

大學叢書

原子物理學概論

三村剛昂 著
助川巳之七
余潛修 譯

商務印書館出版

大學叢書

原子物理學概論

三村剛昂著
助川己之七
余潛修譯

商務印書館出版

◆(57122平)

大學叢書
原子物理學概論

原著者 三村剛昂 助川己之七

譯述者 余 潛 修

出版者 商務印書館

發行者 中國圖書發行公司
三聯中華商務開明聯合總發行所
上海河南中路二二一號
北京誠謙胡同六十六號

發行所 三聯書店 中華書局
商務印書館 開明書店
聯營書店 各地分店

印刷者 商務印書館印刷廠

★版權所有★

1941年1月初版
1951年5月5版

定價人民幣 28,000 元

(滬)2901-4900

譯者弁言

原子物理學在最近四十年內的發展，真是日新月異，現世紀的最初十年間蒲郎克發表黑體輻射公式，愛因斯坦倡導光量子說，始得奠定它的基礎，其次十年間波爾闡明原子的直觀模型，得有廣泛的應用，再次十年間得布羅里創造物質波理論，赫孫保發現測不準原理，更有飛躍的進展，最後十年間，是研究如何應用量子力學的方法，去探究原子核內的精細構造。

現代原子物理學，可以說是邁入了新的階段，舊理論中許多概念（譬如舊力學中基本的質點概念）都被揚棄。試舉一個例，我們假設受觀測的物體體系是由一系質點所組成，這種質點在能量不滅的力場內運動，依舊理論的見解，每一單獨質點在任意時間內都有一定的速度和一定的位置，而且它的動能可以從它的起始條件，和在力場內運動時所經過的部分的局部性質，而直觀精密地計算出來，但是依新理論的說法，僅有局部性質的關係，是不能表示支配整個現象的運動定律，這與用顯微鏡研究一幅圖畫的各小部分，而欲明白其全體的意義同樣，因此新理論認為我們所尋求的運動定律，非把物體體系視為整個的集團不可，並且每一單獨質點，自其一定的意義而言，在任何時間都同時存在於此系所佔有空間的各部分，不僅祇能用或然率表示，並且與觀測裝置亦有關係，所以舊理論中的能量不滅定律和哲學中的因果律，都得重新加以評價，這是一般學術界所最關心的問題。

這本書的優點是：第一取材豐富，舉凡原子物理學中尚待解決以及牽涉到化學，哲學等問題，都有扼要而簡單的說明，給與我們深刻的暗示，激起我們求知的慾望。第二寫法新穎，對於每一問題，先舉許多圖表和實驗事實，使我們得有具體的認識，次從理論方面加以印證，至於敘述的淺顯明晰，說理的懇切周到，也是其他書中所少見的，因此種種優點，很適合作為原子物理學的入門讀物，和大學初年級的

重 要 常 數 表

$\frac{e}{m}$ (電子之電荷/質量)	$= 1.766 \times 10^7$ C. G. S. 電磁單位
	$= 5.298 \times 10^{17}$ C. G. S. 靜電單位
e (電氣單元)	$= 4.774 \times 10^{-10}$ C. G. S. 靜電單位
m (電子之質量)	$= 9.03 \times 10^{-28}$ 克
m_H (氫原子之質量)	$= 1.663 \times 10^{-24}$ 克
R_H (氫之勒德堡常數)	$= 109677.691$ 厘米 $^{-1}$
R_{He} (氦之勒德堡常數)	$= 109722.144$ 厘米 $^{-1}$
$\frac{E}{M}$ (α 質點之電荷/質量)	$= 4823$ C. G. S. 電磁單位
	$= 1.447 \times 10^{14}$ C. G. S. 靜電單位
M (α 質點之質量)	$= 6.60 \times 10^{-24}$ 克
σ (斯泰方·波爾茲曼之輻射常數)	$= 5.74 \times 10^{-6}$ 爾格, 厘米 $^{-2}$ 秒 $^{-1}$ 度 $^{-4}$
h (蒲郎克之常數)	$= 6.55 \times 10^{-27}$ 爾格, 秒
k (波爾茲曼之常數)	$= 1.37 \times 10^{-16}$ 爾格, 度 $^{-1}$
N_L (羅拔米得之數)	$= 6.061 \times 10^{23}$ 克分子 $^{-1}$
R (氣體常數)	$= 8.313 \times 10^7$ 爾格, 度 $^{-1}$, 克分子 $^{-1}$ $= 1.985$ 卡, 度 $^{-1}$, 克分子 $^{-1}$
c (真空中之光速)	$= 2.99796 \times 10^{10}$ 厘米, 克分子 $^{-1}$ $\doteq 3 \times 10^{10}$ 厘米, 克分子 $^{-1}$

