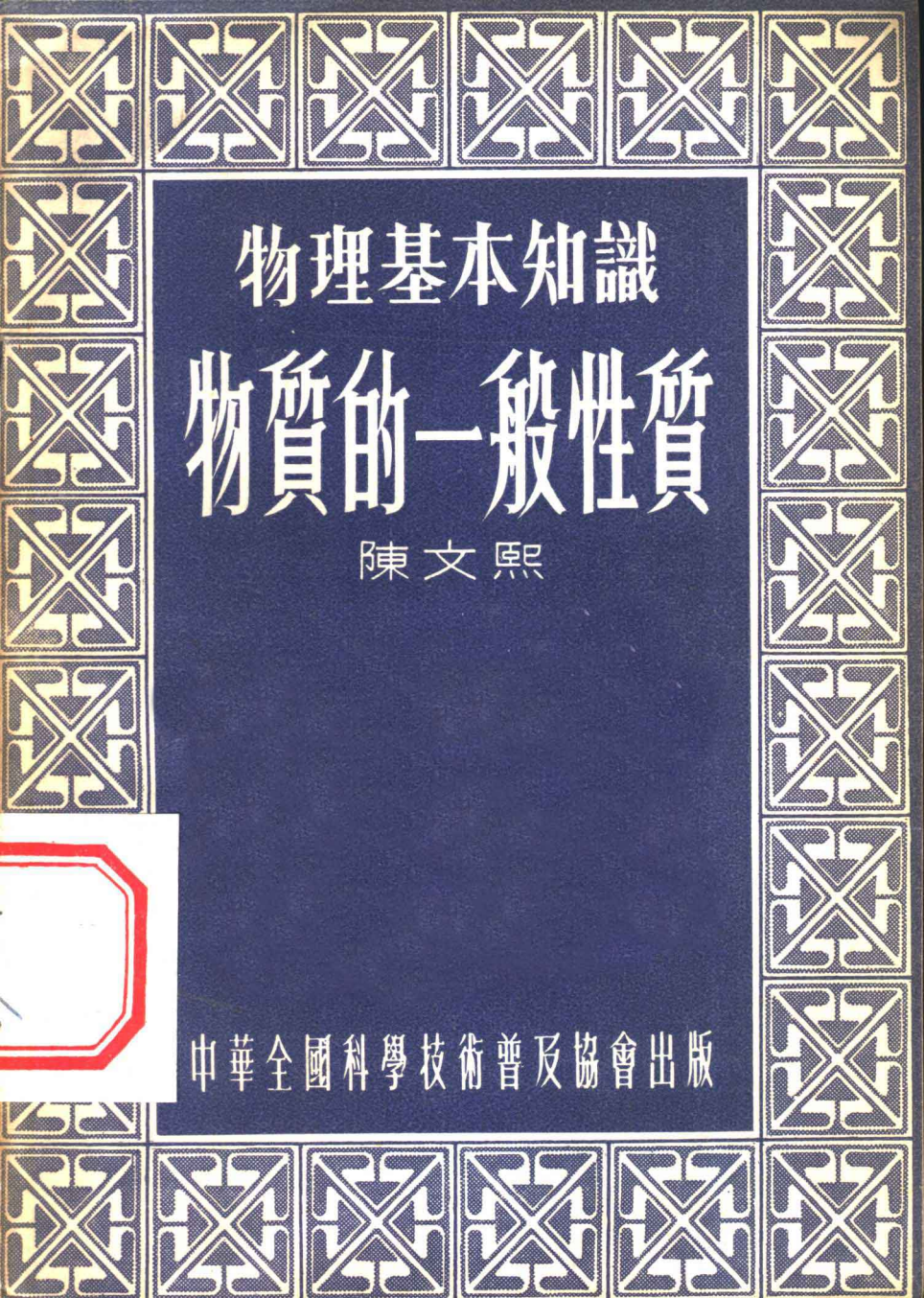


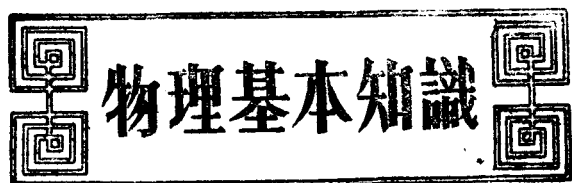


物理基本知識 物質的一般性質

陳文熙



中華全國科學技術普及協會出版



物質的一般性質

陳文熙

中華全國科學技術普及協會出版
一九五四年·北京

科 普 小 冊 子

太陽能的利用	B.B. 別圖霍夫著	符其珣譯	1,500元
先進的蘇聯科學		錢三強著	1,000元
人和自然的鬥爭		溫濟澤著	1,600元
物質的放射性	K.B. 扎波連科著	張大場譯	2,300元
原子能		趙忠堯著	1,400元
原子能和它的應用		錢三強著	即 出

出版編號: 121

物質的一般性質

著 者: 陳 文

責任編輯: 莫

出 版 者: 中華全國科學技術普及協
(北京市文津街三號)

北京市書刊出版營業許可證出字第053

發 行 者: 新 華 書

印 刷 者: 北 京 市 印 刷 一

(北京市西便門大街乙一號)

開本: 31×43 1/4 印張: 1 字數: 17,000
一九五四年十二月第一版 印數: 15,500
一九五四年十二月第一次印刷 定價: 1,200元

本書提要

整個物質世界是在不斷地運動着的。而且，所有這些物質都不是孤立地存在着的，它們中間有着相互的聯系和作用。研究物質運動的最普遍的形態以及物質之間的最一般的聯系，是物理學的重要任務。

這本書裏介紹了物質的一般性質，說明了物質所表現的狀態、物質的構造、物質的運動、以及物質之間的互相作用等。

物質的一般性質這本小冊子，是物理基礎知識小冊子中的第一本，所以，也可以把它當作物理學的「緒言」來讀。

目次

前 言	1
自然界萬物是什麼東西構成的	2
物質的三態	2
元素	5
物質的內部不是連綿不斷的	9
原子的構造	13
