

從原子時代到海洋時代

顧均正著

268
3141

從原時子時代
到海時洋代

顧均正著

開明書店

開
明
外
國
年
報

海
報

從原時子到
海時洋代

民國三十七年七月初版

每冊定價國幣一元九角

印刷者

發行者

著作者

開明書店

上海福州路
開明書店
代表人范洗人

顧均正

有著作權*不准翻印

目錄

原子能的開發與未來的展望	一
原子彈的誕生	三五
原子能在醫藥上的應用	三六
空中警犬——雷達	四六
火箭飛機與空間旅行	五六
空中碼頭	六四
不夜天	六九
宇宙線炸彈	七三
人造月亮與人造流星	八〇
地球上的最大轟炸	八七
無聲的死亡	九四
血液殺人	一〇一

醫師的助手——電子·····	一〇七
殺蟲新藥DDT·····	一二五
玻璃世界——多才多藝的塑料·····	一三四
「五金魁首」解·····	一三〇
細菌採油法·····	一三九
偏極化光的奇蹟·····	一四一
冷中取熱·····	一四四
夢的科學·····	一六〇
我們會不會耗盡地球上的物資？·····	一六六
到海洋裏去！·····	一七七

原子能的開發與未來的展望

——「英國的藏煤快要完了！」

這是一個機械的時代，凡是我們衣食住行的生活必需之資，都用機械製造出來。我們不用機械，固然也可以過活，但是這種生活是我們現代人所忍受不了的。我們不能想像晚上將從此沒有電燈，也不能想像遠行將從此沒有輪船和火車。我們已經過慣了舒服奢華的現代生活，已不能退回去再過那種簡陋樸素的原始生活了。

我們知道機器是要消耗能來轉動的，要是沒有能，那末憑你有怎樣精巧的機器，也將變成無用的廢物。我們目前所需的能，大部分從燃燒煤與石油得來，然而煤與石油的消耗隨着機器的發達，在一天一天地增加，這就不能不使人想到，要是世界上煤與石油的儲量一旦告竭，那末我們人類的舒服生活，不將同時終止嗎？這問題所給予我們的影響，該是多麼嚴重啊！

1
早在一九一〇年，英國化學家拉姆則爵士就已警告他的國人說：「英國的藏煤快要完了！」據估計，從那時候起，充其量不過供一百七十五年之用。這警告有一點怕人，但是從煤的產

量 and 消耗量計算起來，卻確係事實。所可以放心的是：就整個世界而論，煤的儲藏量尙算豐富，大概在一千年之內，還不至於發生恐慌。不過，石油的產量卻遠不如煤那樣的普遍而豐富，就是以產量最多的美國而論，由於最近汽車數量的激增與航空事業的發達，消耗率有加無已，照目前的情形看來，其供給能力決難維持到一百年以上。

「百年千年的時間，在我們個人看來，原也相當長久，只是就整個社會看來，卻是指顧間的事情。熱心的科學家爲了後一代人類的幸福起見，就分頭去探索新的能源，凡是風力、水力、潮汐、日光能、地下熱等都在研究之列，但是儲量最豐，分佈最廣，取給最便的能源卻是原子。已故的原子物理學家刺德福特爵士曾經說過，「人類的發展也許要等到發現原子能的利用方法以後，纔真正開始。」這就因爲原子能的利用若得成功，那末我們就獲得一種可供無限制消耗的廉價動力。這對於工業生產將是怎樣的一個大革命啊！

二 原子的構造

我們要開發原子能，自然先得明白原子是什麼？科學家怎樣探索原子內部的祕密，這題目可以寫成一部專書，在這裏我們只能把他們研究的結果來說一個大概。我們現在知道，原子共

有九十餘種，都是由一些僅能想像而無法目觀的細微質點所組成的。此種質點，主要的只有三種，就是電子質子和中子。

電子是帶有單位陰電荷的微小質點，牠在絕緣體上積聚時，就成爲靜電，在導體中流動時，就成爲電流。電子的質量小得可以在整個原子中幾乎無足輕重。若使用數字表示出來，大約爲 9.01×10^{-31} 克。電子的形體也小得驚人，就一盞平常的電燈而論，每秒鐘裏總有幾百萬億的電子在電線的每一點上經過。