(上述之諸常數因測定愈趨精密, 故其數值容或稍有出入)。

目 錄

第一章 氣體內之電氣現象

§ 1	真空放電	1
§ 2	陰極射線	5
§ 3	測定陰極射線之 $\frac{e}{m}$ 之湯姆孫實驗	6
§ 4	陽極射線	8
§ 5	湯姆孫實驗	8
§ 6	阿斯頓之質譜儀	11
§ 7	氣體之遊離	16
§ 8	最小電荷之測定	17
§ 9	由遊子作成水蒸氣之凝結	22
§ 10	元素之自然系及原子序數	23

第二章 X射線及其結晶之構造

§ 1	X射線	29
§ 2	發生X射線之裝置	29
§ 3	標識X射線	33
§ 4	結晶之分類	33
§ 5	空間格子	34
§ 6	洛伊之發見	37
§ 7	洛伊斑點之理論	39
§ 8	布拉格之關係式	43
§ 9	X射線分光計	45
§ 10	X射線譜	47

§ 11	莫塞雷之關係式及科塞爾之關係式	53
§ 12	吸收X射線譜	54
§ 13	X射線之反射及折射	57
§ 14	X射線之偏極	58
§ 15	康蒲頓效應	59
§ 16	X射線能之變換	61
§ 17	布拉格父子之研究	62
§ 18	布拉格對於洛伊斑點之解釋	66
§ 19	得拜及舍累爾之細粉法	68

第三章 光 譜

§ 1	光譜之分類	72
§ 2	氫之明線光譜	73
§ 3	電弧光譜與電花光譜	77
§ 4	勒德堡·里茲之結合定律	78
§ 5	普通元素之光譜系	79
§ 6	帶光譜	86
§ 7	塞曼效應	90
§ 8	斯塔克效應	95
§ 9	拉曼效應	101
§ 10	光電效應	103

第四章 放射性

§ 1	放射性物質	106
§ 2	放射線	108
§ 3	放射性物質之蛻變	109
§ 4	放射性物質之生命	109
§ 5	放射性元素與週期表	112

§ 6	α 射線	114
§ 7	β 射線	123
§ 8	γ 射線	128
§ 9	宇宙射線	130

第五章 量子說

§ 1	量子說略史	132
§ 2	熱輻射與熱力學之平衡狀態	132
§ 3	基爾夫之定律	133
§ 4	斯泰方·波爾茲曼之定律	134
§ 5	黑體輻射能之光譜分佈	135
§ 6	蒲郎克之黑體輻射公式	137
§ 7	固體之比熱	140
§ 8	固體之比熱理論	143

第六章 光量子說

§ 1	光量子	149
§ 2	光電效應	150
§ 3	康蒲頓效應	152
§ 4	拉馬效應	156

第七章 波爾之原子模型

§ 1	原子之模型	157
§ 2	波爾之基本假定	158
§ 3	氫原子之模型	159
§ 4	遊子化氫原子之模型	165
§ 5	考慮原子核運動之場合	165
§ 6	量子條件	168

§ 7	量子條件應用於諧振動體及轉動體	168
§ 8	量子條件應用於橢圓軌道	170
§ 9	由特殊相對性理論之修正	177
§ 10	氫原子線光譜之精細構造	180
§ 11	空間中之量子化	181
§ 12	波爾之磁子	185
§ 13	佛蘭克·赫芝之實驗	187
§ 14	斯特恩及革那哈之實驗	189

