

高等学校教学用书

光 学

下 册

• Г. С. 蘭斯别尔格著

高等教育出版社

高等學校教學用書



光 学

下 册

F. C. 蘭斯别尔格著
楊葭蓀 張之翔譯

高等教育出版社

本書系根据苏联国立科学技术理論書籍出版社(Гостехиздат)出版的蘭斯別尔格(Г. С. Ландсберг)著“光学”(Оптика) 1954年第三版譯出。原書經苏联高等教育部审定为綜合性大学物理系光学教科書。

中譯本分为上、下兩册出版。下册内容包括电磁波的級別、光的速度、光通过二媒質界面时的情况、各向异性媒質光学、分子光学、光的作用、热輻射、發光、总结等八編。書末附有相应各編的習題。

第五、六、七、八等編由北京大学楊葭蓀譯出,第九、十、十一、十二等編及总结、習題由北京大学張之翔譯出。

光 学

下 册

Г. С. 蘭斯別尔格著

楊葭蓀 張之翔譯

高等教育出版社出版

北京琉璃廠一七〇號

(北京市書刊出版業營業許可證出字第〇五四號)

上海勞動印製廠印刷 新華書店總經售

統一書號 13010·301 開本 850×1168 1/32 印張 12 14/16 字數 341,000

一九五七年七月第一版

一九五七年七月上海第一次印刷

印數 1—6,000

定價(8) 1.50

目 录

第五編 电磁波的級別

第十八章 紅外線, 紫外綫和倫琴射綫	353
§ 103. 紅外線和紫外綫	353
§ 104. 倫琴射綫的發現和其获得方法以及观测方法	356
§ 105. 倫琴射綫的吸收	358
§ 106. 倫琴射綫的硬度和倫琴射綫管工作条件的关系	360
§ 107. 倫琴射綫的本性	361
§ 108. 倫琴射綫在晶体点陣上的衍射	362
§ 109. 倫琴射綫攝譜术	364
§ 110. 連續倫琴射綫譜, 关于标識射綫的概念	367
§ 111. 倫琴射綫光学	368
§ 112. 电磁波的級別	369

第六編 光的速度

第十九章 光的速度及其測定方法	372
§ 113. 測定光速实验的意义和伽利略的最初嘗試	372
§ 114. 測定光速的天文学方法	373
§ 115. 測定光速的实验室法	377
§ 116. 光的銳速和群速	382
第二十章 多普勒現象	387
§ 117. 导言	387
§ 118. 声学中的多普勒現象	388
§ 119. 光学中的多普勒現象	393
第二十一章 运动媒質的光学	397
§ 120. 力学中的相对性原理和伽利略变换公式	398
§ 121. 运动媒質的电动力学	400
§ 122. 狭义相对論基础	411
§ 123. 相对論的变换公式	413
§ 124. 从相对論变换公式得到的一些結論	417

§ 125. 相对論力学	426
§ 126. 总的結論	428

第七編 光通过二媒質界面时的情况

第二十二章 二电介質界面上的反射和折射	431
§ 127. 电磁波和物質之間的相互作用	431
§ 128. 二电介質界面上的反射和折射(費涅耳公式)	435
§ 129. 关于費涅耳公式的几点說明	441
§ 130. 光通过二电介質界面时的偏振,布儒斯特定律	442
第二十三章 全反射	446
§ 131. 全反射現象	446
§ 132. 反射波的研究.橢圓偏振	447
§ 133. 折射波的研究	451
第二十四章 金屬光学基础	453
§ 134. 金屬的光学性質的特征	453
§ 135. 金屬的光学常数和这些常数的測定	455

第八編 各向异性媒質光学

第二十五章 晶体光学基础	460
§ 136. 各向异性媒質	460
§ 137. 各向异性媒質的光学性質	465
§ 138. 波面(光綫面)和法綫面	469
§ 139. 單軸晶体和双軸晶体	471
§ 140. 各向异性媒質的惠更斯作圖法	474
§ 141. 光在單軸晶体中傳播的一些实验事实	477
§ 142. 晶片的彩色或偏振光的干涉	481
第二十六章 人造各向异性	487
§ 143. 导言	487
§ 144. 形变时所發生的各向异性	487
§ 145. 电場中的双折射(克尔現象)	489
§ 146. 磁場中的双折射現象	498

