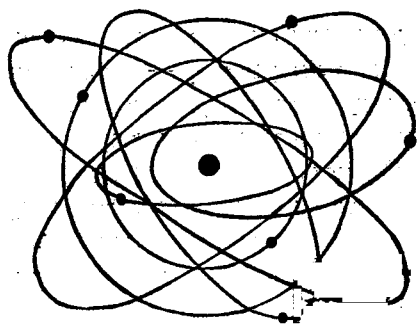




原子和能 原子

(蘇聯)A.布亞諾夫著 汪鎮藩譯

中華全國科學技術普及協會出版



原子和 原子能

(蘇聯)A.布亞諾夫著 汪鎮藩譯

中華全國科學技術普及協會出版

本書提要

原子是很小很小的微粒，但原子裏面還有一個小的世界，在它的中間有原子核，圍繞着原子核的有運動着的電子殼層。在原子核裏面還有中子質子等微粒。這些微粒就是構成整個宇宙的「小磚頭」。

要從原子核中釋放出強大的原子能來，目前有着兩種方法：一、由輕輕的原子核結合成較重的原子核，如由重氫核結合成氦核；二、由重的原子核如鈾核鈾核等的分裂。但是，在什麼情形下可以由結合法產生原子能，什麼時候能由分裂法產生原子能呢？這本小冊子都有着詳細的敘述。此外，這本小冊子還告訴我們現代原子核物理學的一些重要的知識。

目次

力場	1
能	7
質量與能量	11
原子的電子能	13
輻射能	19
微粒的轉換	21
原子分裂	26
原子能（原子核能）	31

力 場

一艘巨大的命名為「地球」的宇宙船，在那無邊的宇宙中不停地疾駛着，地球上的居民就乘着這艘大船旅行。

他們在許多世紀的「航行」中，已經發現了不少新的事物。到現在，許多從前被認為莫名其妙的星球，都仔細地研究過了。連那遙遠的星球世界的遼闊空間也都測量過了，並且把它們畫成了圖。這圖已經不是我們航海先輩們如哥倫布，所用的那種有許多「空白點」的地圖，在那種地圖上常常沒有指明前面是什麼地方。在新的星球世界圖上，正確地畫出了我們這艘大船的航綫。