第八章 波爾之原子模型(續)

§ 1	有多數電子之原子模型	192
§ 2	X射線譜與原子之內部構造	196
§ 3	X射線譜之二重線	201
§ 4	原子模型之能階級	203
§ 5	在原子內電子排列之模型	212
§ 6	光學的電子	212
§ 7	鹼金屬元素之光譜	216
§ 8	有效量子數 n	219
§ 9	鹼金屬元素之原子模型	221
§ 10	主量子數	224
§ 11	塞曼效應	228
§ 12	保利之不相容原理	232
§ 13	斯塔克效應	234
§ 14	帶光譜	236

第九章 原子核之模型

§ 1	原子核之研究方法	237
§ 2	α 射線之散射	237

§ 3	α 射線與輕原子之碰撞	243
§ 4	輕原子之人工破壞	247
§ 5	β 射線之光譜	251
§ 6	γ 射線之光電效應	256
§ 7	質量數之精細研究	256
§ 8	原子核之模型	260
§ 9	原子核之模型(續) (1)	261
§ 10	原子核之模型(續) (2)	263
§ 11	原子核之模型(續) (3)	266
§ 12	原子核之模型(續) (4)	267
§ 13	關於原子核模型之加莫理論	270
§ 14	中子	273

第十章 物質波

§ 1	物質質點之二元的性質	274
§ 2	得布羅里之物質波	275
§ 3	波羣之羣速度	278
§ 4	物質波之折射率及波長	280
§ 5	電子之繞射現象	283
§ 6	得維松及澤麥之實驗(洛伊之方法)	284
§ 7	G. P. 湯姆孫及利德之實驗	289
§ 8	菊池之實驗	291
§ 9	得維松及澤麥之實驗(布拉格之方法)	294
§ 10	盧普之實驗	295
§ 11	關於物質波之考察	296

第十一章 新量子論

§ 1	序論	298
-----	----	-----

§ 2	波動力學及量子力學	299
§ 3	緒勒丁蓋之振幅方程式	301
§ 4	特性值及特性函數	304
§ 5	對於氫之應用	308
§ 6	函數之物理的意義	313
§ 7	緒勒丁蓋之振幅方程式之簡單求法	314
§ 8	適用於斯塔克效應齊曼效應原子核之振幅方程式	315
§ 9	波動方程式	317
§ 10	赫孫保之測不準原理	318

附 錄

§ 1	電場及磁場之向量表示	322
§ 2	電場及磁場內帶電體之運動	324
§ 3	在由電場及磁場所帶電體之偏轉為極小場合之近似解	328
§ 4	阿斯頓之質譜儀之理論	331
§ 5	在粘滯流體內重力與電場之作用場合之小荷電體運動	333
§ 6	氣體中遊子之生成與消滅	334
§ 7	用伏特表示帶電體之速度	336
§ 8	熱電子	337
§ 9	結晶系	338
§ 10	第二章 § 7 之附錄	339
§ 11	X射線譜之符號	341
§ 12	第二章 § 5 之附錄	341
§ 13	巴現之表示法	342
§ 14	塞曼效應所得 $\frac{e}{m_0}$ 之測定	344

§ 15	平均生命.....	344
§ 16	放射性物質之蛻變理論.....	345
§ 17	該革之尖端計數器.....	348
§ 18	$E = \frac{2h}{c^2} \int_0^\infty \frac{v^3 dv}{e^{\frac{h\nu}{kT}} - 1}$ 之積分.....	349
§ 19	固體之定容比熱及定壓比熱.....	349
§ 20	諧振動體之平均能.....	352
§ 21	$c_v = 9R \left[4 \left(\frac{T}{\Theta_D} \right)^3 \int_0^{\frac{\Theta_D}{T}} \frac{x^3}{e^x - 1} dx - \frac{\frac{\Theta_D}{T}}{e^{\frac{\Theta_D}{T}} - 1} \right]$ 之積分 ...	354
§ 22	斐勒之混合勒戎德爾之函數.....	355
§ 23	拉該爾之多項式.....	356
	譯者附錄.....	357
	參考文獻.....	373
	人名表.....	376

