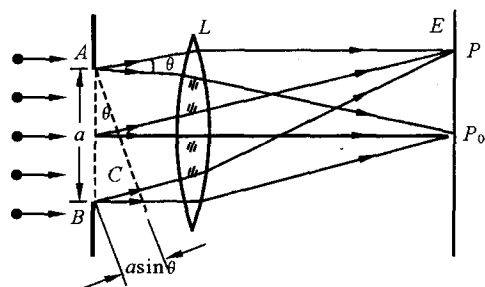


图 2

$$\delta = BC = a \sin \theta$$

式中 θ 表示衍射角即波衍射后沿某一方向传播的子波波线与平面衍射屏法线之间的夹角. 根据菲涅尔半波带理论, 当 θ 适合

$$a \sin \theta = 2k \frac{\lambda}{2} \quad k = \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots \text{暗纹}$$

$$a \sin \theta = (2k + 1) \frac{\lambda}{2} \quad k = \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots \text{明纹}$$

纹

中央明条纹的半角宽度 $\Delta \theta_0 = \theta_1 = \arcsin \frac{\lambda}{a}$, 当 θ_1 很小时有

$$\Delta \theta_0 = \frac{\lambda}{a}$$

3 泊松亮斑实验

在人类探索光的本性的进程中, 泊松亮斑实验是波动光学发展史上具有重大意义的一个经典实验, 在很大程度上推动了波动光学的进一步发展.

1818年, 法国科学院组织了一次悬赏征文活动, 竞赛评奖委员会的本意是希望通过这次征文, 鼓励用微粒理论解释衍射现象, 以期取得微粒理论的决定性胜利. 然而, 出乎意料的是, 不知名的学者菲涅耳却按照波动说深入地研究了光的衍射. 当时, 泊松是光的波动说的极力反对者, 他按照菲涅耳的理论

电磁炉工作原理及使用

王来元

(高台县第一中学 甘肃 高台 734300)

1 电磁炉结构

电磁炉是应用电磁感应原理进行加热工作的,是现代家庭烹饪食物的先进电子炊具.它使用起来非常方便,可用来进行煮、炸、煎、蒸、炒等各种烹调操作.特点是效率高、体积小、重量轻、噪音小、省电节能、不污染环境、安全卫生,烹饪时加热均匀,能较好地保持食物的色、香、味和营养素,是实现厨房现代化不可缺少的新型电子炊具.电磁炉的功率一般

在 700 ~ 1 800 W 之间.电磁炉的结构主要由外壳、高级耐热晶化陶瓷板、PAN 电磁线盘、加热电路板、控制电路板、显示电路板、风扇组件及电源等组成.

2 加热原理

在电磁炉内部,由整流电路将 50 Hz 的交流电压变成直流电压,再经过控制电路将直流电压转换成频率为 15 ~ 40 kHz 的高频电压,高速变化的电流流过扁平空心螺旋状的感应加热线圈(励磁线圈),

计算了光在圆盘后的影的问题,发现在一定条件下,在不透明的圆板的阴影中心有一个亮斑,这就是著名的“泊松亮斑”,如图 3 所示.泊松认为这是十分荒谬的,于是就声称驳倒了光的波动理论.但后来菲涅耳在实验室观察到了这个亮点,这样,泊松的计算公式反而有力地支持了光的波动学说,使光的波动理论在这场竞赛中,赢得了新的辉煌的胜利.



图 3

4 塞曼效应试验

塞曼效应被誉为继 X 射线(1895 年发现)之后物理学最重要的发现之一,1902 年塞曼因这一发现与洛伦兹共享诺贝尔物理学奖.

19 世纪初,光的波动说获得很大成功,逐渐得

到人们公认.但是当时人们把光波看成像机械波,需要有传播的媒介,曾假设在宇宙空间充满一种特殊物质“以太”.而且,“以太”应具有以下性质:一是有很大的弹性(甚至像钢一样);二是有极小的密度(比空气要稀薄得多——以至我们根本不能用实验探测它的存在).这种神秘的“以太”存在吗?这个问题到目前为止,甚至还在小范围的争执之中.但是,各种证明“以太”存在的实验都被认为是失败的,这就使光的机械波学说陷入了困境.

这时,有一些新的事实促使人们去进一步探索光的本性的神秘面纱.1862 年法拉第做了最后一次实验,试图发现磁场对放在磁场内的光源发出的光线的影响,但结果是否定的,因为他用的仪器还不够灵敏,不能探测到这种微细的效应.30 年后,当时还是青年的塞曼,从阅读法拉第的实验计划受到启发,他用更精密的仪器重新做实验,发现了塞曼效应.这个实验证明了光具有电磁本性,同时也对原子物理的研究有着重要的贡献.

塞曼效应的发现使人类对光的认识更加深化,认识范围更加扩大.光具有波动性、光的电磁本性逐渐被人们所公认.这种理论在光学史上起着特殊重要的作用.