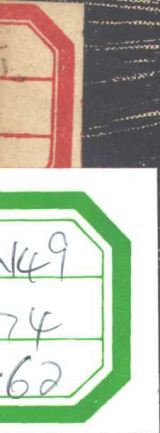


原子能通俗講話

原子能通俗講座組織委員會

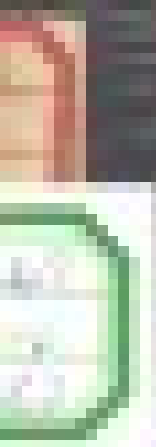


中華全國科學技術普及協會出版

原子能通俗講話

原子能通俗講話編譯委員會

六



中華全國青年救國陣線會編

原子能通俗講話

原子能通俗講座組織委員會

中華全國科學技術普及協會出版

一九五五年·北京

這本小冊子是根據一些物理學家在北京進行原子能通俗演講的記錄修改和整理而成。出版這個小冊子的目的：一是為廣大的讀者提供一本比較簡短而系統地介紹這方面問題的讀物；二是為當前各地正在展演的原子能通俗演講提供一份參考資料。在編寫此書時我們注意到使本書份量上較一次演講所需材料略多一點，以便演講者根據對象的不同而有所取捨。

由於各方面的需要迫切，本書只能很匆忙地編成，疏漏之處一定很多。我們很誠懇地希望讀者能多多指出這本小冊子的錯誤和缺點，讓我們在再版時加以修正，並且希望會有更好的講解原子能通俗小冊子的出現。

原子能通俗講座組織委員會

一九五五年三月

目 次

| | |
|---------------------------|----|
| 一、什麼是原子能····· | 2 |
| 二、人類怎樣發現和掌握原子能····· | 7 |
| 三、原子能在和平建設方面的應用····· | 19 |
| 四、原子能在製造戰爭武器方面的使用····· | 23 |
| 五、為禁止原子武器、和平使用原子能而鬥爭····· | 33 |

封面設計：沈左翥

一九五四年六月，蘇聯建成了世界上第一個原子能發電站。在人類歷史上，這是第一次把原子能用於工業生產。為了使這個偉大的科學成果能夠廣泛地為人類造福，蘇聯政府在今年一月發表了一個聲明，準備向今年夏天召開的和平利用原子能會議提出關於蘇聯第一個原子能工業電力站及其工作情況的報告。緊接着又宣佈，蘇聯政府準備就促進原子能和平用途方面對中華人民共和國、波蘭人民共和國、捷克斯洛伐克共和國、羅馬尼亞人民共和國和德意志民主共和國提供廣泛的科學、技術和工業上的援助；並且還考慮進一步擴大它所能援助的國家的範圍。我們一致擁護和歡迎蘇聯的聲明和建議，並且熱烈地支持蘇聯在國際合作的基礎上把原子能用於和平目的的主張。這一系列的事實，使全世界愛好和平的人民，特別是我國人民感到無限的歡欣與興奮。

但是，我們也清楚地看到，美國雖然早已不能壟斷原子武器，却還是瘋狂地準備着原子戰爭，嚴重地威脅世界和平。我們要嚴厲地警告這些原子狂人們，原子戰爭的叫囂是嚇不倒全世界愛好和平的人民的。我們堅決反對原子戰爭，堅決主張禁

止使用原子武器與氫武器，並且要無條件銷毀原子武器。而且我們深信，如果這些狂人們敢於發動原子戰爭，被毀滅的必定是他們自己。

爲了幫助大家了解有關原子能的一些問題，在這裏我們想談一下什麼叫原子能，原子能將給人類帶來多大的幸福，原子武器的破壞力有多大，有些什麼防禦方法，以及對爲和平使用原子能，禁止原子武器而鬥爭的等等問題應有的認識。

一、什麼是原子能

什麼叫能

如果我們留心觀察一下周圍的事物，可能會產生這樣一些問題。譬如說，火車爲什麼能夠行駛？工廠裏的各種機器爲什麼會不斷地運轉？水車爲什麼會不停地轉動。像這樣的問題，我們還可以提出很多。仔細地研究這些現象，我們便可以發現：要使得這些東西開動起來，都需要一種動力。而從科學上來說，這就是需要一定的「能」（註一）。