自然界沒有靜止不動的東西	16
從大處看日月星辰	16
從小處看分子和原子	18
物質相互間的作用	22
萬有引力	23
物體的彈性力	24
固體間的摩擦力	25
氣體的壓力	28
結束語	30

前 言

我們周圍的自然界，以及我們人類本身，都是客觀地存在着的物質。由物質所組成的、而且佔有一定的空間的一切東西，不論是天然存在的，還是人工製造的，在科學上都叫作物體：太陽、地球、月亮、一顆樹木、一滴雨滴、一團泥等等都是物體；一架車床、一個釘子、一個燈泡等也是物體；甚至於一部份空氣、飄浮在空中的灰塵、由顯微鏡才能看得見的細菌等也都是物體。

反過來說，物體是由具有一定性質的、比較單純的物質所構成的。如車床是由鑄鐵、鋼、銅等物質構成的，雨滴是由水、塵土等物質構成的，燈泡是由玻璃、銅、鎢等物質構成的，釘子是由鐵構成的等等。儘管這個釘子和那個釘子是不同的物體，但是構成它們的物質都是鐵。一團水蒸汽、一杯水和一塊冰是外表和性質全不一樣的物體，但是構成它們

的物質都是水。從這些例子我們就可以區別物體和物質二種不同的概念了。

研究各種物質以及由它們構成的各個物體的各種不同的性質和它們之間相互的關係，是各門自然科學的任務。人類在掌握了各種物質的性質及其發展的規律以及它們之間相互作用的規律以後，人類就有可能控制或利用這些物質，使它們能為人類服務。

各種物質的性質是各不相同的。我們把沙、水、鐵放在我們面前，我們立刻就可以知道它們是完全不一樣的物質。使一種物質區別於其他種物質的，並確定它就是這一物質的一些特徵，我們就叫它作物質的性質。

每一物質的性質也是多種多樣的，譬如每一物質都有它特殊的顏色、硬度、比重、融解點、導電性等。在我們這本小冊子裏只研究物質的一般的、帶有共同性的性質，譬如物質的三態，物質的構造、物質的運動以及物質之間的相互作用等，而不研究個別物質所具有的特殊性質。