第九編 分子光学

第二十七章 光的色散和吸收	499
§ 147. 麦克斯章电磁理論的困难	499
§ 148. 光的色散,观测方法和結果	501

§ 149. 色散理論的基础	507
§ 150. 光的吸收	522
§ 151. 光譜綫的寬度和輻射的衰减	529
第二十八章 光的散射	532
§ 152. 光通过非均匀媒質	532
§ 153. 光的分子散射	538
§ 154. 光的并合散射	546
第二十九章 偏振面的旋轉	552
§ 155. 导言	552
§ 156. 偏振面在晶体里的旋轉	554
§ 157. 測量旋光本領的更精確的方法	556
§ 158. 偏振面在非晶体里的旋轉	557
§ 159. 量糖术	559
§ 160. 偏振面旋轉的理論	560
§ 161. 偏振面的磁致旋轉	564
第三十章 塞曼效应, 斯塔克效应	567
§ 162. 塞曼效应的本質	567
§ 163. 塞曼效应的基本理論	569
§ 164. 反常(复杂)塞曼效应	573
§ 165. 倒塞曼效应, 它和法拉第效应的关系	575
§ 166. 斯塔克效应	576

第十編 光的作用

第三十一章 光电效应	579
§ 167. 导言	579
§ 168. 光电效应的定律	581
§ 169. 爱因斯坦方程, 光子假說	584
§ 170. 光子假說在光电效应中的証据	586
§ 171. 光电流强度与波長的关系	590
§ 172. 半导体中的光电效应	593
§ 173. 光电管和它的用途	595
第三十二章 康普頓效应	597
§ 174. 康普頓效应的本質和它的規律	597
§ 175. 康普頓效应的理論	598
§ 176. 从光子假說的观点看多普勒效应	602

第三十三章 光压	604
§ 177. 光压的实验研究	604
§ 178. 从光子理論的观点看光压	607
§ 179. 光压在解釋某些宇宙現象上的应用	608
第三十四章 光的化学作用	609
§ 180. 导言	609
§ 181. 光化学的基本定律	611
§ 182. 敏化的光化反应	613
§ 183. 照相原理	614
§ 184. 照相片的敏化	616
§ 185. 視覺的光化理論	617

第十一編 热輻射

第三十五章 热輻射的定律	622
§ 186. 热輻射	622
§ 187. 热輻射和普雷夫定則	624
§ 188. 基尔霍夫定律	626
§ 189. 基尔霍夫定律的应用. 绝对黑体	631
§ 190. 黑体輻射	633
§ 191. 斯忒藩-玻耳兹曼定律	635
§ 192. 維恩位移定律	636
§ 193. 普朗克輻射公式	638
第三十六章 热輻射定律的应用	641
§ 194. 光測高溫学	641
§ 195. 光源	646

第十二編 發光

第三十七章 原子的輻射和光譜的規律	651
§ 196. 綫狀光譜	651
§ 197. 光譜的自蝕	653
§ 198. 根据原子的發射光譜和吸收光譜的光譜分析	654
§ 199. 光譜的規律	655
第三十八章 盧瑟福-玻尔的原子模型	661
§ 200. J. J. 湯姆孙的原始的原子模型和盧瑟福的实验	661
§ 201. 盧瑟福的有核的原子模型	664

§ 202. 盧瑟福理論的困难, 玻尔的假設	667
§ 203. 氢原子	669
§ 204. 离子化原子的光譜	673
第三十九章 玻尔理論的實驗基礎和它的結果	675
§ 205. 夫蘭克和赫茲等的實驗	676
§ 206. 光譜綫的逐步激發	681
§ 207. 共振輻射	684
§ 208. 受激态的期間	687
§ 209. 由热所引起的輝光的激發	688
§ 210. 倫琴射綫譜, 它們的分类和解釋	690
§ 211. 复杂原子的光譜	698
第四十章 分子光譜	708
§ 212. 在可見和紫外区域中分子的帶狀光譜	708
§ 213. 分子的紅外光譜	712
第四十一章 光致發光	714
§ 214. 分子的熒光	714
§ 215. 液体和固体的光致發光, 發光的光譜成分, 斯托克斯定則	716
§ 216. 光致發光的期間	721
§ 217. 發光的定义和期間的判据, 切倫科夫輻射	724
§ 218. 結晶的磷光体	727
§ 219. 發光分析	728
总結	732
習題	740

