

蘇聯青年科學叢書

水

蘇絲羅夫著
滕砥平譯



· 開 明 書 店

蘇聯青年科學叢書

水

蘇斯洛夫著

滕砥平譯

開明書店

水

В О Д А)

每册售價人民幣 3,500 元

五(汜 3058)

著 者	蘇聯 蘇 斯 洛 夫 (В. Н. СУСЛОВ)
譯 者	滕 砥 平
原著版本	ГИЗТЕХН, 1 9 5 0
出 版 者	開 明 書 店 (北京西總布胡同甲 50 號)
印 刷 者	華 義 印 刷 廠 (北京東單鬧市口 23 號)
發 行 者	三聯·中華·商務·開明·聯營 聯合組織 中 國 圖 書 發 行 公 司 (北京絨線胡同 66 號)
各地分店	三聯書店 中華書局 商務印書館 開明書店 聯營書店

1951 年 8 月初版 1-7000)

39 P 32 K

有著作權★不准翻印

目 次

前言.....	1
一 地球上有多少水?	2
二 水在自然界的循環.....	5
三 水的分子.....	8
四 池塘怎樣結冰?	14
五 爲什麼冰在水裏不沉底?	17
六 熱冰.....	22
七 熱的單位.....	23
八 冰究竟化得快不快?	28
九 看不見的熱的傳導者.....	31
一〇 冷沸水.....	35
一一 奪去一個物體的熱, 能不能反而提高它的溫度?	38
一二 自然界有純水嗎?	41
一三 怎樣取得純水?	44
一四 化學中的水.....	54
一五 白煤和青煤.....	59
一六 水和生活.....	66
結語.....	69

前 言

水，在地球的歷史上，有着極大的重要性。幾萬萬年來，地球曾經歷過許多次巨大的變遷，就對於這些變遷的影響而言，任何物質也趕不上水那麼大。

水對地球上的動植物生活，作用也極大。沒有生命，水一樣能存在。但沒有水，生命便不可能存在了。單是根據這一點，我們的祖先們就有理由說地球上先有水後有生命。

地球上，能以固、液、氣三種形態存在的物質只有很少幾種，而水就是其中之一。

由於每天都有和水接觸的機會，由於看慣了水和水在自然界中各式各樣的表現，我們就看不見它的許多與眾不同的特性。其實，我們所熟悉的許多自然現象，例如湖與河冬天不致結冰到底，春天洪水比較多，水結冰時具有很大的破壞力等等，都是因為水有與眾不同的特性才有的。

在技術界，水也是個重要的角色。只要是一種工業，它就不可能不在某種方式裏利用水。水是能力的來源。水傳熱。水是許多物質的絕好的溶劑。水是極多種不同的化學作用在裏面進行的介質。

這本小冊子就以講述這些為內容。

一 地球上有多少水？

看看地球儀，最觸目的是上面大部分的面積都染成了青綠色。這種顏色代表海和洋。原來大陸和島嶼只佔地球總面積的 29%，即不到三分之一。其餘三分之二，精密點說，即 71% 卻佈滿着洋、海和湖。

地球上的海洋裏，水量極多。如果我們能使這些水聚成一個圓球的話，圓球的直徑差不多要有一千五百公里。

最深的洋是太平洋；它最大的深度約為 10.8 公里。洋的平均深度是 3.8 公里。不難算出：假如我們能使地球上的水平平均分佈在全部地球表面上，那麼遮蓋全部地球的那一層水會深 2.7 公里。

約有五十分之一的陸地（約佔面積 2700 萬平方公里）是由淡水湖和鹹水湖佔據的。地球上所有湖裏的水，只約等於洋和海中的水的五千分之一。就數量說，地球上湖最多的國家是蘇聯——數在幾千。其中最大的鹹水湖是裏海，面積在 40 萬平方公里以上。

最大的淡水湖是：拉多加湖、溫涅加湖、貝加爾湖、巴爾哈希湖、伊塞克—庫里湖；它們的面積算在一起，在 50 萬平方公里以上。

地球上有些地方，如蘇聯的北歐部分、芬蘭、斯干的那維亞，有着許多淡水湖。挪威國面積的一半以上都是湖。

湖水的來源主要是直接落在湖裏或由溪與河帶到湖裏來的雨水和雪水。山間的湖水，特別清潔；它是由冰雪熔化而成的。

地球上的河水約為湖水的三倍。蘇聯的河，數目和長度，都佔世界第一位。

蘇聯的伏爾加河是歐洲的一條大河。伏爾加河的支流，把河、川和湖都算上，共有 1080 條，伏爾加河每年流入裏海的水，差不多有 250 立方公里，這河的長度是 3694 公里。

還有更大的河經過西伯利亞流入北冰洋。那都是些地球上最大的河：鄂畢河（長 5200 公里）、葉尼塞河（長 4010 公里）和利那河（長 5014 公里）。蘇聯河流的總長度達幾百萬公里。

水不但存在於地球表面上，水又以水汽、雪片和水滴的形態在大氣中到處漂流。

在大氣的最低層——對流層（高達 10-15 公里）中，到處有水。到了比這更高的太氣層裏，就沒有水了。

還有大量的水被封鎖在地球內部。這就是所謂地下水。

就量來說，海洋裏的水居第一位，地下水佔第二位。傑出的俄羅斯科學家維爾納德斯基院士寫過：‘就我們所知道的來說，自然界中沒有一種固體裏面不含有水。’實際上確是如此。

差不多遮蓋着地球上全部乾燥表面的泥土層，都含有或多或少的，土中的水，可以多到 70% 以上，也可以少到 1%，

不過常見的土，含水總在 15 - 25%。這也就是說，就重量說，土中約有五分之一是水。

水存在於地層的空隙和眼睛看不見的小裂縫裏。有些地層，裏面的裂縫佔該地層總體積的一半。又有一些地層，如花崗石地層，其中裂縫只佔 0.5% 的體積。除此以外，水又和許多種礦質牢牢地結合在一起，藏在裏面數千年之久。

