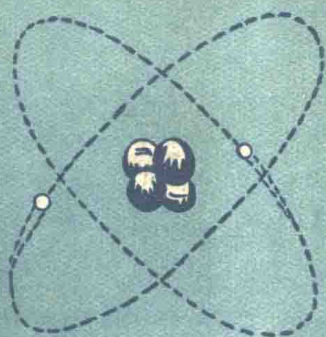




M. 納明阿斯著

原子核能

科学出版社

能 核 子 原

M. 納明阿斯 著

周 奇 譯

科 學 出 版 社

1959

LIBÉRATION ET EXPLOITATION
DE
L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE

par
MAURICE E. NAHMIA

Paris, 1953

М. НАМИАС

ЯДЕРНАЯ ЭНЕРГИЯ

ИЗДАТЕЛЬСТВО ИНОСТРАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
МОСКВА, 1955

內 容 簡 介

本書為介紹原子能的中級讀物，以比較通俗的方式闡述了最近十年來隨着原子核物理學的迅速發展而得到的各種科學技術的發現。書中首先扼要地敘述了物質結構觀念的發展歷史，並且十分生動地介紹了科學逐漸深入到原子世界的情況；然後以淺顯易懂的方式介紹了研究原子核反應的各種近代方法，轟擊原子核的高能粒子的獲得，以及有關導致鏈式反應的重原子核的裂變問題。書中並以簡明的方式介紹了原子反應堆的構造以及原子彈和氫彈的基本作用原理，最後作者還用了很多篇幅介紹了原子能的各種和平利用和它們將來的遠景。

全書深入淺出，敘述生動，涉及的問題十分廣泛，可供對原子能感到興趣的讀者參考。

原 子 核 能

M. 納明 阿斯 著

周 奇 譯

*

科學出版社出版 (北京朝陽門大街 117 號)

北京市書刊出版業營業許可證出字第 061 號

科學出版社上海印刷廠印刷 新華書店總經售

*

1959年1月第一版

書號: 1616 字數: 191,000

1959年1月第一次印刷

開本: 787×1092 1/27

(滬)0001—22,110

印張: 8 24/27 插頁: 1

定價: (10) 1.30 元

譯者前言

原子能科學是近代最尖端的科學之一。它的發展和應用還不過是近二十年的事情。原子能的實際利用，標誌着人類在改造自然方面跨入了一個新的世紀——原子能世紀。不幸的是，美帝國主義最先濫用科學的發現製造原子武器屠殺和平居民，在人類歷史上寫下了慘痛而不光彩的一頁；戰後又奉行侵略政策，堅持原子武器的生產，在外交上進行原子訛詐，製造國際緊張局勢。1954年6月，蘇聯建成了世界第一個原子能發電站，才揭開了和平利用原子能的新紀元，使原子能為人類的和平生活服務。目前原子能的和平利用正在日益擴展，不但已用於動力方面生產便宜的電能，製造原子能發動機，而且反應堆生產的大量放射性同位素，也已經廣泛地應用於科學、技術、農業和醫學各方面，成為和平利用原子能事業的一個重要項目。無疑地在將來的星際航行上，原子能也將起主要的作用。現在除了利用重原子核（例如鈾）裂變為輕原子核放出的原子核能外，科學家還在研究用輕原子核（例如氘）聚合成重原子核來取得原子能，即實現可控制的熱核反應，並且已經取得了若干積極的結果。這種可控制的熱核反應將來得到了成功，就可以永遠保證人類對能源的需要。因此，原子能科學對於今後人類文化和生活的影響，將越來越為重大。

我國在解放以前，科學基礎十分薄弱，原子能科學更幾乎是個空白點。解放之後，由於黨和政府的領導和重視，在蘇聯的無私援助下，我國的原子能研究事業已得到了飛躍的發展。1958年7月1日，蘇聯幫助我國建成了重水型實驗反應堆和迴旋加速器，我國自己也建成了高氣壓靜電加速器，這為我國開展原子能研究工作和和平利用原子能的事業打下了堅實的物質基礎。特別是大躍進以後，全國人民發揚敢想敢幹的共產主義風格，破除迷信，力爭上游，不但社會主義建設事業的發展速度一天等於二十年，即科學研