第五編 电磁波的級別

第十八章 紅外線, 紫外綫和倫琴射綫

在前几編中, 我們詳細地討論了光的各種特性, 這些特性奠定了光的波動本性(干涉, 衍射) 并且確定了光波的橫波性質(偏振)。我們曾不止一次地順帶指出, 光波是电磁波。后面我們將遇到許多各種各樣有關光波电磁性質的證明。

現在, 讓我們來研究一下有關电磁波波長這一方面的特征。

§ 103. 紅外線和紫外綫

在电磁波中, 稱為光的那一群(有時稱為“可見光”) 乃是一個狹窄的波長間隔, 範圍大約在 $4000-8000 \text{ \AA}$ 之間。這一個波長間隔內的电磁波對人的眼睛起着直接的作用, 它們對眼睛的網膜施以一種特殊的刺激, 這種刺激引起了視覺。因此上述波長間隔對人來說特別重要, 雖然就物理性質這方面來看, 這一個波長間隔在原理上和它兩旁更長的和更短的电磁波並沒有什麼不同。雖然眼睛“感光”的界限是主觀的, 但是人眼睛的感光靈敏度在趨向於此間隔的兩端時急劇下降(參看 § 8), 這說明對相鄰的光譜區域予以特殊的名稱還是確當的。

關於“紅外線”和“紫外綫”的概念是在十九世紀一開始引進的。1800 年, B. 蓋賽路確定了紅外線的存在。蓋賽路看到, 當把靈敏溫度計放在太陽光譜的紅端以外時, 溫度計的讀數升高。他同時也發現, 這些射綫和可見光一樣, 也服從反射定律和折射定律。

1801 年, 里德和渥拉斯頓同時發現, 在太陽光譜的紫端以外部分,

有不可見的射綫,这些射綫(紫外綫)对氯化銀起化学作用。之后,研究紫外綫和紅外綫的其他方法都建立起来了。

照像术的發明及其成就在紫外綫的研究上起了重大的作用,因为照相片对紫外綫非常灵敏。紫外綫能够使許多物体激發而發光(熒光和磷光),并且能够引起光电效应,从紫外綫的这些能力方面着手来研究紫外綫也是很方便的。把照相片用特殊方法处理后(敏化,見第三十四章),同样可以用来对紅外綫进行照相。但是这种方法的有效限度仅仅达到 $\lambda=1.2-1.3$ 微米。現代的光电管和光敏电阻对紅外綫的灵敏性已經大为向前推进,用这些仪器可以記錄波長大約到5微米的紅外輻射。利用紅外綫对磷光現象的影响(第四十一章),能够研究紅外綫到1.7微米。但是可以适用于任何波長的热学研究方法,直到目前,仍然是紅外綫研究中最流行的方法,特别是对于2微米以上的波長。当然,在这种研究中,要用到非常灵敏的温度計,特别是要用到能檢定出百万分之一度(10^{-6}°C)温度升高的电学温度計(測輻射热器和温差电堆)。

有一些接收器能够把所有射到它們上面的热能加以全部吸收(絕對黑体,第三十五章),如果我們知道了接收器的热容量并且把偶然热損失估計在內,那末应用这些接收器,就可以从温度的升高来測定射綫所攜帶的能量有多少絕對單位,这一点同时也是热学方法在原理上的优越之处。这个方法被用来測量一切波長(包括紫外)的輻射能,當我們希望得到輻射体光譜方面能量分布的数据

