

苏登记 编著

# 大学物理实验指南

光学分册

厦门大学出版社

高等学校教学参考书

# 大学物理实验指南

(光学分册)

苏登记 编著

厦门大学出版社

1994年10月

[闽]新登字 09 号

高等学校教学参考书  
大学物理实验指南  
(光学分册)  
苏登记 编著

\*

厦门大学出版社出版发行  
三明地质印刷厂印刷

\*

开本 787×1092 1/16 23.5 印张 571 千字  
1994 年 12 月第 1 版 1994 年 12 月第 1 次印刷

印数:1—1000 册

ISBN 7-5615-0235-4/O·9

定价:15.00 元

## 内 容 简 介

本书是参照 1955 年至 1978 年部颁的综合性大学物理系普通物理实验大纲及 1988 年国家教委颁发的综合性大学物理专业普通物理实验大纲，选择理科其他各系普通物理实验中的精粹部分并根据作者三十多年来从事物理实验教学的经验编写而成的。

本书包括光度学、几何光学和物理光学等 13 个不同类型的实验项目共 35 个实验题目。

本书的最大特色是除了有一般物理实验教科书的内容外，每个实验都附有原始的实验数据及其处理分析，对实验仪器的解剖及实验操作和技能以及技巧的介绍尤为细致，书末还附有丰富的参考资料，适合于大专院校物理实验教师的教学参考和大专院校师生自学物理实验之用。对中专、中学物理教师以及科技工作者也具有参考价值。

# 代 序

物理学在自然科学中占有重要地位。这不仅是因为自然科学的其他学科离不开物理学，而且是因为现代高技术的发明和突破，几乎都来源于物理学上的激动人心的重大发现。

物理学是一门实验科学，新的理论是建立在新的实验基础之上的，而理论本身的发展也必须经过实验的验证才能被公认。例如，现代通讯技术的发展是由于麦克斯韦建立了系统的电磁理论，而后由赫兹实验验证了电磁波的存在。可是，人们也许没有注意到，麦克斯韦的贡献，是完全建立在法拉第的实验基础之上而加以发展的。法拉第的实验发现和他所形成的有关电磁现象的物理思想，可以说已经囊括了麦克斯韦的电磁理论的主要思想和规律。这个例子以及物理学发展史中的无数例子说明，要发展物理学从而推动现代新技术的发展，必须重视物理实验和实验技术，这对培养出色的物理人才尤为重要。

普通物理实验是理、工、农、林、医院校的一门重要的实验基础课程，也是对学生进行科学实验教育的入门课程，它着重给学生以严格的实验基础训练。这些年来，国内已经自编或翻译出版了一些教材和教学参考书，但是能够供教师教学参考的实验教学指导书，为数甚少。

厦门大学物理系苏登记等同志编写的这本《大学物理实验指南》，反映了该同志三十多年在实验教学上的宝贵经验，很值得教师参考。我认为这本书有以下几个特点：

一、包括了解放以来各个阶段我国许多高等学校使用的各种实验仪器，并比较详尽的收集了各种实验中的测量方法，内容丰富。

二、对仪器的描述以及操作技能和技巧的介绍特别细致。

三、对每个实验的操作步骤、数据表格、参考数据、思考问题及分析讨论都作了介绍，在附篇中还给出了一些理论推导或知识的介绍，可以作为教学参考手册使用。

我祝愿本书的出版将对我国物理实验教学起到积极的作用。

虞 福 春

1988年9月27日

# 序

科学理论和科学实验犹如一条车轴两端的两个轮子，共同推动科学之车前进。这两个轮子又好象固定在轴上，一个轮子旋转必然要带动另一轮子的转动。1900年前后发现了电子并加以测量，发明了X-光并考究其本性，发现了放射性并看出原子的蜕变，测出可靠的热辐射能量分布规律而推翻了经典理论，发现光电效应和电子的波动性而确认了波粒二重性等等，都是物理实验的辉煌成就，它奠定了本世纪科学大发展的基础。随之而来的量子说的确立，原子构造的阐明，相对论的提出和量子力学的建立，极大地丰富了科学特别是物理学的宝库。

以Einstein为例，他当过瑞士专利局的工程师多年，对于实验科学的内容十分熟悉，这使他懂得选出Michelson-Morley的实验结果作为相对论的奠基石，可以说他的特殊相对论就是为了解决Bradley光行差的测量问题及Fizeau的水流对光程影响的测量和Michelson-Morley的测量等几个实验结果的矛盾而凑出来的。事实上也只有根据较多的实验结果凑出的理论才有可能应用于更多或全部事实，才有可能靠近真理。凑即很多次修改理论到符合多数或全部事实为止。不去凑，只凭不可靠的假设或凭直觉(Intuition)作了一二次尝试，很难想像这种理论能够符合大部分事实。Planck等人更是先凑出一个符合于热辐射分布律的公式，然后追究这个公式和Rayleigh-Jeans理论的差别所在，才看出量子说的必要性。历史事实说明了实验的重要性，特别是物理实验。