究工作也出現了躍進的新局面；不少研究機關和高等學校先後建成了反應堆和加速器，使我國的原子能研究工作跨入了一個新的階段。羣衆大辦科學事業、大搞原子能科學，已經成爲黨發展科學事業的一個重要方面。可以預期，在黨的正確領導下，我國的原子能科學在不久的將來，一定能够迅速地躋於世界先進水平。

本書是一本介紹原子能知識的中級讀物，內容豐富，涉及的問題也很廣泛，在國內出版的同類書籍中似還不多見。作者是法國原子能方面的專家，以其淵博的知識，對原子能的各個方面作了深入淺出的介紹，並且從最基本的東西講起，使讀者能對原子能科學獲得一較完備的基礎知識；這對於我國的廣大讀者了解原子能，無疑地將會有很好的幫助。

本書法文原本出版於1953年，蘇聯於1955年出版了俄文譯本。由於原書出版較早，有些部分的論述稍嫌不足，例如關於原子能發電站、反應堆部分以及原子能的和平利用方面，這些在最近幾年來都已有了飛躍的發展。但原子能科學是一門發展中的尖端科學，原子能的研究還只是處在開始階段，它的和平利用也正在日益擴展之中。要想在這樣一本讀物中包羅無遺，似乎也是不可能的。好在在這一方面，隨着我國原子能科學事業的發展，將會有更新的專書出版。例如關於放射性同位素的應用，科學出版社最近出版的我國科學家寫的一本較完備的新書“放射性同位素應用知識”，就可以補本書之不足。但本書所敘述的基本知識和所收集的豐富材料，仍可供我國廣大讀者作有益的參考。目前原子能科學正在我國遍地開花，譯者謹將本書獻給我國的讀者。

本書係從俄文譯本轉譯，基本上未作變動。關於俄文譯本，其出版者已在序言中作了說明。中譯者雖然在譯文上盡了很多努力，但由於水平的限制，恐缺點仍然很多，尚希讀者指正幸！

周 奇

1959年元旦於北京

俄譯本出版者的話

我們向讀者介紹的這本“原子核能”(原子能的釋放和利用),用比較通俗的方式闡述了最近十年來隨着原子核物理學的迅速發展所得到的各種科學技術的發現。本書作者莫立斯·納明阿斯是法國著名物理學家之一。

本書內容涉及的問題十分廣泛。首先扼要地敘述了物質結構觀念的發展歷史,並且十分生動地介紹了科學逐漸深入到原子世界的情況:放射性的發現,對原子結構的認識,最後形成了一個廣泛的科學領域——原子核物理學。然後,本書以淺顯易懂的方式介紹了研究原子核反應的各種近代方法,轟擊原子核的高能粒子的取得,以及有關導致鏈式反應的重原子核的裂變問題。鏈式反應的發現是建造原子核反應堆和製造原子彈的基礎。書中並以簡明的方式介紹了原子核反應堆的構造以及原子彈和氫彈的基本作用原理。作者還用了很多篇幅介紹原子能的各種和平利用和它們將來的遠景(原子能發電站、噴氣發動機、示踪原子法、原子核輻射在生物學和醫學上的應用等等)。

應該注意的是,作者在不少地方採用了和我們文獻中不同的措詞(例如在談到與愛因斯坦的公式 $E = mc^2$ 有關的問題時)。作者原來的插圖,在俄譯本未作任何修改,僅在譯文方面作了一些小的壓縮,例如,法文原版中原有放射性同位素表,在俄譯本中已刪去了,因為在最近出版的許多原子核物理學的書籍中,已經有了更完善的同位素表。

