

# 初等物理学

第三卷 第二分册

兰茨别尔格主编

上海教育出版社

00544

# 初 等 物 理 学

## 第 三 卷

(第 二 分 册)

兰 茨 别 尔 格 主 编

周恒涛原译 周梦麋修订

上 海 教 育 出 版 社

一 九 六 三 年 · 上 海

Под редакцией Г. С. Ландсберга  
ЭЛЕМЕНТАРНЫЙ УЧЕБНИК ФИЗИКИ  
ТОМ III

Государственное издательство  
технико-теоретической литературы  
Москва-1957

(根据苏联国立技术理论书籍出版社 1957 年版译出)

初 等 物 理 学

第三卷

(第二分册)

(苏) 兰茨别尔格主编

周恒涛原译 周梦馨修订

\*

上海教育出版社出版

(上海永福路 123 号)

上海市书刊出版业营业许可证出 090 号

上海新华印刷厂印刷

新华书店上海发行所发行 各地新华书店经售

\*

开本：850×1168 1/32 印张：8 7/16 插页：2 字数：193,000

1963年12月第1版 1963年12月第1次印刷

印数：1-11,000本

统一书号：7150·1388

定 价：(九) 0.96 元

# 目 录

第二篇 几何光学 .....	1
緒論 .....	1
§ 65. 光的各种效应(1)   § 66. 光的干涉、薄膜上的颜色(3)	
§ 67. 光学的发展簡史(4)	
第七章 光度学和照明技术 .....	7
§ 68. 光能、光通量(7)   § 69. 点光源(9)   § 70. 发光强度和照 度(10)   § 71. 照度定律(12)   § 72. 量度光的几种量的单位(14)	
§ 73. 光源的亮度(15)   § 74. 照明技术的任务(18)   § 75. 集中 光通量的装置 探照灯(19)   § 76. 反射的物体和散射(漫射)的 物体(19)   § 77. 被照明的表面的亮度(23)   § 78. 光的量度和量 度仪器(24)	
第八章 光学的基本定律 .....	29
§ 79. 波的直綫传播(29)           § 80. 光的直綫传播和光綫(30)	
§ 81. 光的反射和折射定律(35)   § 82. 光綫方向的可逆性(40)	
§ 83. 折射率(41)   § 84. 内部全反射(44)   § 85. 双面平行的玻璃 板的折射(47)   § 86. 棱鏡的折射(47)	
第九章 应用反射和折射定律来求象 .....	50
§ 87. 光源和它的象(50)   § 88. 透鏡的折射、透鏡的焦点(51)	
§ 89. 位在透鏡主光軸上的点的成象、透鏡公式(57)   § 90. 薄透 鏡公式的应用、实象和虚象(60)   § 91. 点光源和有扩展的物体 在平面鏡中的象、点光源在球面鏡中的象(64)   § 92. 球面鏡的	

焦点和焦距 (68) § 93. 在球面鏡主軸上光源位置和象的位置之間的关系(69) § 94. 透鏡和鏡的制造方法(70) § 95. 有扩展的物体借助于球面鏡和透鏡的成象 (71) § 96. 物体借助于球面鏡和透鏡所成的象的放大率(72) § 97. 借助于球面鏡和透鏡所成的象的作图法(75) § 98. 透鏡的焦距(81)

### 第十章 光具組和它們的誤差.....84

§ 99. 光具組(84) § 100. 光具組的主平面和主点(84) § 101. 光具組中象的作法(86) § 102. 光具組的放大率(87) § 103. 光具組的缺点 (88) § 104. 球面象差 (89) § 105. 象散现象 (92) § 106. 色差 (93) § 107. 光束在光具組中所受的限制 (95) § 108. 透鏡的集光本領(96) § 109. 象的亮度(97)