在今天大学的物理课程里，因为要学的理论太多而挤掉了物理实验的学习份量，这已是很普遍的事情，不仅国内如此，在国外也是这样，这是一件很不幸的事。在国内因仪器设备关系，影响就更大。我国在世界的物理学界，不论实验方面或是理论方面，都尚未有立足之地。如果不熟悉和了解许多实验数据，是难于提出中肯的模型作为理论研究的出发点。这是多么惊人的现实，其根源首先要数大学物理实验的教学效果。这方面的书本除4、5种译本外，国人自编的到最近也只有1、2种。译文本，特别是苏译本常有词不达意之处，对学生学习困难很大。厦门大学苏登记老师编写的《大学物理实验指南》是一本内容比较丰富的书，收集的实验题目达一百多个。其文字的流畅，非译文所能比，且处处为初学者着想，特别重视基本技能，并附有实验数据。这本书不同于一般教科书，不但同学可以在实验前自行预习，对于教师的选题更为方便，等于是一本便览或手册。对于同一题目的实验，如在一实验室里同时排出几种不同做法，可以使同学收到举一反三之效。在目前的实验教学时间很有限的情况下，如何提高课内的教学效率是非常重要的。这部书对于这一点较为重视。本人尚希望它能够弥补上述的不幸于万一，是为序。

颜 戊 己

1987年4月

# 前 言

《大学物理实验指南》是参照 1955 年教育部颁布的综合性大学物理系各专业物理实验教学大纲和 1977 年全国理科教材会议制定的物理实验大纲及 1988 年国家教委颁发的综合性大学物理专业普通物理实验大纲,根据作者三十多年来的教学实践而编写的。还编入一部分数学、化学、生物等系和原中级物理实验的内容。曾在全国兄弟院校交流,是一部比较系统的、适应性较大的大学物理实验参考书。

本书力求以基本实验方法为中心,把实验原理、实验仪器和测量技术作为有内在联系的有机整体来阐述。着重于基本物理概念、基本物理实验仪器的操作使用和基本物理实验技能的训练。对实验仪器的描述及实验技能和技巧的叙述特别详细深刻。而且差不多每个实验都有实验数据处理举例,其中有原始数据、数据处理及对实验结果的讨论,作为每个实验的有机组成部分,这是一般物理实验教科书所没有的。有实验数据的分析处理的典范,将使学生易于掌握实验数据的正确处理分析这一实验基本要求。有了这部分内容,每个实验就是完整的,将使学生更易于掌握基本实验方法这一总的实验教学任务。全书收集的实验题目有一百多个,实验内容和实验个数都远远超过现行物理实验教材。这些实验题目不是无原则的堆集,而是根据不同的物理量来编排的。每个大题目的内容都是必须掌握和测量的物理量,小题目则代表测量同一个物理量的几个不同方法,实验内容有深有浅,实验方法有简单的有比较复杂的。题目的这样安排有利于扩大学生的眼界,为他们提供广阔的实验方法思路。少量古老的实验,似乎可以删去,但由于这些实验具有直观、简单明白的特点,对于弄清一些物理概念,掌握实验的基本方法,仍然具有其重要价值,所以还有保留的必要。

本书适用范围较广,可供理科物理系师生物理实验参考,也可供理科其他各系和师范、工、农、林、医高等院校以及电大、夜大物理实验的教师和学生参考,对高中物理教师也有参考价值。

本书是作者三十多年来从事物理实验教学的成果,是集体智慧的结晶。部分实验的初稿是我系潘成丘老师执笔的,学长施金城为本书出版提供资助,苏照山等同志不厌其烦为本书画了插图;原中国科学院院长卢嘉锡教授为本书题了词;国家教委高校理科物理学教材编审委员会主任、北京大学技术物理系虞福春教授和福州大学物理系颜戊己教授分别为本书写了代序和序,谨此一并致以衷心的感谢。