要進行勞動生產，與自然作鬥爭，就必須利用「能」。起初，人們只會使用牛、馬來做工。後來，人們發明了簡單的水車和風車，利用水和風的「能」來作工。在只知道利用水和風作工的時候，人還不能很自由地利用和支配自然界的「能」。因爲，風並不是每天都颳的，乾旱的時候水有時也會乾枯，而且風力和水力的利用還會受地區的限制。自從蒸汽機和內燃機發明之後，人才開始大規模地利用煤、石油或其他燃料燃燒時放出的「能」來轉動機器，才開始學會更自由地來支配「能」。

可是，今天的人類已經不僅僅可以從風和水、從煤和石油的

燃燒來獲得「能」了。人類已經開始掌握了原子能。原子能的能量非常巨大，人掌握了它，就大大地增強了控制自然、改造自然的本領。

要了解什麼叫原子能？爲什麼它的能量非常巨大？它和過去人類能夠掌握的能有什麼區別？就必須先講一下原子能的結構。

什麼叫原子

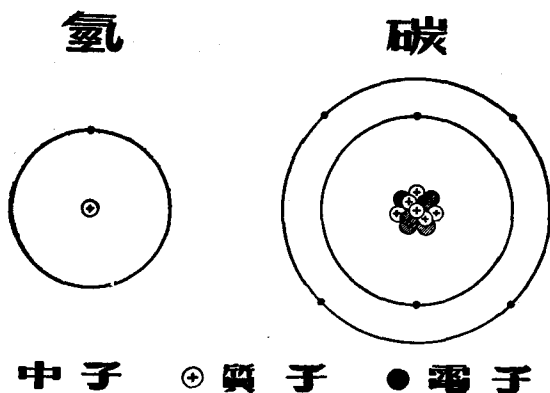
世界上的東西雖然是五花八門、各式各樣，有重而硬的鋼鐵，有能流動的水，有輕而無色的空氣，但是所有這些東西都是由某些最簡單的成分——元素組成的。例如煤主要是碳元素，水是氫和氧兩種元素所組成的。我們今天所知道的世界上天然的元素有九十種左右，例如氫、碳、氧、銀、金、鈾等，連最近人造的元素在內，一共有一百種。各種元素的性質有一定的規律性，俄國偉大的化學家門捷列夫首先發現了這種規律，制定了元素的週期表（註一），對於人們認識物質世界有很大的啓發。

每一種元素的最小單位是極微小的眼睛看不見的原子。原子的直徑只有一厘米的一萬萬分之一左右，如果把一萬萬個氫原子一個一個緊挨着排成一條直綫，也只有指甲蓋那麼寬。同樣數目的別種原子排在一起，也不夠幾個指甲寬。

原子雖然很小，但是它的結構却很複雜。在原子的中心，有一個又小又重的帶正電的原子核；核的外邊有許多極輕的粒子繞着它一圈又一圈地打轉，這些微粒子都帶一定量的負電，它們叫做電子。原子雖然已是這樣小了，但原子核還要小得驚人，它的直徑只有原子直徑的一萬分之一左右。如果說我們把

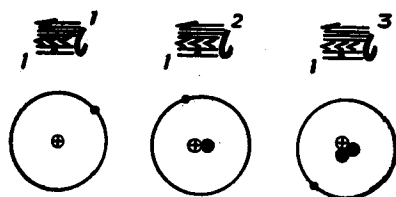
整個原子放大到像一個可以容納一千人的大廳那樣大，那末，原子核却只像放在大廳中央的一粒芝麻。

可是，原子核也還是一個非常複雜的東西，它是由兩種較電子重得多的粒子——質子和中子緊密地組成的（質子就是普通的氫原子核）。每個質子或每個中子都比電子約重一千八百四十倍。因此，整個原子重量的百分之九十九·九以上都集中在佔整個原子體積的約一萬億分之一的原子核中。質子帶着與電子電荷大小相等的正電，中子不帶電。每個原子中，原子核裏所含有的質子個數和在核外打轉的電子個數恰好相等，所以原子核所帶的電荷在數量上恰好和周圍電子所帶電荷的總和相等，只是正負相反。從整個原子來看，正負電荷恰好中和而呈中性。例如，最輕的氫原子核只是一個質子，外面就有一個電子；碳原子核內有六個質子，外面就有六個電子；很重的叫做鈾的金屬元素的原子核內有九十二個質子，外面就有九十二個電子。