### 第十一章 光学仪器..... 101

§ 110. 幻灯及其他(101) § 111. 照相机(104) § 112. 象光具組的眼睛(107) § 113. 帮助眼睛观看的光学仪器(109) § 114. 放大鏡(111) § 115. 显微鏡(114) § 116. 显微鏡的分辨本領(115) § 117. 望远鏡(117) § 118. 望远鏡的放大率(119) § 119. 反射望远鏡(120) § 120. 有扩展的光源和点光源的象的亮度(125) § 121. 罗蒙諾索夫的夜間望远鏡(127) § 122. 双目視觉和对空間的深度的感觉、立体鏡(128)

## 第三篇 物理光学 ..... 133

### 第十二章 光的干涉..... 133

§ 123. 几何光学和物理光学(133) § 124. 实现光的干涉的实驗(133) § 125. 薄膜顏色的解释(136) § 126. 牛頓圈(139) § 127. 利用牛頓圈測定光波的波长(141)

### 第十三章 光的衍射..... 145

§ 128. 光束和波陣面的形状(145) § 129. 惠更斯原理(147) § 130. 建立在惠更斯原理上的光的反射定律和折射定律(147) § 131. 惠更斯-菲涅耳学說(150) § 132. 最簡單的衍射现象(151)

§ 133. 用菲涅耳的方法解释衍射现象(154)	§ 134. 光学仪器的分辨本领(156)	§ 135. 衍射光栅(158)	§ 136. 用作光谱仪器的衍射光栅(161)	§ 137. 衍射光栅的制造(162)	§ 138. 斜射到光栅上时的衍射(163)
<b>第十四章 光的偏振和光波是横波</b> ..... 165					
§ 139. 光通过电气石时的情况(165)					
§ 140. 阐明所观察到的现象的假说、偏振光的概念(166)					
§ 141. 偏振现象的机械模型(167)					
§ 142. 偏振片(168)					
§ 143. 光波是横波和光的电磁理论(169)					
<b>第十五章 电磁波谱</b> ..... 171					
§ 144. 不同波长的电磁波的研究方法(171)					
§ 145. 红外线 and 紫外线(173)					
§ 146. 伦琴射线的发现(174)					
§ 147. 伦琴射线的各种作用(175)					
§ 148. 伦琴射线管的构造(176)					
§ 149. 伦琴射线的起源和它的本质(179)					
§ 150. 电磁波谱(180)					
<b>第十六章 光的速度</b> ..... 182					
§ 151. 测定光速的最初尝试(182)					
§ 152. 勒麦的测定光速法(183)					
§ 153. 旋转镜法的光速测定(184)					
<b>第十七章 光的色散和物体的各种颜色</b> ..... 187					
§ 154. 牛顿以前物体颜色问题的一般研究情况(187)					
§ 155. 牛顿的主要发现(188)					
§ 156. 牛顿所发现的现象的解释(190)					
§ 157. 不同材料的折射率的分歧(191)					
§ 158. 互补色(192)					
§ 159. 各种不同光源的光的光谱成分(195)					
§ 160. 光和物体的颜色(196)					
§ 161. 吸收、反射和透射系数(197)					
§ 162. 白光所照明的有色物体(198)					
§ 163. 有色光所照明的有色物体(199)					
§ 164. 伪装和反伪装(200)					
§ 165. 颜色的饱和度(201)					
§ 166. 天空的颜色和霞(203)					
<b>第十八章 光谱和光谱的规律性</b> ..... 207					
§ 167. 光谱仪器(207)					
§ 168. 发射光谱的种类(208)					
§ 169. 产生各种光谱的原因(210)					
§ 170. 光谱的规律性(212)					
§ 171. 根					

据发射光谱来作的光谱分析(213) § 172. 液体和固体的吸收光谱(216) § 173. 原子的吸收光谱、夫琅和费谱线(217)  
§ 174. 炽热物体的辐射、黑体(218) § 175. 炽热物体的辐射和温度的关系、白炽灯(220) § 176. 光测高温学(221)