由于作者水平有限,一定存在不少缺点或错误,敬请读者批评指正。

作 者

1994 年 6 月于厦门大学物理系

# 目 录

实验 1	用光度计测量白炽灯的发光强度、发光效率和光照场的分布	(1)
附录	闪烁光度计	(8)
实验 2(1)	薄透镜主焦距的测量	(10)
附录	用球径计和光焦度计测量薄透镜的曲率半径和焦距	(20)
实验 2(2)	用牛顿(Newton)法测量会聚透镜组的主焦距和基点	(21)
实验 2(3)	用高斯(Gauss)法测量厚透镜的主焦距和基点	(26)
附录	平行光管	(30)
实验 3	透镜成像像差的研究	(40)
实验 4(1)	望远镜和显微镜光学系统的研究和放大率的测量	(47)
实验 4(2)	精密显微镜的使用和放大率的测量	(51)
实验 5	分光计的调节及三棱镜棱角的测量	(61)
实验 6(1)	由像似厚度测量透明固体或液体的折射率	(72)
实验 6(2)	用最小偏向角方法测量三棱镜的折射率、色散率和鉴别率	(74)
实验 6(3)	用掠入射方法测量液体及固体的折射率	(79)
实验 6(4)	用阿贝(Abbe)折射计测量液体及固体的折射率和色散率	(82)
实验 6(5)	用蒲氏(pulfrich)折射计测量液体及固体的折射率和色散率	(93)
附录	V 棱镜折射计	(107)
实验 7(1)	双棱镜的干涉及光波长的测量	(113)
附录	成品螺杆式测微目镜	(118)
实验 7(2)	用双透镜(分裂透镜)的干涉测量光波的波长	(120)
实验 7(3)	双面镜的干涉现象	(124)
实验 7(4)	用牛顿圈测量透镜的曲率半径和透明液体的折射率	(128)
实验 7(5)	瑞利(Rayleigh)干涉仪	(133)
实验 7(6)	迈克逊(Michson)干涉仪	(143)
附录	两束光的干涉	(157)
实验 8(1)	方和斐(Fraunhofer)衍射	(162)
附录	衍射强度 $I=R^2=R_0^2 \frac{\sin^2\beta}{\beta^2}$ 的分析求法	(165)
实验 8(2)	石松粉(Lycopodium powder)的衍射	(167)
附录	圆孔衍射花样的强度分布	(170)
实验 8(3)	用衍射光栅测量光波的波长(简单法)	(171)
实验 8(4)	用衍射光栅测量光波的波长(分光计法)	(173)
附录	衍射光栅强度的普遍方程式	(181)



实验 8(5)	夫累涅尔(Fresnel)衍射现象 .....	(184)
实验 9(1)	光的偏振现象的观察 .....	(189)
实验 9(2)	光的旋转偏振现象的研究 .....	(202)
实验 9(3)	偏振光的分析 .....	(209)
实验 9(4)	偏振光显微镜 .....	(218)
附录 1	常用浸油液的制备 .....	(232)
附录 2	XPG 型标准偏光显微镜的主要性能和规格 .....	(234)
附录 3	X13—01 型五轴旋转台 .....	(236)
实验 10(1)	波长分光计的校正及光谱的观察 .....	(240)
实验 10(2)	小型摄谱仪的调整及波长的测量 .....	(246)
附录	WPL 型小型摄谱仪的主要性能 .....	(253)
实验 10(3)	用蒲氏(pulfrich)光度计研究溶液的吸收光谱 .....	(254)
实验 11	照像技术 .....	(261)
实验 12	光学高温计的定标和使用 .....	(270)
实验 13(1)	氦—氩(He—Ne)原子气体激光器的调整及输出功率的测量 .....	(276)
实验 13(2)	全息照像及再现 .....	(279)

## 附 篇

### 光学实验基本知识和仪器

一、原子光谱和能级 .....	(287)
二、光谱线的宽度 .....	(301)
三、多束光的干涉和法布里—珀罗干涉仪 .....	(307)
四、激光原理 .....	(319)
五、氦—氩原子气体激光器 .....	(344)
六、常用光源 .....	(351)
七、两个仪器说明书 .....	(355)
1. HN— $\frac{1}{2}$ 型氦—氩原子气体激光器使用说明书 .....	(355)
2. FX—101 型数字式测光表说明书 .....	(357)
八、激光光束对人眼的伤害 .....	(358)
九、一些主要光学常数 .....	(360)
1. 主要方和斐(Fraunhofer)线的波长(太阳吸收线) .....	(360)
2. 水和乙醇对钠黄光( $\lambda=5893 \text{ \AA}$ )的折射率 .....	(361)
3. 一些物质对钠黄光的折射率 .....	(361)
4. 一些元素主要谱线的波长 .....	(362)
十、光学仪器的保养和清洗 .....	(363)

# 实验 1 用光度计测量白炽灯的发光强度、发光效率和光照场的分布

## 一、目的

1. 明了光度计的构造原理及其使用方法。
2. 测量白炽灯的发光强度、发光效率和光照场分布。

## 二、原理

1. 两个光源分别照射在一个屏的两半时,很容易用眼睛来判断在两边界相接的面上的照度(落在单位面积上的光通量叫照度)是否相等(如图 1—1 所示),而且准确度相当高,但要估计出一边面上的照度比另一边面上的照度强多少倍,那就很不容易了。根据眼睛的这个特点,所以一切目测光度计(用来比较两个光源发光强度的仪器叫光度计)都造成这样:使眼睛的作用就是用来确定两个相接的视野上照度的相等,由此来决定分别照亮这两个视野的两光源的发光强度的。①

