

蘇聯大眾科學叢書

宇宙是什麼構成的

A. Л. 柯列斯尼可夫著

龐 川 譯

商 務 印 書 館 出 版

蘇聯大眾科學叢書

宇宙是什麼構成的

A. И. 柯列斯尼可夫著

龐 川 譯

商務印書館出版

目 次

引 言	1
(一) 單體和複體	3
(二) 原子和分子	9
(三) 地球上有多少種化學元素？	17
(四) 著名的元素週期律是怎樣發現的？	19
(五) 門德雷業夫的預見	28
(六) 怎樣證實了門德雷業夫元素週期律？	30
(七) 星是怎樣構成的？	36
(八) 現代元素週期表	41
尾 語	49

引 言

請你回想一下，你是否向自己提出過這樣的問題：宇宙是什麼構成的呢？比如麵包、桌子、衣服和在路面上的石頭等，是什麼構成的呢？在各種各樣的物質之中，有沒有什麼構成一切的原質呢？

肯定的講，你一定向自己提出過這樣的問題。關於圍繞在我們週圍各種物體的本性問題，不可避免的要發生在每個人的腦子裏。

人類會花了好多世紀的時間，來尋找這些問題的答案。在兩千多年以前，古希臘的哲學家認為：在世界上存在的一切東西，全是由幾種基本的原質——元素組成的。這些基本的原質就是“火”、“水”、“空氣”和“土”。這些元素是宇宙萬物中不變的，最基本的原質，就由它們構成了圍繞在我們四週的各種物體。

後來，在中世紀，鍊金術——研究金屬互相變換的學問有了廣泛的發展。這些鍊金術士認為：自然界各種物體，是由三種“哲學上的元素”構成的。這三種“哲學上的元素”就是“硫黃”“水銀”和“鹽”。鍊金術士們認為“水銀”是一切物質的金屬特性的代表者；“硫黃”是物質有燃燒特性的代表者；而“鹽”則給物質一種能溶解於水的特性，並使物體有堅硬性和味覺。

近代的科學證實了圍繞在我們四週的一切物體，的確是由一些基本的原質——宇宙間最基本的物質，即現在所說的化學元素所構成的。但這些化學元素和前幾世紀學者們所說的“哲學上的元素”却毫無相同之點。並不像他們所想的那樣：元素是非物質的，它們僅僅象徵一些物質的特性，僅僅是人們各種感覺的組合。例如，古希臘哲學家的元素之

——“火”，就被認為是兩種特性的組合，也就是兩種感覺——乾燥和溫暖的組合。



圖 1 在鍊金術士的實驗室裏。在若干世紀內，他們毫無成就的，想用化學的方法，從黃銅和其他低價的金屬提鍊黃金。

先進的唯物主義的科學，否定了那些非科學的觀點。斯大林同志教導我們說：“馬克思的哲學唯物主義認為：世界按其本質來說是物質的”。“唯心主義硬說，只有我們的意識才是真實存在着的，物質世界，存在或自然界只是在我們的意識中，只是在我們的感覺、觀念或概念中存在着，而馬克思主義的哲學唯物主義却與此相反，認為物質、自然界或存在，是在意識以外，不依賴於意識而存在着的客觀現實；物質是第一性的現象，因為它是感覺、觀念或意識的來源；而意識是第二性的現象，從生的現象，因為它是物質的反映，存在的反映；思維是發展到高度完善的物質的產物，即人腦的產物，而人腦是思維的器官；因此，如果不願大錯特錯，便不可把思維和物質隔開。”（斯大林）

一切宇宙間客觀存在的物質，全是物質的。宇宙萬物的最基本的原質——化學元素，也是物質的。

研究宇宙萬物最基本的原質的科學的發展，是和俄國的偉大化學家、化學元素週期律的發現者德米特里·伊萬諾維奇·門德雷業夫的名字分不開的。這本書就是要討論這個定律的。

一 單體和複體

假如在水裏通過電流的話，水就會被分解成兩種新的物質——氫氣和氧氣。

將石灰石在火上加熱，它就可能分解成二氧化碳氣和生石灰。這些分解而得到的產物，還可以繼續分解：如二氧化碳氣又可分解為碳和氧氣，而生石灰又可分解成為氣體的氧和金屬的鈣。用電解、加熱、物質之化學變化等各種方法，可以將世界上大部分的物質分解；由一種物質可以得到幾種不同的、比較簡單的物質；因此能分解成其他簡單物質的物質，我們叫它“複體”；但並非每種物質都可以分解成更簡單的物質；有些物質是不能再分解的，如碳、氫、氧和鈣等，無論你用什麼方法，它們都不能再分解，我們也不能把金屬的鐵、銅、鉛，和氣體的氮、氧等再分解成其他簡單的物質。所有這些不能再分解的物質都叫作“單體”。