本書不是科學專著,也不是教科書。這只是一本中級性的讀物,它講述了有關原子核科學和原子能方面廣大讀者所感到興趣的若干發現和應用,困難和成就,以及將來的遠景和問題。

讀者如果想知道蘇聯物理學家在原子能方面的最近的工作,可參閱蘇聯科學家在莫斯科蘇聯科學院和平利用原子能會議上

(1955年7月1—5日)和在日內瓦和平利用原子能國際科學技術會議上(1955年8月7—20日)的報告¹。

蘇聯已經建成了世界第一個原子能發電站(功率是5000千瓦)和強大的加速器。目前正在設計功率為5萬和10萬千瓦的原子能發電站。

蘇聯科學家在生物學、醫學、技術和化學等科學領域應用放射性同位素方面,也進行了許多工作。

這一切令人信服地證明了,蘇聯科學家在和平利用原子能和使它造福於人類方面,已經居於主導地位。

1) “蘇聯科學院和平利用原子能會議論文集”,已有中譯本,科學出版社出版——中譯者。

作者序

本書以廣大讀者易於接受的方式，闡述原子理論的基本問題和這一部門的重大研究和發現。

1896年貝克勒爾的研究工作，為以後的許多研究開闢了道路，這許多研究工作中有一系列的發現具有十分重大的意義。例如，居里夫婦對於鐳的發現，盧瑟福對氮原子轉變的研究，柯克洛夫特(J. D. Cockcroft)和瓦耳頓(E. T. Walton)關於鋰原子核分裂的實驗，居里夫婦對人工放射性的發現，哈恩(O. Hahn)和史特拉斯曼(F. Strassmann)對鈾分裂的證明，原子核反應堆的建造和原子彈的製造等。另外一些科學家研究的問題雖和放射性沒有直接聯系，但後來也接近相同的問題。宇宙射綫內正電子和介子的發現，就可以作為例子。

愛因斯坦建立的質量和能量的相當原理和德布羅意的波動力學，是本世紀初科學上最主要的里程碑。

原子和原子核科學在我們的生活中佔據了重要的位置，目前世界各國都在從事這方面的研究。因此，幫助大多數的法律工作者、醫務人員、技術人員、軍事專家和其他人了解這方面的情況，乃是十分重要的。雖然目前已有了許多有關原子能的著作，但“原子學家”仍然常常不得不對文明人的驚人的愚昧無知感到驚詫，雖然這些人總是興致勃勃地談論這些問題，甚至還在制訂各種法律。

本書並不認為能够完全滿足各種讀者的需要。因為有一部分讀者愛好基本而簡要的闡述，而另一些讀者則喜歡知道各種儀器構造的細節，原因是他們想自己親手製造這些儀器，還有一部分讀者則喜歡公式，而不願聽冗長的討論。此外，有一部分要求較嚴格的讀者，則希望有機會閱讀個別章節而有所裨益，他們不求循序閱讀；還應該提到另一部分讀者，他們對於任何一本書感到興趣首先則是其中的插圖。

但願這些讀者都能在他們所認為的莠草叢中，找到對他們有益的穀粒。

本書作者和出版者對於慷慨供給各種材料的機關謹致深切的謝意，同時向“科學與生活”雜誌的編輯部致謝，因為本書從它那裏得到了許多刊載在該雜誌“原子世紀”專號上的許多圖片和照片（作者曾有幸參加編輯這一期“原子世紀”）。

目 錄

譯者前言.....	v
俄譯本出版者的話	vii
作者序.....	ix
第一章 物質結構觀念的進化.....	1
§ 1. 古代的原子科學.....	1
§ 2. 放射性的發現.....	5
§ 3. 神奇的物質和放射性的蛻變規律.....	8
§ 4. 放射性系.....	11
§ 5. 普朗克和玻爾提出的氫原子的量子理論.....	14
§ 6. 量子力學和波動理論.....	15
§ 7. 質量和速度的關係.....	18
第二章 物質的結構.....	21
§ 1. 核子.....	21
§ 2. 同位素.....	23
§ 3. 核子的性質;質子和中子	26
§ 4. 核子的結合能.....	28
§ 5. 輕粒子——電子、正電子、中微子.....	29
§ 6. 電子對的產生和正電子的湮沒.....	37
§ 7. 人工 β 放射性的發現	38
§ 8. 同質異能素.....	42
§ 9. α 放射性.....	42
§ 10. γ 放射性.....	43
§ 11. γ 輻射的內部轉換.....	44
§ 12. 介子.....	44
第三章 研究原子核變化的砲彈和儀器.....	47
§ 1. 緒言.....	47
§ 2. 天然粒子源.....	49
§ 3. 人造原子粒子源.....	50
§ 4. 超高電壓發電機.....	50