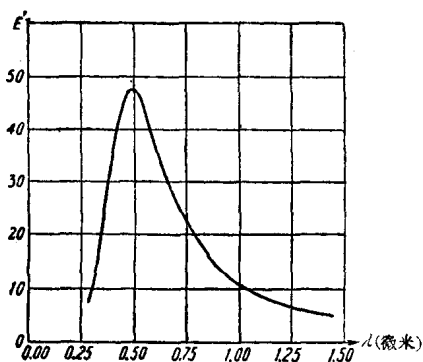


圖 229. 太陽光譜中的能量分布。

时,特别要用到它。圖 229 粗略地表出了太陽光譜的这种能量分布。在

其他光源,例如白熾燈或水銀燈,能量按波長的分布和圖中所表示的可以完全不一樣。雖然熱學方法有普遍適用性,而且所得到的數據能夠相互比較,但是通常說來,還是以對不同的波長間隔採用前面所說的各個特殊的研究方法比較便利。

在研究波長很長的紅外線時,主要的困難在於尋找足夠強的這種紅外線源。普通的紅外輻射源是熱體。當溫度不高時,輻射強度非常微弱;當溫度增加時,所輻射的能量的總功率迅速加大;但是同時輻射的最大值卻越來越移向短波,因而長波射綫的能量增加得不很顯著。現今紅外綫的觀測已經接近到 300—400 微米的波長。要獲得波長再長的電磁波,用電磁振蕩的激發方法比較方便,這個方法是赫茲首創的,我們在電學里研究它。大家都知道,無線電技術中所應用的較長的電磁波就是用這個方法產生的(波長在數十厘米,數米和數千米)。最近數年來,從電振蕩的方法也得到了很短的電磁波,其波長在數百微米。這樣,數百微米的波既可以从灼熱體輻射的方法得到(如紅外線),也可以從電振蕩的方法得到(如赫茲波)。換而言之,紅外波區域和赫茲波區域是相互銜錯着的,從可見光一直到波長隨便多長的電磁波,當中都是連續的。

在紅外波和赫茲波之間隙的填補工作方面,蘇聯學者的工作曾起了重大的作用(這些學者有 И. Н. 列別捷夫, М. А. 累維特斯卡, А. А. 阿露卡達耶娃-加拉古利娃)。

我們對紫外波區域的了解,其進展也同樣是十分緩慢的。在紫外綫的研究上,主要的困難在於各種物質對短的紫外波都有強烈的吸收。普通玻璃極不適用於紫外波的研究。一般我們是應用特种玻璃(透過的波長接近到 3000—2300 Å)和水晶(透過的波長大約到 1800 Å)。對於再短的波,必須應用螢石的光學系統(接近到 1200 Å)。最近,人造晶体有所進展。最好的人造氟化鋰晶体的样品所透過的波長達到 1080 Å。對於再短的波來說,在透明性方面沒有合適的物質可作稜鏡和透

鏡之用，所以必須应用反射的光学系統：凹面鏡和反射衍射光柵。但是对于这样短的紫外波來說，普通气压下的气体它也是不能通过的。在氧气(和空气)中，在 $1800 \text{ \AA}$ 附近已然看到有显著的吸收。因此为了研究更短的波，我們采用抽空了的光譜设备(真空攝譜仪)。在紫外波的研究上，另一个困难就是照相片的基本成分——乳膠——約从 $2400 - 2300 \text{ \AA}$ 开始就对紫外綫有显著的吸收，所以到了更短的紫外波，通常是采用沒有乳膠的照相片。把所有这些改进全部采納以后，紫外光的照相研究已經向前推进到近 $20 \text{ \AA}$ 的地区。当然，在这个研究中，光入射到光柵上的角度必須采取掠入角。当入射角是 89° 时，在 $12.1 \text{ \AA}$ 的地方能观测到电离十六次的鉄的綫(即去掉 16 个电子的鉄原子的綫)。