質子是帶有單位陽電荷的微小質點，牠的質量很大，幾爲電子的二千倍。若使像丸藥大小的一塊物質全由緊擠着的質子所成，那末牠的質量必將用幾億噸來計算。

中子普通認爲是電子與質子的緊密結合體，因爲電子與質子的電性相反而電量相等，所以兩者適相中和而不現電性。中子的質量顯然爲電子與質子質量之和，但電子的質量過於微小，可以略而不計，故中子的質量約與質子相等。

僅用上述的三種質點，怎樣會造成九十餘種不同的原子呢？這是一個頗堪玩味的問題。我們雖然無法用肉眼來把各種原子作實際的觀測，可是我們有很多的證據可以相信，原子內部是一個帶着陽電荷的極堅實的核，在核外則包圍着一個或若干個迴轉不息的電子，這個景象

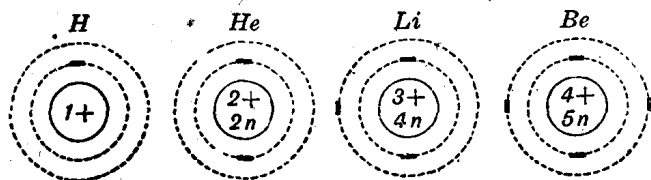
恰和行星繞太陽一樣。

核外電子並不是原子的重要部分，雖其數目和配置足以決定原子的化學性質和物理性質，但是牠的本身卻是受制於原子核的。

原子核係由少數的質子和多數的中子堅密地結合而成。牠操着支配整個原子的大權，在原子構造上遠較電子為重要。

第一，牠決定了原子的質量。因為核內的質子和中子的質量差不多二千倍於電子，所以原子的質量的百分之九九·九九都集中在核裏，換言之，即原子的質量數，就等於核內的質子數與中子數之和。

第二，牠決定了原子的性質。因為核內的質子與核外的電子電性相反而電量相等，所以在中性的原子裏，核內的質子數必與核外的電子數相同。但核外電子之數足以



原子構造圖解。其中+表示質子，n表示中子，H是氫原子，牠的核裏只有一個質子，核外只有一個電子。He是氦原子，牠的核裏有兩個質子和兩個中子，核外有兩個電子。Li是鋰原子，牠的核裏有三個質子和四個中子，核外有三個電子。Be是鈹原子，牠的核裏有四個質子和五個中子，核外有四個電子

決定原子的性質，故核內的質子數也同樣足以決定原子的性質，與原子在週期表中的地位，或原子序數，而事實上核內的質子數與原子序數確是同值的。

第三，牠決定了原子的同位素。同位素是原子序數相同而質量數不同的原子。因為原子序數為質子數所決定，而質量數為中子與質子所共同決定，所以在含有一定數質子的原子核中，加減其中的中子之數，即可生成種種的同位素。

我們既然知道了原子構造的一般情形，現在試就各種原子核的實際結構來檢查一下。最簡單的原子為氫，核中僅有一個質子，故其質量數為一，原子序數亦為一。其次為氫之同位素氘，即重氫，核內含有一個質子和一個中子，故其質量數為二，原子序數與氫同為一。其次為氦，核內含有兩個質子和兩個中子，故其質量數為四，原子序數為二。如此核內每多一質子及若干中子，即成一不同的原子，直至最複雜的鈾原子而止。鈾核內含有九十二個質子和一百四十六個中子，故其質量數為二三八，原子序數為九二。

所以就科學的觀點看來，世界是這樣創造起來的：先由電子質子和中子造成了不同的原子，再由原子造成了宇宙萬物。想到了大自然的應用這樣簡單的材料來造成這樣複雜的世界，除了歌頌「天工」的偉大以外，幾疑世界上真有造物主存在。

三 原子能的發現

我們知道原子裏含有大量的能，實始於一八九八年居禮夫人之發現放射性元素鐳。當這個消息馳遍全世界的時候，許多人都在做着一個美麗的夢，滿以為在未來的時代，一小塊鐳鹽可以替代許多電燈，可以開動許多機器。但是結果呢，牠所給我們的實惠，除了在醫療方面有一些貢獻以外，只有夜光錶上的兩隻針，可以使我們在最暗的地方看清錶面而已。然而在另一方面，牠卻使我們對於物質與能的認識開闢了一個新紀元。

鐳能夠自動地發出三種輻射，不疾不徐，永無休止。一種是 α 射線，那實在就是一流高速度的氦原子核。一種是 β 射線，那實在就是一流高速度的電子。還有一種是 γ 射線，那是一種類似X射線的電磁波。這三種輻射都帶着相當的能量（即速度）。但是這源源不絕的能到底是從什麼地方來的呢？

