

高級中学物理学教学挂图

GAOJI ZHONGXUE WULIXUE JIAOXUE GUATU

光学仪器和原子結構說明書

GUANGXUE YIQI HE YUANZI JIEGOU SHUOMINGSHU

〔苏联〕格拉茲林著

費世奎 石有銘 譯

卢鶴紱 梁祖厚 校



上海教育出版社

SHANGHAI JIAOYU CHUBANSHE

00086

出版者的話

这套挂图是根据苏联供中等学校十年級用的物理学教学挂图“光学仪器和原子結構”譯制的。原图共 9 幅,内中有 2 幅与現用教科書内容不符,删去,只譯制了 7 幅。“光学仪器”共有 3 幅挂图,相当于高級中学課本物理学第三册第四編第三章内容,“原子結構”共有 4 幅挂图,相当于教科書第五編内容。

“光学仪器”由石有銘同志譯出,梁祖厚同志校訂;“原子結構”由費世奎同志譯出,卢鶴綬同志校訂。

希望各地教师在使用这套挂图的过程中,广泛地提出修改意見,以便进一步根据我国目前教学情况,編出完全适合我国需要的挂图。

上海教育出版社

1958 年 5 月

目 录

光 学 仪 器

第1图	显微镜	2
第2图	折射望远镜	7
第3图	学校用分光鏡	11

原 子 結 构

第4图	氢原子的发射	15
第5图	核燃料	19
第6图	鈾-石墨反应堆	24
第7图	原子能发电站模式图	26

光 学 仪 器

学生应当了解所学的每一种光学仪器的用途，并理解它们的构造所依据的物理实质。此外，应当对仪器的装置和用仪器观察所得的结果具有概念。

不待说，在物理课上应当把学校里有的光学仪器拿给学生看，尽可能让他们每一个人用仪器进行观察。但是这样还不够。还应当了解这些仪器的光学部件，好好地研究仪器里的光路，以便能更好地想象仪器的物理实质。

显微镜、折射望远镜以及伽利略望远镜里的光路应当用格拉兹林光学仪器来演示。但是另外一些光学仪器（例如分光镜）里的光路就不能用这种仪器进行演示。此外，对于复杂仪器里的光路，有必要进行长时间的、反复的观察。用粉笔在黑板上画一个令人满意的、精细的图会耗去教师很多的时间，所以可以合理地采用挂图。

在这套挂图里介绍了下列几种光学仪器：(1)显微镜，(2)折射望远镜，(3)学校用分光镜。

整套挂图是根据同一个格式布局的。在挂图右下方显示仪器的外形。挂图中央以大幅地位突出地介绍了仪器光学部分的剖面，在这里用颜色线条在黑底上绘出从被观察物体两极端点发出光束的光路。观察者通过仪器的目镜观察物体时看到的是虚象，虚象即用虚线表示。此外，在所有挂图左上方的单独的圆圈里还绘示了用相应仪器观察到的物体的象。

教师应当利用挂图上的仪器外形对学生讲解仪器的装置，并且应当把外形图跟物理实验室里的仪器作一比较。

应当根据剖面图来研究被观察的物体与物鏡和目鏡在仪器里的相对位置；注意它們的复杂性，并且对光路加以仔細分析。

首先应当研究从物体的一点通过光学系統发出的光綫的光路。然后求得这一点的实象。要注意，光綫在实象之后呈发散光束前进，它通过目鏡，折向主光軸，投入观察者眼睛的瞳孔里。