紫外波的研究，特别是短的和很短的紫外波的研究，是同样可以利用光电效应来进行的。

§ 104. 倫琴射綫的發現和其获得方法以及观测方法

从紫外光方面繼續向再短的短波区域推进时，遭遇了極大的困难。但是依靠 1895 年倫琴的發現，我們能够从另一方面探进光譜的这一个区域。

倫琴發現，当放电在抽空的管中进行时(例如在研究陰極射綫用的管中)，有射綫發出，这些射綫能够穿透普通光所不能透过的物体(黑紙，厚紙，薄的金屬片等等)。这些射綫倫琴称为“X-射綫”，但是叫得更广的名字还是倫琴射綫。倫琴之所以能發現这些射綫，是因为这些射綫能够使熒光屏發光。倫琴不久也發現，这些射綫能够使照相片变黑，并且能够使空气电离以致驗电器的电荷發生減損。这样，在倫琴射綫的研究上，可以应用熒光屏、照相片或帶有驗电器的电离室。此外也查明，倫琴射綫能够引起光电效应，并且倫琴射綫的研究也可以从它的热效应方面着手，虽然这一个研究方法是有一定的困难；困难在于倫琴射綫的可吸收性太微弱，微弱到这种程度，以致需要用比較厚的金屬層才

能把它完全吸收；而要檢定出大塊金屬層中少量的热量增加是非常困难的。必須指出，倫琴不仅首先發現了新的輻射，而且在他自己最初的若干工作里，也对这一新的輻射进行了全面的研究，并确定了很多重要的特征。倫琴發現，射綫所發生的地点是放电管上被陰極射綫所轟击的那一部分，因而他把放电管的構造加以改进，使得倫琴射綫的产生和利用有了最良好的方式。为了使陰極射綫束集中射在一个地方，倫琴利用陰極射綫系垂直于陰極表面射出这一事实而把陰極做成凹形。这样陰極射綫能够聚焦。因为进行轟击的陰極射綫的大部分能量都轉化成了热，只有一小部分能量(約 0.1%)以倫琴射綫的形式輻射出来，或者保留为被反射的陰極射綫的能量，所以在强功率的放电管中，被轟击的地区要强烈地發热而會發生熔化。因此倫琴在他的管子中采用了一个特別的薄片，薄片用耐熔的金屬(白金)做成，陰極射綫束就聚射在这个金屬片上。这个薄片称为对陰極，它的位置放得和陰極射綫束成 45° 角，其目的在于可以更方便地利用所产生的倫琴射綫。由此所得到的結構如圖 230 和 231 所示，其基本特征仍然保留在現代的倫琴射綫管之中。

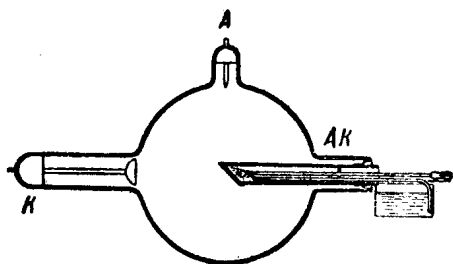


圖 230. 倫琴射綫管(示意圖):

A 是陽極； K 是陰極； AK 是對陰極。

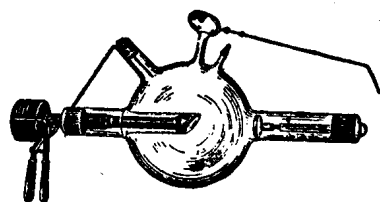


圖 231. 倫琴射綫管的外觀。

倫琴射綫管的电源是用高压，高压有数万伏特，甚至达十万伏特。

陰極射綫源不仅可以用冷陰極,而且可以用另外一种更加方便的陰極,这种陰極是一个白热的鎢片(热陰極),由于热运动的緣故,鎢片發出了强的陰極射綫(热电子發射)。热陰極的倫琴射綫管比冷陰極的倫琴射綫管有着一系列的优点(見以下 § 106)。

§ 105. 倫琴射綫的吸收

前面已經說过,倫琴射綫最显著的特性是它能够穿透普通光所不能透过的物質。倫琴本人即已广泛地研究了倫琴射綫的这种穿透本領,当时,他把所研究的物質層放在射綫源和熒光屏之間而来观察熒光屏的發光情况。倫琴發現,物質对倫琴射綫的吸收与該物質对普通光的透明性無关。例如,黑紙和紙板对倫琴射綫的吸收比同样厚的玻璃要微弱得多,特别是当玻璃含有鉛鹽时,此点尤为显著。