自然界萬物是什麼東西構成的

物質的三態

自然界的物體，在通常的情況下，有的以固體狀態存在着，如木頭、鐵和岩石等；有的以液體狀態存在着如水、油、水銀等；有的以氣體狀態存在着，如空氣、水蒸汽等。

固體，都比較堅硬，不容易改變形狀，而且具有一定的

體積。

液體，都具有流動性，沒有一定的形狀，但是也還有一定的體積，要是我們把一升水裝在壺裏，它就呈現壺的形狀；倒到杯裏，它就呈現杯的形狀；灌在彎曲的管子裏，它就呈現彎管的形狀。可是，不管把它在什麼形狀的容器裏面，它的體積總還是一升。

氣體，都極易流動擴散，沒有一定的形狀，也沒有一定的體積。我們把空氣壓入自行車的車胎裏，它就呈現圓環的形狀；把它壓進皮球裏，它就呈現球的形狀。一定量的空氣不論盛在大的或小的容器裏，它總要充滿容器的全部空間，而不能保持一定的體積。

物質在自然界存在的狀態（也就是物體存在的狀態），只有上述的三種，即固體狀態、液體狀態和氣體狀態，這叫作「物質的三態」。

同一種物質，在不同的情況下，是否永遠保持一種狀態呢？我們從日常生活的經驗中知道，水在通常情況下是液體，把它放在火上加熱，就化為水蒸汽，即變成了氣體；把它冷到攝氏零度以下，就凝結為冰，即變成了固體。無論水、水蒸汽或是冰，從它們本質來說，同是一種物質，但在不同的情況下，就表現為不同的狀態。

又如錫也是一樣，它在常溫下是固體，但是用很熱的烙鐵放在一塊錫上，使它熱到攝氏二百三十二度，這塊錫就熔化為液體。假如我們把錫熱到攝氏二千二百七十五度，還可

以使它化爲氣體。電燈泡裏做燈絲所用的鎢，是最能耐高熱的金屬，但是當我們把它熱到攝氏三千三百七十度的時候，它也會熔化爲液體，熱到攝氏五千九百度，這種溫度已經達到太陽表面的溫度了，它還會變成氣體。就我們所知一般固體在較高的溫度下，都可以變成液體或氣體。反過來說，任何氣體是不是也可以變成液體或再進一步變成固體呢？在這方面據我們的生活體驗，除知道水蒸氣遇冷後可以變成水滴（液體），甚至變成冰雪（固體）之外，便很難找出更多的例子來了。一般情況下把物質從固體變爲液體或氣體的主要方法是加熱，因此把它從氣體變回液體或固體的主要方法就應當是冷卻了。但是科學家發現被壓縮了的氣體，更容易變爲液體，於是在實驗室裏就用冷卻和壓縮的雙重辦法，將一切氣體變成液體甚至變成了固體。例如把空氣冷卻到攝氏零下一百九十六度的時候，它就變成液體，冷卻到攝氏零下二百一十八度的時候，它就變成固體了。有一種氦氣，最難化爲液體或固體，必須把它冷到攝氏零下二百六十九度才變成液體，降到攝氏零下二百七十二度才變成固體。它是直到約三十年前才被人類征服了的最後一種氣體。這樣低的溫度，必須用人工的方法才能達到，因爲零下六十度，已經是地面上最冷的天氣了。

因此我們可以下這樣一個結論：一般物質，只要在適當的情況下用適當的方法都可能使它們以三態中的任一狀態出現的。就是說，物質的任何一種狀態都不是永遠固定不變的，

但是，我們也應該知道，並不是一切物體的固體狀態和液體狀態都可以顯然地區別開來的。有許多物體如蠟、柏油、松香、玻璃等，當受熱時，它們就會慢慢軟起來，流動性逐漸加大，我們却不容易找到它們的固體狀態和液體狀態之間的界限。

元 素

物質的三態是自然界的萬物所表現出的較一般的外表的性質，究竟這些東西，譬如水、空氣、岩石、金屬、動植物等是由什麼東西做成的呢？

大食堂裏菜的種類可以多到幾百種，五光十色，各有各的特點和味道。然而它們却是由數目上少得多的一些基本原料——如肉類、卵類、蔬菜等——經過不同的組合方式配起來的。那麼，存在於我們周圍的千百種外形不同，性質不同的物體會不會是由少數的基本物質，經過不同的化合方式構成的呢？