圖一 原子構造。

每種元素常有幾種重量不同的同位素(註三)，這些同位素的原子有相同個數的電子，核裏也有相同個數的質子，但核裏的中子個數並不是完全相同的。例如，剛才提到的鈾就有好幾種同位素；鈾的幾種同位素，都有九十二個電子，核裏也都有九十二個質子，但中子數目不同。有一種鈾的同位素的核裏有一百四十六個中子，質子與中子總共二百三十八個，這種同位素稱爲鈾二三八；另外有一種鈾的同位素的核裏有一百四十三個中子，質子與中子總共二百三十五個，稱爲鈾二三五；此外還有份量非常之少的鈾二三四和最近人工造成的鈾二三三。氫元素也有種同位素：普通氫原子的核就只是一個質子；極少量氫原子的核是一個質子和一個中子，稱爲重氫(有時也稱爲氘)；另外還有一種人工造成的同位素，它的核有一個質子和兩個中子，稱爲超重氫(有時也稱爲氚)。



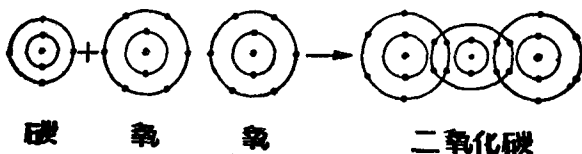
圖二 氫的同位素。

現在，我們可以從原子的結構來看一看能是怎樣放出來的。

化學能與原子能

我們先以燃燒煤而獲得能的例子來說：煤裏含有大量的碳原子，當煤燃燒時，每一個碳原子和空氣中的兩個氧原子結合起來，同時放出一定的能量。這種原子的結合和分離叫做化學

變化，放出的能叫做化學能。在這個變化裏，碳的外層電子和氧的外層電子的位置與運動都發生了變化。化學變化所放出的能，正是由於電子的位置和運動的變化而產生的。在化學變化過程中，原子核並不起什麼變化。我們日常所利用的能如燃燒木材、石油所獲得的能，都是化學能，都是由於原子外圍電子發生變化而放出的。當然，一個碳原子和兩個氧原子結合時放出的能量是非常小的，但如果很多很多的碳原子和氧原子，發生結合的變化，就能產生足以供我們使用的能量。



圖三 化學變化。

現在我們可以這樣問：既然在化學反應中，由於原子的結合與分離，引起電子的位置和運動的變化，我們可以取得化學能，那末，如果我們能設法使得很多很多的原子核發生分離或結合的變化，是不是也可以獲得足以供給我們使用的能呢？對於這個問題的答覆，現在大家都知道是肯定的了。這種由於原子核發生變化而放出來的能，我們就叫它「原子能」更確切地說，應該叫它「原子核能」。

但是原子核中蘊含的能究竟有多大呢？值得不值得我們去發掘出來利用呢？這個在着手尋找和解放原子能時的首要問

題，我們在理論上已經解決了。近代物理學的研究告訴我們：愈重的東西所蘊含的能量就愈大（註四）。既然原子的重量有百分之九十九·九以上都集中在原子核裏，所以原子中所蘊含的能量也一定絕大部分集中在原子核裏。若是能夠通過原子核的變化把核裏的能釋放出來，那末所獲得的能必定會是很巨大的。例如，我們現在知道，一公斤鈾因原子核分裂而放出的能量，就能相當於二千五百噸的好煤燃燒時所發出的能量。從這裏，我們可以知道，使原子核發生變化而取得的能，要比用化學方法得到的能大上百萬倍甚至千萬倍。一百萬倍、一千萬倍，這是多麼巨大的數量！自從人類學會了用火，就使人類離開動物愈來愈遠。人類學會了掌握比火還要大一百萬倍或一千萬倍的原子能以後，在人類社會上又將會引起怎樣重大的變革呢！

但是，前面說過原子核是這樣微小，又是由質子和中子這樣緊密地組成的，究竟用什麼方法可以使原子核發生變化，並且放出大量的能來呢？

二、人類怎樣發現和掌握原子能

在十九世紀末和二十世紀初，工業生產有了巨大的發展，因而人類社會對動力資源有了更多更大的要求；同時，隨着社會生產力的提高，各種科學技術特別是近代電學和化學獲得了很大的成就。這種要求和成就，就是產生和發展原子核科學的社會條件和科學基礎。從最初發現原子能，到真正能夠控制和利用原子能，科學家們曾集體地艱苦地奮鬥了五十年左右。

