



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

普通物理实验(3) 光学部分

(第五版)

杨述武 孙迎春 沈国土 赵立竹 主编
方建兴 顾济华 编

高等教育出版社



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

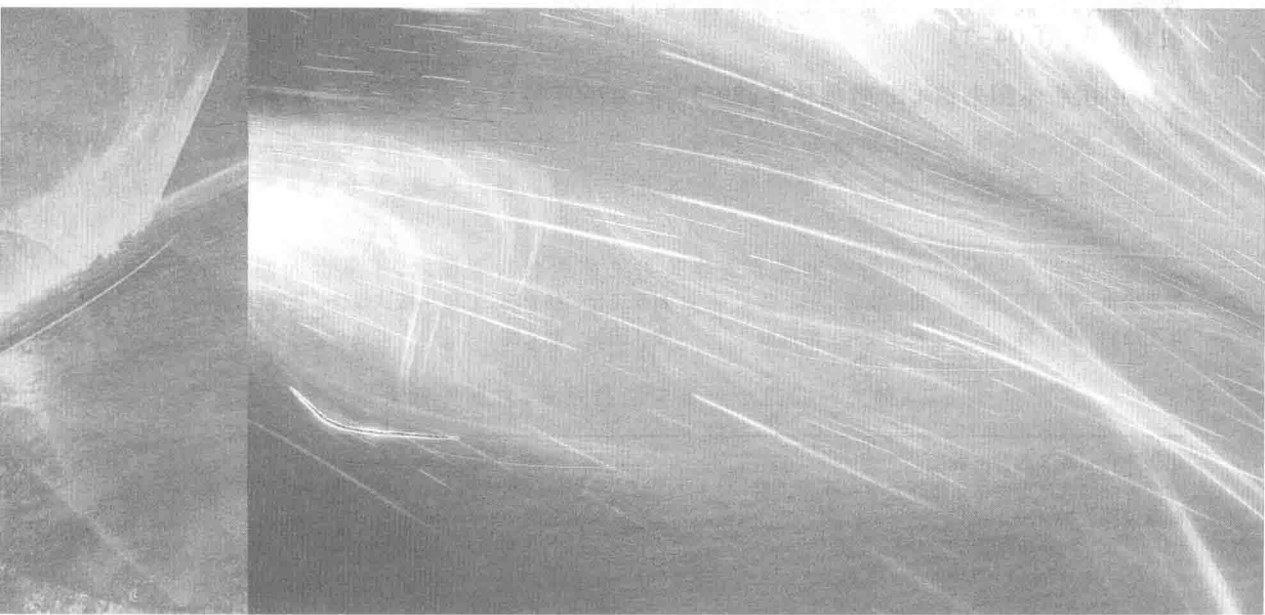
普通物理实验(3)

光学部分

Putong Wuli Shiyan Guangxue Bufen

(第五版)

杨述武 孙迎春 沈国土 赵立竹 主编
方建兴 顾济华 编



高等教育出版社·北京

内容提要

《普通物理实验》(第五版)共4册,分为:力学、热学部分,电磁学部分,光学部分,综合及设计部分。此次修订保持了原书通用性好、可读性强及注重能力的培养的特色,并基本上保持了原来的框架,同时为适应教学的发展,在内容上有一些增删和改变。

本书是第三分册,是光学实验部分,共23个实验,是在原书基础上重新编写的。

本书可作为高等学校物理类专业及相近专业普通物理实验课的教材,也可供相关的广大科技工作者参考。

图书在版编目(CIP)数据

普通物理实验.3,光学部分 / 杨述武等主编;方建兴,顾济华编. --5版. --北京:高等教育出版社, 2016.2

ISBN 978-7-04-044005-8

I. ①普… II. ①杨…②方…③顾… III. ①普通物理学-实验-高等学校-教材②光学-实验-高等学校-教材 IV. ①O4-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 247603 号

策划编辑 程福平 责任编辑 忻蓓 封面设计 杨立新 版式设计 王艳红
插图绘制 郝林 责任校对 陈旭颖 责任印制 赵义民

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100120
印 刷 北京市鑫霸印务有限公司
开 本 787mm×1092mm 1/16
印 张 8
字 数 190千字
购书热线 010-58581118
咨询电话 400-810-0598

网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
版 次 1983年4月第1版
2016年2月第5版
印 次 2016年2月第1次印刷
定 价 15.00元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换

版权所有 侵权必究

物料号 44005-00

第五版前言

本套书共四册,一、力学、热学部分,二、电磁学部分,三、光学部分,四、综合及设计部分。本书是第三分册。

2014年10月,我们接到高等教育出版社的委托书,让我们对现用的第四版进行修订。我们商讨之后,和出版社共同认定,此次修订的原则是在保持原书基本框架的条件下,替换和删去过时或不合适的内容,增加些新的内容,特别是增加一些有利于加强对学生进行素质教育的实验。据此我们对普通物理实验课的目标定为:

- (1) 学习基本实验方法和操作技能,在观察、测量与分析中,加深对物理学的认识;
- (2) 学习实验的物理思想,增强用实验方法探索问题的能力;
- (3) 培养学生的思维能力,主要是分析问题、解决问题和提出问题的能力,增强学生的素质,以适应学生各种可能的发展;
- (4) 物理实验是门基础课,但“基础”的内涵随着科学技术的进步应有所更新;
- (5) 基础物理实验应反映现代科技的成就;
- (6) 为培养学生动手能力,尤其是为培养学生思维能力搭建一个有效的平台,注意基础理论与应用相结合。