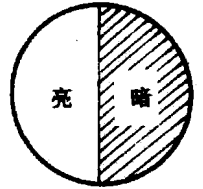


图 1 1

2. 发光强度的测量是以光的平方反比定律为基础的。这个定律说:对于一点状光源,在被垂直照射的面上,照度  $E$  的大小与光源的发光强度  $I$  成正比,而与至光源的距离的平方成反比,即

$$E = \frac{F}{S} = \frac{4\pi I}{4\pi r^2} = \frac{I}{r^2} \quad (1)$$

式中  $S$  为与光线垂直的面积,  $F$  为落在此面积上的光通量。

令  $I_1$  及  $I_2$  分别表示第一及第二两个光源的发光强度(以烛光为单位),  $r_1$  及  $r_2$  分别是它们到光度计的被照面的距离(以厘米为单位)则当光度计视野两半的照度相等时,即  $E_1 = E_2$  时,可得

$$\frac{I_1}{r_1^2} = \frac{I_2}{r_2^2}$$

所以

$$I_2 = \frac{r_2^2}{r_1^2} \cdot I_1 \quad (2)$$

如果  $I_1$  已知,并且测量出  $r_1$  及  $r_2$ ,则  $I_2$  就可以确定。

3. 表示电灯是否经济的物理量用发光效率。从理论上讲发光效率等于电灯所发出的光能

① 发光强度是基本的光度学单位,它的单位叫坎德拉(Candela)(又叫国际烛光)。坎德拉定义为:在 101325 帕斯卡(帕斯卡是压力的单位,1 帕=1 牛顿/米<sup>2</sup>)压力下,处于铂凝固温度的黑体的 1/600000 平方米表面垂直方向上的发光强度。1979 年 10 月第十六届国际计量大会,考虑到实现这一定义困难以及辐射测量技术的迅速发展,已正式作出决议废除坎德拉这一定义,并给出了下列的新定义:“坎德拉是频率  $540 \times 10^{12}$  赫兹的单色辐射源在给定方向上的发光强度。该方向上的辐射强度为  $\frac{1}{683}$  瓦特每球面度。”

与所消耗的电能之比,实用上则以电灯的发光强度  $I$  与所消耗的电功率  $W$  之比,用  $\eta$ <sup>①</sup> 表示之,即

$$\eta = \frac{I}{W} \text{ 国际烛光/瓦特} \quad (3)$$

发光效率的值主要决定于灯丝的温度,灯丝的温度愈高,发光效率愈大。

必须注意:当比较不同类型的电灯或同一类型而炽热程度不一样的电灯时,由于各灯所发光谱成份不同,光的颜色将有所不同,在这种情形下,只能粗略地确定照度的相等,这样就大大地减低了测量的准确度。

为使测量准确,发光强度的比较必须按光谱段落分别进行。这可以用滤光器或用分光光度计等特殊仪器来实现。

发光强度的测量除了用比较法的目测光度计测量外,也可以用光电效应,热效应以及照相方法等进行测量,在这里不予介绍。

### 三、仪器

(1)光具座及附件;(2)陆米—布洛洪光度计;(3)付标准灯泡(10 烛光,154 伏,0.231 安,它是原来亚字牌 60 瓦灯泡经标准灯泡( $I=16$  烛光,规定电压 108.7 伏,电流 0.509 安,某指定方向)校准过;(4)待测灯泡(额定电压 220 伏,标称功率 25 瓦);(5)单相自耦变压器 2 个;(6)交流伏特表(0~300 伏)2 个;(7)交流毫安表(0~300mA)2 个。