在研究自然界中物質的組成時，學者們逐漸證實了宇宙間那種不變的、不可分解的物質，要比古代和中世紀的學者們所想像的多得多。在十八世紀末葉，化學家所發現的自然界中的單體已經二十多種了。

在十七世紀，化學家們給“元素”這個概念下了完全新的定義。現在我們把化學家們用一般的方法不能再分解的簡單的物質，叫作“化學元素”，元素在這種意義上來講，完全是實際存在的，可感覺到的物質。

這種化學元素的定義，很快的得到普遍的承認。但過去的舊觀點仍有一些殘餘，差不多到了十九世紀，學者們還不能完全脫離過去不可捉摸的、非物質的元素的圈子。例如，十八世紀的化學家們還認為：任何一種金屬，都是複雜的物質。這種複雜的物質，是“土”和一種特別的、非物質的原質——燃素所構成的（“燃素”，是指一種可以燃燒的東西）。

當時的學者們，沒有一個人看見過，其實是根本不可能看見這個不可捉摸的原質。但還都相信這個原質是存在的，並認為這種燃素是存在於物體之中，它給物體可以燃燒的特性，這就是說，物體在灼熱之後，得以燃燒。

爲了解釋自然界各色各樣的現象，學者們舉出一系列非物質的、不存在的元素，並把這些元素叫作“微小的物質”。

第一個否定那些不可捉摸的、沒有重量的、不能得到的元素存在的人，是偉大的俄國學者羅蒙諾索夫。羅蒙諾索夫，他那無畏的、前進的見解，常不能爲當時的人所理解。他那光輝而全面的天才，一直到我們今天，仍能引起人們的驚奇。在他自己所有的著作中，和那些不正確的、遠離真理的，關於自然界的概念，作了不調和的鬥



偉大的俄國學者米海爾·華西里維奇·羅蒙諾索夫。

爭。羅蒙諾索夫在科學上的偉大貢獻，就是他發現了物質不滅和運動不滅的定律。

一七四八年，羅蒙諾索夫在給彼得堡科學院院士樂·愛依列爾的信中，他曾寫過下面一段話：“在自然界中，我們所接觸的一切，都是變化着的。某一物體減少多少，那麼另外的物體就會增加多少；因之在某一地方減少多少物質，那麼在另外的地方就會增加多少物質……。這就被擴展為自然界普遍的定律，關於運動的法則：因為一個物體用其本身力量推動另外一個物體，它本身失掉了多少力量，那麼被推動的另一個物體就會得到多少力量。”

在上面所舉出的一段話裏，羅蒙諾索夫很正確的指出了物質的不可滅性和其運動的法則。偉大的俄國學者天才論證的價值，就在這個地方。

經過八年之後，在一七五六年，偉大的學者在自己的實驗室中，作了一系列的實驗。這些實驗證明在化學變化過程中，物質是不會被毀滅成無有的。物質既不可能從無中生有，同時也永遠不會無影無蹤的根本消滅掉。

英國的學者波義耳認為：若將金屬置於密閉的玻璃器內加熱，則金屬之重量增加。他就說好像是“火的物質”透過了玻璃器，而和器內的金屬結合在一起。羅蒙諾索夫，像我們在上面講過的那樣，他不承認有什麼“微小的物質”，其中自然也包含着所謂“火的物質”，所以他就用實驗來證明波義耳的說法是錯誤的。

首先羅蒙諾索夫很精確的作了一次實驗，他把一小塊金屬，放在玻璃的蒸餾器內（一種特殊形狀的化學儀器），密封了蒸餾器的口，稱量金屬和蒸餾器的總重量；然後在火上加熱兩小時。加熱以後，把這個密封