对于实验装置,我们认为应让学生自己动手去组装,在组装过程中对动手和用脑都是训练,对实验也有全面的认识。学生在动手组装的过程中,可能遇到一些困难和出现错误,但这不是坏事,只要引导得法,就可在分析、解决问题过程中增长才干、增强信心,对将来学生自己独立工作将是可贵的经验。

在以上修订原则的指导下,本册修订的主要工作是更正了发现的错误。

本册修订工作的分工如下:苏州大学方建兴、顾济华完成了全书的修订工作。

我们认为修订后虽有改进,但是由于我们对问题的分析、研究不足,肯定有进一步探讨的可能,希望读者继续对本书提出批评和建议,最后感谢读者给予我们的支持。

编者

2015年1月

目 录

绪论——光学实验基础知识	1	实验十一 光源色坐标的测定	62
§ 1 常用电光源简介	1	实验十二 CCD 单缝衍射相对光强 分布的测量	66
§ 2 常用光学仪器	5	实验十三 普朗克常量的测定	70
§ 3 光电探测器	11	实验十四 迈克耳孙干涉仪的调节和 使用	73
§ 4 光学实验操作与仪器使用规程	14	实验十五 法布里-珀罗 (F-P) 标准具	79
实验一 薄透镜焦距的测定	16	实验十六 摄影技术	82
实验二 光具组基点的测定	19	实验十七 薄膜折射率的测定	88
实验三 分光计的调节及棱镜折射率 的测定	25	实验十八 硅光电池的线性响应	90
实验四 用掠入射法测定透明介质的 折射率	28	实验十九 全息照相	93
实验五 显微镜与望远镜	34	实验二十 阿贝成像原理和空间滤波	100
实验六 单色仪的定标与滤光片光谱 透射率的测定	39	实验二十一 光导纤维	108
实验七 用双棱镜干涉测光波波长	44	实验二十二 考察光源的时间相干性	112
实验八 牛顿环与劈尖干涉	46	实验二十三 液晶的电光效应与显示 原理	116
实验九 用透射光栅测定光波波长	50		
实验十 偏振现象的观察与分析	53		

绪论——光学实验基础知识

§ 1 常用电光源简介

光源种类很多,下面简要介绍实验室常用电光源的构造、原理及使用注意事项。

§ 1-1 热辐射光源

照明用白炽灯在通电时,其灯丝受热而辐射出连续光谱的可见光与红外光。灯丝温度越高,其亮度就越高,且可见光的比例提高,因此要用高熔点材料钨做灯丝。但高温下钨会升华,为了抑制钨丝的消耗,可在灯泡内充入氩气。更有效的方法是在灯泡内加入少量的碘或溴制成碘钨灯或溴钨灯(统称卤钨灯)。当灯泡点亮后,从灯丝蒸发出的钨在泡壳内与卤素结合成卤化钨,卤化钨扩散到灯丝附近时又会因受更高的热而分解,钨又重新回到灯丝上。这样就延长了灯丝寿命,且可使灯丝工作于更高的温度从而提高了发光效率,使光色更接近于日光;亦可用于放映、摄影。

白炽灯工作于较低温度时,灯丝偏红,此时近红外光所占成分较多,因而也用作近红外光源。实验室常用的碘钨灯与溴钨灯,如图 0-1 所示。

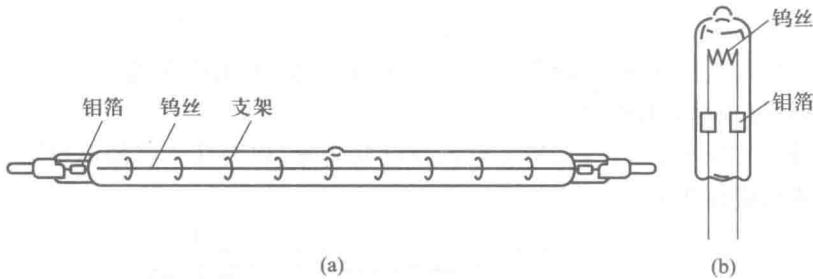


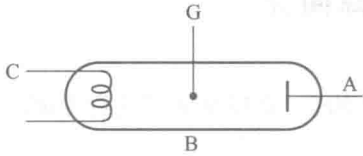
图 0-1

光学实验在暗室环境中进行,白炽灯工作电压有 220 V、12 V、6 V 等,因此要注意灯泡额定电压是否与电源电压一致,更要注意人身安全。另外,作强光源的白炽灯温度非常高,点亮时可能烤坏附近的塑料,引燃纸张。刚关灯时灯具还非常烫,不要去触摸。

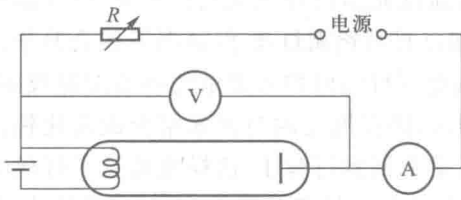
§ 1-2 气体放电光源

气体放电灯的基本构造及原理如图 0-2(a)、(b)所示。图 0-2(a)中 A、C 分别代表阳极、阴极,泡壳内充气。其伏安特性曲线(图 0-3)呈现三个阶段:OC 为暗放电,当电压 U 增大时气体内

少量已电离粒子受电场作用加速.当到达点火电压 U_z 时,这些粒子速度已足以碰撞中性原子,激发并产生连锁碰撞,管内带电粒子大量增加,使电离电流上升,进入辉光放电阶段(FG).在电流很大时,电极温度升高转入热电子发射,电流再次迅速增大形成弧光放电.在弧光放电段(GH),微分电阻 $\frac{dU}{dI} < 0$,称之为负的伏安特性,这会造成放电不稳定,如电路中有某种扰动,会导致灯管熄灭或者烧毁.为了让灯管能稳定工作,须在电路中串联电阻(小功率)或电感(大功率)起镇定工作电流的作用,俗称镇流器(中学阶段只讲了镇流器配合启动器帮助触发日光灯一项作用).电感镇流器有损耗大等缺点,电子镇流器重量轻、功耗小,总体效率可提高 25%.