#### 仪器简介

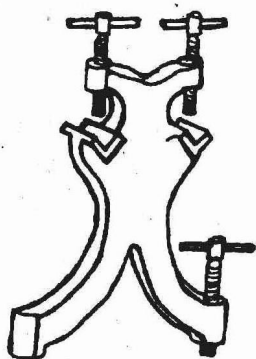
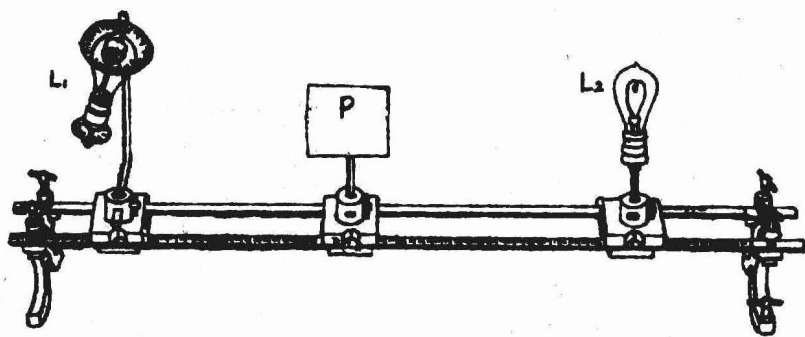
(1)光具座:它是一根横截面为凹形槽,长约 2 米,在其凹槽一外边刻(或贴)有毫米分度刻度尺,凹槽的两端底部有固定脚架,凹槽上面装置有 4—5 个可以移动的支架的钢铁基座,在支架上可以装置光学实验如光度测量,透镜焦距测量,干涉和衍射的观测等的光学元件,如光度计、透镜等,这样的基座叫光具座。光具座是光学实验必不可少的基本设备之一。光具座的形式有各种各样,一根水平放置,刻度线垂直,两端有脚架的米尺就可以作为一个简单的光具座。实用的光具座较简单的有截面为圆形或棱形、其上直接刻上毫米分度,两端用脚架固定的光具座。最适用的是由两根圆棒并排、相对间隔用脚架固定,其中一根圆棒直接刻上毫米分度的光具座,这种光具座,重心稳固,支架移动灵活,使用方便,如图 1—2 所示:

光具座还配有照明灯及罩、平面网状物、指针、透镜夹、普通灯座架、屏(一面涂白的,另一面涂黑的)、平面镜(可以绕水平或垂直轴转动,以使镜面的法线指向任何方向)。还有特备的旋转灯座架及单狭缝等,前者用于光度分布的测量,后者用于观察光的干涉及衍射。

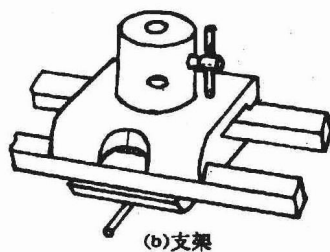
(2)特备的旋转灯座架:此座架专门用于测量电灯的光度分布(赤道平面和任何垂直于赤道平面的光度分布)。灯装在特备的旋转灯座架上,可以通过架中心的一垂线为轴而旋转,也可以通过架中心的一水平线为轴而在一垂直面上旋转,所转过的角度的大小,可以分别于一水平及一垂直刻度盘上读出来。

(3)光度计:目测光度计有好多种式样(原理一样)这里只介绍常用的一种——陆米——布洛洪(Lummer—Brodhun)光度计。

<sup>①</sup> 按照国家标准,光源发光效率定义为  $\eta = \Phi/P$  ( $\Phi$  为光通量,单位为流明,而  $\Phi = 1\Omega, I$  为发光强度,单位为坎德拉,  $\Omega$  为立体角,  $P$  为消耗的电功率,单位为瓦特)即  $\eta$  的单位为流明/瓦,而(3)式为坎德拉/瓦,相差  $4\pi$  倍。因 1 流明 = 1 坎德拉 · 球面度。



(a) 光具座的脚



(b) 支架



(c) 灯及罩



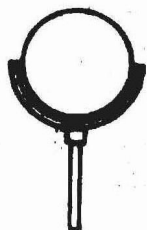
(d) 平面网状物



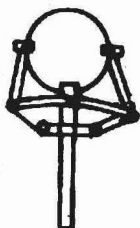
(e) 观光屏



(f) 旋转灯座



(g) 凹面镜



(h) 透镜及 夹子



(i) 指针

图 1-2

本光度计由一个盒子  $AB$  做成(图 1—3)。盒子能够绕水平轴翻转  $180^\circ$ , 轴通过  $VT$  两个支架。从所比较的光源  $L_1$  和  $L_2$  而来的光线, 投到散射屏  $m$  (生瓷或石膏的薄片) 上, 由屏散射的光线中一部分分别以相等角度投到反射镜  $S_1$  及  $S_2$  上,  $S_1 S_2$  分别将光线反射到两块玻璃棱镜的缘面  $bc$ 、 $dp$  上。这两块棱镜由折射率相同的质料做成。棱镜  $bca$  即通常的平底面全反射棱镜。棱镜  $pqd$  有着球底面  $pq$ , 但是球底面的中心部分被切成平面, 该棱镜粘在棱镜  $bca$  的底面  $ba$  上, 相接处