的蒸餾器的尖端打開，等蒸餾器冷卻後，再重新稱量它的重量。

羅蒙諾索夫證實了，當這個蒸餾器被加熱以後，的確它的重量增加了。但是，拿什麼來解釋這個現象呢？

羅蒙諾索夫認為，這種現象並不由於什麼“火的物質”，而是有另外的原因。那麼這是什麼原因呢？學者首先注意到這樣一種情況：就是當這個被密封的蒸餾器尖端打開的時候，外面的空氣，擠進了蒸餾器，並且發出聲音。這說明什麼呢？結論是這樣，就是當蒸餾器在火上加熱之後，裏面的空氣減少了一部分。

那麼，一部分空氣跑到那兒去了呢？難道這個蒸餾器不是密封的嗎？很明白的，羅蒙諾索夫已經推測到了，一部分空氣被灼熱的金屬所吸收了。為了解釋這個推測，羅蒙諾索夫又一再的作了這個實驗，這次他沒有把蒸餾器的尖端打開，等把蒸餾器加熱完了之後，重新稱一次它的重量。蒸餾器的重量沒有改變！羅蒙諾索夫寫道：



“這證實了波義耳先生的意見是錯誤了，因為當外面的空氣不被放進蒸餾器去的時候，被灼燒的金屬，仍保持原來的重量。”

圖 2 羅蒙諾索夫證實了，物質的重量在密閉器中作用之前或作用之後，是不起變化的。

偉大的俄國學者，第一個根據實驗的結果，證明在化學變化過程

中，質量不變的法則；這個法則是化學的基本法則之一，是一七四八年羅蒙諾索夫所確定的物質不滅定律的一部分。的確如此，今天我們已經知道，當金屬被加熱，例如拿鐵來說吧，那麼這塊鐵就會被氧化，也就是說，和空氣中的“氧”化合起來。在羅蒙諾索夫的實驗中，金屬是靠密封的蒸餾器裏的空氣進行氧化的。在這種情況之下，鐵所增加的重量，正等於蒸餾器內空氣所失去的重量，這不正是因為空氣中一部分的氧氣，和鐵化合了嗎？因而氧化作用之後，物質的總質量沒有變化；既沒有增加，也沒有減少。但只有當蒸餾器沒有被打開的時候，其總的重量，是和原來一樣的，當我們把蒸餾器的口打開之後，外部空氣馬上就跑到蒸餾器裏邊去，這一部分空氣的重量，正等於蒸餾器裏和金屬起作用的氧的重量。因此，這個蒸餾器在打開瓶口之後，它的總重量是較作用前增加了。

後來，經過了十八年，在羅蒙諾索夫之後，物質不滅定律的正確性，為法國的化學家拉瓦西進一步的證實了。

在羅蒙諾索夫活着的時候，時常有人談論“沒有重量的熱的物質”和“微小的彈性物質”等。並且以這種誰也捉摸不到的物質，毫不費事的來說明自然界的現象。我們問為什麼在氣體加壓力之後，它的體積就會縮小呢？他們就這樣回答說：因為在任何一種氣體之中，都有一種“有彈性而沒有重量的微小物質”。又問為什麼水會被火燒熱呢？他們這樣說：因為火內分出一種“微小的熱的物質”，這個物質跑到水裏去，就會使水熱起來。大概不需要證明，這一系列關於自然現象的“解釋”，對自然界的真正的科學的認識是一點幫助也沒有的。

羅蒙諾索夫，他不承認有什麼不可捉摸的“微小的物質”，他說：物體的任何一種特性，都不要用這種沒有重量的物質來解釋。

很多的學者——和羅蒙諾索夫同一時代的人們，他們都認為有這

種“沒有重量的熱的物質”存在着。不管這種風行一時的說法，羅蒙諾索夫仍是發揮着他的科學的“熱”的理論。在1745年，在彼得堡科學院的會議上，羅蒙諾索夫宣讀了自己的著作“論冷和熱的原因”。在著作中肯定的證明了，物體有熱的原因，但不是由於“微小的熱的物質”，而完全是另外一種原因。這種“微小的熱的物質”，根本不能解釋這種現象，因為它根本不存在。

羅蒙諾索夫在著作中寫道：“在我們的時代裏，對冷熱的原因，認為是由於一種特殊的物質，即大家所謂的發熱體……，這種物質存在於每個物體之中愈多，則這個物體就有愈多的熱量，這種說法，在許多人腦子中是根深蒂固的；在許多物理學的著作中，我們總可以讀到如上所述的物質；它跑到另外物體的空隙中去，或者相反，又由物體空隙之中逃脫出來……。”