(a) 放电灯结构示意图



(b) 放电灯工作电路示意图

图 0-2

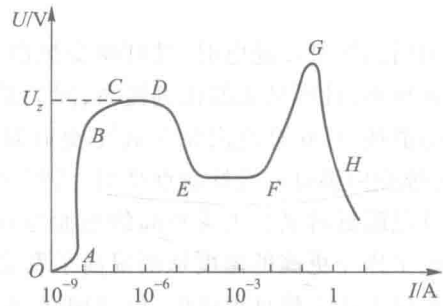


图 0-3

1. 辉光放电管

辉光放电管结构见图 0-4,管内可充 He 或 Ne 等气体,可用作光谱波长标准.验电笔中的氖管、做广告的霓虹灯也都是辉光放电管.

辉光放电管内气压小于 10^3 Pa,所通电流也仅几毫安,但需几千伏的高电压,实验室中常用霓虹灯变压器或感应圈作其电源.

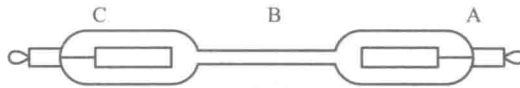


图 0-4

2. 汞灯

在弧光放电管内装入某种金属,金属受热产生金属蒸气,金属原子中电子在放电时被激发,返回基态时放出光子.汞灯、钠灯均基于此工作原理.工作时汞气压小于 10^5 Pa 的称为低压汞灯,如 GP2Hg 型汞灯发出的光线波长主要是 253.7 nm,因而用作紫外光源.汞蒸气压稍高一些的 GP20Hg 型汞灯发出紫、蓝、绿、黄等颜色的谱线,是常用的复式单色光源,可通过光栅或棱镜把四种颜色分开,也可用滤光片选取其中某一单色光.低压汞灯(GP20Hg 型)可见光区域谱线、相对强度如表 0-1 所示.照明用的日光灯是一种低压汞灯,只是在管壁内涂上荧光粉,荧光物质能

吸收汞发出的紫外线转为波长较长的可见光.不同的荧光粉可发出不同的光,也可复合使用,例如市售的“节能灯”即是三基色荧光灯,显色性稍好一些.

表 0-1 低压汞灯(GP20Hg型)可见光区域谱线、相对强度

颜色	紫	紫	紫	蓝紫	蓝紫	蓝紫	蓝绿
λ/nm	404.66	407.78	410.81	433.92	434.75	435.84	491.60
相对强度	1 800	150	40	250	400	4 000	80
颜色	绿	黄绿	黄	黄	橙	红	深红
λ/nm	546.07	567.59	576.96	579.07	607.26	623.44	690.72
相对强度	1 100	160	240	280	20	30	250

汞蒸气压大于 10^6 Pa 的汞灯属高压汞灯,汞蒸气压高,被激发谱线更多,因此发光效率高,亮度也会提高.GGQ50 型汞灯的构造见图 0-5.

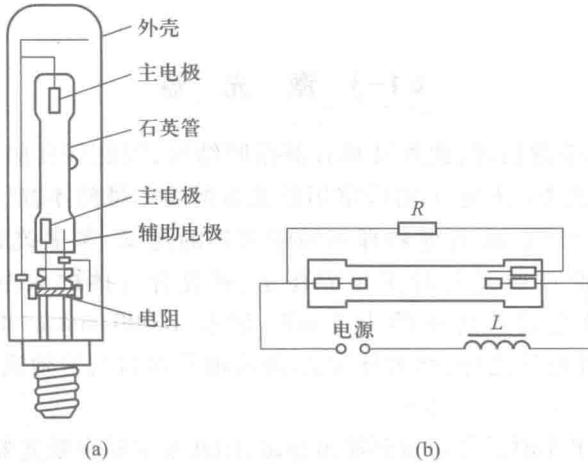


图 0-5

汞灯接通电源后,辅助电极与相邻主电极之间距离很近(2 mm 左右),电极之间形成强电场,产生辉光放电,由此产生的大量带电粒子在两个主电极的电场作用下发生弧光放电.管内汞全部蒸发为气体后,灯管进入正常发光.从启动预热到正常工作约用 5~10 min.断电后冷却也需 5~10 min,然后才可重新点燃,因此不要随意开关汞灯.汞蒸气压超过 2.5×10^6 Pa 的汞灯称为超高压汞灯,其灯管结构、特性又有所不同,可作为高亮度光源.汞灯中紫外线很强,肉眼长久注视会受损伤,应加以避免.

3. 钠灯

钠灯也有高压、低压之分,其结构、原理及电路与汞灯都相似(图 0-6).低压钠灯发出两条极强的黄色谱线,平均波长为 589.3 nm.高压钠灯还会发射其他颜色的谱线,因其发光效率高而广泛用于路灯.钠灯单色性强,作为单色光源可用于干涉实验,但作为照明光其显色性不佳.与汞灯一样,钠灯也不应轻易开关.

气体放电光源还有氙灯、镉灯等.