我們通過那對着宇宙燈塔的望遠鏡，看到離我們很遠的宇宙島嶼的輪廓。但是這個宇宙中的許多星球，至今還是莫名其妙的！

我們知道：宇宙中每一個星球都在運動着，都有它自己

的生命。

許多人都幻想着揭開這些祕密。有一些沒有耐心的「旅行家」爲了要向前快跑，渴望早一點離開這個空中慢船的「甲板」：

另一些儀器幫助我們瞭解了物質的最小微粒——構成宇宙的「小磚頭」。在這個微觀世界（註一）中有它自己的運動和自己的祕密。

有一些具有高度智慧的人爲了探索藏在微觀世界裏的「寶貝」，還企圖鑽進它的內部。

現在我們就要在這遼闊無邊的宇宙中作一次非凡的旅行。

同時，我們也要在原子內部作一次極有興趣的遊覽。

從地球上看到許多星球，覺得星球好像都很零亂地分散在空間。

實際上，每個天體的運動都嚴格地按着規律進行。

不是一個個衛星，而是行星的「全家」圍繞着它的中心恒星——太陽——而轉動。正如我們通常所畫的原子，在原子核周圍的是一些轉動着的電子。

在遼闊的宇宙中出現着許多恒星系。這些恒星系的大小是難以想像的。但是，每一個恒星系在宇宙中所佔的地方，並不比原子在地球中所佔的地方大。

我們這艘宇宙船是造得非常巧妙的！

這個大傢伙沒有輪子，沒有翅膀，當它每秒以將近三十

公里的速度在宇宙的大海中疾駛時，却比那無聲地漂流在水上的木筏還要平靜，比氣球還要輕快。

在我們這艘大船上，沒有開動着的發動機，也不需要燃料。

這是因為有一種看不見的力場，控制着宇宙中大大小小的一切物體的運動。其中包括圍繞自己的原子核旋轉着的最微小的電子的運動，以及巨大的銀河系的運動。

任何力場，無論是電場、磁場、原子核場、萬有引力場都是物體的一種看不見的延續的物質形態。

引起行星圓周運動的原因，就在於萬有引力場的作用。

運動着的電子，是它周圍出現磁場的基本原因。電子本身的電荷；如同任何其他電荷一樣，是電場的中心。

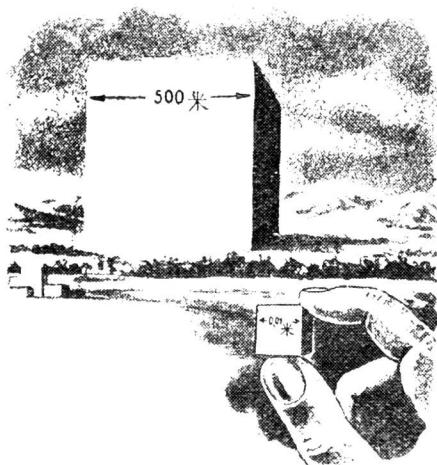
原子核力支配着物質世界中最小微粒在原子核裏的運動。關於電場的力的大小，可以從下面的比較得到一些概念。

大家都知道，從砲筒射出的砲彈，要是每一克質量受到十千克（公斤）的作用力，這個作用力可以使砲彈得到每秒一公里的速度。假如把這個力和那維持電子繞着原子核旋轉的電場的力比較一下，那麼原子中微粒之間作用力的大小，將使人感到非常驚奇。

根據計算，質量總共為一克的電子所受到的力，竟有一百八十萬噸！

一切物質都受到萬有引力的作用。恆星內所發生的輻射是與萬有引力相對抗的，這種輻射阻礙着物質結合成一個密

度比水的密度大一千一百六十億倍的結合體。



圖一 原子核的物質密度，是水密度的 1160 億倍。

恒星內部所產生的向外輻射，就阻礙了這樣的物質結合。在一般情況下，輻射壓力不太容易感覺得到。我們就拿光波——太陽所發出的光子來作例子，太陽光到達地面時，每平方米的地面上才受到 0.3 毫克的壓力。

太陽光作用於被照射的地球表面上的排斥力總共祇有六萬噸。

但是，在估計溫度為幾百萬度的恒星內部，却產生着這樣一種能量的輻射，這種輻射的壓力是巨大的。

輻射排斥本來就是根據輻射能來決定的。

例如：太陽表面溫度如果突然比現在的溫度增大到一千倍，那麼輻射的排斥力就要大得簡直要使太陽系的行星離開

太陽，正如足球受到大力的一踢而飛出去一樣。

宇宙中一切物體，無論是行星，或是原子中的微粒，都是永遠在運動着，它們同時被力場所包圍，因此，它們彼此之間也相互作用着。

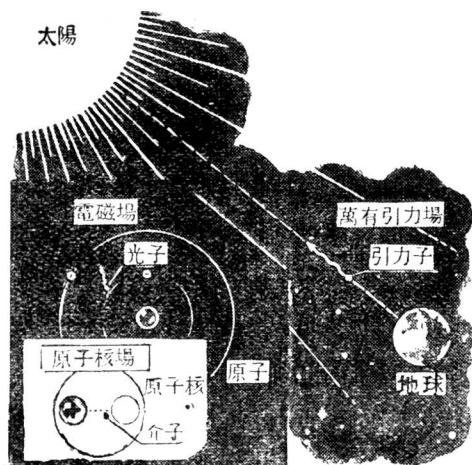
質子的正電荷能形成一個吸引帶負電荷的電子的電場。相反地，帶負電荷的電子也形成一個吸引帶正電荷的質子的電場。由於這些電場的吸引力，才形成一種新的物質——原子。

在力場中，力的作用方向隨時改變。例如在萬有引力場中的所有物體，無論是帶電荷的，或是不帶電荷的，都同樣有引力作用在它的質量中心上。磁場祇產生在運動着的電荷的周圍，同時磁場也祇作用在運動着的電荷上。

磁場中磁力線是從一極到另一極，同時，同極物體互相排斥，異極物體互相吸引。在電場中，力的作用方向也是從一個電荷到另一個電荷，在這裏也是帶相同電荷的物體互相排斥，帶正電荷和帶負電荷的物體就互相吸引。

