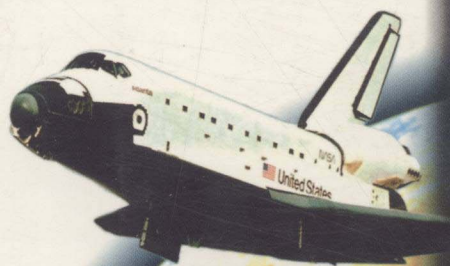


# 20th Century Science Volume I

# 20世紀的科學 I

站在物理學、化學、數學巨人的肩上，  
用人類智慧構築成的科學大廈一覽無遺！



申先甲/編著

物理學博士 李精益/校訂

國家圖書館出版品預行編目資料

二十世紀的科學 I / 申先甲編著. -- 初版. --  
臺北縣新店市：世潮，2003[民 92]  
冊；公分. -- (世界科學史；1)

ISBN 957-776-494-0 (第 1 冊；平裝)

1. 科學 - 通俗作品

307.9

92006945

## 二十世紀的科學 I

編 著◇申先甲

主 編◇徐克明、申先甲

校 訂◇李精益

責任編輯◇黃敏華

編 輯◇陳弘毅

美術編輯◇林逸敏、鍾愛蕾

發 行 人◇林正村

出 版 者◇世潮出版有限公司

地 址◇(231) 台北縣新店市民生路 19 號 5 樓

登 記 證◇局版臺業字第 5108 號

電 話◇(02) 2218-3277

傳 真◇(02) 2218-3239 <訂書專線> · (02) 2218-7539

劃 撥◇17528093 · 世潮出版有限公司帳戶

單次郵購總金額未滿 200 元(含)，請加 30 元掛號費

電腦排版／繁簡通電腦排版公司

製版印刷／世和印製企業有限公司

本書中文繁體字版由廣西科學技術出版社

授權在臺灣地區獨家出版發行

初版一刷 2003 年 5 月

定價／200 元

◇本書如有破損、缺頁、倒裝，請寄回本社更換新書，謝謝！

版權所有 · 翻印必究 Printed in Taiwan



# 二十世紀的科學 I

申先甲◆編著

物理學博士 李精益◆校訂





# 目 錄

## 開 篇

科學技術革命的世紀 ..... 006

## 物 理 發 現 篇

「莊嚴的老人們」說物理學的大廈已經建成 ..... 010  
螢光點露出的「天曉得射線」 ..... 014  
壞天氣帶給貝克勒爾的好運氣 ..... 021  
破棚子裏 4 年苦煉鐳 ..... 025  
第一種被發現的基本粒子 ..... 033  
三種射線和「煉金術」思想的復活 ..... 040  
危機和曙光 ..... 046

## 時 空 物 理 篇

凝思宇宙奧秘的科學奇才 ..... 052  
「追光」奇想和「同時性」疑難 ..... 058  
高速世界中的新奇景象 ..... 064  
升降機裏的迷惑 ..... 071  
偉大的愛因斯坦 ..... 080



## 原子物理篇

關於原子存在的爭論 .....	088
「紫外災難」和普朗克「量子」 .....	093
光量子和光的波粒二象性 .....	100
從「葡萄乾麵包」到「行星模型」 .....	106
「偉大的三部曲」 .....	114
德布羅意波 .....	121
魔矩陣和波力學 .....	128
有悖「常理」的微觀世界 .....	133

## 核物理篇

中子的發現和原子核結構 .....	140
金魚池巧覓「慢中子」 .....	146
93 號元素之謎與核裂變 .....	150
從鏈式反應到原子彈 .....	155
輕核聚變的發現和核能的和平利用 .....	159