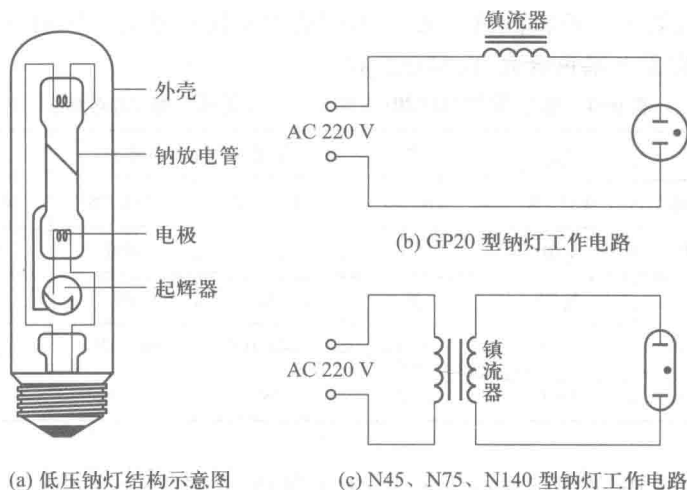


图 0-6

§ 1-3 激 光 器

激光器发光机理是受激辐射,此外又具有谐振腔结构,因此所发的光单色性极好(相干性好),光束发散角小(因此方向性强).实验室用激光器的功率虽然不高,但功率密度高,因此极亮,常用于定向光源及相干光源.普通物理实验中常用的是氦-氖激光器,其结构如图 0-7 所示.小型激光管的谐振腔反射镜就封固在装有氦、氖混合气体的放电管两端,称为内腔式.250 mm 长的 He-Ne 激光器的功率约为 2 mW,管长 1 000 mm 的 He-Ne 激光器可输出 30 mW,若反射镜装在放电管之外,称为外腔式.如放电管窗口与管轴成布儒斯特角,发出的是线偏振光.

激光器点然后要过半小时后才能达到输出稳定,因此在实验中激光器也不可轻易开关.由于激光会聚后特别亮,严禁用肉眼直接迎面观看激光,这将导致眼睛视网膜损伤,也绝不准把激光射入别人的眼中.

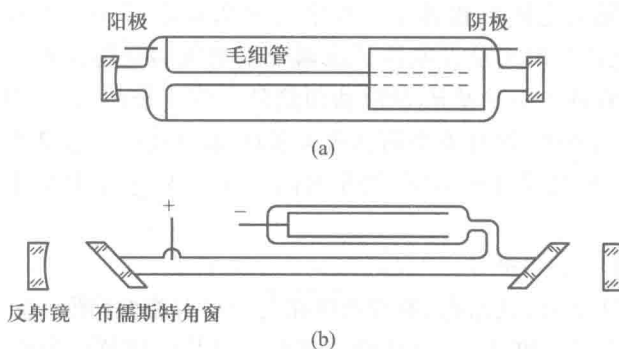


图 0-7

§ 2 常用光学仪器

普通物理实验中常用光学仪器有望远镜、移测显微镜、分光计、测微目镜与光具座等。

§ 2-1 光 具 座

图 0-8 是较为通用的 GP-78 型光具座示意图,导轨长 1.5 m,有多个滑块支架,其中有几个可作横向调整.安放滑块时应注意读数窗口放在导轨上有刻度尺的一面。

在实验中常要把各种元件(包括物屏、透镜……)组合成光学系统,首先应把各元件主轴调整到一条直线上,且光束均处在傍轴状态,才能保证透镜成像公式及其他公式所需的傍轴近似,而且避免各种像差以获得优质的图像.如果严重不共轴,光束可能通不过透镜等元件的有限通光孔径,实验也就无法进行了.调整各元件主轴时要注意如下两点:

(1) 共轴.即各元件轴线在同一条直线上,要调整各元件的中心位于一条直线,且各元件所在平面与该直线垂直。

(2) 等高.各元件中心位于光具座正上方,高度相等,此时系统光轴与光具座平行(要从侧面与上面两种方向加以检查),这样,在光具座上读取的位置、距离才是正确的,并且在移动光学元件时其中心不会偏离系统的主轴.以图 0-8 的相应实验为例,系统主轴如与光具座不平行,物距、像距与读数 AB 、 BC 就不相等了.不平行情况严重时,甚至会超出各滑块上插杆的高低调整范围和可调整滑块的横向调整范围。

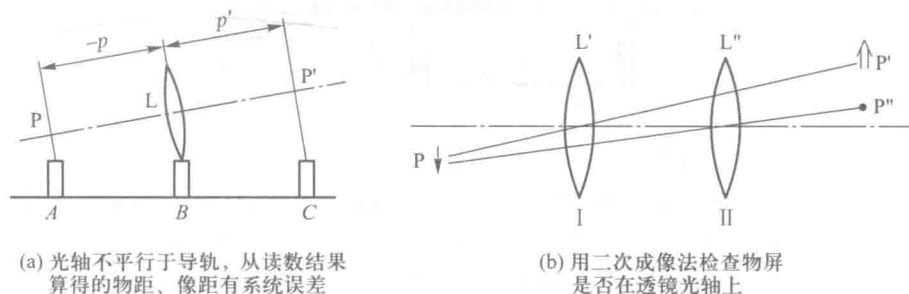


图 0-8

调整好各元件的共轴,是所有光学实验中调整光路时的首要任务,必须很好掌握,并且每次实验开始时都要认真调整,一般可分粗调与细调两步进行。

粗调:先把物屏、像屏、透镜等元件安装在滑块上并在光具座上尽量靠拢,用眼睛观察,调整插杆高度,使各元件中心在导轨正上方与之平行的同一条直线上.是否平行要从两个方向检查,并使各元件所在平面均与导轨垂直。

细调:须依靠成像规律,以图 0-8 光路为例,使物屏与像屏距离大于四倍焦距,移动透镜时可成两次像.如已达到共轴等高要求,两次成像的中心部位会重合在像屏中央.如两次成像不重合,就说明物屏的中心偏离光轴或者光轴与导轨不平行.透镜靠近物屏时成大像 P' ,其偏离像屏

中心更远,此时调整物屏位置或透镜位置,效果更明显,调节 P 或 L 的高低、左右使 P' 位于像屏中心.再把 L 推到 II 的位置,检查小像 P'' 是否在像屏中心,如不是,可改变像屏高低去凑 P'. 如此反复调整,即可达到共轴等高.