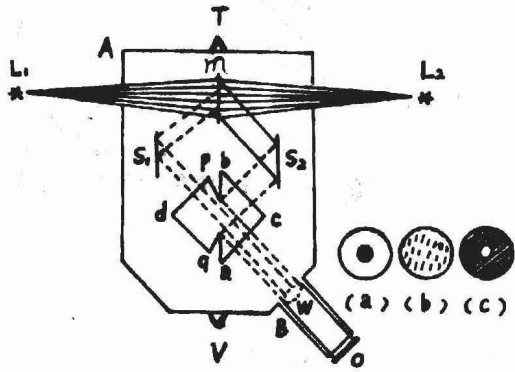


图 1—3

做成光学接触, 就是使该两棱镜在相粘处变成连续的透明体, 光线射到二者的粘接处时, 将没有反射而穿过。观察者望着装在盒侧面的镜筒  $O$ , 就看到由反射镜  $S_1$  来的, 穿过两棱镜相接处的光, 还有由反射镜  $S_2$  来的, 经过底面  $ba$  上不与棱镜  $pqd$  相接部分所反射来的光。如使放大镜  $W$  聚焦于  $ab$  面, 则在一般情形下, 观察者的眼睛将看到一暗圆印在一明环内或者相反地一明圆印在一暗环内。而当屏  $m$  两方面的照度相等时, 镜筒内的视野将是均匀照亮的。

光度计和要比较的两个光源都装在支架上, 支架可沿光具座滑动, 在两端的支架上放置光源, 使它们所发光束的轴和屏  $m$  垂直。

新式的光度计内, 在屏  $m$  所漫反射的光线  $mS_1$  和  $mS_2$  的路途中, 还装有滤光器(有色的或乳白的玻璃片)。在两光源含有各种光谱成分时, 可用有色滤光器按相同波长范围来比较它们的能量。如果没有滤光器视野的多色性将使照度相等的确定发生很大困难。白玻璃片则用来比较相同光源的整个放射。

#### 四、实验内容

##### 练习一 测量电灯的发光强度

电路如图 1—4 所示, 在光具座的两支架上排好欲测的电灯泡及标准电灯泡(烛光数已知), 按灯上规定, 加上电压(可用变压器控制), 在它们中间置立光度计, 调节该两光源, 使它们与光度计的窗洞等高, 以使光线能垂直射到屏  $m$  上, 伸缩目镜筒  $W$  使两视野的分界线最清楚(如图 1—3(a)或(c))然后左右移动光度计以使视野两部分的照度相等(如图 1—3(b)), 读出三支架的位置, 求得  $r_1$  和  $r_2$ 。①其次保持两光源不动, 将光

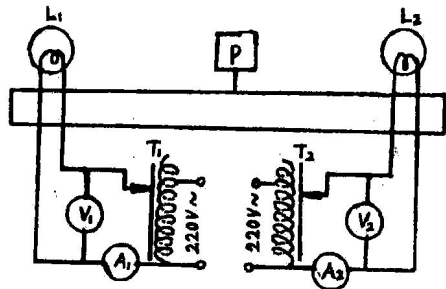


图 1—4

①  $r_1$  及  $r_2$  是指两光源中心到光度计屏  $m$  的垂直距离, 与从两光源及光度计支持架在光具座上的位置读数标出的  $r_1$  及  $r_2$ , 一般并不相等, 必需进行校正, 校正方法参考“薄透镜焦距的测量”实验。

度计绕水平轴  $TV$  翻转  $180^\circ$ , 再找光度计使视野照度相等的位置, 得出光度计的另一位置, 由支架读数再算出另一组的  $r_1$  和  $r_2$ 。将以上两组  $r_1 r_2$  各取其平均值(此步骤在于消除屏  $m$  两边照度不相等时所引起之误差)。

如上最少测三次, 每次稍改变两光源的距离。

将数据逐一代入(2)式算出待测电灯的平均发光强度  $I_2$ , 再求其平均发光强度。

### 练习二 测量电灯的发光效率

仍按图 1—4 接好电路, 并将两光源及光度计如练习一调节好。两光源距离可始终一定, 标准灯  $L_1$  电压加到规定的数值(可由变压器  $T_1$  控制)。逐步改变待测电灯  $L_2$  的电压范围(从规定的最大值到最大值的一半左右), 对每一个电压值用光度计测量其相应的发光强度  $I_2$ , 并记下相应的伏特表  $V_2$ 、安培表  $A_2$  的读数。电压的变动靠变压器  $T_2$  来实现, 至于每次变动的数值视实际情况决定。每次测量电灯的发光强度  $I_2$  时, 光度计应取  $0^\circ$  和  $180^\circ$  两位置的平均值。整个实验至少有八对不同功率值及其发光强度。