## 粒子物理篇

正電子的發現與反物質世界 .....	164
一群基本粒子的發現 .....	170
強子結構的探索 .....	176



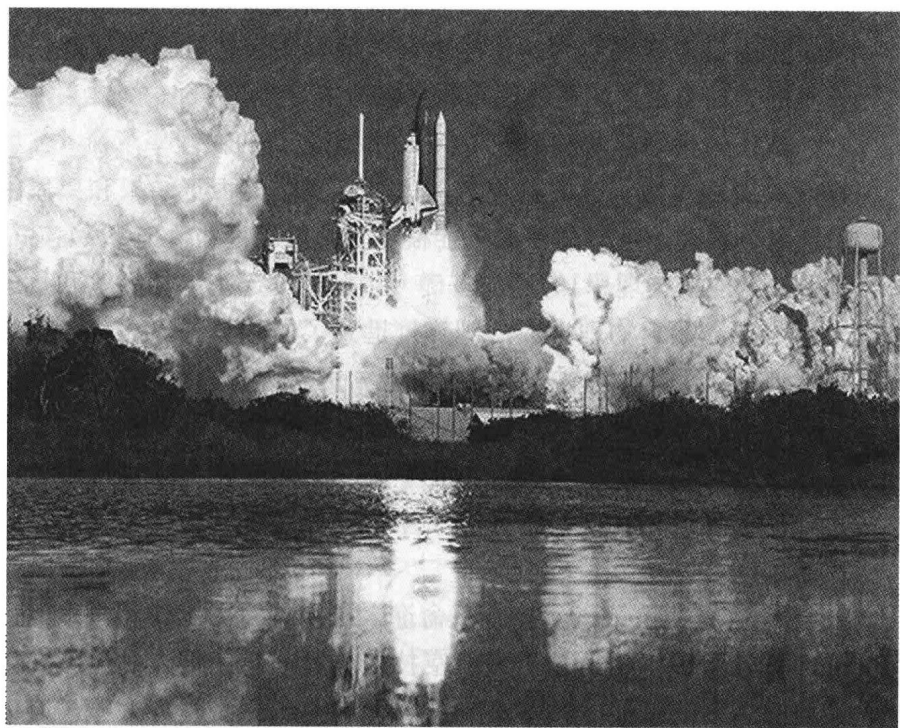
## 現代化學篇

化學元素週期律本質的闡釋 .....	182
化學鍵和物質結構理論的發展 .....	189
化學反應理論的全面發展 .....	193
日新月異的化學分析 .....	198

## 現代數學篇

從「問題」開始 .....	204
尋找統一的基礎 .....	208
偶然現象和模糊現象進入數學王國 .....	214
「運籌帷幄」求最優 .....	219

# 開篇





## 科學技術革命的世紀

20 世紀——人類科學技術全面躍進的世紀。始終貫穿這個世紀的科學技術革命發展之迅猛、成果之豐富、思想之深刻、觀念之新穎，遠非過去各個歷史時期所能比擬。這表現為科學技術進入了大科學與高技術的時代，並且直接影響著工業、農業、交通運輸、通訊、醫療衛生、文化藝術和教育等各個部門，使人類的物質生活、精神面貌、思想意識和道德觀念都發生了根本變化。科學技術已經成為「第一生產力」，成為對現代社會發展起決定作用的一種力量，成為現代人類文明的主要標誌。

當代的科學革命發端於 19、20 世紀之交的物理學革命。X 射線、放射性、電子等的發現，以太漂移實驗的否定結果和黑體輻射能量分佈理論解釋的困難，從根本上動搖了古典物理學(classical physics, 經典物理學)的理論基礎。由此建立起來的相對論和量子力學，把人類對物理世界的認識推進到了微觀粒子、高速運動的領域，引起了關於物質、運動、時空、因果規律等觀念的巨變。

以現代物理學革命為先導，化學、天文學、地學和生物學都取得了革命性的進展。例如，化學鍵、天體演化、宇宙大爆炸、大陸漂移理論和板塊結構、分子生物學以及系統科學等理論劃時代的創建。

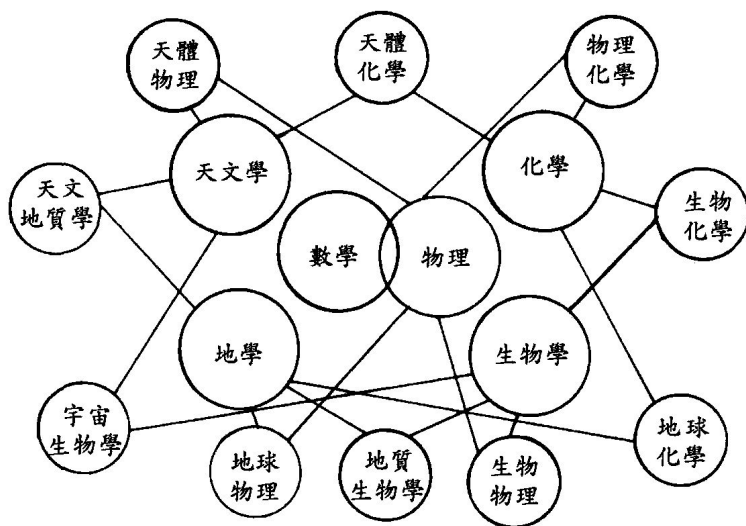
20 世紀初，第二次技術革命進入後期，電力工業和汽車製造業的蓬勃發展，電子技術和航空技術的興起，使得人們生產和生活的面貌日新月異。20 世紀上半葉所發生的兩次世界大戰，有力