§ 5. 靜電起電機	52
§ 6. 閃電	52
§ 7. 直綫加速器	52
§ 8. 迴旋加速器	58
§ 9. 電子感應加速器	64
§ 10. 微波加速器	68
§ 11. 同步迴旋加速器和穩相加速器	69
第 四 章 原子核的裂變	76
§ 1. 歷史概述	76
§ 2. 原子核裂變放出的能量	78
§ 3. 裂變產生的中子	82
§ 4. 緩發中子	84
§ 5. 裂變理論	84
§ 6. 鏈式反應	86
§ 7. 裂變過程的若干說明	88
§ 8. 鈾和它的生產	91
第 五 章 原子核反應堆	93
§ 1. 總論	93
§ 2. 核反應堆構造原理示意圖	94
§ 3. 中子反射劑	96
§ 4. 鏈式反應的控制	96
§ 5. 反應堆放出的能量和反應堆的冷却	98
§ 6. 再生反應堆	100
§ 7. 反應堆的輻射	101
§ 8. 美國的反应堆	102
§ 9. 加拿大的反应堆	106
§ 10. 英國的反应堆	107
§ 11. 法國的反应堆	108
§ 12. 德國的反应堆	112
§ 13. 荷蘭-挪威的反应堆	112
第 六 章 原子彈和氫彈構造的簡單介紹	114
§ 1. 原子彈	114
§ 2. 氫彈	115
§ 3. 氘	119

§ 4. 氙的生產概述	119
§ 5. 原子爆炸引起的死亡和破壞	120
§ 6. 遠距離原子爆炸的發現	122
第七章 原子工業的原料	126
§ 1. 鈾	126
§ 2. 鐳的分離	127
§ 3. 近代的鈾冶金工業	128
§ 4. 鈾礦的勘探	129
§ 5. 鈾的分佈	131
§ 6. 釷和鈾 233	134
§ 7. 超鈾元素	136
§ 8. 鈾同位素的分離	141
§ 9. 重水	149
第八章 原子能發電站和原子能發動機	152
§ 1. 普通發電站和原子能發電站	152
§ 2. 原子能發動機	152
§ 3. 利用原子能發動機的火箭	161
§ 4. 原子噴氣發動機	164
第九章 放射性同位素的一些應用	167
§ 1. 冶金	167
§ 2. 厚度的測量	167
§ 3. 密度的測量	170
§ 4. 靜電荷的消除	171
§ 5. 液面高度的測量	171
§ 6. 傳輸帶上產品的測量	172
§ 7. 物理化學反應	173
§ 8. 其他應用	173
§ 9. 生物學和醫學上的放射性同位素	174
§ 10. 農業上的研究	177
§ 11. 濃縮穩定同位素的應用	179
§ 12. 大量放射性同位素的取得	180
§ 13. 放射性碳與考古學	181
§ 14. 下層土壤的鑽探和構造	181
§ 15. 放射性選礦	183

§ 16. 金剛石的製造問題和原子核物理學	184
第 十 章 中子的各種應用	192
§ 1. 中子照相	192
§ 2. 中子治療學	195
§ 3. 深勘探	195
§ 4. 利用放射性物質研究鑽井壁水泥止水的質量	199
第十一章 衛生與城市經濟	200
§ 1. 原子沾染的累積性質	209
§ 2. 核反應堆的控制	201
§ 3. 廢物	205
§ 4. 放射性氣體	205
§ 5. 放射性同位素的保存和運輸	206
§ 6. 反應堆的冷却	206
§ 7. 美國布魯克哈維進行的試驗	207
§ 8. 地面受到沾染的檢查	207
§ 9. 對廢品利用的檢查	208
§ 10. 放射性元素的中毒	208
§ 11. 原子攻擊中對破壞的防禦	209
§ 12. 對放射性物質傳播的發現	215
附錄 典型的核反應	218
參考文獻	225