遠在紀元前十二世紀，在我們的祖先的手抄稿中就提到金，木，水，火，土——「五行」——構成萬物的說法了。在我們的祖先提到「五行」以後約八百年，希臘學者亞理斯多德也提出了類似的看法，認為世界上的萬物是由地、水、風、火四種「基本元素」構成的。

到了後來科學發達了，科學證實了宇宙萬物的確是由少數的「元素」構成的。

既然宇宙萬物都是由各種元素組成的，那麼我們怎樣去

確定這些元素呢？

假如我們要確定餃子餡的基本成份，可以把餃子搗碎，把餡中各式各樣的拌合物分開，最後分成肉、白菜、蔥花等，於是我們知道，這些就是構成餃子餡的基本成份。

科學家要確定構成物質的基本元素，所用的方法比較確定餃子餡的基本成份要細緻得多了，他們把複雜的物質逐步地分解為較單純的物質，直到不能再行分解為止。被分解到最後的物質就稱為元素。因此，元素就是複雜物質的組成成份，這些成份本身不能用化學方法再行分解。

我們可以用電把水分解為兩種氣體：一種是氫，另一種是氧。氫就是灌在氣球裏面的那種氣體，氧就是我們呼吸一刻也不能少的一種氣體，這種氣體可以幫助物體的燃燒；我們也可以用加熱的方法把臭雞子氣分解為氫和硫黃。但是，我們却不能用化學方法把氫氣、氧氣或硫黃分成更單純的物質。因此像氫、氧和硫黃等類的單純物質，就被列到元素的名單裏去了。

宇宙間有多少種元素呢？

一百年前人們知道的化學元素不過六十種左右。當時好些新的元素常常是偶然發現的。科學家在研究中並不知道他們將在什麼地方，或什麼時候能碰上新元素。他們完全是在盲目地分析着，探索着。直到一八六九年，偉大的俄國科學家門捷列耶夫從當時的元素知識中掌握了元素性質的重要規律，這就是有名的週期律。這個重大的發現不但可以預言

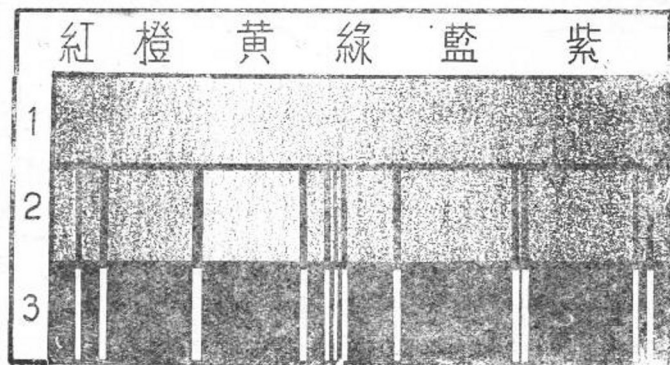
着許多未知元素的存在，而且可以預知它們所具有的物理和化學性質。

我們現在知道的化學元素中，已經有了一百種，其中的九十二種是自然界中存在着的元素，它們有的構成地殼，有的在空氣裏，有的在海洋裏，另外八種一定要通過人工的方法才能得到。所以，我們又叫這些元素爲人造元素。比如食鹽是由鈉元素和氯元素化合而成的，糖是由碳，氫，氧化合而成的，鐵銹是由鐵和氧化合而成的，石灰是由鈣和氧化合而成的……除了我們所居住的地球，我們也知道地球以外的天體，如太陽，恒星等，也都是由這些化學元素構成的，因爲到現在爲止，我們還不曾發現任何星體中有我們不認識的化學元素存在的跡象。

過去甚至於現在，總有一些所謂學者的，企圖設法證明人類的認識是有限的。例如康德就曾經說過：「我們不能把星球切下一塊，拿到實驗室來過濾，蒸發，稱稱重量。所以我們無論到什麼時候也不能知道星球的化學成分和它們的溫度與密度。」但是，在康德的錯誤論點發表以後沒有多久，人們就發明了從分析太陽或恒星發出的光去推斷它們的構成物質的物理方法——光譜分析法。這方法是怎樣的呢？現在讓我們把這方法的基本原理介紹一下：