這個疑問一直到愛因斯坦的相對論出現後，纔得到滿意的解答。相對論的結論之一是說：物體運動得越快，牠的質量就越大；反之，若物體的速度為零，那末牠的質量就降至最低之值。從此可見，若給物體以能，就可增加其質量，若從物體取出能，就可減少其質量。換言之，物質與能是

可以互相轉換的。據愛因斯坦的計算，能量應等於質量乘光速之平方。所以能量若轉變為質量，其值極小，在普通的場合是不能覺察出來的。反之，若使質量轉變為能量，那就其大無比，有人算過，不論何種物質，若使一克的質量變而為能，約相當於燃燒三千噸煤所放出的能量。

由此理論，可見放射性元素所釋出的能量顯然係由核的質量轉變而來；於是毀壞原子的質量以獲取巨量之能，遂為近數十年來科學家所熱中的一個目標。

四 擊毀原子

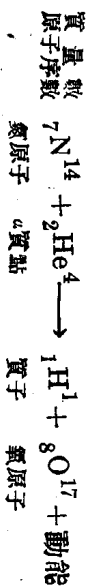
我們在上面已經說過，原子核是由帶陽電荷的質子與不帶電荷的中子結合而成的。然而我們大家都知道，同性的電必互相排斥，所以在核裏的質子之間必有很大的斥力，而有分崩瓦解的趨勢，但是實際上核的結合卻十分堅固，可見其中必另有一種巨大的力量來把他們緊緊束在那裏。據種種的實驗，我們知道這一種強大的緊束之力確實存在，並且就取價於造成該原子核的各質點的質量。所以任何原子核的質量必較其各成分質點的質量之總和為小。例如由兩個質子和兩個中子可以造成一個氦原子，在這裏質子的相對重量為 1.00758 ，中子為 1.00893 ，其質量的總和照理應為：

$$2 \times 1.00758 + 2 \times 1.00893 = 4.03302$$

但是實際上氮核的質量卻僅爲四·〇〇二八，較預計的質量損失了〇·〇三〇二二單位。這損失的質量通稱「質虧」(mass defect)，就供緊束原子核之用。

原子物理學的先驅刺德福特很早就見到緊束原子核的這種巨大力量，所以他認爲要把原子核擊破，就必須用高速度的質點來打擊牠。他在一九一九年首次完成了擊破氮原子的著名實驗，他用從鐳所發出的 α 質點（即氮核）來撞擊氮氣體，卻發現有長射程（即賦有高速，能在空氣中發射相當距離）的質子從被撞的氮氣中發射出來。

刺氏以爲這些長射程的質子就是由於氮原子爲高速度的 α 質點所撞擊，致發生爆炸而散射出來的。氮核轉變的另一產物後來經證明爲質量數爲十七的氧之同位素。此項原子轉變的實際情形可表示如下：



由這個方程式，指出氮核的轉變還釋出大量的能，那是成爲發射質子與新生氧的動能而出現的。只有這樣纔可以說明質子的長射程。

在這以後，各國科學家曾經分別用種種高速度的質點來撞擊多種原子，而使之發生轉變。其中最常用的射彈為 α 質點、質子和氦子（即重氫之核）。等到一九三二年查特威克發現了中子以後，物理學家就得到了擊毀原子核的一種更有威力的武器。

中子的優於陽電性的 α 質點或質子之點，在易於接近重元素（即有高核電荷者）的原子核而與之發生碰撞。反之陽性的射彈，則往往為重原子核的陽電荷所排斥而發生偏向，致不易與原子核相碰撞。

從一九三四年以來，物理學家應用了中子或高頻率（即具有高能的）的 γ 射線，已能使大部分的元素轉變為原子序數相近的元素。此種轉變可大別為下列五種型式：

射彈	射出物	轉變型之符號
α 質點	質子，或中子	($\alpha; p, n$)
氦子	質子，中子，或 α 質點	($d; p, n, \alpha$)
質子	α 質點，或 γ 射線，或無	($p; \alpha, \gamma, -$)
中子	質子， α 質點，或無	($n; p, \alpha, -$)
γ 射線	中子	($\gamma; n$)