第一章

物質結構觀念的進化

§ 1. 古代的原子科學

通常把最先企圖建立理論來解釋物質結構的功績歸於古代的希臘人。但是，可以看到，希臘人關於宇宙構造的觀念，和印度人、巴比倫人以及埃及人等的概念，有若干相似之處。不可否認，希臘在許多地方應該感謝古代東方，特別是古代的希伯來聖經。人們不是稱柏拉圖為會說希臘話的摩西麼？根據許多歷史學家的意見，希臘科學思想的奠基人畢達哥拉斯和泰勒斯（公元前四世紀）的博學，難道不是應該大大地歸功於他們在波斯、哈爾德亞和埃及等地的許多次旅行麼？

除了希伯來人和希臘人外，其他古代民族都只對實際問題感到興趣。他們只注意於提煉金屬，製造玻璃，航海，繪製便利的旅行圖，尋找水源等，除此以外，很少激起其他更高級的思想。甚至進行天文觀測也是爲了實用的和政治的目的。

正如列翁·羅賓指出的，“東方科學和希臘科學發生接觸以後，仍然沒有越出狹隘的實用問題和探索有趣細節的範圍，以提高到解決各種原則性問題”。又如柏拉圖所說，一方面企圖利用各種機巧取得利益，另一方面渴望獲得知識。

但是，對於我們所感到興趣的問題，希臘人究竟有些什麼科學成就呢？特別是列夫基甫和德謨克里特兩人的成就如何呢？

現在歷史學家所掌握的史料還非常有限。由於亞歷山大城的圖書館被儒略·凱撒的軍隊所燒燬，亞歷山大帝收集起來的全部愛倫時代的文化寶藏，實際上都被付之一炬了。

生活在幾千年前的羅馬詩人盧克萊茨在“論物性”一詩里，曾

經描述了古代希臘思想家的許多理論。如果不把十五世紀的抄本計算在內，他的詩篇留傳到我們今天的一共有兩本目錄，現在保存在荷蘭萊頓大學圖書館內。在九世紀僧侶傳抄的詩文里（看來它們是從愛爾蘭人那裏抄來的），顯然其中有許多經過檢查性質的刪削，在手稿上還遺留有許多改動的痕跡。

由於迪阿根·拉愛爾（公元前三世紀）的著作，我們還掌握了另一些關於古代希臘思想家的重要史料。

但是，真實史料的缺乏，迫使我們仍不能不經常採用冒險的修改，對比和臆測的方法。

德謨克里特於公元前 460 年生於阿勃捷爾城，這個城市位於法拉京和馬其頓的交界綫上，約在現今薩馬尼加以東 200 公里的地方。他是醫學始祖吉波克拉特的同時代人，後者曾被請到阿勃捷爾城診斷過德謨克里特的病，因為他的同國人曾認為他是神經錯亂病人。



德謨克里特
（公元前）

列夫基甫比德謨克里特略早幾年。顯然他生於米列特城，但死於阿勃捷爾城，列夫基甫在阿勃捷爾建立了一個學派，後經他的弟子德謨克里特發揚光大。早在 100 年之前，畢達哥拉斯就已經奠定了擺脫形而上學影響的科學世界觀的基礎。

列夫基甫和德謨克里特都研究同樣的問題，但他們對於“宇宙”演化詩也很感興趣。他們認為，任何物質都是由原子和原子間的空洞構成的，從原子的大小和形狀看來，原子的類型是形形色色，無窮無盡的。應用近代的術語，我們可以說，這就是指原子和分子。德謨克里特甚至認為存在着最高的不可分的單元——“萬有分子”，由它構成其他的原子，我們現在稱這種粒子為核子，但却不能肯定說它是不可分的。

按照德謨克里特的想法，物質的密度和強度和物質內部空洞的分佈有關。在這個概念中，我們可以感覺到物質晶體結構思想的萌芽。德謨克里特所引進的空洞概念和本世紀初許多物理學家