在使用激光作光源时,调光路共轴时比较方便,具体可见实验二十.除了调光路共轴,在实验中还经常需要调聚焦或调平行光,均应与理论知识相结合来进行操作.

§ 2-2 测微目镜

测微目镜可装在各种显微镜、望远镜上用于测量中间(实)像的大小,也可单独使用.实验室常用的 MCU-15 型测微目镜由目镜组、分划板、读数鼓轮等部件组合而成,其外形如图 0-9 所示,内部结构见图 0-10.固定分划板上刻有毫米尺,格值 1 mm,共 8 mm,但有效测量范围为 6 mm,如图 0-11 所示.鼓轮周边刻 100 格,每转一圈可动分划板移动 1 mm,可动分划板上刻有准线(用于读毫米数)及叉丝(用于对准待测目标),因此鼓轮上每一分格相对应于横向移动 0.01 mm,应再估读到下一位.

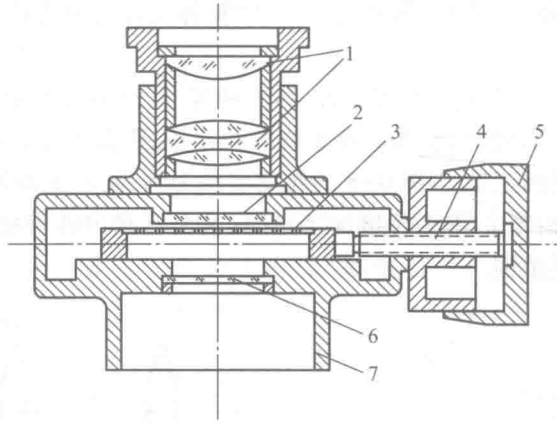


图 0-9

- 1—无畸变型复合目镜;2—有毫米刻度的固定玻璃板(分划尺);3—一刻有十字叉丝的分度板;4—传动测微螺旋;5—读数鼓轮;6—防尘玻璃;7—接头装置,可配在各种显微镜和准直管上(或其他类似仪器上)使用

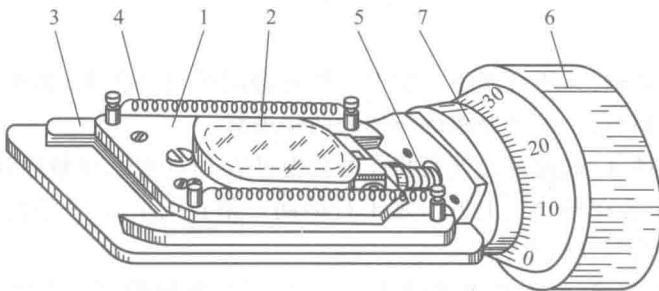


图 0-10

- 1—分划板框架;2—分划板;3—导轨;4—弹簧;
5—丝杆;6—读数鼓轮;7—传动轮

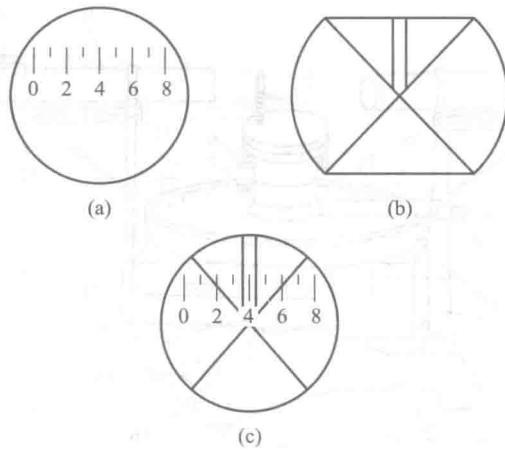


图 0-11

测量前应先调节目镜,使叉丝与毫米尺(已由目镜放大)均清晰可见;再调节待测像,使之既清晰又与叉丝无视差.让整个测微目镜绕自身光轴做转动,使待测长度方向与分刻板标尺平行.为防止螺旋间隙造成的回程误差,每次测量应先退却稍许,再让鼓轮沿同一方向旋转,不得中途反向.万一旋过了头,必须退回几圈再依原方向旋转推进重新对准读数.但这很费时,应尽量避免.因此快到待测标志时宁可转得慢些,也别过头.其他凡是有螺旋读数装置的仪器,例如移测显微镜都应遵循以上的调整步骤及读数规则.

§ 2-3 分光计

分光计是一种常用的光学仪器,实际上就是一种精密的测角仪.在几何光学实验中,主要用来测定棱镜角、光束的偏向角等,而在物理光学实验中,加上分光元件(棱镜、光栅)即可作为分光仪器使用,用来观察光谱,测量光谱线的波长等.下面以学生型分光计(JJY型)为例,说明它的结构原理和调节方法.

一、分光计的结构

分光计主要由底座、自准直望远镜、准直管、载物平台和刻度圆盘等几部分组成,每部分均有特定的调节螺钉,图 0-12 为 JJY 型分光计的结构外形图.