## 第十九章 光的效应..... 224

§ 177. 光对物质的作用(224) § 178. 光电效应(224) § 179. 光电效应的定律(226) § 180. 光量子的概念(229) § 181. 光电现象的应用(231) § 182. 光致发光、斯托克斯定则(234)  
§ 183. 斯托克斯定则的物理意义(236) § 184. 发光分析(237)  
§ 185. 光的光化学作用(237) § 186. 波长在光化学变化中的作用(238) § 187. 照相术(239) § 188. 视觉的光化学理论(243)  
§ 189. 视觉的持续时间(245) § 190. 结束语:光是物质的一种形式(246)

## 第二篇 几何光学

### 緒 論

§ 65. 光的各种效应 我們的视觉器官对于光非常敏感。根据现代的测定,在良好的情形下,眼睛上只要受到約每秒  $10^{-10}$  尔格的光能就能够感觉到光,也就是說,足以使人感觉到的光刺激的功率等于  $10^{-17}$  瓦。

眼睛是能够感觉光的存在的最灵敏的器件之一。光在眼睛上的作用是一种化学过程,这种过程发生在眼睛的感光膜上,并可引起視神經和相应的大脑中心的刺激作用。跟光在眼睛感光細胞上的作用相似,各种染料受光而褪色(“色布褪色”),也是光的化学作用。只要有一点能感光的材料吸收光时,就可以出现这种化学变化。不过任何物体都能或多或少地吸收光,这可以从物体的发热看出来。

物体在吸收光时发热,这是一个最普通,也最容易发生的现象,利用这种现象可以发现和测定光的能量。太阳光使物体发热是这种现象的最简单的例子。在多阳光的南方地带(例如中亚細亚),在吸收太阳能时所得的热可用来作工业设备的动力。

在南緯地区炎然而晴朗的日子里,太阳光每分钟能在每一平方米的面积上送来 15000 卡以上的能量,因此,装在屋頂上的一只平面鉄水箱就可以整年地供給居民热水。用大鏡  $MM$  (图156)



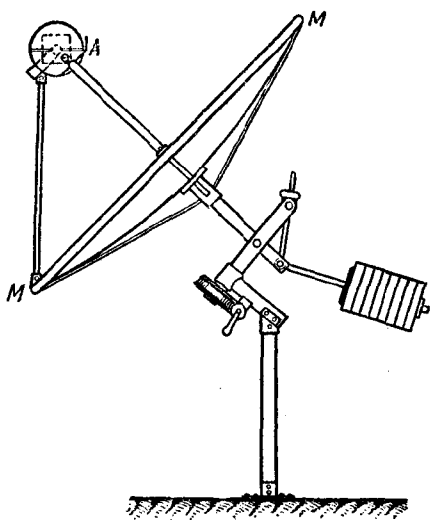


图 156 太阳热机的装置。

把太阳光线集中到任何接收器  $A$  的表面上，就可以保证它热到很高的温度。

有些电的现象中也有光的效应。在第二卷 § 9 中已经提过，使金属表面受到光的照射就可以使金属失去电子(光电效应)。利用一定的装置，不难观察到在光的作用下所发生的电流。图 157 就是这种装置中的一种叫做光电管的示意图。假定把用在这种

种光电管里的物质涂在不大的屋顶上，那末在晴朗的日子里就可以依靠光能得到几千瓦功率的电流。

最后，还有一点很重要，那就是，也发现了光的直接的机械作用。它显示在光加到能反射或吸收光的物体的表面上的光压中。把这种物体做成轻而易动的翼状，就可以看到这翼片在投射到它上面的光的作用下转动起来。这一卓越的试验首先是由列别捷夫在莫斯科(1900年)进行的。计算的结果指出，晴天落到  $1 \text{ 米}^2$  大小的镜面上的太阳光作用在镜面上的力一起不过  $0.4$  毫克左右。

由此可见，光能产生各式各样的往往是完全可以完全感觉到的作用；所有这些作用都能证明光线

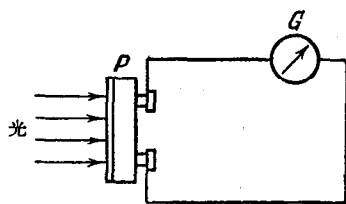


图 157 光电管及其电路：  
 $P$  是光电管  $G$  是电流计

里有能量，而且在所述的各种现象中都可以发现这种能量的转变。

从所举的例子可以看到，光的效应是何其多样。可是作为直接的能源，光的作用是比较小的，根据因光的作用而发热的原理做成的发动机，所起的作用很小，而根据光电效应制造的发动机，还是将来的事。尽管最新的实验表明，已有可能制造一种光电管，它能把投在它上面的光能的10—12%直接转化为电能。