然后由公式  $W = IV$  (单位:  $I$ —安培,  $V$ —伏特) 求出各次的电流功率及每一功率相应的发光强度  $I_2 = \frac{r_2^2}{r_1^2} \cdot I_1$ , 再由(3)式算出各功率值时电灯的发光效率。最后在方格纸上画出发光强度和电流功率的关系曲线, 以及发光效率与电流功率的关系曲线。

### 练习三 研究电灯发光强度沿各方向的分布

同练习一, 在欲研究的灯泡上装在特备的旋转灯座架上, 然后将其支杆从垂直光具座轴线的水平方向插入光具座支架并固定好。灯光取垂直方向, 测量其赤道平面的光度分布, 先调节待测灯的高度使灯的中心和垂直刻度圆盘中心同高, 再调节标准灯的高度, 使两灯中心和光度计窗洞中心同高, 然后旋转待测灯座使其指针对准灯台刻度盘的  $0^\circ$ 。仿练习一测出待测灯沿着光度计的该方位上的发光强度。依此绕着垂直轴, 使待测灯每次旋转  $15^\circ$ — $20^\circ$ , 直到  $180^\circ$ , 测出待测灯沿着光度计的新方位上的发光强度。这样, 在待测灯对于光度计逐步转了  $180^\circ$  的过程中, 就得出待测灯在这范围内发光强度的分布。在极坐标纸上画出发光强度的分布曲线, 以径长表示发光强度。同样, 如使待测灯继续对光度计旋转, 即  $180^\circ \sim 360^\circ$ , 则可得赤道平面内另一半的光度分布。

其次以通过灯中心的水平线为轴, 旋转待测灯同上法测量并求其垂直于赤道平面上的光度分布。

#### 注意事项

1. 实验时必需使两光源发出的光线均分别垂直照射在光度计的散射屏面  $m$  的两边, 这样在光度计翻转前后的两次测量中都必需使两光源中心及光度计散射屏面  $m$  中心在同一直线上且垂直屏面。

2. 两光源的距离要大些, 以使光度计屏  $m$  上的照度小些, 因为在照度小时, 人眼比较两视野的照度相等较灵敏, 且两光源可以视为点光源。

## 五、实验数据举例

### 练习一 测量电灯的发光强度

已知: 标准灯;  $I_1 = 10.0$  烛光, 规定电压  $V = 154$  伏, 电流  $I = 0.231$  安, 某固定方向。

待测灯:额定电压 220 伏,标称功率 25 瓦。

两光源位置(cm)		光度计位置(cm)			距离(cm)		$I_2 = \frac{r_2^2}{r_1^2} \cdot I_1$ (烛光)
标准灯 $L_1$	待测灯 $L_2$		0°	180°	$r_1$	$r_2$	
150.0	40.0	1	102.1	103.0	48.0	62.0	16.7
		2	102.2	102.3			
		3	101.5	101.0			
		平均	101.9	102.1			
		总平均	102.1				
150.0	50.0	1	107.1	108.2	42.9	57.1	17.7
		2	107.4	108.0			
		3	106.5	105.3			
		平均	107.0	107.2			
		总平均	107.1				
150.0	60.0	1	111.9	111.5	37.9	52.1	18.9
		2	112.4	112.2			
		3	112.2	112.1			
		平均	112.2	111.9			
		总平均	112.1				
平均							17.8

### 练习二 测量电灯的发光效率

已知:标准灯  $I_1 = 10.0$  烛光,工作条件同练习一。

待测灯:额定电压 220 伏,标称功率 25 瓦

待测灯			光度计位置			距离		待测灯烛光数(平均) $I_2 = \frac{r_2^2}{r_1^2} \cdot I_1$	发光效率 $\eta = \frac{I}{W}$ 烛光/瓦
电压 $V$	电流 $I$	功率 $W$	(cm)			(cm)			
(伏)	(毫安)	(瓦)	0°	180°	平均	$r_1$	$r_2$		
220	112	24.6	107.4	107.3	107.4	42.6	57.4	18.2	0.741
201	108	21.7	102.1	101.9	102.0	48.0	52.0	11.7	0.541
179	102	18.3	96.8	97.0	96.9	53.1	46.9	7.80	0.422
160	96	15.3	89.6	89.9	89.8	60.2	39.8	4.38	0.285
140	89	12.5	82.7	82.9	82.8	67.2	32.8	2.38	0.191
120	81	9.8	74.8	74.7	74.8	75.2	24.8	1.08	0.110