1. 分光计的底座要求平稳而坚实.在底座的中央固定着中心轴,刻度盘和游标内盘套在中心轴上,可以绕中心轴旋转.

2. 准直管固定在底座的立柱上,它是用来产生平行光的.准直管的一端装有消色差物镜,另一端为装有狭缝的套管,狭缝的宽度可在 $0.02 \sim 2 \text{ mm}$ 范围内改变.

3. 自准直望远镜安装在支臂上,支臂与转座固定在一起,套在主刻度盘上,它是用来观察目标和确定光线进行方向的.物镜 L_o 和一般望远镜一样为消色差物镜,但目镜 L_e 的结构有些不同,常用的有阿贝式目镜[其结构和目镜视场如图 0-13(a)所示]和高斯目镜[其结构和目镜视场如图 0-13(b)所示].

4. 分光计上控制望远镜和刻度盘转动的有三套系统,正确运用它们对于测量很重要,它

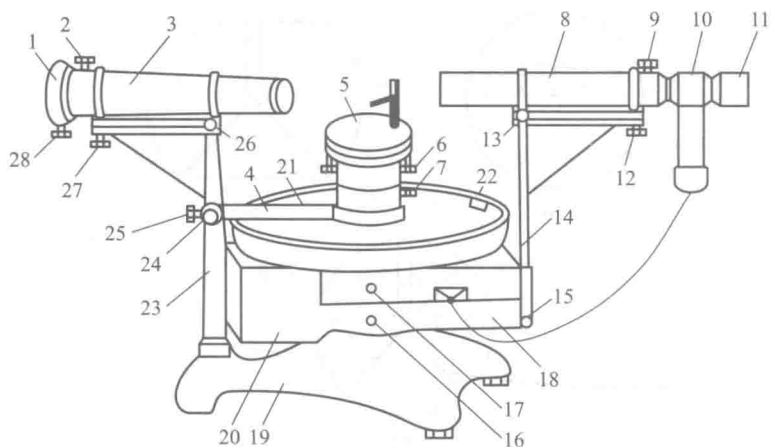
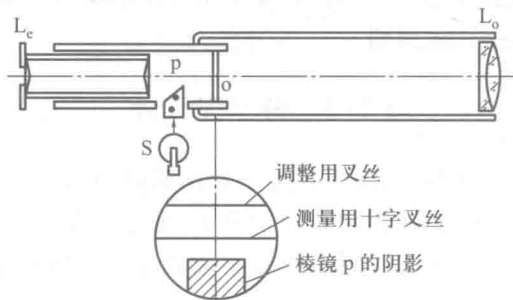
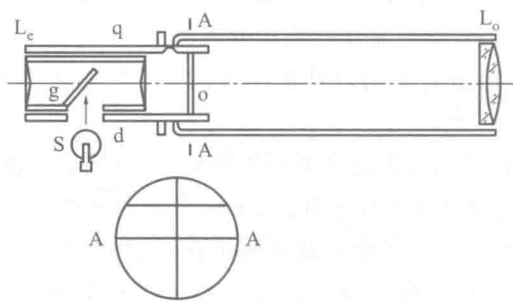


图 0-12

- 1—狭缝装置;2—狭缝装置锁紧螺钉;3—准直管;4—制动架(二);5—载物台;
 6—载物台调平螺钉;7—载物台锁紧螺钉;8—望远镜;9—望远镜锁紧螺钉;
 10—阿贝式自准直目镜;11—目镜视度调节手轮;12—望远镜光轴高低调节螺钉;
 13—望远镜光轴水平调节螺钉;14—支臂;15—望远镜微调螺钉;16—望远镜
 止动螺钉;17—转轴与度盘止动螺钉;18—制动架(一);19—底座;20—转座;
 21—度盘;22—游标盘;23—立柱;24—游标盘微调螺钉;25—游标盘止动螺钉;
 26—准直管光轴水平调节螺钉;27—准直管光轴高低调节螺钉;28—狭缝宽度调节手轮



(a) 阿贝目镜式望远镜



(b) 高斯目镜式望远镜

图 0-13

们是：

- (1) 望远镜止动和微动控制系统,见图 0-12 中的 16、15;
- (2) 分光计游标止动和微动控制系统,见图 0-12 中的 25、24;
- (3) 望远镜和刻度盘的离合控制系统,见图 0-12 中的 17.

转动望远镜或移动游标位置时,都要先松开相应的止动用螺钉;微调望远镜及游标位置时要先拧紧止动螺钉.

要改变度盘和望远镜的相对位置时,应先松开它们间的离合控制螺钉,调整后再拧紧.一般是将度盘的 0° 线置于望远镜下,可以减少在测角度时, 0° 线通过游标引起的计算上的不便.

5. 载物平台是一个用以放置棱镜、光栅等光学元件的圆形平台,套在游标内盘上,可以绕通过平台中心的竖直轴转动和升降.当平台和游标盘(刻度内盘)一起转动时,控制其转动的方式与望远镜一样,也是粗调和微调两种;平台下有三个调节螺钉,可以改变平台台面与竖直轴的夹角角度.

6. 望远镜和载物平台的相对方位可由刻度盘上的读数确定.主刻度盘上有 $0^\circ \sim 360^\circ$ 的圆刻度,分度值为 0.5° .为了提高角度测量的精密度,在内盘上相隔 180° 处设有两个游标 $V_{左}$ 和 $V_{右}$,游标上有 30 个分格,它和主刻度盘上 29 个分格相当,因此分度值为 $1'$.读数方法参照游标原理,如图 0-14 所示读数应为 $167^\circ 11'$.记录测量数据时,必须同时读取两个游标的读数(为了消除度盘的刻度中心和仪器转轴之间的偏心差).安置游标位置时要考虑具体实验情况,主要注意读数方便,且尽可能保证在测量时刻度盘 0° 线不通过游标.