地促進了軍事技術的迅猛發展，核武器、洲際導彈、偵察衛星等也誕生了。第二次世界大戰以後，資訊(information，信息)、能源和材料等方面的進展，開始了近代歷史上的第三次技術革命。原子能、電子計算機、半導體、太空、雷射等技術在 20 世紀 40 年代~60 年代都獲得了長足的發展。進入 1970 年代以後，由於微電子與電子計算機技術的發展及廣泛運用，使現代技術革命呈現出以資訊革命為核心的明顯特徵。20 世紀可以稱為科學技術革命的世紀。

當代科學技術革命的發展，使得科學以「大科學」的嶄新面貌出現在人們面前。大科學是科學整體化和技術群體化發展的必然結果。雖然研究工作向深度進軍而使所有的科學部門都出現了愈來愈分化的趨勢，但是這種高度分化卻促成了研究工作向廣度進軍，實現科學理論的高度綜合。新的分支學科的湧現，特別是一些交叉學科、邊緣學科和綜合學科等的大量出現，使各個科學



基礎科學部門間的交叉聯繫

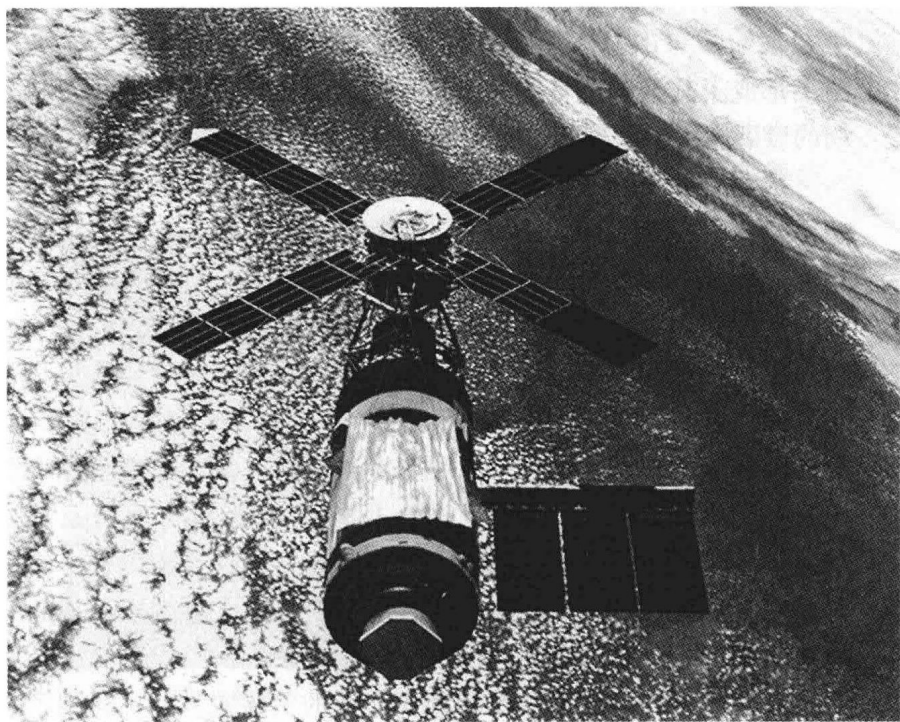


部門之間的鴻溝開始消失，整個自然科學正在形成一個前沿不斷擴大的統一整體。同樣，現代技術各個領域的相互聯繫也日趨密切。每個重大的技術項目，都是一群相關技術協同的綜合應用。例如，資訊技術就是一個技術群，而且是當今的主導技術群。大科學是科學—技術一體化的產物，也是科學的技術化和技術的科學化相結合的產物。