原子能的發現

一八九六年法國科學家貝克來爾發現了一種奇異現象：鈾

與鈾的化合物能够自動地不斷地放射一種穿透力很强的射綫，它能透過黑紙使照片感光。這種現象就被叫做放射現象。一八九八年法國和波蘭科學家居里夫婦又進一步找到了鐳元素，它的放射本領比鈾還強。科學家們研究了這種放射現象後，證明有三種不同性質的射綫，這三種射綫分別被稱爲甲種（註五）、乙種（註六）、和丙種（註七）射綫。後來知道甲種射綫是由帶正電的高速度的氦原子核組成，乙種射綫是由速度很大的電子組成，而丙種射綫是一種類似 X 射綫，但是穿透本領比 X 射綫還強的射綫；並且知道這些射綫都是從原子核裏發射出來的。因此，人們開始知道原子核的內部也會發生變化，而且由於放出來的射綫都具有很大的能，所以又想到原子核內部一定蘊藏着大量的能。爲了想把原子內部的能解放出來，科學家們展開了一系列的探索性的研究工作。

尋找解放原子能的道路

最初，人們曾希望直接利用物質自動放射過程中所放出的能，但是這個希望不能實現。一塊純鈾在四十五萬萬年裏才只有半數的原子核發生變化。如果想直接利用鈾在自動放射過程中所放出的能，那末一百萬公斤的鈾每天所放出的能還不够發出一度電。鐳的放射過程雖然進行得較快，但也仍然不能實際用來作爲動力來源。

怎樣可以使這種自動的放射過程進行得更快些呢？科學家們嘗試了加熱、加壓力以及其他的各式各樣方法，但是結果都失敗了。經過好幾年的摸索和研究之後，科學家們終於明白了，等待自然的恩賜是不可能的。如果要想利用原子能，人們就必須用人工的方法使原子核發生變化。

一九一九年，英國科學家盧瑟福想到：既然甲種射綫是由速度很高的氦核組成，那末用這種高速的微粒來打擊原子核，是不是也會像用槍彈打碎一個球一樣，使原子核發生一些變化呢？這種想法在實驗中被證明是正確的。當把鐳放在氮氣裏的時候，盧瑟福和他的同事們發現，氮原子核如果受到鐳放出的速度很大的氦核的打擊，它能把氦核吸收進去，並立即放出速度很大的質子，在這過程裏，氮原子核變成了氧原子核。這個發現使人們開始知道原子核是可以人工方法使它發生變化的。因此很多科學家就用高速度的氦核和在粒子加速器（註八）中得到的各種高速度的較輕的原子核（包括質子）打擊各種原子核，希望能從原子核的變化中獲得原子能。

一九三〇年，科學家們用高速度的氦核打擊鉍原子核，發現了一種新的穿透本領極大的射綫。後來（一九三二年）證明這種射綫是由速度很大的，質量與質子相仿而不帶電的粒子組成，這種粒子被稱為中子。過去科學家們用帶正電荷的氦核和質子打擊各種原子核時，因為原子核也帶正電荷，所以氦核和質子會受到所打擊的原子核的排斥，而且原子核帶正電愈多，排斥力也愈大，愈不容易打中。可是現在所發現的中子是不帶電的，它可以打進任何帶正電的原子核，所以有了中子以後，科學家們就得到了一種效率更高的打擊原子核的子彈。而且，由於中子的發現，蘇聯科學家伊凡寧柯提出了原子核是由質子和中子組織成功的學說。這個學說，對於以後的工作有很大的幫助。

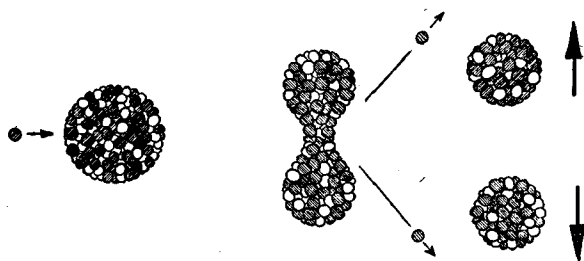
一九三四年，法國科學家約里奧·居里夫婦又進一步研究用高速度氦核打擊各種原子時發生的現象，他們發現當用高速

氦核打擊鉛原子時，不僅有中子放出，而且鉛還變成磷的一種帶有放射性（註九）的同位素。這個人工放射現象的發現（註十）和中子的發現一樣，在科學家們尋找解放原子能的道路上起了很大的作用。過去，我們在用各種高速粒子打擊原子核以後，要用繁複困難的手續，才能從百萬個沒有起變化的原子中，找出少數幾個發生了原子核變化的原子；現在，我們利用人工放射的性質，當我們用各種高速粒子打擊原子核後，祇要這些新生成的原子核是帶放射性的，我們就很容易用儀器找到它。而且很湊巧的是，凡是被中子打擊後形成的新原子核，幾乎都是帶放射性的。由於這個緣故，在以後的幾年裏科學家們就有了可能極迅速而有系統地研究各種元素受到中子打擊後所引起的變化，並且積累起大量的有關原子核的知識。