原子物理學概論

第一章 氣體內之電氣現象

§ 1 真空放電

在含有電極之玻璃管內，導入水銀柱高度約為數毫米之低壓氣體，而使其兩極間感應放電時，可見非常美麗之光輝，此管名曰蓋斯勒管 (Geissler's tube)。今試於圓筒形之玻璃管中，嵌以圓板形之兩極，導入低壓空氣，而發生放電時，示如圖 1. 1

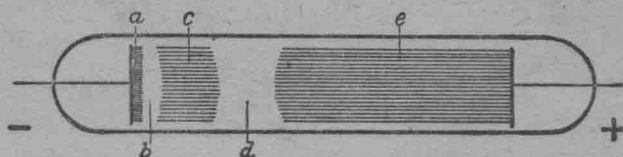


圖 1. 1

接近陰極之 *a* 部，呈現赤紫色之波紋，此部曰陰極光 (Cathode glow) 其次為一見似若無光之 *b* 部，此部曰克魯克斯 (Crookes) 暗區 或稱為第一暗區，又名希脫夫 (Hittorf) 暗區。再次為微薄之紫光部分 *c* 名曰陰光，又 *d* 之部分因與克魯克斯之暗區相似，故名曰法刺第暗區 (或稱為第二暗區)，佔有管內之大部分 *e* 為明暗相間，紅色燦爛之鱗片，名曰陽光。