作发光强度  $I_2 \sim$  电流功率  $W$  关系曲线及发光效率  $\eta \sim$  电流功率  $W$  关系曲线如图 1—5 所示。

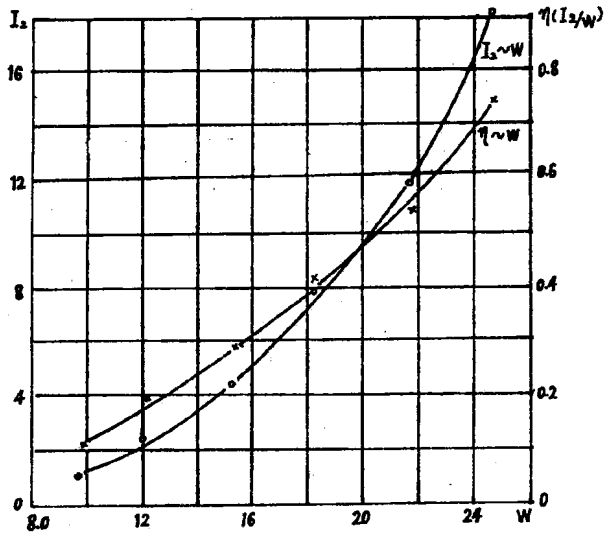


图 1—5

练习三 测量光度分布

标准灯及待测灯工作条件同练习一。

(a) 赤道平面: 标准灯位置 150.0cm, 待测灯位置 50.0cm

待测灯方位角 (度)	光度计位置(cm)			距离(cm)		待测灯烛光数 $I_2 = \frac{r_2^2}{r_1^2} \cdot I_1$
	0°	180°	平均	$r_1$	$r_2$	
0°	103.2	103.2	103.2	46.8	53.2	12.9
20°	102.5	101.5	102.0	48.0	52.0	11.7
40°	103.3	102.8	103.1	46.9	53.1	12.8
60°	105.3	105.4	105.4	44.6	55.4	15.4
80°	107.0	108.0	107.5	42.5	57.5	18.3
100°	106.6	106.6	106.6	44.0	56.0	16.2
120°	106.2	105.2	105.7	44.3	55.7	15.9
140°	105.1	104.5	104.8	45.2	54.8	16.6
160°	105.6	105.1	105.4	44.6	55.4	15.4
180°	99.2	100.5	99.9	50.1	49.9	9.94
					平均	14.5



在极坐标纸上画出发光强度的分布曲线如图 1—6 所示。

以上数据仅提供二分之一赤道平面的光度分布,另一半光度分布按同法处理。

(b) 在垂直赤道平面上的光度分布的数据处理同上,这里不重复!

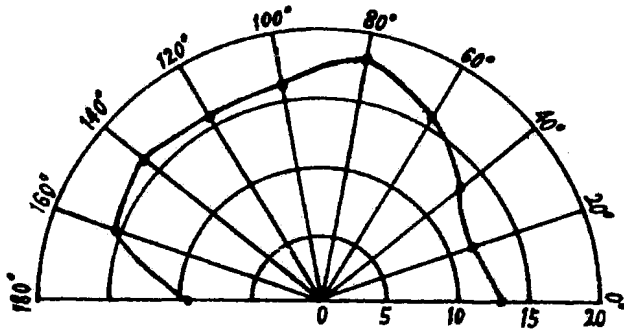


图 1—6

## 六、思考题

1. 发光强度和照度的意义及其关系如何?
2. 简述光度计构造的一般原理。

## 附录 闪烁光度计

1. 闪烁光度计:上面介绍的常用的陆末—布洛洪光度计,仅可用以比较颜色相差不多的两光源的亮度。当两光源颜色相差较多时,比如当比较的两光源,其中一光源的外加电压低于额定电压很多时,这时两光源的颜色将相差很多,这时以用闪烁光度计测量为宜。闪烁光度计的结构如图 1—7 所示。 $A$  表示一十字形用石膏做成的白色轮盘,可以旋转于其轴线  $C$ ,  $M$  为一和  $A$  同样颜色即用同样石膏做成的固定的反射屏。 $A$  和  $M$  各与发自  $S_1$  和  $S_2$  两光源的光线成  $45^\circ$  角。使用时,旋紧发条(如机械钟一样),轮盘即转动起来, $A$ 、 $M$  的反射光将相继进入观察的眼点  $E$ (通常通过一装在一会聚透镜的镜筒来观察),如果  $A$ 、 $M$  的亮度不相等,视场将闪闪发光,如满天星星闪烁一样。调节两光源之一到光度计的距离,使  $A$ 、 $M$  的亮度相等,则闪光消失,从而可以按(2)式确定两光源的强度比或其中一光源的强度。

闪烁光度计的优点,在于可以比较不同颜色光源的光强,这是因为当转盘转速颇大时,两光源不同的色光在视场中虽然混合在一起,但如果两者的亮度稍有不同,仍有闪闪发光感觉。只当两者的亮度相等时,闪光才消失。

经改进,现用的闪烁光度计,是用一石膏制成的厚度约厘米的劈形轮盘,装在仪器在两光