從大量的實驗中，科學家們知道每一種元素的同位素在受中子打擊後，多半都會變成一種特定的放射性同位素，所放出來的射綫都各具有一種特定的穿透能力。可是，科學家們用中子打擊很重的鈾原子核時，却發現了很特別的現象：用中子打擊鈾原子後，會放出具有不同穿透能力的好多種射綫；以後又發現在受中子打擊後的產物裏，有含質子數比鈾原子核少三十多個的釷或錒元素的原子核。這是一個極重要的發現。原來鈾二三五的原子核在受中子打擊後吸收了中子，並不是形成一種放射性同位素，而是分裂成兩個差不多大小的碎塊，並且放出大量的能，每一種碎塊都形成一種新的放射性同位素。分裂物的大小不止一種，因而形成的新放射性同位素也不止兩種。這個現象叫作原子核分裂（有時稱為裂變），是一九三八年底發現的。後來我國科學家還證明有些鈾核可以分裂為三塊。

緊接着這個發現，科學家們就想到，如果鈾二三五核的分裂是像一個大水珠分裂成兩個小水珠一樣，那末，鈾二三五分裂時很可能也像水珠分裂時一樣，濺出幾個小水點來，原子核分裂時濺出的東西應該是本來就存在原子核裏面的東西——那就是質子或中子。約里奧·居里在實驗中完全證實了這個想法：鈾二三五分裂的時候，的確能夠放出兩個到三個速度很大的中子。這事情使約里奧·居里很敏銳地看出來：解放原子能的鑰匙已經找到。

我們祇要想一下，就很容易明白，如果一個中子打進鈾二三五使它分裂後，又能放出兩三個中子來，那末由於這兩三個



圖四 鈾原子核的分裂。

中子有可能繼續引起其他鈾二三五的分裂，所以就有可能產生更多的中子，引起更多鈾原子核的分裂……。這種過程反覆進行下去，就正如軍火庫中一個炮彈的爆炸引起其他炮彈的爆炸一樣，可以使大量的鈾二三五在不太長的時間裏連續分裂而放出大量能量。鈾二三五的這種不斷分裂的過程，在一九三九年夏天，由於約里奧·居里和他的合作者的實驗證明完全可以實現。我們現在稱這種不斷分裂的過程為鏈式反應。

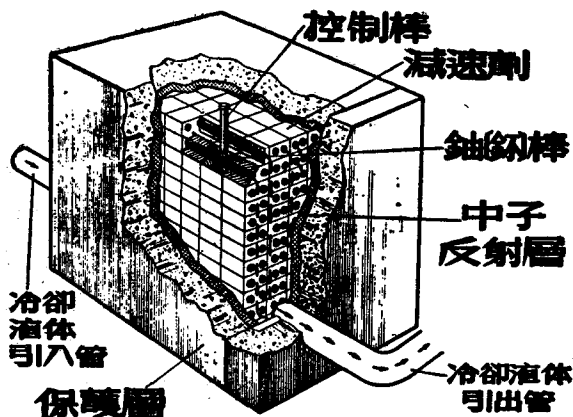
鈾原子核的鏈式反應的發現，奠定了使用原子能的科學基礎，以後的工作就是在工業上把原子能大規模地解放出來。

原子反應堆

一九四二年，人類利用鏈式反應原理而獲得原子能的原子反應堆（又稱為原子堆或鈾堆）製造成功。原子能第一次被大規模地解放出來。

在這裏我們先要說明一下原子反應堆是怎樣安排的：

普通原子反應堆裏有兩種最重要的原料，一種是做成棒狀的天然鈾（天然鈾中含有百分之〇·七的鈾二三五和百分之九九·三的鈾二三八）；一種是純粹的碳（又稱為石墨），有時不用石墨而用重水（亦即含有重氫成分的水）。鈾堆裏放石墨（或重水）是爲了使核分裂時放出的速度很大的中子能很快地緩慢下來，因爲速度小的中子使鈾二三五發生分裂的機會比速



圖五 原子堆的構造。

度大的中子大得多。在鈾堆裏石墨塊是一排一排地堆起來的，