當熾熱的固體（如電燈的燈絲，或燒紅的鐵條等）發出的光綫通過一個三稜鏡（三角柱形的透明玻璃塊）以後投到一張白色幕上的時候幕上就出現一條五顏六色的連續的光帶，

很像雨後出現在天上的虹，裏面有紅、橙、黃、綠、青、藍、紫各色的光一個挨一個地排列着（圖一）。我們管這樣的光帶叫作連續光譜。假若發光的固體和三稜鏡，中間有着一種元素所發出的蒸汽，就會在連續光譜上出現一些很細的平行黑綫。這種黑綫是由於元素的蒸汽把光譜上某些部分的光吸收掉的結果。因為不同元素的蒸汽吸收光綫的不同部分，所以不同元素的蒸汽所生的黑綫的位置和數目也就彼此不同。但是，同一種元素的蒸汽，所生黑綫的情況却不隨時間或地點而變動。因此，黑綫的數目和分佈的情況，便成了產生黑綫的那個元素在連續光譜上特有的標記，就像各個人特有的「簽名」一樣。要是我們用實驗方法測知各種元素蒸汽所生黑綫的分佈特點，我們就可以利用這光譜去判斷那蒸汽是從什麼元素發散的。



圖一 光譜的種類

1. 連續光譜 2. 吸收光譜 3. 發射光譜

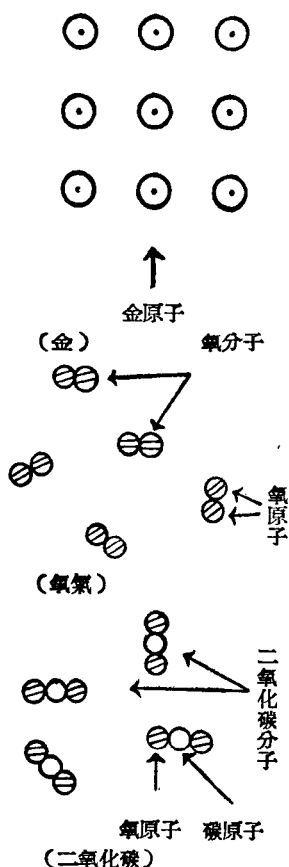
同樣太陽光經過三稜鏡，以後再射到白幕上去，光譜中也有很多黑綫。這是因為太陽被一層蒸氣所包圍的緣故，太陽發出的光必須先穿過那樣的蒸氣層才能達到我們的三稜鏡，因此連續光譜上就出現了組成蒸汽層的各種元素的特別標記，從太陽的光譜中，我們發現太陽的蒸氣層裏，竟有六十多種元素，其中大部分是氫氣。天文學家用着同樣方法，把整個天空可能看到的來自各星體的光綫，都分析過了，但是從來沒有發現過任何一種元素是地球上所沒有的。由此看來，我們這個無窮的宇宙本質上就是一個統一體。宇宙萬物都是由九十二種元素構成的。

物質的內部不是連綿不斷的

憑我們的眼睛來看，各種金屬和各種液體中間是一些空隙也沒有的。因此，假如有人問：「鋼鐵裏面有沒有空隙？水是否相連着的？我們也許認為這個提出問題的人太沒有常識了。但是，當我們對這類問題加以深入分析時，却發現並不那樣簡單。

試讓我們把一塊洋紅投到水缸裏，全缸的水都會慢慢地變為紅色。假如洋紅和水是相連不斷毫無空隙的物質，對於這現象就很難解釋了。正因為洋紅和水都是不連續的，都是由不相連的微粒構成的，所以，當洋紅入水時，洋紅的微粒，便均勻地分佈到水的微粒的空隙裏去了。