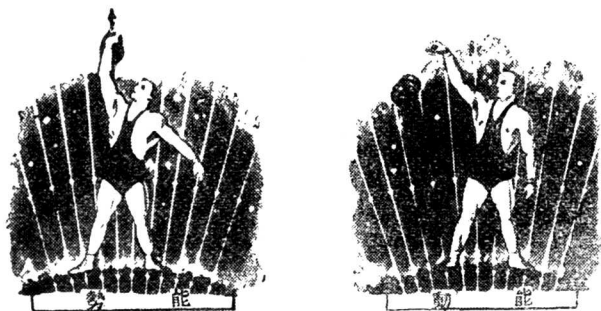
原子核場力是一種短距離的作用力，它所作用的距離不會大於原子核的直徑，也就是說不會大於十萬億分之一厘米。這個力同樣地使原子核中正電荷的微粒——質子，以及不帶電荷的原子核微粒——中子結合得很牢。

假如某一種運動物體落在力場線所作用的範圍內，那麼當它的運動方向與作用力方向重合時，物體速度就要增大，也就是增大了動能。



圖二 三種力場的基本微粒：1. 萬有引力場：基本微粒為引力子；2. 電磁場：基本微粒為光子；3. 原子核場：基本微粒為介子。

當物體運動方向與作用力的方向相反時，物體速度就要減少，但是物體的勢能就要增大。



圖三 人將石鎖向上舉(左圖)，石鎖的運動方向與重力方向相反，所以速度減少，勢能增大。石鎖向下運動(右圖)，運動方向與重力方向相同，所以速度加大，動能也增加了。

能

在我們祖先的時代，馬是技術的一個最大的動力。

到了我們曾祖父的時代，人們就利用蒸汽來工作，並製造了功率達幾十匹馬力的發動機。

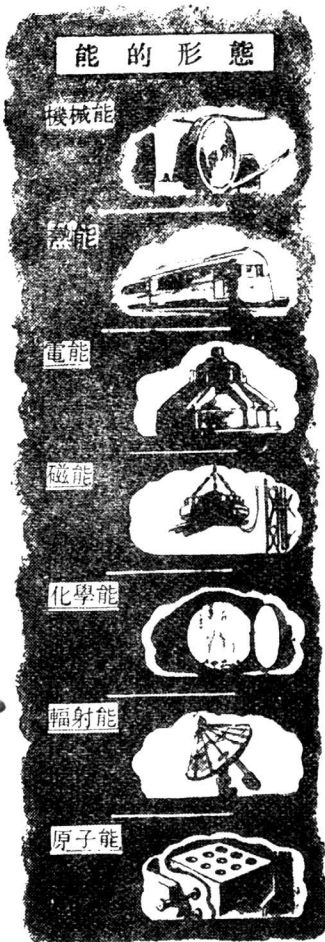
到了我們祖父的時代，技術就更進一步了。他們控制了那能够最輕快地完成最繁重工作的電。

電力機車利用電可以拉幾千噸貨物在路上奔馳。

「電能——弗·依·列寧寫道——比蒸汽動力便宜，它的區別就在於極大部分的能都可以用盡。」在用盡能的簡捷性方面電能是其他形態的能所不能比擬的。

電能的每一部分都能變成聲、光、熱，或機械功。

我們輕輕地按一下電



圖四 圖中表示着不同形態的能的利用方法。

鈕，那麼一小部分的電能就使電鈴響起來了。

當我們一扭開關的時候，黑暗的房子立即就被電光照得雪亮。

用電可以煉鋼，可以煮開水，可以使熨斗和電爐發熱。也就是說：用電可以完成過去用火所作的工作。

在十八世紀，當發明蒸汽機的時候，利用電能不過是一種幻想而已。但是這些幻想很快就變成了現實。

不久以前，利用原子能似乎是一種幻想。但是，現在原子能的應用也變成了現實。

要知道獲取原子能的方法，就須了解原子的結構關於獲取原子能的方法，我們知道蘇聯科學家已獲得巨大的成就（註二）。

我們常常看到許多巨大熱力裝置放出能量，直到現在還是很難想像，在這樣一個極微小的物質中竟貯藏着那麼巨大的能量。偉大的俄羅斯科學家 M.B. 羅莫諾索夫發現了物質守恒定律，他把這個定律應用到物質方面，也應用到能量方面。但是在羅莫諾索夫以後，人們單從物質方面發現守恒定律，另外也單從能量方面發現守恒定律。那是不明白能量與物質緊密聯系的關係，能量就是物質的運動量。「運動」這一個名詞，意思就是物質形態中所發生的各種改變。