這個“物質”是哪兒來的呢？羅蒙諾索夫譏諷的問道。例如，在冬天，當火藥由剛剛發生的小火花燃着而立刻擴展成巨大的火焰的時候，這種火的物質是從哪兒來的呢？是由什麼奇怪的特性而發生的呢？是從很遠的地方，飛奔着來燃燒火藥嗎？……

照羅蒙諾索夫的意見，熱是由什麼地方來的呢？他說：“非常明顯，熱起因於運動：手由於互相摩擦而發熱，樹木由於互相摩擦而燃燒，把鐵塊和火石互相打擊，則發出火星，假如運動停止，則熱減少，而發出來的火星也就熄滅了。”

羅蒙諾索夫繼續解釋，什麼樣運動是發熱的原因。他寫道：“物體能夠運動，一般的說來有兩種運動，當着整個物體不停的移動着自己的位置時……，在物體內部，物質微粒的位置變化是覺察不到的（即是很微小的，不可見的）；又由於一般運動在最激烈的情況下，常常不會發生

熱，所以，熱是由於物質內部的運動而發生的。”否定了用實際上沒有的“微小的物質”解釋熱的非科學的說法之後，俄國偉大的學者，在世界上第一個完成了對於熱的正確的解釋和科學的理論。

“熱就是分子運動，這是科學上劃時代的發現。”這是恩格斯對羅蒙諾索夫關於熱的學說的評價。

後來，羅蒙諾索夫又成功的解釋了氣體有彈性的原因，他並沒有求助於所謂“微小的彈性物質”；他用自己的許多著作，證明了各式各樣的所謂“微小的物質”不可捉摸的、沒有重量的原質的存在，僅僅是人類的一種想像，因為在宇宙中並不存在非物質的東西。

任何一種化學元素，決不是物質某種屬性的表現，更不是那種不可思議的、不可捉摸的所謂“微小的物質”，而是一種有特性的、實實在在存在着的物質。對於這種物質，可以稱其重量，也可以量它的體積，同時它的特性也可以爲人所研究……。元素的特點僅僅在於化學家不能用很簡單的一般化學方法把它再分解成爲更簡單的物質。我們的宇宙正是由這些簡單的、不可再分解的物質構成的。羅蒙諾索夫在解釋“熱”的時候談到了哪些平常感覺不到，看不見，也就是非常微小的物質微粒呢？爲了瞭解這個問題我們那怕很簡短的，也要重新思憶一下：所有宇宙間一切物體——不管是複雜的或是簡單的，完全是由物質的微粒構成的。這將幫助我們瞭解：宇宙萬物最基本物質的內部性質和內部構造。

二 原子和分子

開始對構成自然界一切物體的原子——最小的質點存在的揣測，還是兩千五百年以前的事情。爲了解釋一切自然界的現象，古希臘的

學者們——唯物主義者作了一些假說和推測；他們說：世界上所有的物體，完全是由最小的不能再分的物質質點構成的，這些質點叫作“原子”。原子小到用肉眼看不見，所以在我們看來物體是很緊密的；但實際上，任何一種物體，在所有組成它的原子之間，都是有空隙存在的。

關於物質構造的這種假說，使我們能夠很好的去解釋許多自然現象。比如，為什麼我們在一定的距離就可以嗅到花的香味，和一些其他有氣味的東西的氣味呢？假如這樣來推測：這些東西是不連續的、不緊密的；是由一些最小的微粒構成的；就毫不困難的回答了這個問題。從有氣味的東西，分散出一些單個的微粒，這些微粒跑到我們的鼻子裏來，我們就會聞到它們的氣味了。

如大家都知道的一些現象：水加熱之後蒸發，砂糖在水裏溶解，溫度變化時物體的膨脹和收縮，用原子都能很容易的解釋。我們若把砂糖和水認為是非常緊密的物質的話，那就很難瞭解砂糖怎麼能在水中溶解，為什麼水能夠蒸發的問題了。假如我們認為這些物質是由一些單個的微小的微粒所構成的話，則砂糖溶解於水和水的蒸發等事實，就會是很容易理解的了。