把一盆碎石子和一盆砂粒混在一起，結果所得的體積並不是兩盆。這是因為一部分沙粒跑到石子間的空隙裏去，因



圖二 原子和雙原子

此就節省了這部分的空間。實驗指出，把水同酒精摻在一起，結果混合液的體積甚至小於水和酒精個別體積之總和。所以，水和酒精也都是由不相連的微粒構成的。

物理學家——布列查門把油盛到鋼製的厚壁氣缸裏，然後把很大的力量加在活塞上使油壓縮。當所加的壓力達到每平方厘米二十噸力的時候，油就從氣缸的四壁滲出來。這個實驗證實了鋼也是由不相連的微粒構成的。

物質是由微粒構成，但是每種構成物質的微粒，都是不相連續的。我們知道各種元素都是由相同的微粒所構成的（如金元素是由金的微粒構成的，水銀的元素是由水銀的微粒構成的）。所有這些構成元素的微粒，我們管它

叫作原子。不同元素的原子具有不同的物理和化學性質。幾個同種元素或不同元素的原子時常結合成堅固的集團，我們管它叫作分子。（圖二）表示金是由單原子構成的，氧是由

包括兩個氧原子的分子構成的，二氧化碳是由包括一個碳原子和兩個氧原子的分子構成的，水是由包括一個氧原子和兩個氫原子的分子構成的。

兩千五百年前希臘學者們就開始在那裏揣測微粒構成物質的情況了。他們說：「世界上所有的物體完全由最小而不能再分的物質微粒構成，這些微粒叫作原子。原子小到用肉眼看不見，所以我們看來物體是很緊密的；但實際上，任何一種物體，在構成它的原子之間，都有空隙存在。」

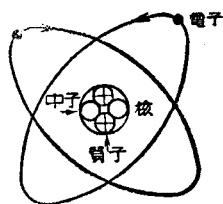
在中世紀的黑暗時代，原子學說在歐洲是被禁止的，這個學說的信仰者遭受到教會殘酷的迫害。教堂裏的神父們認為微粒構成一切物體的學說，會破壞人們對神的信仰，對宗教具有莫大威脅，因此，他們反對人們研究自然，否認科學的用處。但是從十五世紀到十六世紀，手工業生產力進入飛躍發展的時代，迫切地要求着科學和技術的改進，人們意識到宗教信徒們對於科學的無知胡扯。如是到了十七世紀原子學說有機會重新出現，可是那時的學說還是和以前一樣，停留在一種推測的階段。直到十八世紀偉大的羅蒙諾索夫才第一個給原子和元素以正確的觀念，重新發展了原子學說。他不但用原子和分子的理論解釋物質構造的一些簡單問題，而且還把這理論當作科學研究的有力武器，成功地預言了許多物體原有的特性。但是即使是在羅蒙諾索夫的時代，原子理論還不是普遍地為人所承認，因為在那時候直接指出原子和分子存在的事實還沒有找到。

間隔是怎樣決定的呢？氣體分子之間的間隔很大，而液體或固體的分子則近乎互相靠攏着。近地面的大氣層中，空氣分子的距離約為分子直徑的數倍，而高空氣層中的空氣分子的距離還要大得多。氣體容易壓縮的道理，就在於分子間有着很大的間隔。如果把蜂比作物質的分子，則在空中飛舞着的蜂羣就可以比作氣體狀態，而在蜂房裏面蠕動着的密集蜂羣便可以比作液體狀態和固體狀態。

原子的構造

在上節的討論中，我們把原子看成球形的微粒，說它們就是構成宇宙萬物的單位。在這裏也許大家要問：原子又是由什麼東西構成的？原子本身是堅固的球狀整體呢，還是由更小的微粒集合而成的呢？

在原子的中心有一個堅固的原子核，它是由兩種不同的微粒組成的。其中有一種帶正電的微粒名叫質子，另一種不帶電的微粒名叫中子。原子核外面遠處有許多更小的微粒繞着原子核旋轉。這些更小的微粒帶負電，名叫電子（圖三）。太陽系的模型大家是看過的，原子模型就像一個小小的太陽系，原子核相當於太陽，電子相當於行星。



圖三 氫的原子

在任何一個原子裏面，電子的數目和質子的數目是相等的，它們所帶的電量恰好相互抵消，因此完整的原子對外界來說是不具電的性質的。