組成陽光之每個鱗片，近於陰極方面非常明顯，但近於陽極方面，則漸次稀淡，第一及第二暗區，並非全不發光，然因其他部分光芒太亮，故似為無光(見圖 1. 2)。

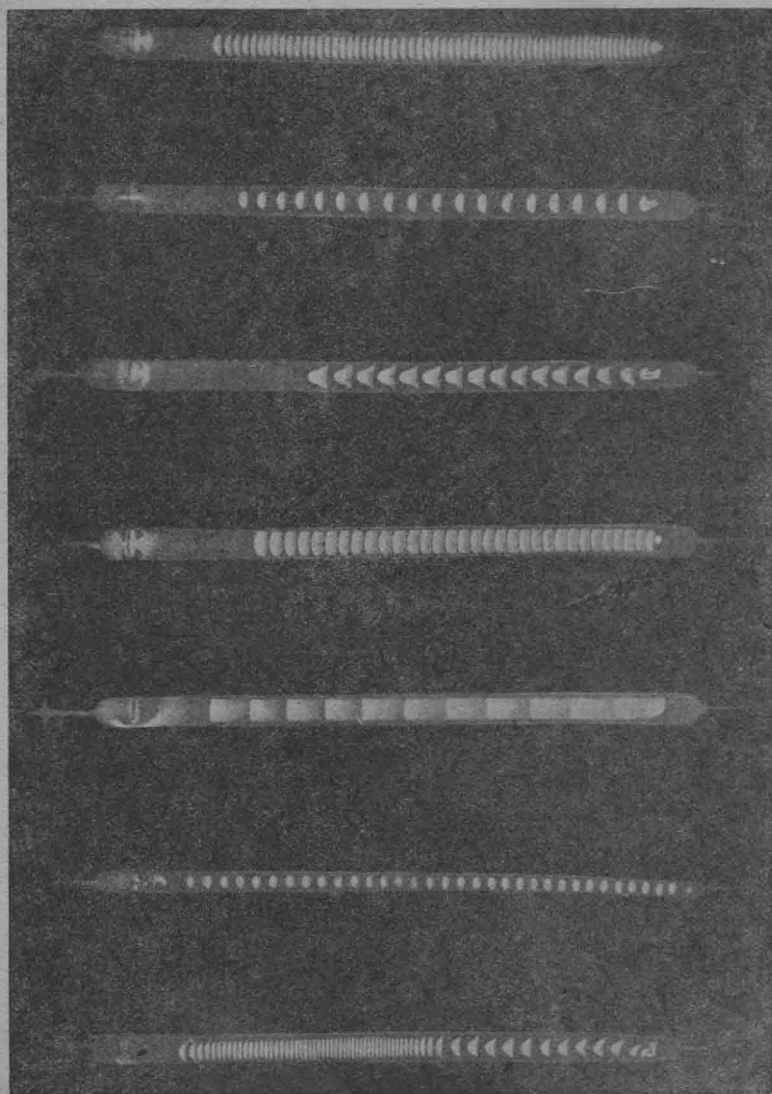


圖 1. 2

表示蓋勒斯管內美麗之陽光鱗片之攝影

兩極間之距離變化時， a, b, c, d 各部均無影響，惟陽光部分 e ，稍有增減而已，其狀態如圖 1.3 所示。

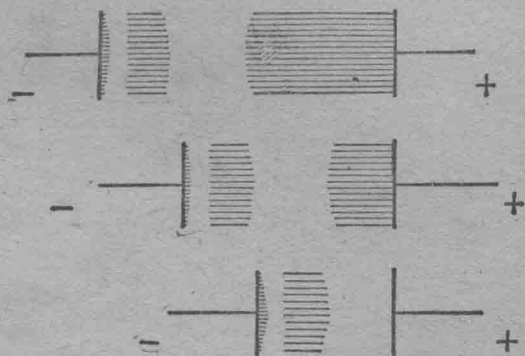


圖 1.3

真空放電，因管內氣體之種類壓力及兩極間之距離而異，表 1.1 為各種氣體之陰光及陽光之顏色。

圖 1.4 表示若於圓筒形之玻璃管內，加以空氣，而使其壓力變化時，則真空放電狀態之變化為如何，但在此裝置中，陰極為圓板，陽極為圓棒。

由此圖觀之，若氣體壓力漸減，則克魯克斯暗區漸增，而陽光部分漸次消失，若氣壓在 0.1 毫米以下，則管內皆為陰光所充滿矣。

氣 體	陽光之色	陰光之色	氣 體	陽光之色	陰光之色
氮	赤 色	藍 色	碘	帶 赤 藍 色	淡 黃 色
氫	淡 紅 色	鮮 藍 色	鈉	黃 色	白 色
氦	帶 堇 赤 色	綠 色	鉀	綠 色	淡 藍 色
氫	深 紅 色	深 藍 色	鎂	綠 色	綠 色
氖	赤 血 色	橙 色	銀	淡 青 綠 色	淡 紅 色
銻	綠 色	帶 黃 白 色	鉛	堇 色	帶 黃 赤 色
氮	桃 色	帶 黃 綠 色	亞 鉛	赤 色	藍 黃 堇 色
氯	淡 綠 色	—	氯化氫	淡 紅 色	綠 色