所提到的以太，有很有趣的相似之處。按照德謨克里特的意見，所有各種不同的顏色，是由四種基本顏色組合而成的（白色、黑色、紅色和綠色）。至於氣味，那麼，它們和原子的形狀有密切關係，例如，是尖的、圓的、凹的、凸的、粗糙的和鉤狀的等等。

在德謨克里特二千年以後，這些思想更為流行。在十七世紀和十八世紀，這些觀點已經反映到列梅爾（1675年）編著的“化學數本”和亞歷山大·古玻耳特（1797年）的著作里。伽利略關於物質性質（味道、顏色、氣味等）的思想，差不多和德謨克里特的思想沒有什麼區別。

德謨克里特認為，“真理”是相對的。例如他指出，絕大多數的人們認為蜜是甜的，但黃疸病人認為蜜是苦的。二者都是正確的。德謨克里特雖然不否認感覺的因素，但他想用這例子證明，感覺是一回事，而理智的思考又完全是另一回事。



畢達哥拉斯
(570? —496?)

列夫基甫和德謨克里特把 AB 和 BA 型的原子集合看作是兩種不同的物質。現代的同素異形、同質異能和鏡像對稱等概念即起源於此。原子對一切侵入它內部的東西有絕對的阻力(?)，而德謨克里特提到的空洞，却是沒有阻力的媒質，其中的原子經常處於運動狀態。這種經常運動形成團聚和渦流，於是形態相同和大小一樣的原子就會結合起來，組成有生命的和無生命的自然界，即是世界。阿勃捷爾學派根據這些思想，引進了“力學原因”的概念¹⁾。

按照德謨克里特的見解，原子的運動是沒有起始的和永恆的。他認為，要在沒有起始和原因的地方找出過程發生的起始和原因，那是荒謬和愚昧的。因果律的爭論開始於德謨克里特，一直延續了好幾個世紀。德謨克里特認為這種沒有起始的運動是沒有原因的，因而機會是一切宇宙過程的基本原因。到現在為止，我們在研究與核反應過程有關的宇宙演化學理論上，還進展得不多。生於

1) 意即指一切事物是由力學原因產生的——中譯者。

1596 年的笛卡兒雖然拋棄了原子論，但他仍然經常引證德謨克里特。R. 波義耳 (1627—1691 年) 說：“一切物體的基礎顯然是一種統一的不可分的物質”。



笛卡兒
(1596—1650)

伊壁鳩魯的名字和物質結構觀念的重大進化密切聯系着。當時已經出現了某種形狀的原子有一定數目的思想，並且產生了一種新的觀念——引力。伊壁鳩魯認為，較重的原子吸向團聚物的中心，而較輕的原子則分佈於它們的邊緣上，把它譯成現代的語言，和近代的原子模型很相近似。

空氣和火的性質問題是長期爭論的對象，可能在未來的許多世紀中，還將繼續爭論下去。但是對“靈魂”的解釋卻沒有發生任何困難，德謨克里特認為它是由最“靈敏的”原子構造的，這種最靈敏的原子只存在於生物體的內部，而生物體又是由特別方式組織的物質構成的。生物體的死亡自動地引起這些原子的破壞。這種純粹的機械解釋，遭到了柏拉圖 (429—347) 的駁斥；相反的，他處處看見造物者的手。

伊壁鳩魯重新回到德謨克里特的思想。雖然他們的觀點和偶像崇拜者以及以後基督教的正統觀點有尖銳的矛盾，但是古代偶像崇拜和基督教的著作家仍然經常指出，在原子論創造者的信念中，表現了最純粹的、最入道的感情。

此外，他們還知道些什麼呢？他們知道了靜電學，他們知道，摩擦過的琥珀和樹膠具有的性質，掌握了秤，可能還掌握了放大鏡。阿基米德的許多發明（簡單槓杆、雙槓杆、齒輪、阿基米德螺旋等）改變了航海、建築和許多手工業的基礎。他創立了流體



伊壁鳩魯
(341—270)

靜力學，看來他也具有光學的基础知識，因為他曾經利用鏡子把太