因为进入入眼瞳孔里的是发散光束，在观察者看来彷彿被观察的物点是位在這些光綫延長綫的交点上。于是得出这一点的虛象。

可以用同样方法檢查从物体另一端发出的光束的光路。

为了便于区别从物体各点发出的光束，特意把它們用各种不同的顏色（紅色和黃綠色）画出来。从物体的一点发出的光束仅用两条邊緣的光綫来表示，中間的都略去不繪。

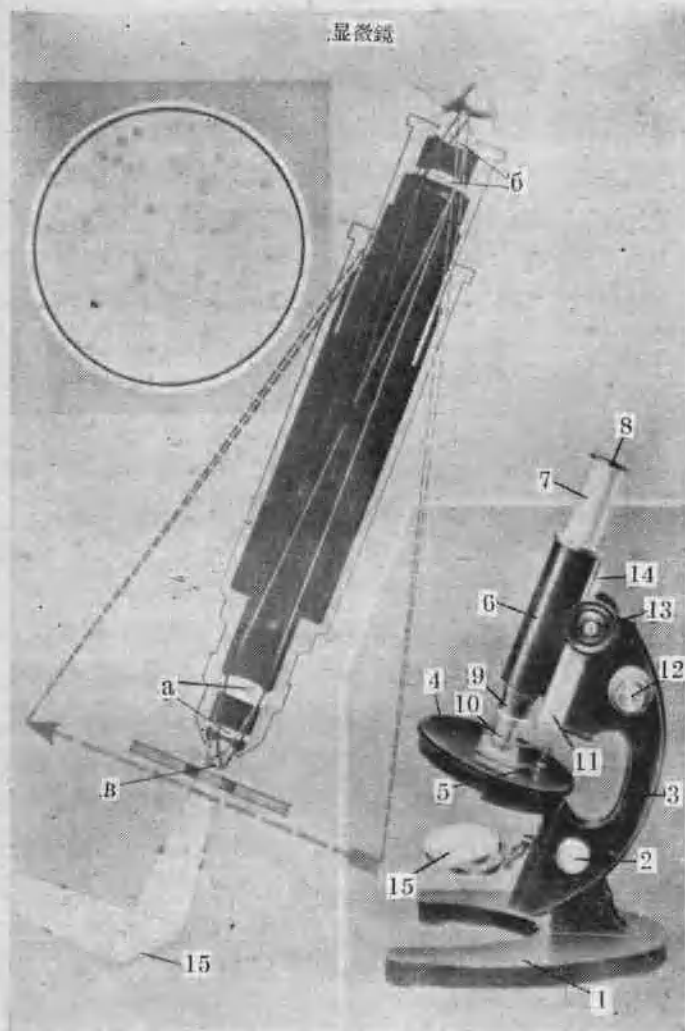
研究了从物体两端点发出的光路以后，应当告訴学生，用同样方法可以求得物体任何一点的虛象，这些点所发出的光綫也投射到仪器的物鏡里去。还应当告訴学生，上述各点的虛象都位在物体两端点的象之間。結果，观察者在最明視距离处（对正常眼來說，离眼 25 厘米）看到虛象。

应当注意，在仪器里得到的是物体的倒立实象，通过目鏡（象通过放大鏡一样）观察实象，可以看到放大的虛象。这虛象对仪器里的实象來說是正立的，对物体來說是倒立的。

第 1 图 显 微 鏡

显微镜是用来在高倍放大的情况下观察微小的物体以及它們的組成部分的光学仪器。

显微镜



挂图右下角示簡化了的 YB 型生物显微镜的外形，它的放大率达 600 倍。

显微镜架是一个分量很重的支架，(1)为鏡座。鏡座上面装有鏡臂(3)，鏡臂是利用活动接头(2)和鏡座装在一起的。鏡臂做成便于用手握持的形状。鏡臂下部安装了一个中央具有圓孔的載物台(4)，台的表面平放着一对可以繞螺旋旋轉的彈性压片(5)。压片的作用是夹住放有标本(装片)的載片。标本上复盖有一小片很薄的盖片。

显微镜本身是由主鏡筒(6)构成的。主鏡筒上端安装着抽管(7)，抽管上端安放任意一个目鏡(8)。主鏡筒下端安装着过渡套管(9)，套管下端鑲嵌了一个高倍或低倍的物鏡(10)。