当然，我们在地球上所利用的一切能量，其根源实际上都是太阳的光能，即辐射能。可是要通过一些复杂的转变才能用到它，例如燃料，燃料里的能是在太阳光的作用下以植物的形式蓄积起来的，利用这能时必须要在热机里燃烧燃料；还有是通过水力发动机和风力发动机等来用到太阳能。在大多数光的应用中，起主要作用的不是它所带来的能量的多少，而是它的一些特征。为了阐明光现象的本质，必须从实验谈起。

**§ 66. 光的干涉、薄膜上的颜色** 当然，大家都不止一次地欣赏过春天里池塘水面上美丽的颜色的变幻。还有很多人也许看到过，靠近船边的水上，如有煤油或油的斑点，就会出现同样的有色条纹。在所有这些现象中，都可以看到奇异的彩色条纹的散布，特别是它们会千变万化，也就是，当观察者的头转动时色彩会更替。这现象和肥皂泡上颜色的表现相似，这些现象在物理本质上，确实也是相同的。在幻灯照耀下的水面上放一滴煤油或松节油，这种颜色的变幻就不难在教室内复制出来。

上述景象中的各种颜色，显然和我们在白光照射下观察这一情况有关。在光路上放置有色玻璃，就会看到所观察到的不是一些彩色条纹，而是间隔着黑暗的一些较亮或较暗的单一色条纹。但它们的形式和分布并没有改变。例如，用绿色玻璃放在光路上，原来在白光照耀下呈现绿色的条纹实际仍旧不变，而红色条纹则成

为黑色的。如果用噴灯火焰，并在火焰内放一块用食盐溶液浸过的石綿，作为一种顏色的光(单色光)来試驗，这现象就变得更加明显。由于在盐的成分内的鈉的蒸汽散发的結果，火焰染成黄色；这种顏色非常单纯。用这种光时所看到的图景是由逐渐加深到深黑色的許多鮮黄色条纹組成的，就是說，这图景是由互相交替的明亮条纹和黑暗条纹构成的，明亮条纹有很多光送到观察者眼睛里(能量最大)，而黑暗条纹則完全没有光送给观察者(能量最小)。

在上述实验中我們所讲到的现象和 §44, 45, 46 中所叙述的叫做**波的干涉**的现象相似。在那里(§ 45)曾經指出了两波相加，引起能量重新分配，也就是形成能量的最大和最小区域的条件。在我們的光学实验中，我們也发现**能量的重新分配**，由于能量重新分配的結果形成了黑暗区域(最小)和照度增高了的区域(最大)，来代替均匀的照度。換句話說，在我們的实验中，显示出光能够干涉，也就是說，发觉了光的波动特性。各种顏色的最强部分出现在不同的地方，这一情况表示出，和不同的顏色相应的是不同的波长(参閱 § 45)。以后我們將詳細地介紹光学中的干涉现象，并应用这现象来准确地测定光波的波长；现在只指出光的波长比 1 微米还要小这一点。

**§ 67. 光学的发展簡史** 对光波的本质问题的答案，是长时期观察光现象的特征之后得来的。同时，和通常我們的科学观点发展时的情形一样，对光的本质的認識也是随着新知識与新事实的积累而改变的。

光的本质的波动說，还在 17 世紀，惠根斯就已經把它发展起来，而在 18 世紀中又为爱列尔，罗蒙諾索夫和富兰克林所証实。不过，在整个这段时期内，最有根据的仍旧是光的微粒說，根据这种学說，光就象一注迅速飞行着的粒子流(牛頓)。只有到了 19 世紀