倫琴确定,物質的密度越大,它吸收倫琴射綫的本領也就越强,所以鉛板使倫琴射綫减弱的程度比同样厚的鋁板要厉害得多。对于吸收來說,吸收物質中重元素原子的存在乃是重要的因素,至于这些原子究竟包含在什么化合物之中則屬無关。例如,薄的白鉛層和含有鉛鹽的玻璃之所以对倫琴射綫有着显著的吸收,就是因为在它們的成分之中有重的鉛原子存在。

就在这些研究之中,倫琴又确定了另一个極端重要的事实,这一事实被倫琴用来鑒定各种情况下所应用的射綫。倫琴發現,同一物質对倫琴射綫的吸收本領因倫琴射綫的产生条件而不同。被强烈吸收的射綫称为軟射綫,被輕微吸收的則称为硬射綫。这样,射綫穿透物質的本領标志着射綫本身的軟硬程度。

一般是測定某一固定物質(例如鋁)对各射綫的吸收本領,来比較各射綫的硬度。射綫越硬,吸收越弱,在所有其他物質,情况也是如此(某些选择吸收現象屬于例外,关于此点后面將要談到)。

人們进一步研究了物質对倫琴射綫的吸收本領,从而建立起了射

綫硬度的量度。把物質吸收之前和吸收之后倫琴射綫的強度^①加以測量,可以定出吸收定律,定律的形式呈 $I = I_0 e^{-\mu d}$, 式中 I 是吸收之后的射綫強度, I_0 是射到吸收物質上的射綫的強度, d 是吸收層的厚度,以厘米計, μ 是吸收係數,它表征着射綫的硬度。

不难看出, $\mu = \frac{1}{d_0}$, 式中 d_0 是使射綫強度減弱到 $\frac{1}{e} (= 2.718)$ 的吸收層厚度。有时,我們用某一固定物質(一般用鋁)的吸收層的厚度來表征射綫的硬度,这个厚度能够使倫琴射綫的強度減弱到 $\frac{1}{2}$ 。这个厚度 D 和 d_0 以及 μ 之間有一簡單的关系:

$$D = 0.69 d_0 = \frac{0.69}{\mu}. \quad (105.1)$$

各种倫琴射綫的硬度相差可以非常悬殊。在所用到的射綫中,射綫在鋁中的 D 值从 0.0006 到 6 厘米不等,即相差有 10000 倍。

倫琴射綫的吸收和硬度的一切估量都由于下一情况而發生很大的困难:一般从倫琴射綫管發出来的倫琴射綫都是很不純一的,即其中包含不同硬度的射綫。使不純一的射綫穿过吸收物質,吸收掉其中較軟的射綫,这样可以获得比較純一的射綫。这种過濾的方法对获得純一的單色射綫來說未免过于粗陋。現在我們在單色化上所拥有的方法,类似于在普通波長的光学中所应用的方法,即先产生近于單色的倫琴射綫,而后用衍射方法使它單色化。这样所得到的射綫在單色程度上并不比光綫的遜色,而吸收係數对这种單色射綫說來才有完全肯定的物理意义。对这种單色射綫而言,吸收係數随吸收物質的密度 ρ 而变,

① 从倫琴射綫在金屬內被吸收时所放出来的热量來測定倫琴射綫的強度,在原則上是最根本的方法,但是如前所說,这种測定实际上有很大的困难。倫琴射綫的強度測量同样可以从观测倫琴射綫的其他作用着手:从射綫所引起的熒光的強度方面,从在它作用之下所發生的光化反应的速度方面,其中特别是从照片的變黑方面,还有从在它作用之下所产生的电离电流的強度方面。所有这些方法在应用上都遭遇到一定的困难,这些困难主要是由于射綫的吸收程度难以估計而引起的。电离法研究得最詳尽,用这个方法測量倫琴射綫的強度时,要力求做到使倫琴射綫在电离室中被完全吸收(气体層要厚,要用重的气体)。

并且在粗略的近似上可以認為系与密度成正比。更精确的說来,吸收是决定于單位厚度上吸收物質的原子的数目。当一种原子換成另一种原子时,吸收随原子量的加大而迅速增高,不过正确一点說,應該是随原子序数 Z 的加大而迅速增高,并且是和原子序数的立方成正比。

