

物理学史中的七月

1816年7月 菲涅耳对于光波动理论的证据
(译自 *APS News* 2016年7月)



萧如珀¹ 杨信男² 译

(1. 自由业; 2. 台湾大学物理系 10617)

光是粒子还是波,此问题几世纪来科学家的看法分歧,直到20世纪初。牛顿持前一个论点,主张“微粒”说。但到了19世纪初,波动理论东山再起,部份归功于一位法国土木工程师菲涅耳(Augustin-Jean Fresnel)所做的研究。

菲涅耳于1788年出生,父亲是建筑师,因为父母都是天主教中拥抱宿命论基本教派的杨森主义教徒(Jansenists),他从小即在严格的宗教环境中成长。起先他在家学习,早期并未显示出有学业的才能;直到8岁才能勉强阅读,有部分也许要归咎于当时法国所有的政治动荡。当法国大革命于1789年席卷巴士底监狱时,菲涅耳才刚满1岁,当法国恐怖统治开始时,他5岁。

最后,他们全家定居在法国康城北方一个小村,当菲涅耳12岁时,他才进入正式学校就读。那是他发掘科学和数学的地方,他两门学科都非常优异,因此决定攻读工程学,先是在巴黎综合理工学院,之后到国立巴黎高科陆桥学院。

菲涅耳完成学业后在法国政府机关从事各种土木计划,首要是在修筑道路方面。主要的计划是要建造一条经过法国,连结西班牙和意大利北部的道路。1815年,拿破仑一世从流放地爱尔巴岛回到法国,但菲涅耳支持国王对抗拿破仑,因此当拿破仑聚集他的大军到巴黎时,这位工程师丧失了他的职



图1 菲涅耳

Photo: Wikimedia commons

位,并受警察监控。此时菲涅耳选择返回他的家乡,专心他的科学兴趣,特别在光学方面。

当拿破仑仅在100天后于滑铁卢再次兵败,国王路易十八即位,菲涅耳恢复他的工程工作,但他仍继续他的光学研究。尤其是,他以杨氏(T. Young)的实验做为他研究的基础,杨氏知名的双狭缝实验被许多科学家视为光是波的证据。菲涅耳自己的理论和实验研究也让他支持此理论,虽然在当时的教科书并不认同。

菲涅耳对探讨光本质的诸多研究并不熟悉,但他对衍射深感兴趣。当光照射在如细金属线时,会在阴影处产生特有的一组彩色光带。当他在衍射物体的一个边缘黏贴一张黑色的纸时,会出现重大的变化,他发现光的亮色带消失了。之后他根据光线通过衍射物体后面的路径长度,构思出数学公式,来预测那些亮和暗的光带位置。后来他利用那些相同的方程式来预测两面镜子反射光线所产生的干涉图案。

那些构成了他1818年《论光的衍射》论文的基础。其实菲涅耳于1816年7月就已发表了初步的成果,目的要充实数学,让他的发现可以发展成完整的理论。1819年,法国科学院宣布那年的大奖赛要颁发给最佳的衍射研究。菲涅耳把握此机会分享他的研究,刚好在截止日期前交出他全部的理论。

那年的评审包括有阿拉戈(F. Arago)、泊松(S. Poisson)和拉普拉斯(Pierre-Simon LaPlace)——全都支持光之微粒说。然而,泊松对菲涅耳的研究成果印象深刻、良好,因此他用其理论做预测——即是假如平行光线射在不透明的圆盘上,在阴影中间会有一亮点。这得到了实验的证实,因此菲涅耳获得了大奖,这是光波动说倡导者一个主要的胜利。

菲涅耳除了研究光学外,还为灯塔委员会工作。当时灯塔都依靠镜子来反射灯光,但反射后的灯光从远处很难看得见,在浓雾或暴风雨的天气,船只更是几乎看不见灯光。既然影像的质量不重要,菲涅耳意识到使用透镜,但去除里面大部分的玻璃,会更理想。他设计一个透镜,由多个玻璃棱镜环组成,像一个巨大的蜂窝,中间放一盏灯。那些棱镜将那盏灯(或其他光源)照出来的光加以偏折而集成一道明亮的光束,可以照得很远,甚至在多雾的情况下也很容易看得见。



图2 美国加州 Point Arena 灯塔的菲涅耳透镜
Photo: Wikimedia commons/Frank Schulenberg

菲涅耳的设计非常有效,所以这样的透镜一直被灯塔广泛地使用,直到20世纪中期。菲涅耳的透镜曾经使用于车前大灯,现在仍使用于车后灯及倒车灯,以及太阳能炉具。平常也用它们在影片和戏

院的照明,不仅光束更亮,光的强度也更均匀。

尽管菲涅耳的种种成功,他一生却从未赢得科学家的声誉,许多的论文都在身后才发表。但他获得同时期人的敬重,所以名字和71个其他法国杰出人物一起被刻在艾菲尔铁塔上。然而,菲涅耳不是一个追求公众注意的人,正如他1824年给杨氏的信中写道:“我从阿拉戈、拉普拉斯和必欧所得到的赞美远不及我发现理论的真理,或计算被实验确认所带给我的快乐满足。”菲涅耳于1827年7月14日因肺结核病死于法国阿弗雷城。

进一步阅读:

Fresnel, Augustin. (1818) “Memoir on the Diffraction of Light,” *The Wave Theory of Light: Memoirs by Huygens, Young and Fresnel*. Woodstock, GA: American Book Company.

Fresnel, Augustin. (1819) “On the Action of Rays of Polarized Light Upon Each Other,” *The Wave Theory of Light: Memoirs by Huygens, Young and Fresnel*. Woodstock, GA: American Book Company.