在 20 世紀，科學技術已經成為現代國家的重要事業。現代科學研究工作規模越來越大，研究手段和組織建制也越來越龐大和複雜，需要投入大量的人力、物力、財力，甚至達到跨國規模。很好地組織龐大的科學技術隊伍，正確地制定科研規劃和有效地管理科研活動，已經成為現代國家的一項首要任務。科學事業的社會化與社會的科學化是 20 世紀相互伴隨出現的時代特徵。現代科學技術的發展，建立了許多新型的工業，大幅度地改善著產品的性能，顯著地提高了社會生產力和勞動生產率，導致了勞動力結構、產業結構和社會結構的重大變化。高科技的發展已經成為一個國家的技術開拓力量、經濟競爭力量、軍事威懾力量、政治影響力量的重要標誌，成為國家、民族興衰存亡的決定性力量。科學—技術—經濟—社會的協調發展，必將把人類的物質文明和精神文明提高到一個新的水準，把人類社會推進到新的科學文明的時代。

「世界科學史」中的《二十世紀的科學(一)》以現代物理學革命的內容為主，同時也講到現代化學和數學的發展簡況。《二十世紀的科學(二)》包括現代天文學、地學、生物學和高技術發展的廣泛內容。我們希望通過這些零散的關於科學發現和技術發明的生動小故事，把 20 世紀科技百花園中繁花似錦的璀璨景象展現在讀者的面前。

# 物理發現篇





## 「莊嚴的老人們」說物理學的大廈已經建成

被稱為「科學時代」的 19 世紀已經進入到最後幾年了。

整個 19 世紀，科學尤其是物理學取得了輝煌的進展。力學自 17 世紀由伽利略和牛頓建立以來，經過 200 多年的發展，已經擴展到天體的運動、地面上物體形形色色的機械運動以及氣體、流體、固體和聲學等領域。大到日月星辰，小到分子原子，無不為牛頓理論體系所包羅，顯示出了這種理論體系強大無比的威力。牛頓理論體系的基本原理、科學觀念、研究方法，甚至概念術語，都成了其他各門自然科學仿效的樣板，它對人類的思想和文明的發展產生了深刻的影響。

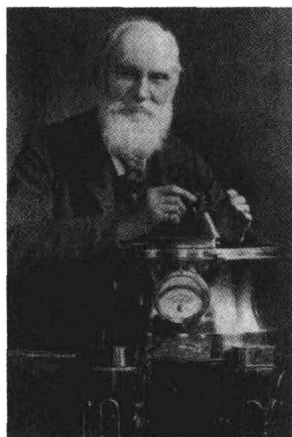
19 世紀中葉，能量守恒定律和熱力學第二定律被確立，分子運動論得到復興。在此基礎上，19 世紀後半葉又建立了統計力學。於是，熱現象的宏觀和微觀理論臻於完善，同時人們也從能量的角度把力學、熱學、化學乃至生物學都貫通在一起了。

電學和磁學經由英國物理學家法拉第 (Michael Faraday, 1791 年 ~ 1867 年) 和馬克士威 (James Clerk Maxwell, 1831 年 ~ 1879 年) 等人的發展，建立了把電學、磁學和光學統一為一體的電磁場理論，預言了電磁波的存在，並於 1887 年被德國物理學家赫茲 (Heinrich Hertz, 1857 年 ~ 1894 年) 所證實，引起了物理學界的巨大震動。到了 1895 年前後，以牛頓力學、古典熱力學和統計力學、古典電磁場理論為三大支柱的古典物理學終於結合成一座「具有莊嚴雄偉的建築體系和動人心弦的美麗殿堂」，達到了它