第 1.1 表

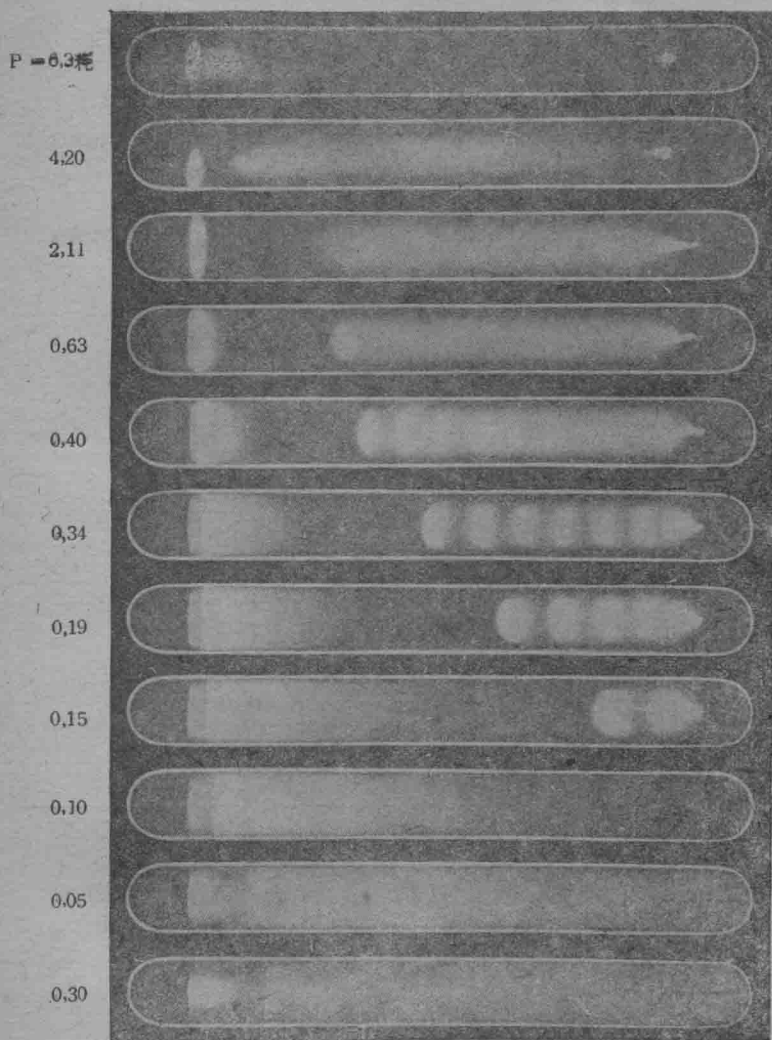


圖 1. 4

壓力漸次減少時之放電狀態

§ 2 陰極射線

蓋勒斯管內之氣壓更低時，則管內已不見光輝，僅有帶黃綠色之螢光，呈現於與陰極對面之玻璃壁上，此管名曰克魯克斯管，因此管內之現象，乃自陰極向陽極射出，故名曰陰極射線 (Cathode ray)。陰極射線除發生螢光作用外，尚有如次之種種性質：

(1) 陰極射線沿直線進行

由圖 1.5 之裝置，於陰極之對面，懸一障礙物（通常用雲母之十字架），則此障礙物之陰影現於後面玻璃壁之螢光中，由此可知陰極射線亦與普通光線同樣，沿直線進行。

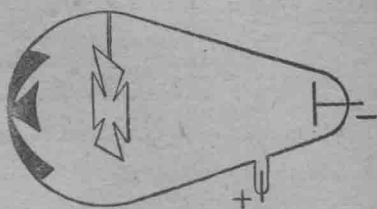


圖 1.5

(2) 陰極射線自陰極垂直射出 用圖 1.5 之裝置，以平板作陰極，以細長之金屬針作障礙物，則其後壁不生陰影，故知陰極射線，自陰極面垂直射出。

(3) 陰極射線依磁場而偏轉 將磁棒置於克魯克斯管之近傍，則發生螢光中心部分稍有移動，若於沿陰極線處，置一易彎曲之導體，而向陰極方面通以電流，則此種移動方向與磁棒作用於上述導體之方向相同。

(4) 陰極射線帶有負電

圖 1.6 中， A 為陰極， B 為陽極，自 A 發生之陰極射線，直通細隙 C ，而入於瓶 D ，瓶內預先置一有小孔之箱 E ，令其一端與靜電計聯結，為要防止受外界靜電之影響，乃用與地下連結之導體 G 保

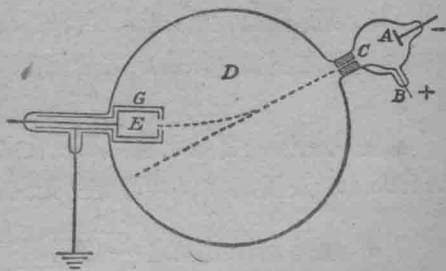


圖 1.6