初年，菲涅耳和扬的著作才确实地论证了光的波动本质（第七章和第八章）。这时是把光波当作在一定程度上和声的现象所造成的波相象的弹性波看待的。可是光波和声波不同，它有两个重要的特点：第一，光可以在空气或其他媒质被抽去的空间内传播，而声音在真空中不能传播（参阅 § 33）。在抽去空气的白炽电灯里，可以看到光能在真空中传播<sup>①</sup>。光能在真空中传播的另一证据是：我们能够观察到和我们隔有广大的空间的太阳与星辰的光，而这空间是比完全真空的仪器还含有更少的物质的。

按照现代的数据，在星际空间里，平均每—〔厘米〕<sup>3</sup> 的空间里大约只有一个原子，而在最仔细地除去了空气的真空仪器里，每一〔厘米〕<sup>3</sup> 内含有的原子或分子，则不少于  $10^8$  个。

光波与声波不同的第二个特点是光波具有很大的传播速度。根据勒麦（参阅 § 152）对木星的卫星食所作的天文观察，光在宇宙空间内的传播速度接近 300,000 公里/秒（ $3 \times 10^{10}$  厘米/秒）。实际上，光在空气里的速度也是这样，而声音在空气里的传播速度大约是光速的百万分之一。

光的巨大的传播速度使光学现象与 19 世纪前 25 年内所知道的一切其他现象划分开来。大约过了半个世纪，麦克斯韦根据理论的探讨，确定了任何电磁波也应该以同样的速度传播。过了一些时候，赫芝又用实验产生了电磁波，并证实了电磁波的传播速度实际上等于光的传播速度。

以后的一些研究和列别捷夫的实验（首先得到当时波长最短的 6 毫米的电磁波）证明了，电磁波的一切基本性质都与光波的性质相同。这一切重要的事实引起了一种思想，就是，光波也是电磁

---

① 常用的白炽灯中，并非完全真空，而充有惰性气体，这里指的是气体已抽得相当稀薄的灯泡。——译者

波，它和通常应用在无綫电技术上的波不同的地方，只是它的波长很短（短于 1 微米）（参閱 § 58）。

光波的电磁本质可以用来解释金属受到照明后发出电子的现象，也就是光电效应。我們已在第二卷 § 9 中提过光电效应，将来在第十九章內还要更詳細地談。另外，还有一系列其他现象，也能显露光与电磁现象間的联系。依据所有的实验，再加上理論的資料，我們可以确定，光波就是电磁波。正如过去已經指出过的，各种不同性质的波动现象，它們的很多特征都是一样的。所以今后我們將应用第四、五、六各章內所叙述的波的知识来介紹光学的基本定律和概念。在 20 世紀中，又积累了一些新的实验資料，而由此达到的結論是，光除了波动性质以外，也具有微粒的性质（光量子或光子，§ 180）。现在，量子論正在把光的波动說和微粒說結合到一起，成为一个整体，也就象它把电子、原子和別种粒子的波动和微粒概念合而为一一样（§ 205）。

## 第七章 光度学和照明技术

§ 68. **光能、光通量** 在 § 65 中我們已經說过,各种光的作用首先是由一定的**光能**的存在引起的。光的直接感觉是由眼睛的感光細胞所吸收的光能的作用导致的。任何能够把光記錄下来的接收器,例如,光电管,温差电偶,照相底片,也发生这种情况。因此,光的测定就在于测定光能或任何与它有关的量。研究测定辐射能的方法和步骤的光学部份,叫做**光度学**。

在从任何光源  $S$  (图 158) 传播出来的光的路途上,設想分出一块小面  $\sigma$ 。在時間  $t$  內,有一些光能  $\varepsilon$  通过这块小面。