當你們點臘燭的時候，火柴使臘燭發出一陣陣的煙，這些炙熱的煙與氧氣接觸，就燃燒起來，並使碳粒白熱化，因此，這些煙就開始發出光來。同時發射出碳酸氣和水蒸汽到黑暗

的房間中去。正如通常所說的：隨着燃燒而發生「能的釋放」，或「能的分裂」。

事實上，能絲毫也沒有「釋放」出來，或是「分裂」出來。這是由於燃燒時的化學反應才產生了熱。也就是說：燃燒時所產生的微粒的動能比原來臘燭中微粒的動能大。熱是由於微粒的運動而產生的。

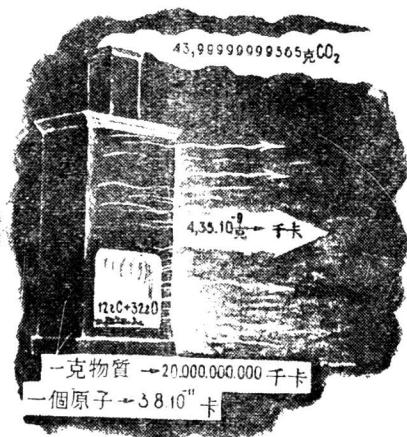
在我們日常生活中，所得到的能除了一部分是屬於輻射狀態以外，其餘的能的形態。主要是由於各個微粒的動能和它的勢能形成的。假如我們讓固體和高溫度的氣體接觸，那麼經過一些時候，它們中間就要建立熱的平衡。這就是說，氣體分子的動能減少了，因為氣體分子中一部分動能變成固體中各個分子的動能，其餘的一部分動能就使固體分子的勢能增大。所有這些狀態的能，最後都轉化為熱能。物質微粒的運動速度愈大，我們所感覺到的溫度也就愈高。例如空氣分子在我們房間裏，以平均速度每秒四百五十米運動着，這種分子運動就使我們感到令人愉快的暖和。

但是，當我們走出房間，到冰點下四十度的地方去，試想想看：在這嚴寒的地方，空氣微粒的運動速度改變多少呢？它比室內的空氣微粒的運動速度每秒要少10—15米。例如街上酷熱，那麼空氣微粒的運動速度要比室內的空氣微粒的運動速度每秒要大10—15米。

當原子核分裂時，微粒具有另一個速度。這個速度比空氣分子的運動速度要大幾千倍或幾萬倍。

例如電子、質子、中子，原子核以及原子核的碎片，在每秒中飛行的距離，都不是用「米」來量，而是用「千米」（公里）來量，在某些星球中原子核微粒的運動速度達到每秒一百五十公里。這樣的速度就相當於四千萬度的溫度了。

我們燒煤的時候，就是使碳原子和氧原子化合成二氧化碳的分子。這種化學反應的溫度是幾百度。（註三）如圖五，



圖五 燃燒煤所得到的能，是碳和氧原子質量中極小部分的能。

每十二克碳和三十二克氧化合，就發出九萬四千卡的熱。但是反應結果，並沒有生成四十四克的二氧化碳，而量比四十四克少了二億三千萬分之一克。所減少的這一部分質量就相當於九萬四千卡的能量。這正如我們前面所說的，這是表示二氧化碳分子的動能比原來物質——碳和氧——的原子的動能大。

質量和能量之間有着緊密的關係。

質 量 與 能 量

物質有一種不太顯著，但是非常重要的特性，這種特性使物質在得到能量後就增大它自己的質量。例如：物體帶電時的質量比不帶電時的質量大，加熱時的質量比冷卻時的質量大，運動時的質量比靜止時的質量大。

當蓄電池放電時，它的質量就要減少，同樣地，熱茶冷了以後，也要減少質量。但是，在這二種情形下，質量的減少是非常少，不是用現有的儀器所能量出來的。（註四）不過，利用數學就很容易計算出來。

近代科學應用著名的表示質量與能量關係的公式（註五）。這個公式中的分母是一個很大的數字 $(3 \times 10^{10})^2$ ，這就是光速的平方。這就是物體能量改變很大，而它的質量改變很小的緣故。例如將二百一十六噸水從零度加熱到一百度，水的質量才增加一毫克。