因为主鏡筒、抽管、套管和目鏡、物鏡全都装配得很精密，所以目鏡和物鏡的全部透鏡的光軸都位在显微镜的主光軸上。

显微镜的主鏡筒以下列方式与鏡臂連接在一起。

滑块(11)能够沿鏡臂上部的平面在导轨里作升降移动。轉动細准焦螺旋(12)便能使滑块作很慢的移动。

滑块里安装了一根具有齿輪的心軸。軸的末端装在粗准焦螺旋(13)上。齿輪与固定在主鏡筒旁的齿条(14)相啮合。这样，轉动粗准焦螺旋时，显微镜的主鏡筒相对于滑块，便能迅速移动，如此，鏡筒与載物台相互間即发生迅速的相对移动(粗准焦)；当轉动細准焦螺旋时，鏡筒对同一載物台即产生緩慢的相对移动(細准焦)。

被观察的标本要求放大倍数愈大，則愈需要光亮的照明。反光鏡(凹面鏡)(15)的作用就是反射光綫，从下面明亮地照透标本。反光鏡具有两个相互垂直的迴轉軸，借此鏡子能轉

动到任何位置。

显微鏡借活动接头(2)可以傾側,便利观察者观察。

沿挂图的对角綫画着显微鏡鏡筒的剖面图。在剖面图的黑底上显示了光学部件和从被观察的标本发出而投入观察者眼里的光綫的光路。

为了更好地达到挂图的直观性,剖面图上的某几个另件不是按照同一比例画出的。

物鏡(a)的放大率应当很大。它的焦距很短。此外,物鏡应当尽可能消除球面象差和色象差。由于以上种种原因,使显微鏡的物鏡构造复杂起来。

图示由四个透鏡組成的显微鏡物鏡。第一个透鏡的直徑最小,其它三个透鏡的直徑較大。

目鏡(6)由两个透鏡組成,它們的直徑比組成物鏡的透鏡的直徑大得多。

光綫以发散光束从光源(图上未繪出)投射到照明用的反光鏡上。从球面反光鏡反射出来的光綫以会聚光束通过載物台的圓孔(光闌)射向标本(B)。图上标本被繪成箭的形式,它的尖端繪成紅色,尾端繪成黃綠色。

光綫从被照亮标本上的每一点向各方面发出。其中,通过显微鏡光学部件的光綫投射到观察者的眼里。

我們首先研究从箭的尖端发出經過显微鏡光学部件的光束边缘光綫的光路。箭的尖端位在显微鏡主光軸的右側,在物鏡的主焦距和两倍焦距之間。显而易见,这一点的实象将位在主光軸的左側,在物鏡另一边的两倍焦距以外的地方。我們在挂图上可以看到:紅色光綫通过物鏡的各个透鏡,在經過每一个透鏡时都要受到两次折射,最后呈会聚光束前进,并相交于一点,給出了箭的尖端的实象。以后光綫呈发散光束前

进,光线通过了目镜的两个透镜,发散开来,折向主光轴,投入观察者的瞳孔里。

在观察者看来,投射到眼里的发散光束彷彿是从这些光线延长线(图上用虚线表示)的交点上发射出来的。于是得出箭的尖端的虚象。

与红色光线对称,黄绿色光线从箭的尾端发出。它们通过物镜,会聚为一点;以后以发散光束通过目镜的透镜,投入观察者的瞳孔里。

投射到眼里的光线的延长线以黄绿色虚线表示。它们的交点就是箭的尾端的虚象。

同样,光线从其它所有各物点发射出来。在目镜前面得到的是物体的放大倒立实象,在眼睛的最明视距离处物体两极端点的虚象之间所得到的的是被观察物体的放大虚象,它对实象来说是正立的,对物体来说是倒立的。