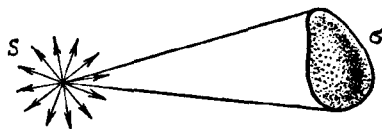


图 158 由辐射源  $S$  发出的通过面积  $\sigma$  的辐射能通量。

为了测定这一能量,要設想这小面形如薄膜,其上涂有一种能完全吸收所有投射在它上面的光能的物质(例如,煤烟),再根据薄膜的发热程度来测定被吸收的能量。比率

$$F = \frac{\varepsilon}{t} \quad (1)$$

表示在单位時間內通过小面的能量,叫做通过小面  $\sigma$  的**辐射能通量**。

辐射能通量是以通常的**功率**单位(例如瓦特)来計算的。可是对于光能的感觉和利用,**眼睛**占有格外重要的地位。因此,除了用

能量来作光的估计外，还可利用以眼睛对光的直接感觉为根据所作的估计。按照视觉估计出来的辐射能，叫做光通量。

由此可见，在光的测定中，可应用两种标明方法和两种单位系统；一种是根据能量，另一种是根据视觉来作光的估计。

眼睛对波长不同(颜色不同)的光的敏感程度极不相同，所以根据视觉和根据功率的大小来作的光通量的估计也可能大有区别。例如，在光通量的功率相同时，由绿色光线引起的视觉，比由红色或青—紫色光线引起的，大概要高到100倍。因此，为了用视觉来估计光通量，那就必须了解眼睛对波长不同的光的敏感程度，或者如图159所示的那种叫做可见度曲线的曲线。在这曲线上表示出来的是依波长 $\lambda$ 而定的人眼的相对敏感程度 $v_\lambda$ 。如果用1来表示波长 $\lambda=5550\text{\AA}$ (绿色)时的敏感程度，那末无论在较长的或较短的波方面，这敏感程度都会迅速地减小，如曲线所示。例如，在 $\lambda=5100\text{\AA}$ 和 $\lambda=6100\text{\AA}$ 时，敏感程度就等于 $\frac{1}{2}$ (也就是说，减小到一半)；在 $\lambda=4700\text{\AA}$ (浅蓝色)和 $\lambda=6500\text{\AA}$ (橙红色)时，敏感程度大约是0.1；在 $\lambda=4300\text{\AA}$ (青紫色)和 $\lambda=6750\text{\AA}$ (红色)时，敏感程度大约是0.01，等等。

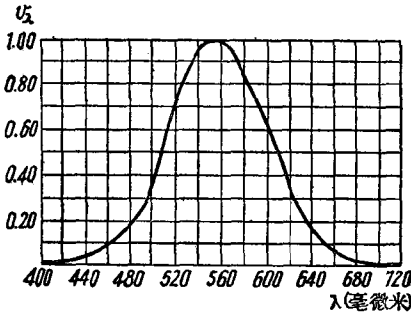


图 159 可见度曲线。

视觉来估计光通量，那就必须了解眼睛对波长不同的光的敏感程度，或者如图159所示的那种叫做可见度曲线的曲线。在这曲线上表示出来的是依波长 $\lambda$ 而定的人眼的相对敏感程度 $v_\lambda$ 。如果用1来表示波长 $\lambda=5550\text{\AA}$ (绿色)时

的敏感程度，那末无论在较长的或较短的波方面，这敏感程度都会迅速地减小，如曲线所示。例如，在 $\lambda=5100\text{\AA}$ 和 $\lambda=6100\text{\AA}$ 时，敏感程度就等于 $\frac{1}{2}$ (也就是说，减小到一半)；在 $\lambda=4700\text{\AA}$ (浅蓝色)和 $\lambda=6500\text{\AA}$ (橙红色)时，敏感程度大约是0.1；在 $\lambda=4300\text{\AA}$ (青紫色)和 $\lambda=6750\text{\AA}$ (红色)时，敏感程度大约是0.01，等等。

各人的眼睛的敏感程度曲线略有不同，这在敏感程度小的区

① 符号 $\text{\AA}$ 表示等于 $1/10000$  微米 的长度。这个单位叫做埃斯特姆(简称埃—译者)，是为纪念瑞典科学家埃斯特姆而起的，因此， $\lambda=5550\text{\AA}=0.555$  微米。