记录与计算角度时,左、右游标分别进行,注意防止混淆算错角度.

二、分光计的调节

1. 调节要求

分光计是在平行光中观察相关现象和测量角度的仪器,因此要求:

- (1) 分光计的光学系统要适应平行光(望远镜能接收平行光和准直管发出平行光).
- (2) 从度盘上读出的角度要符合观测现象中的实际角度.

用分光计进行观测时,其观测系统基本上由下述三个平面构成(图 0-15):

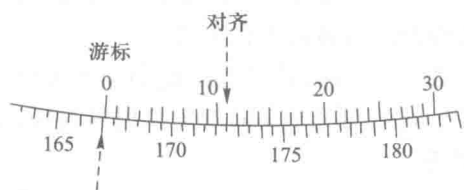


图 0-14

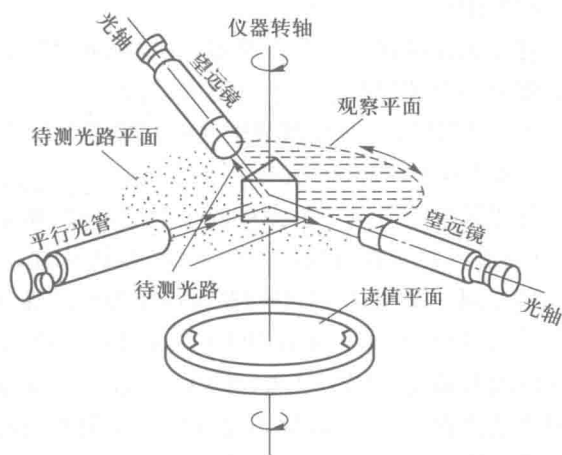


图 0-15

① 读值平面:这是读取数据的平面,由刻度盘和游标内盘绕中心转轴旋转时形成.对每一具体的分光计,读值平面都是固定的,且和中心主轴垂直.

② 观察平面:由望远镜光轴绕仪器中心转轴旋转时所形成.只有当望远镜与转轴垂直时,观察面才是一个平面,否则,将形成一个以望远镜光轴为母线的圆锥面.

③ 待测光路平面:由准直管的光线和经过待测光学元件(棱镜、光栅等)作用后,所反射、折射和衍射的光线所共同确定.调节载物平台下方的三个调节螺钉,可以将待测光路平面调节到所需方位.

按调节要求,应将此三个平面调节成相互平行,否则,测得角度将与实际角度有些差异,即引入系统误差.

2. 调节方法(以下说明均按阿贝目镜进行,如果使用高斯目镜也可参考,因为原理相同)

(1) 粗调

① 旋转目镜手轮(即调节目镜与叉丝之间的距离),看清测量用十字叉丝[图 0-16(a)].

② 用望远镜观察尽量远处的物体,前后调节目镜镜筒(即调节物镜与叉丝之间的距离),使远处的物体的像和目镜中的十字叉丝同时清楚.

③ 将载物台平面和望远镜轴尽量调成水平(目测).

在分光计调节中,粗调很重要,如果粗调不认真,可能给细调造成困难.

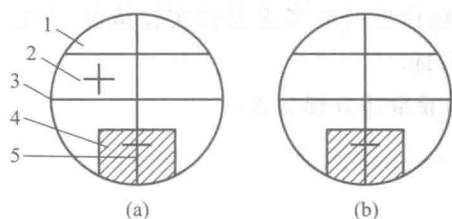


图 0-16

1—调整用叉丝;2—十字叉丝反射像;3—测量用叉丝;
4—棱镜 p 的阴影;5—十字叉丝

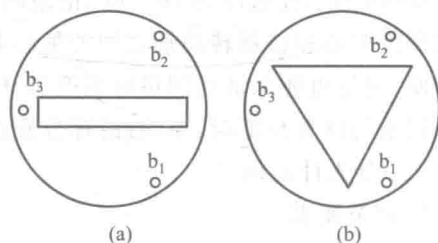


图 0-17

(2) 细调

将分光计附件——平面反射镜(如图 0-17 所示)放在载物平台上(注意放置方位,如图放置则主要由一个螺钉控制一个反射面的倾斜).

① 应用自准直原理调节望远镜以适合平行光.

点亮“小十字叉丝”照明用电灯.

将望远镜垂直对准平面镜的一个反射面,如果从望远镜中看不到绿色“小十字叉丝”的反射像,就要慢慢左右转动载物平台去找(粗调认真,均不难找到反射像),如果仍然找不到反射像,就要稍许调一下图 0-17 中的控制该反射面的螺钉 b_1 ,再慢慢左右转动平台去找.

看到绿色“小十字叉丝”的反射像[图 0-16(a)]后,再前后微调目镜镜筒,使小十字叉丝反射像清晰且和测量用十字叉丝间无视差.(问:何为无视差?视差对光学实验有何作用?)这样,望远镜就已适合平行光,以后不允许再改变望远镜的调焦状态.

② 用逐次逼近法调节望远镜光轴与中心转轴垂直(即将观察面调成平面,观察平面与读数平面平行).