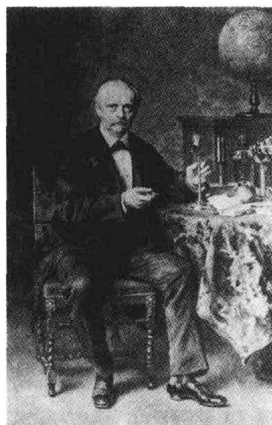


的巔峰時期。當時人們所知道的一切物理現象，幾乎都可以從古典物理學理論得到完滿的解釋。

伴隨著物理學的巨大發展，在各個科學發達的國家也自然地湧現出一些深受人們尊敬的學術領袖和科學偉人。在英國，克耳文勳爵（開爾文勳爵，Lord Kelvin，本名威廉·湯木生，William Thomson，1824年～1907年）已進入古稀之年，由於他在熱學、聲學、流體力學和電磁學等方面的卓越成就以及主持鋪設溝通歐美國大陸的大西洋海底電纜的功績，而在社會上享有盛名。1890年起他連任英國皇家學會會長，1892年被授予克耳文勳爵封號，後來又擔任了格拉斯哥大學名譽校長。人們公認克耳文是英國物理學界的泰斗，經他直接培養或受到他學術思想薰陶的有好幾代學者。和他同一時期的英國知名物理學家還有曾任劍橋大學卡文迪西（Cavendish，卡文迪許）實驗室主任的瑞利勳爵（Lord Rayleigh，1842年～1919年）以及威廉·克魯克斯爵士（Sir William Crookes，1832年～1919年）、拉姆賽爵士（Sir William Ramsay，1852年～1916年）等。在德國，亥姆霍茲（Hermann L. F. von Helmholtz，1821年～1894年）享有極高的聲望和無與倫比的崇高地位。



克耳文勳爵



亥姆霍茲



1888年他任柏林物理技術研究所所長，1882年受封爵位。在荷蘭，古典電子論的創立者亨德里克·洛倫茲(Hendrik Lorentz，1853年~1928年)以其在電磁場理論、磁場對光譜的影響等方面的成就，成為當時最為卓越的理論物理學家，並以其崇高的品格在物理學界有著巨大的影響……這些就是1895年前後物理學界的「莊嚴的老人們」(雖然有的人的實際年齡還算不上「老」)，他們是當時物理學的象征和光榮，都享有優厚的待遇，深受人們的尊敬。比如在德國，像亥姆霍茲那樣的科學家想拜見皇帝是非常容易的。這些科學家們的雕像被德國皇帝命令樹立在波茨坦大橋上。在法國，拿破崙三世仿效他著名的叔父，經常在皇宮裏接見著名的科學家。英國皇家則給為數不少的卓有建樹的科學家授以爵士和貴族的封號。

這種狀況與當時的科學特別是物理學的成就以及人們對科學的信任是完全一致的。在當時，曾有一個膾炙人口的寓言芭蕾舞劇，也體現出了這種時代氣氛。劇中一個代表「蒙昧無知精神」的角色在「啓蒙運動」這個角色的引導下，目睹了人類文明的偉大發現和創造，諸如輪船、電報、蘇伊士運河以及12.8公里長的火車隧道，最後看到了人類的大團結，而他自己腳下的大地卻塌陷下去把他吞沒了，象徵著人類「蒙昧無知」狀態的結束，舞劇最後以科學、進步、團結和友愛結束。

物理學在各個領域的輝煌勝利，使不少物理學家特別是老一輩物理學權威們躊躇滿志，以為物理學的理論已接近最後完成，它的發展已經到達了頂峰，物理世界的任何奧秘沒有什麼是不能揭穿的。甚至太陽的歷史，在克耳文看來也是「可以根據牛頓和焦耳的那些原理」去追溯和作出判斷的。亥姆霍茲則具體地以太陽在引力收縮下把動能轉化為熱能來說明太陽熱的來源，並測算出太陽已經存在了二、三千萬年，說它還有1000萬年左右的壽命。克耳文根據地球的冷卻率，估計說地球適於人類居住的時間



不會超過 2000 萬年到 4000 萬年了……類似於這樣的一些解釋和結論，在今天看來當然是不正確的，但當時卻是這些大物理學家們一本正經地根據物理學理論嚴肅作出的，社會公眾對此是既信服又欽佩。

在這些大物理學家們看來，物理學的基本原理都已經被發現了，今後只能在細節上做點補充和修改，或者把已知的物理學常數測量得更加精確一些，使它們的有效數字再增加幾位。例如，提出量子論的偉大物理學家馬克斯·普朗克(Max Planck, 1858 年~1947 年)後來曾回憶說：「在我開始選擇投身於物理學研究的時候，我的老師約里(P. Jolly, 1809 年~1884 年)曾向我描繪：『物理學是一門高度發展的、幾乎是盡善盡美的科學。年輕人，你為什麼要斷送自己的前途呢……把自己的一生獻給這一事業值得嗎？』」