用于每一架显微镜上的物镜有好几个,它们的放大倍数各不相同。物镜和目镜的放大倍数通常都标刻在镜的边框上,或在适当的表上注明。物镜和目镜的焦距愈短,则放大倍数愈大。

显微镜的放大倍数为物镜和目镜放大倍数的乘积。较好的显微镜放大率达1500—2000倍。

显微镜的放大率愈大,则标本愈需要光亮的照明。为了照亮标本,有时在载物台的下方光阑的附近要安装聚光镜(图上未画出)。

挂图左上角的圆圈里显示人的血液在显微镜里观察时的形状(放大600倍)。可以看到红血球;其中有几个已连成缗钱状。在视场里还可以看到形态不规则的白血球。血的标本是经过染色的。

供物理實驗室应用的顯微鏡放大率應不低于 600 倍，因為只有具备了这样大的放大倍数，布朗运动才能够看到。

第 2 图 折射望遠鏡

折射望遠鏡是用来观测遙远的物体(主要是天体)的光学仪器。

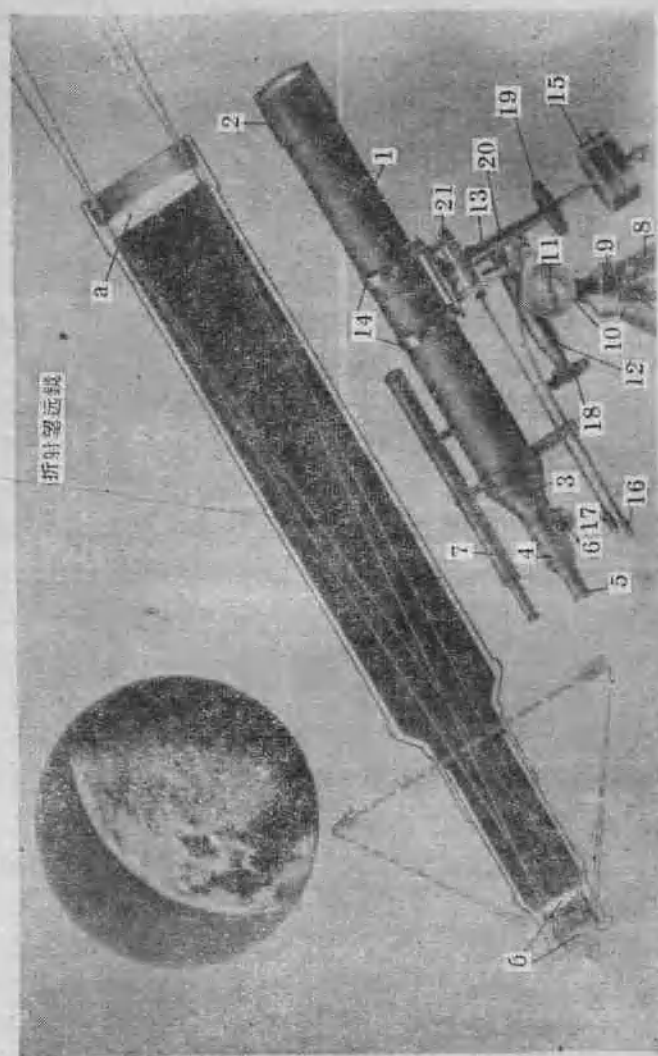
图示用于天文观测的小型折射望遠鏡，它的物鏡直径是 80—140 毫米。挂图右下角示具有赤道装置的折射望遠鏡的外形。

木制的望遠鏡鏡筒(1)在它闊口的一端具有一个金属鏡座(2)，在鏡座里旋入物鏡(a)(見剖面图)。鏡筒的另一端安装了过渡性的金属連接管(3)，在連接管里面有一个可以滑动的供插装目鏡(5)的小管(4)。准焦时，这具有目鏡的小管能够沿着望遠鏡鏡筒平稳地前后移动。准焦系利用准焦螺旋(6)进行。

由于望遠鏡的視場很小，把鏡筒对准所需观测的物体非常困难，为此应利用固定在鏡筒上的寻星鏡(7)。

寻星鏡的外形跟折射望遠鏡相仿，但尺寸較小而視場較大。寻星鏡的主光軸与望遠鏡的主光軸平行。在寻星鏡的目鏡里通常有两条細絲，垂直相交于視場的 center。把鏡筒对准所需观测的物体，如果物体显現在寻星鏡視場的細絲交点上，那这个物体同样显現在望遠鏡的視場里。