在這裏我們必須注意，凡是較複雜的原子，其核內必含有較多的質子，所以此等原子核的質虧，必較其轉變生成物爲大，而這兩種質虧的差數就會在轉變時以能的形式而釋放出來。若是被擊的原子只射出一些微粒，那末作用物與反應生成物的質虧相差極小，所以不能希望獲得巨大的能量，若是被擊原子能碎裂爲大小相仿的兩半，即所謂發生裂變，則牠們的質虧相差較大，就可以希望有巨大的能量釋放出來了。

所遺憾的是，一直到一九三八年爲止，對於擊毀原子的實驗，雖然各方面都在銳意進行，而被發現的轉變居然也達數百種之多，可是其轉變的產物的質量卻都屬一大一小。換言之，我們只能擊出原子核裏的一粒碎屑，卻從來不曾把原子擊破爲質量相仿的兩個，所以那時候的科學家對於原子能的開發，多不作奢望，只是在暗中摸索，碰碰運氣而已。

五 從德國傳來的喜訊

正當戰氛密佈在歐洲大陸的時候，在一九三九年春天，忽從德國傳出了一個關於開發原子能的喜訊，據說德國柏林威廉皇家學院的韓恩博士用慢中子射擊鈾，而分析其所得的轉變生成物時，竟意外發現了鋇與鏷，同時還獲得了巨量的能。鋇與鏷的重量和鈾的重量比較起來，

差不多要相差一半，如果這是事實，那末科學家所日夜盼望的奇蹟，不就快要實現了嗎？

自從這個喜訊傳佈了出來，全世界的科學家都亂紛紛地作着同樣的實驗。曾爲韓恩的同事奧人麥提納女士與丹麥波爾學院的符立喜博士，首先得知這消息而加以研究，他們除了證實這個實驗之外，並測定其所釋出的能量達二萬萬電子伏特，與預期之能量適相符合。

在法國，法蘭西學院的朱力奧博士，卽伊蘭·居禮女士的丈夫，對於這發現，也與其助手作進一步的研究，其所得結果更加使人興奮。他們照樣用慢中子來射擊鈾，不料在鈾核裂變的時候，發現有新的高速度的快中子回射出來。

朱力奧博士及其助手所用的金屬鈾，爲量極微，所以力能穿透厚金屬壁的快中子，自然一個個都逃逸無踪。但是他們付想，假使用一塊相當大的鈾，足以阻止自鈾塊中心放出的中子的逃去，將會發生怎樣的結果呢？會不會有足夠的中子使其他鈾核再起裂變，而放出能量更高的中子，因以發生一種鏈反應呢？就理論說那是可能的，但事實卻否定了這個推測。

在美國，則對於鈾核裂變的研究更爲熱鬧。這是因爲在這裏，並不受到戰爭的直接影響，他們有的是完善的設備，充裕的經費，以及不甘納粹壓迫，自歐陸避難而來的衆多的人才，如丹麥原子物理學大師波爾，意大利超鈾元素發現者費爾米等都是。他們除了把韓恩的發現加以證

實外，更分別作精密的測定與鑑別工作。因為鈾的同位素共有 $U-234$, $U-235$, $U-238$ 等三種，所以費爾米等想先來決定發生裂變的鈾核究竟是哪一種同位素。特克大學的科學家在研究有關於鈾核裂變時的 γ 輻射，哥倫比亞大學與卡內其學院的科學家在研究由鈾核二次發出的所謂遲發中子，加里福尼亞大學的科學家在綜合各方面的研究數據，而普林斯頓大學的波爾氏則純粹在理論方面痛下苦功。實在，實驗而無理論的指導，就無異於盲人騎瞎馬，決不會有直線的發展。鈾核裂變之所以會導出原子炸彈的發明，波爾的功績是不可磨滅的。波爾與其弟子微勒教授鑑於偶數質量的原子常比奇數質量的原子不易穩定，因而推測由中子射擊 $U-238$ 時所生的複核 $U-239$ ，必較由中子射擊 $U-235$ 時所生的複核 $U-236$ 為穩定。所以當鈾核受慢中子的射擊，而造成質量數多一的複核時，其中發生裂變的，實在只有存在量較少的 $U-235$ 。而且由裂變之鈾核二次發出的快中子，極易為 $U-238$ 所吸收。因此要鈾核發生鏈反應而迅速爆炸，就非把純 $U-235$ 從普通鈾中提煉出來不可。

在一九四〇年的五月中旬，僅夠檢驗用的微量的 $U-235$ 終於為明尼索達大學的尼爾博士提煉出來，而由哥倫比亞大學的鄧寧教授所證實了。這就是發明暴力之王的原子炸彈的肇端。