§ 106. 倫琴射綫的硬度和倫琴射綫管工作条件的关系

倫琴本人在建立起倫琴射綫的硬度概念之后即已指出,射綫的硬度决定于倫琴射綫管的工作条件:陽極和陰極之間的电位差(使陰極射綫加速的)越大,也就是說,轟击反陰極的电子的速度越大,倫琴射綫也就越硬。如果我們用的是冷陰極射綫管,則大家都知道,最初的陰極射綫的产生和射綫管的抽空程度有关,因为电子是在正离子的作用下跑出陰極的,而这些正离子是从射綫管的空間奔到陰極上去的。射綫管的真空度越高,則开始产生强电子發射所需要的电位差也越大。因此在这种高真空的射綫管里,所产生的陰極射綫只可能是高速度的,因而所产生的倫琴射綫也必然是硬的。这种高真空的倫琴射綫管称为硬射綫管。反之,存有頗多殘余气体的射綫管可以在較低的爱位差下产生陰極电子流,因而这种射綫管是用来产生比較軟的倫琴射綫(軟射綫管)。調节射綫管中的真空度,就可以調节射綫管所产生的射綫的硬度。由于管壁对气体有吸收,所以倫琴射綫管的硬度有逐漸增加的趋势。在許多倫琴射綫管中設有一些裝置,能够使倫琴射綫管軟化而無須把倫琴射綫管打开重新抽空(射綫管的再生)。

热陰極的倫琴射綫管,就射綫管硬度的調节便利这方面來說,是具有極大的优点的。热陰極是一个充足的电子源,因此在射綫管內,可以用到最高真空而陰極射綫的产生可以不依賴于所加的爱位差。爱位差的用途仅仅在于使电子得到所需要的速度,即使所产生的倫琴射綫的硬度合乎需要。这样,同一个热陰極射綫管可以用来产生任何硬度的倫琴射綫,这一硬度决定于所加的加速电場(可操縱的倫琴射綫管)。

在这种类型的倫琴射綫管, 硬度随电位差的增加而迅速提高。实验表明, 这种射綫管的射綫的平均吸收系数 μ 和陽、陰極之間电位差 V 的立方近似地成反比, 即

$$\mu \sim \frac{1}{V^3}。 \quad (106.1)$$

§ 107. 倫琴射綫的本性

虽然最初研究倫琴射綫的一些人(斯托克斯, Л. А. 哥德格米尔, 倫琴^①自己也有一部分)即已發表意見, 認為倫琴射綫是电磁波, 是由于轟击到对陰極上的高速电子遭受突然停頓而产生的, 但是倫琴射綫的一系列特性和其波动性实难协调。那时, 在倫琴射綫的大多种特性的研究上, 一般說来, 都遭遇了很大的困难。長久以来, 沒有能够观察到倫琴射綫在从某一媒質到另一媒質时有所折射和反射。倫琴仅仅能够發現倫琴射綫有微弱的散射痕迹, 如果假設倫琴射綫的本性是粒子的, 那么这个現象当然就很容易解釋了。

倫琴和其他一系列研究的人做了許多实验, 企圖找到倫琴射綫的干涉和衍射, 但是都沒有成功。这一点对倫琴射綫的波动性的假設構成了特別的困难。只是在很晚以后(約在 1910 年), 大家才明白, 倫琴射綫的波長比可見光的和紫外綫的要短得多, 因此最初要便干涉实现的实验早已注定是不会成功的了。

应当指出, 在倫琴的头几篇文章發表之后, 即在 1897 年, 斯托克斯就已用現今的观点对倫琴射綫的本性發表了意見, 这些意見一般說来是正确的。斯托克斯認為倫琴射綫是短的电脉动, 是轟击到对陰極上的电子的速度在急剧变化时所产生的。运动着的电荷的这种速度变化可以看作是电流(急馳着的电子)的减弱; 随着这种减弱, 与电子运动

① 当时, 倫琴認為, 他所發現的射綫是縱的光波。但是他沒有坚持这种观点, 他認為其他的解釋也是可能的。