由于任何一个天体都是跟着天球一起运动的，所以在观测时望遠鏡应当慢慢移动，使天体不走出視場。各个天体的視运动都按照同心圓的圓周进行，圓周中心是在北极星附近。为了使望遠鏡精确而方便地跟随被观测的天体移动，应用了



赤道裝置台架。

圖中所顯示的為小型赤道裝置台架。在三腳架(8)上固定着架座(9)和架頂(10),架頂用螺旋(11)固緊。在架頂(10)的接頭上安裝了極軸(時軸)的軸套(12)。

赤緯軸軸套(13)垂直於極軸,赤緯軸借兩個夾環(14)跟望遠鏡鏡筒相連接。在赤緯軸的另一端放上平衡望遠鏡整個活動系統的平衡錘(15)。

三腳架牢固地安裝在混凝土場地上。架頂的接頭被固定着,使極軸與地平面傾斜成一個與觀測地點緯度相等的交角。架頂借螺旋固定在子午圈的平面內。這時,極軸應當與地軸平行,而裝置得和極軸平行的望遠鏡應當指向天體旋轉的中心。

望遠鏡繞兩根軸轉動可以永遠對准所看到的天空中的任何一點。

當鏡筒對准了天體,接着就應當把赤緯軸相對於台架固定起來,同時把鏡筒緩慢而勻速地繞極軸轉動,使被觀測的天體能夠停留在視場內不動。這時,望遠鏡的轉動是在與赤道平行的平面中進行的,所以這種具有赤道裝置的望遠鏡通常叫做赤道儀。

為了達到緩慢而勻速地繞軸轉動的目的,兩根軸上都安裝了跟蝸杆相嚙合的蝸輪(20和21)。兩個蝸杆均用軟軸和手柄(16和17)相連。

如上所述,特別重要的事是望遠鏡必須勻速地繞極軸轉動。在小型儀器上這點是用手來完成的,在大型望遠鏡上則借鐘表機構來操縱。

在極軸上固定了一個時盤(18),時盤上分成24小時,每小時又分成分 and 秒。根據時盤可以計算出時角或星球的赤經差。

在赤緯軸上固定了一個赤緯盤(19)，盤上分成 360 度，每度又分成分，甚至分成秒。

上述兩盤的刻度值和借圓形游標尺所讀出的讀數的準確性是因儀器的用途而異的。需要讀數愈準確，則盤的直徑須愈大。

沿掛圖的对角綫畫着折射望遠鏡鏡筒的剖面圖。在剖面圖的黑底上清楚地顯示了望遠鏡鏡筒內部的光學部件：物鏡(a)和目鏡(б)。物鏡由兩個長焦距的消色差透鏡組成。目鏡由兩個凸面相對的平凸透鏡組成。

我們來研究一下折射望遠鏡里的光路。光綫從被觀測天體的最邊緣兩點(例如，從月球直徑的兩端)向各方面發出，其中只有極小部分投射到望遠鏡的物鏡里。因為天體離望遠鏡非常遙遠(最近的天體月球離我們約 360000 公里)，所以從天體的一點發出投射到物鏡里的光綫實際上可以看作是相互平行的。

在掛圖上投入物鏡的兩條紅色光綫是從天體的下端發出的，而兩條黃綠色光綫是從天體的上端發出的。

紅色和黃綠色光綫之間的交角很小，交角與用肉眼觀察天體直徑時的視角相等。圖上，這交角被放得很大。

象研究顯微鏡里的光路那樣進行了思考之後，得出這樣一個結論：光綫經過物鏡的透鏡所成的象是縮小的倒立的實象，它離物鏡的主焦點極近。

觀測者通過目鏡(象通過放大鏡一樣)觀察實象，結果得到放大的虛象，它對實象來說是正立的，對天體來說是倒立的。虛象位在最明視距離處。

望遠鏡的放大率決定於用望遠鏡觀測天體時的視角與用肉眼觀察天體時的視角兩者正切的比值，也就是說，放大率等

于物鏡主焦距与目鏡主焦距的比值。望遠鏡常有若干个不同焦距的目鏡，更換目鏡，可以得到不同的放大率。放大率（对于給定的物鏡）通常标刻在目鏡上。用图示的折射望遠鏡进行观测，能将天体放大 60—240 倍。