把一小塊砂糖，放在水中，它就會在水中分解成非常小的、肉眼所不能見的微粒，這些微粒在液體中擴散。水加熱之後，它的微粒就會由液體的表面掙脫出去，而擴散到空氣中去。承認物體是由最小的質點構成的話，那就很容易解釋它那由於溫度的變化而改變體積的特性：當物體膨脹的時候，就是微粒互相分散移動；當物體收縮的時候，就是微粒互相聚集。構成物體最小質點的唯物學說，能很好的解釋各式各樣的自然現象。

經過了幾世紀，古代唯物主義學者的學說，長期的被遺忘了，這完

全是一些教堂的走狗們的錯誤和罪惡。在中世紀，教堂是一片黑暗和愚昧，原子的學說是被禁止的，這個學說的信仰者會遭到殘酷的迫害。教堂裏的神父們，認為由最小的質點構成一切物體的學說，是對宗教的莫大威脅。神父們用上帝的力量來解釋着一些好似神秘不可思議的自然現象。而唯物主義的學說，却用自然的原因來解釋，所以神父們認為這種學說是反對宗教的，是有罪的。

教堂完全禁止了對自然界的科學研究，因為他們認為這種研究會破壞人們對神的意旨的信仰，並認為研究自然和宇宙沒有用處。神父和僧侶們經常以這種觀點來麻醉人們說：這對上帝是有罪的，是反抗上帝的。中世紀有名的英國學者羅·培根在獄中坐了十四年，就因為他以自己的實驗駁倒了神父們反科學的觀點，神父們控告他是魔法師，是邪教徒。教堂的法庭也曾以死來威脅著名的意大利學者伽里略，只因爲他的信仰是和宗教相抵觸的。

中世紀後，從十五世紀到十六世紀，進入生產力飛速發展的時代，科學又開始反對宗教。在十七世紀時，又出現了原子學說。在十七世紀前半段出版的書中，法國的學者伽琛弟證明說：古希臘的唯物論者，關於原子的學說，是正確的。原子是有不同的形狀、大小、和重量的，但原子的種類並不多。那麼，宇宙萬物是怎麼樣由這些原子構成的呢？這好像由二三十個字母，組成好幾萬個不同的單字一樣。宇宙萬物就是這樣由原子構成的。由於原子間的結合不同，形成不同的小集團；這些堅固的小團體，我們叫作“分子”。在不同的物質中，分子也是不同的；它們之間的區別在於構成它們的原子的數量和形狀不同。但是伽琛弟的見解還是很原始的，在很多方面還不够正確；原子學說還和以前一樣，停留在一種推測的上面。實際上，關於不可見的物質微粒的科學理論，還是

羅蒙諾索夫首先創立的。羅蒙諾索夫認為構成各種物質的微粒是物質的；物質的屬性是由構成這個物質的物質微粒的性質來決定的。

我們在上面已經講過：羅蒙諾索夫怎樣利用原子的理論，正確的解釋了“熱”，應用物質的原子構造理論，又成功的解釋了“空氣的彈性”。在解釋這個問題的專門著作中，他寫道“我們不需要古時許多人用想像的、但實際上不存在的質點解釋自然現象的觀點，來幫助我們探求空氣之所以有彈性的原因。我們探求空氣有彈性的原因，是在它本身的物質之中。”羅蒙諾索夫認為空氣的“彈性”是由於空氣中分子相互作用而發生的。“非常明顯地，單個的空氣分子，在一瞬間，和其他分子互相接近之後，就馬上和附近的分子撞擊一下，然後很快的又分開；又去重新衝擊別的和它相近的分子，而後再分開；所以分子是用自己互相衝擊的力量，不斷的運動着。他們互相聚集，同時互相分散。”空氣中微粒的互相衝擊，就造成了空氣在密閉器中的壓力。羅蒙諾索夫的關於微粒相互作用的判斷，奠定了現代氣體力學的理论基礎。在他的許多著作中，羅蒙諾索夫很詳盡的解釋了宇宙萬物是怎樣由一些不可見的微粒構成的。

每一物體都是由微粒——微分子，也就是分子組成的。微分子有“同質”和“異質”之分，同質分子是同一種的原子構成的，異質分子是由不同種的原子構成的。由同質分子構成單體，而複體是由異質分子構成的。羅蒙諾索夫認為在複體分子中之原子是可以分解開的，複體的特性也因不同。