域中尤其明显。图 159 上所介绍的曲线是根据好多次的测量得到的；它表征的是普通的正常的眼睛，曾获得国际照明委员会的批准。

§ 69. 点光源 当光源向四面八方均匀地发射出光时，所有有关测定光量的问题特别容易解决。例如，白炽的金属小球就是向四面八方均匀地发光的一种光源；从它那里发出的光通量均匀地分布到一切方向中。这就是说，光源在任何接收器上的作用仅与从发光小球中心到接收器的距离  $R$  有关，而与从小球中心到接收器所画出的半径的方向无关。

通常在研究光的作用时，距离  $R$  比发光小球的半径  $r$  大得多，因此小球的尺寸可以略去不计。于是就可以认为，光好象是从一点，发光球的中心，发射出来。这样的光源就叫做点光源。

这里，很明显，点光源并不是具有几何学上的意义的点，而是象任何物理体一样，具有一定的尺寸。尺寸小到看不见的光源没有物理意义，因为这样的光源要从它的单位面积上发射出无穷大的功率，这是不可能的。

还有一层，我们可以当作点光源看待的光源也并不一定是很小的。问题不在光源的绝对尺寸，而在于它的尺寸与我们离开光源的距离之间的对比关系，这里的距离是指研究光源作用的所在的距离。因此，在所有的实际问题中，最典型的一种点光源是星；星的尺寸虽然很大，可是它们离开地球的距离要超过这种尺寸好多倍。

还必须记住，点光源的基本形状是均匀发光的小球。所以不向四面均匀发光的光源不是点光源，即使光源的尺寸和到观察点的距离比起来还是很小的时候，也不能算是点光源。

现在要更进一步明确一下，应该怎样来了解光的向各方向的均匀发射。为了这一点，就要用到立体角的知识。立体角  $\Omega$  等于



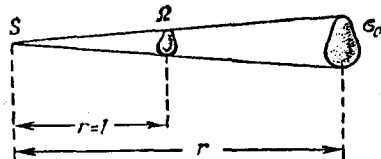


图 160 立体角  $\Omega$  等于以  $S$  为顶点的锥体在球上切下的一部分球面  $\sigma_0$  和球的半径  $r$  的平方之比:  $\Omega = \frac{\sigma_0}{r^2}$ 。

以  $S$  为顶点的锥体在球上所切下的一部分球面  $\sigma_0$  与球的半径  $r$  的平方之比(图 160):

$$\Omega = \frac{\sigma_0}{r^2} \quad (2)$$

这一比率与  $r$  无关, 因为随着  $r$  的增大, 锥体所切下的一部分球面的面积  $\sigma_0$  也与  $r^2$  成正比地增大。如果  $r=1$ , 那末  $\Omega = \sigma_0$ , 也就是说, 立体角可用锥体在半径为 1 个单位的球上所切下的表面面积来测量。立体角的单位是**立体弧度**① (st)②, 它是一个和半径等于 1 的球面上, 面积也等于 1 的一部分球面相应的立体角。把光源周围所有空间都包揽无余的一个立体角, 等于  $4\pi$  立体弧度, 因为半径等于 1 的球的全部面积是  $4\pi$ 。

任何光源的全部辐射, 分布在  $4\pi$  立体弧度大小的立体角中。如果在任何方向上划分出来的相等的立体角内, 发射的功率相同, 这样的发射就叫做**均匀发射**。当然, 我们用来比较光源所发射的功率的立体角越小, 我们检验发射的均匀程度的精确度就越高。

总之, **点光源就是一个尺寸比光源到观察点的距离小得多, 并均匀地向四面发出光通量的光源。**

**§ 70. 发光强度和照度** 总光通量可表征从光源出来, 沿着周围空间一切方向传播开去的辐射的多少。而在实际应用上, 往往要紧的并不在于了解总光通量, 而是要能知道一定方向上的光通量, 或者落到一定的面上的那个光通量。例如, 对于一位汽车驾驶员

① 立体弧度是空间弧度。从文中可以看出, 它是用确定平面角的单位弧度同样方法来确定的。

② stereoscopic 的缩写, 是立体的意思。