物鏡的直徑愈大，則从天体发出而投射到鏡筒里的光愈多，观测所得的結果愈佳。因此，具有大直徑物鏡的望遠鏡特別受到重視。但是，由大直徑透鏡組成的质量优良的物鏡制造起来非常困难。最大的折射望遠鏡装有直徑 102 厘米的物鏡。

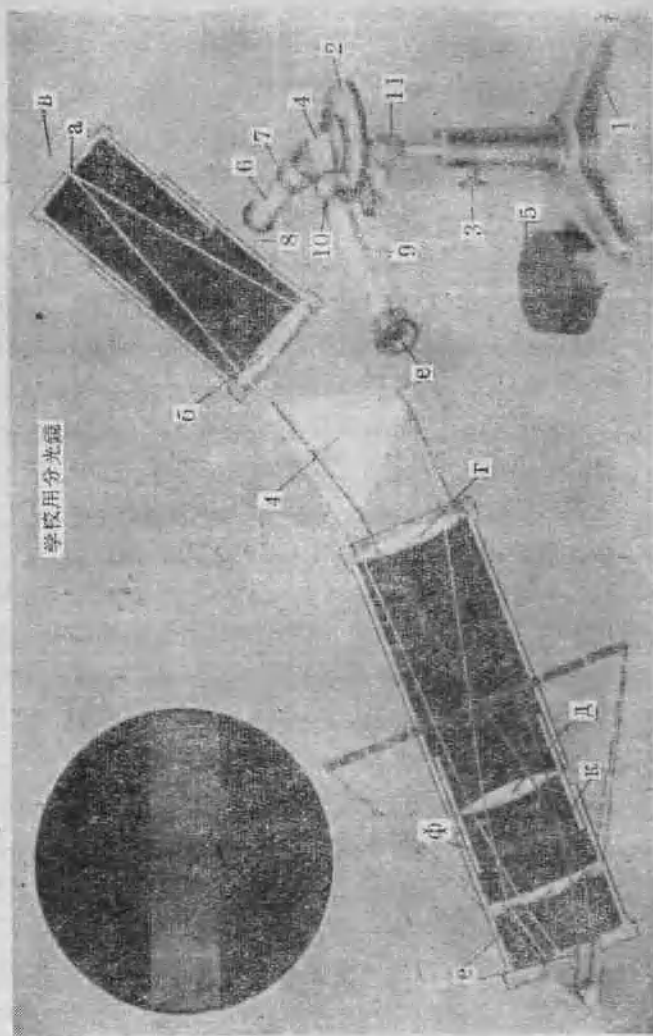
在挂图左上角的圓圈里显示用放大率为 100 的望遠鏡在上弦时看到的月球外貌。

第 3 图 学校用分光鏡

学校用分光鏡是用来个别观察光譜的光学仪器。工业上制造的供学校应用的分光鏡有两种类型：单管直視分光鏡和双管分光鏡。挂图右下角示双管学校用分光鏡的外形。沿挂图对角綫所画的是这种分光鏡的剖面图。为了更好地达到挂图的直觀性，剖面图上把分光鏡的鏡管比真实情况画寬了一些（相对于管长而言）。

分光鏡的装置如下：分量很重的三脚架(1)支撑着一个圓形的、可以升起的小平台(2)，平台借止动螺旋(3)固紧。平台上固定了一块用火石玻璃做成的等边三棱鏡(4)，观察时棱鏡須复上厚紙做的鏡盖(5)。两个鏡管也呈輻射状地固定在平台上，它們的軸綫位在橫过棱鏡一半高度的水平面上。