如果物體運動時，它的運動速度漸漸增大，那麼物體的質量也應該增大，因此物體質量也就增加。普通物體速度很少超過每秒一到二公里。在這樣速度下，質量的改變是感覺不到的。

我們使質量為一千克砲彈的速度達到每秒一千米時，砲彈所增加的質量也不到二億分之一克。如果砲彈速度再增加十倍，它的質量也不過增加千萬分之一。

但是，當物體速度近於光速的時候，例如電子在加速器中運動時，它的質量的增加就很明顯。

當電子速度為每秒十萬五千公里時，它的質量就比原來增加一倍半，當速度為每秒二十九萬七千公里時，它的質量就比原來增加六倍。宇宙中最快的正電子的質量——它的速度每秒僅小於光速四十公里——大約是靜止的正電子質量的二千倍，這個質量就接近於靜止的或運動很慢的質子的質量。總之，運動時的質量是可變的數量（變數）。它是根據運動速度而定的。

表示能量與質量關係的公式，還可以解決另一個極有興趣的問題：能量與質量的等價量是多少？在一克的任何物質中都含有大量的原子能。

如果我們能夠利用僅僅一克物質——煤、水、鈾、鐳——中所含的全部能量，也就足夠使二百匹馬力的發動機工作約一年那麼久。

要得到與一克物質所含的相等的能量，就需要燃燒三千噸煤。燃燒方法遠不是使用物質能量最徹底的方法。

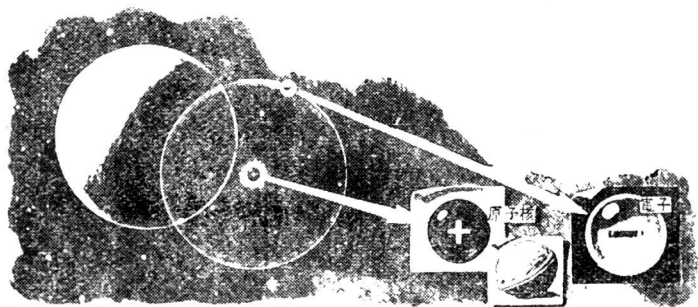
從等量的物質中，所得到的原子能比燃燒時所得到的能量要大無數倍。

在一克的任何物質中所含的能量就等於二千五百萬一千瓦小時，或是等於二百億千卡。這麼多的熱量可以將體積為二十萬立方米的湖水燒開。這個能量却隱藏在什麼地方呢？

原子的電子能

在原子中——運動的和相互作用的物質微粒的極微小的系統——有二個完全不同的世界：原子核和電子殼層。

原子核是原子的「太陽」，而電子是「行星」。電子以巨大的速度圍繞着原子核轉動，並在原子核周圍好像形成一層電子雲。



圖六 假如氫原子放大到好像地球那麼大，原子核就好像是這個地球的中心，電子就將沿着地球的表面運動。

電子的質量是 9.1×10^{-28} 克，它是自然界中帶着最小負電荷的微粒，這個負電荷等於 1.6×10^{-19} 庫侖。

原子核具有複雜的結構，它是由質子和中子構成的。質子是原子核中帶正電荷的微粒，它的質量為 1.67×10^{-24} 克。

質子質量是電子質量的一千八百四十倍。中子是原子核中不帶電荷（中性）的微粒。中子質量比質子質量稍為大一些。但是質子和中子的大小却是相同的。這就是大家所公認的蘇聯科學家 A. A. 伊凡寧科所創立的原子結構學說。

在簡單的氫—— H ——的原子核中有一個質子，在電子殼層中有一個電子。

在重氫—— D ——的原子核中有一個質子和一個中子，在電子殼層中有一個電子。

在超重氫—— T ——的原子核中有一個質子和二個中子，在電子殼層中有一個電子。

在氦原子的原子核中有二個質子和二個中子，而在電子殼層中有二個電子餘類推。

電子所帶有的能量，僅僅是原子中所含有能量的一小部分。

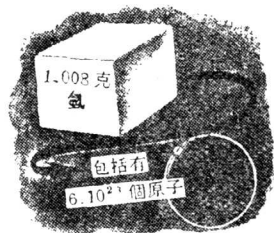
人類已掌握了電子能。

一切由原子化合成爲分子或新物質的化學反應，都是由電子能的作用而產生的。因此，這些在行星上發生的物質變化過程，基本上都與電子能有關。

這個能有多大呢？這祇要比較一下原子中電子的質量和原子核的質量就可以看出來。

原子核比原子小幾萬億倍，但是原子核所佔的質量是原子質量的百分之九十九·九五。因此原子核也就佔有百分之九九·九五的能量。電子質量不過是原子質量的百分之〇·五。

計算各種原子的原子核能量比電子能量超過多少倍時，



圖七 在 1.008 克氫內含有 6×10^{23} 個氫原子。