偉大的學者並沒有滿足於只能解釋物質構造的簡單問題上，他把原子理論當作科學研究的得力工具，作為解釋萬物固有特性的方法。人們認為他是原子-分子理論的創始人。羅蒙諾索夫是第一個給化學元

素以原子觀念的人。

複雜的物質是怎樣由簡單的物質構成的呢？水是由氫和氧構成的嗎？在這個化學變化中，氣體狀態的氫、氧怎樣變成了液體的水，變成了有新的特性的化合物。這個問題的答案是這樣，因為在水中沒有氣體狀態存在的氫和氧。在這個化合物中，所包括的並不是氫、氧的氣體，而是氫、氧等元素的原子，水分解的時候，我們可以得到氧和氫，它們的單體狀態是氣體。

我們把在自然界所能碰見的，各式各樣的原子，統統叫作“化學元素”。一種原子，它能構成單體，也可以和其它原子在一起而構成複體。每一種元素都符合於構成它的原子的特殊形式。我們還要瞭解到元素和單體的區別，這個區別是羅蒙諾索夫第一個指出的。他說：“……在辰砂（又名硃砂，水銀和硫黃的化合物）裏含有水銀，當然不用最好的顯微鏡是看不見辰砂裏的水銀的”。換句話說，羅蒙諾索夫說的是，在辰砂裏包含的是水銀的原子，而不是金屬狀態的那種水銀的單體。

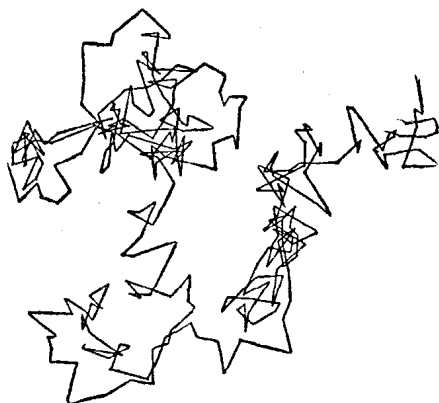
後來在 19 世紀，偉大的俄國化學家門德雷葉夫寫道：“按照元素字面來講，應當意味着它是構成單體、複體物質的成分；它給予物質以一定的物理的、化學的綜合特性。假如我們關於微小質點的理解和對單體的理解是一樣的話，那麼對原子和元素的理解也應該是一樣的。碳是元素，煤、石墨、金鋼石就是它的單體。”羅蒙諾索夫毫不懷疑物質構造的原子理論；是反映了真正的事實，他的著作都說明了關於原子的學說，這個學說是科學研究上的有力武器。但是在羅蒙諾索夫的時代，關於構成物質的微粒的存在的事實，尚需證明。原子理論並不普遍為人所承認，認為其正確性僅僅是在於某種程度上能幫助解釋我們週圍的自然現象；至於直接指出原子和分子實在存在的事實證明，羅蒙諾索夫並沒

有作到。

這種事實在羅蒙諾索夫死後很長的時期，仍未被證實。甚至到羅蒙諾索夫死後一個半世紀，有一些學者們還認為原子是唯物主義者的臆想。例如德國化學家奧斯特瓦爾德，就認為原子和分子是不可知曉的；他寫道：“原子理論是一種多餘的假說，因為它不可能用實驗來證明”。

真正的科學駁倒了這些反動的思想。現在我們有一系列的事實，甚至可以直接看見原子。這些事實是什麼？現在我們關於物質微粒，又知道一些什麼呢？

在水中放一點植物的灰燼，攪拌一下，然後取出一滴混濁的液體，放在顯



微鏡下觀察，你就會看見運動，這就說明灰塵的微粒，每瞬間都被水的分子撞擊着。

粒，在連續不斷地、漫無規則地運動着。這個運動像我們所想像的液體或氣體的運動一樣。不管你觀察多久，這個微粒的運動始終是不停止的。微粒的運動是怎樣產生的呢？這是灰燼微粒受水分子不斷衝擊的結果。在每一瞬間，有千萬個水的分子和灰燼微粒相衝擊（比較起來，這個微粒要比水的分子大得多）；自然在這種情況之下，水分子從各方面向微粒衝擊的力量是不同的，同時在一瞬間水分子向微粒衝擊的次數，也是不一樣的。正因為如此，所以每個微粒在液體中運動的方向也不一樣。