情況正是如此，當時的物理學被看做是完美無缺不會再有什麼重大發展的學科。人們除了站在一旁對它嘖嘖讚嘆之外，似乎再也沒有什麼重要的事情可做了。

可是，歷史常常會如此地作弄人。正當人們為古典物理學的全面勝利握手相慶之時，在短短的幾年時間裏，一系列新的實驗發現卻接踵而來，展現了微觀和高速領域裏的新奇景象，使古典物理學的基礎受到嚴重的衝擊。於是，一個動盪的、活躍的、令人困惑又激動人心的時期到來了。正如英國物理學家洛奇(Oliver J. Lodge, 1851 年~1940 年)當時所說，「物理學每月、每星期甚至幾乎每天都有進步」，「科學時刻都在活躍地跳動著」，「都有人把以前有些恍惚不確定的真理更明瞭地揭示出來」。這一系列新的發現，終於醞釀出一場翻天覆地的科學大革命。



## 螢光點露出的「天曉得射線」

這場大革命的序幕，是從一種新射線的發現揭開的。這一發現迅速引起了連鎖反應，一連幾年，一個個震驚世界的發現紛至沓來，有如排山倒海之勢，使古典物理學雄偉的大廈一下子陷入了岌岌可危之中。

這還得從陰極射線的發現說起。

19世紀末期，電氣照明已廣泛地應用在工業生產和生活中。爲了提高燈泡的質量，人們加強了對真空管中放電現象的研究。

早在1838年，英國物理學家法拉第曾把兩根銅線焊進一個玻璃管的兩端作爲電極，盡可能地抽去管子裏的空氣，得到了只有幾百帕斯卡<sup>①</sup>稀薄氣體的低壓放電管。通上電流後，他發現陽極上發射出一股光流，陰極上也出現了微弱的輝光，中間有一個暗區把它們分隔開來。法拉第相信，對這一現象的進一步研究，將會對正電荷和負電荷的本質得出結論。

1855年，德國波昂大學(Bonn Uni.)的科學儀器技工蓋斯勒(H. Geissler, 1814年~1879年)製成了簡易水銀真空泵，一下子把玻璃管內的真空度提高到萬分之一個大氣壓，並巧妙地在管內裝上了兩個白金電極。德國物理學家尤留斯·普呂克(Julius Plücker, 1801年~1868年)利用蓋斯勒管進行高壓放電實驗，在1858年發現對著陰極的玻璃管管壁上出現了綠色的螢光。1869

---

<sup>①</sup>帕斯卡，pascal，代號爲Pa；1Pa = 1N/m<sup>2</sup>，1大氣壓約爲10<sup>5</sup>Pa。





年，普呂克的學生約翰·威廉·希托夫(Johann Wilhelm Hittorf，1824年~1914年)使用改進的水銀真空泵，使真空度達到十萬分之一個大氣壓。希托夫在陰極和發螢光的玻璃壁之間放上各種形狀的物體，結果玻璃壁上清晰地出現了物體的影子，這證明從陰極發出了某種射線，它做直線傳播，螢光就是由這種射線撞擊玻璃壁而產生的。1871年英國物理學家瓦萊(C. F. Varley)發現這種射線在磁場中會發生偏轉。與帶電粒子的行為很相似。1876年，德國物理學家尤根·戈爾德斯坦(Eugen Goldstein，1850年~1930年)把這種射線稱為陰極射線(cathode ray)。實驗表明，這種射線不能穿透玻璃管。

在對陰極射線本質的探索中，德國物理學家威廉·康拉德·倫琴(Wilhelm Conrad Röntgen，1845年~1923年)作出了一項轟動全世界的重大發現。

倫琴出生於德國萊茵河中部的倫內普(Lenep)。他的父親是一個商人和呢絨廠主，母親是一個深諳事理的荷蘭女人。1865年倫琴考入瑞士蘇黎世工藝學院(Polytechnic Institute)學習機械工程，曾師從著名的物理學家克勞修斯(R. J. E. Clausius)和孔特(A. Kundt)。1869年他獲得蘇黎世大學博士學位後先後在幾所大學從事教學和晶體、光學以及電磁學的研究工作。1888年，倫琴到維爾茨堡(Würzburg)大學任物理學教授，並於1894年當上了這所大學的校長。

在倫琴之前已有不少人對陰極射線的特性做了一些研究，但是他覺得還有一些問題沒有得到解釋，還需要做進一步研究。1895年11月8日晚，倫琴在完全遮光的暗室裏用



威廉·康拉德·倫琴