平行光管的鏡管(6)由两节組成。靠近棱鏡的一节借管夹(7)固定到平台(2)上。里面的一节在外面一端开了一个平



行于棱鏡折射棱脊的垂直狹縫(a)(見剖面图)。狹縫的寬度可借測微螺旋(8)調節。

另一个鏡管是望遠鏡(9),它由三节組成,彼此套在一起。靠近棱鏡的一节固定在管夾(10)里,管夾借活动接头与平台相連。

这样,望遠鏡可以繞着接头的樞軸在水平面里轉动。

平行光管鏡管和望遠鏡鏡管的各节活动的套管只能沿着軸綫方向移动,而不能繞軸綫轉动。移动的动作是按管上开的槽和利用固定螺旋进行的。

分光鏡的光学部件和分光鏡里的光路如下(見剖面图):在平行光管鏡管面向棱鏡的一端安装了一个双凸透鏡(6),它的主焦点适与狹縫(a)相重合。被观察光譜的光源(b)通常放在靠近狹縫处。

光綫通过狹縫和透鏡(6),以平行复合的光綫束投射到棱鏡(4)的鏡面上。每一条复合光綫在进入棱鏡时发生折射,同时并分解成原来組成的各种色光(原因在于不同色光的折射率各不相同)。这时在棱鏡里同一顏色(同一波长)的光綫仍相互平行。当光綫走出棱鏡时又一次发生折射,每一种顏色的光束均平行地射入望遠鏡鏡筒里。

每一种色光光束在通过复合物鏡的两个透鏡(Γ 和 Δ)以后,給出一条这种顏色的狹縫实象:紅光在 K 点,紫光在 Φ 点。在 K 点和 Φ 点間,依次排列着介于紅色和紫色之間的各种顏色的狹縫象。这样,在 K 点和 Φ 点之間便排列成一系列光譜的实象。

观察者通过目鏡(象通过放大鏡一样)观察光譜的实象,結果得到光譜的放大虛象,它对实象来說是正立的。

如果是連續光譜,則各种顏色的狹縫象緊密地相互排列

在一起,形成一条具有各种颜色的連續光带(如挂图中所示)。

如果是明綫光譜,則得到各个单独的狭縫象,象的颜色取决于所用的发光气体。挂图左上角的圓圈里表示用学校用分光鏡观察到的連續光譜。

为了能測定明綫光譜里各譜綫的光波波长,在仪器目鏡里光譜实象的平面中装設了一根垂直細絲。另外,在望远鏡鏡筒上安装了一个固定在平台上的特殊測微装置。測微螺旋輪上刻有 50 等分分度,轉动測微螺旋,能够慢慢地移动細絲,使与光譜中的任何一根譜綫重合,同时还能够記下測微計指示的讀度。依照任何一个光波波长完全已知的明綫光譜定出測微計指示讀数的数值,并依照这些数据作出相应的曲綫,然后可以定出任何气体或蒸汽的所有光譜譜綫的波长(詳情參見苏联教育出版社 1954 年第二版波克罗夫斯基、格拉茲林等著“物理学实习”第 249 頁作业 26)。

因为各种不同颜色光綫的折射率各不相同,所以不同颜色的狭縫象与目鏡的距离也就各不相同。因此,如图所示,光譜的实象并不垂直于透鏡的主光軸,而是稍为有些傾斜。所以在观察光譜的各个不同部分时,应当把具有目鏡的望远鏡鏡筒的最后一节稍为移动一下,以便对准焦点。

原 子 結 构

“原子結構”这一命題在物理学的研究上具有很重大的意义,它是中等学校物理学課程的最后部分。

“原子結構”共有四幅挂图:(1)氢原子的发射,(2)核燃料,(3)鈾-石墨反应堆,(4)原子能发电站模式图。