由望远镜反射的小十字叉丝像和调整叉丝如果不重合,调节望远镜倾斜使二叉丝间的偏离减少一半,再调节平台螺钉 b_1 使二者重合,如图 0-16(b) 所示。

转动载物平台,使另一镜面对准望远镜,左右慢慢转动平台,看到反射的小十字叉丝像,如果它和调整叉丝不重合,再同上由望远镜和螺钉 b_1 各调回一半。

注意:时常发现从平面镜的第一面见到了绿色小十字像,而在第二面则找不到,这可能是粗调不细致,经第一面调节后,望远镜光轴和平台面均显著不水平,这时要重作粗调;如果望远镜轴及平台面无明显倾斜,这时往往是小十字叉丝像在调节叉丝视场之外,可适当调望远镜倾斜(使目镜一侧升高些)去找。

反复进行以上的调整,直至不论转到哪一反射面,小十字叉丝像均能和调整叉丝重合,则望远镜光轴与中心转轴已垂直。此调节法称为逐次逼近法或各半调节法。(问:经上述调节后,载物平台的台面与中心转轴是否已垂直?)

③ 调节准直管使其产生平行光,并使其光轴与望远镜的光轴重合。

关闭望远镜叉丝照明灯,用光源照亮准直管狭缝;转动望远镜,对准准直管。

将狭缝宽度适当调窄,前后移动狭缝,使从望远镜看到清晰的狭缝像,并且狭缝像和测量叉丝之间无视差。这时狭缝已位于准直管准直物镜的焦平面上,即从准直管出射平行光束;调节准直管倾斜,使狭缝像的中心位于望远镜测量叉丝的交点上,这时准直管和望远镜的光轴平行,并近似重合。(问:为何讲近似重合,而不是完全重合?)

§ 3 光电探测器

光学实验中观察现象往往由肉眼担任,人眼非常灵敏,但光强的定量测定及图像的如实记录就要靠光电探测器及照相技术了。根据测量对象的特点,选用合适的光电探测器,须考虑探测器的光谱灵敏度、响应时间及线性响应的动态范围等特点。使用各种光电探测器前应对其进行测试,检测是否稳定,上述指标是否合适。使用时应防止环境杂散光干扰,防止强光直接照射造成“疲劳”。

§ 3-1 光 电 池

它是利用光生伏打效应设计的一种半导体光电探测器,其特点是不需外加电源。硒光电池的光谱响应特性与人眼特性很接近,直径 25 mm 的硒光电池,积分灵敏度约为 $250 \mu\text{A}/\text{lm}$,内阻 $10 \sim 50 \text{ k}\Omega$,适用于可见光。硅光电池可用于可见光到近红外线(波长 $400 \sim 1100 \text{ nm}$)。国产的几种光电池的基本参数见表 0-2,其相对灵敏度曲线如图 0-18 所示。

表 0-2 光电池的基本参数

名 称	硒光电池	硅光电池
光谱响应范围/ μm	可见光区	0.5 ~ 1.0
灵敏波长/ μm	0.56	0.80

续表

名称	硒光电池		硅光电池		
积分灵敏度	250~500 $\mu\text{A}/\text{lm}$		0.2~0.5 A/W		
内阻/ Ω	$10^3 \sim 5 \times 10^4$	$500 \sim 4 \times 10^3$			
接收面积	$\phi = 25 \text{ mm}^2$	$\phi = 45 \text{ mm}^2$	$5 \times 5 \text{ mm}^2$	$10 \times 20 \text{ mm}^2$	$20 \times 20 \text{ mm}^2$

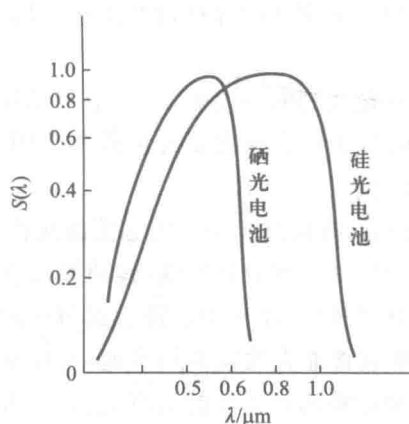


图 0-18

光电池的响应时间一般在 $10^{-5} \sim 10^{-3} \text{ s}$, 其结构见图 0-19, 等效电路见图 0-20. 光电池产生的光电流与入射光通量呈线性关系, 可视为恒流源, $i = \Phi \cdot S$, Φ 为入射光通量, S 为积分灵敏度, 进入外电路的电流需使用低内阻电流计, 尽管 Φ 在增强时内阻 R' 有所降低, 测得电流 i_2 仍与 Φ 呈线性关系:

$$i_2 = \frac{\Phi S R'}{R' + R}$$

当 $R' \gg R$ 时, $i_2 = \frac{\Phi S}{1 + \frac{R}{R'}} \approx \Phi \cdot S$

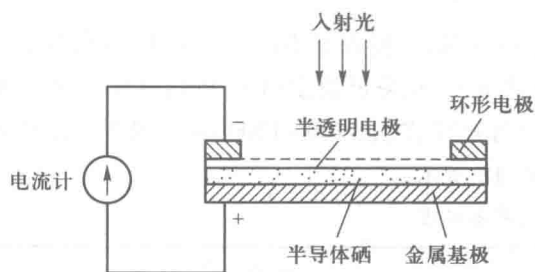


图 0-19

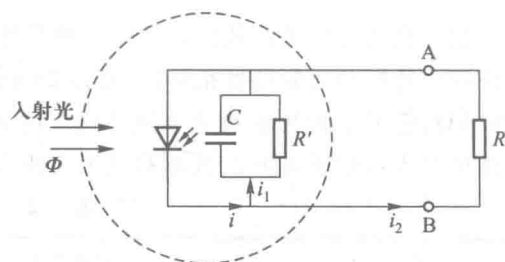


图 0-20