地殼內部的深處，也有水滲進去。總之，什麼地方溫度和氣壓的情況適於水的存在，什麼地方便有水。由於地下極深的地方有着巨大的壓力，所以那裏的溫度雖然高到 300 多度，那裏的水仍可以保持液體形態。至於溶有途中所遇的各種岩層的水，即使熱到攝氏 400 度以上，仍可保持液體形態。地下水能夠存在的最深度，已算出約距地面 13 - 14 公里。在更深的地層中，水可能存在於水汽的形態中。地面下 55 - 60 公里處，壓力到達三萬氣壓。在這地方，水才不再存在。至於水在這種地方究竟取着什麼形態，我們現在還說不準。

可見從地面以上 10-15 公里的高處起，直到地面下 50 公里的深處止，在這一層裏，水的存在是固、液、氣三種形態俱全。

海水、大氣中的水和地下水也並不是各自孤立地存在着的。自然界中不斷運行着一種過程，伴着這個過程，大量的水從大氣裏降到地面，進入地心，或反過來，從地心升到地面，再升入大氣。下一節就講水在自然界的循環。

二 水在自然界的循環

水是一種極易流動的液體。在地球上，因為條件合適，它又很容易從一種形態變成另一種形態：即它能蒸發、能結冰、能溶解。因此，水就成了一位恒久的旅行家。

從河、湖、海的表面，在每年任何期間都有看不見的水蒸氣不斷地升入空中，被風攜帶，散在廣大無邊的空氣大洋裏。

空氣的溫度越高，水以水蒸氣的形態留在裏面的分量就越大。不過空氣裏水蒸氣的分量也不能無限制的增加。在某一種溫度裏，總會來到一個時期，空氣中的水蒸氣飽和到不能再增的地步。在攝氏零下 20 度時，飽和了水蒸氣的空氣一立方米含有水蒸氣 1 克，在零度時含有 5 克，在零上 20 度時含有 17 克。

假如我們向飽和的空氣繼續加入水蒸氣，水蒸氣就要凝結成晶體或者水滴。如果使一定溫度的空氣飽和了水蒸氣，那麼溫度降低時空氣裏面的水蒸氣就要凝結成雲。

雲中的水滴極小，直徑小於一厘米的千分之一（在一立方厘米的水裏，可含有十萬萬個這樣的水滴）。這樣小的水滴很容易被含著在空氣裏。這就是為什麼有時候帶有幾噸水的雲還能在空氣裏漂浮很久。

但雲升到一定的高度時，其中最高處所含的水滴就要結冰。這樣結成的冰的晶體很容易被別的水滴包起來，因而變

得很重，以致不能再漂浮在空氣裏，而只好迅速降落。如在降落途中遇到熱空氣層，晶體就化為雨滴。如果空氣的溫度很低，降下來的就是雪。

冬天落下的雪全部蓋在地面上，要到春天和暖的陽光曬來時，才變成喧聲很大流得很急的小溪流。幾千條小溪流，匯入河，就出現春季的洪水。有些年，雪在幾天內都熔化了，因之河水也漲得很快，使夏季乾涸到底的小河變成水勢洶湧的大河。而大河裏的水一漫上岸，幾百公里的地面都遭水災。

以雨、雪的形態落在地面上的水，並不全部由河入海，其中有一部分被蒸發到空中，另一部分卻滲入泥中。滲入泥中的水，到達不透水的地層如黏土層、花崗石層、大理石層時，就沿着地層的斜面流去（圖1）；其中一部分，不久便找到出路升



圖1. 水到達黏土層時就順着它的斜面流去

到地面上來，這就出現寒泉。寒泉的水流入溪河之後，再開始它在地面上的行程。若被蒸發，就又進入空氣。另一部分滲入泥中的泉水，向地層的裂縫裏越鑽越深，直向地心。到達高溫地層時，便變成了蒸汽。水蒸汽上升，再凝成水，就又開始

它的地下循環，或者衝出地面形成溫泉。

要追蹤自然界中水的全部行程是很困難的。第一是因為這個行程非常複雜，第二是因為水在自然界中能夠存在的條件多得很。假如我們真能跟隨在水的微粒後面，到它所能到的一切地方去，那我們就要經歷一次能夠想像到的最有趣的旅行。譬如我們在喝一杯水時，就有充足的理由去想像這部分水中的微粒，曾有一個時候在厄爾布魯士山峯的朝霞裏放着光，後來就奔入山中的小溪，後來又顛簸在黑海的波浪上，閃耀在莫斯科上空的虹裏，被帶到北冰洋上，或者被帶到西伯利亞，被那裏的松根貪婪地吸進樹身。

參加上述循環的水量真大極了。單是每年以蒸汽形態升入空中的水，就有 40 萬立方公里。我們已經知道：陸地的面積約等於海洋面積的三分之一，從這一點來看時，好像從陸地蒸發的水，要比從海洋表面蒸發的水少許多倍。但如想到植物的表層也要蒸發水分，而樹葉的總表面又是幾十倍於植物所佔土地的面積時，又好像從陸地蒸發的水並不會比從水面蒸發的少。可是事實上，從陸地蒸發的水卻只約等於進入大氣的全部水分的五分之一。這又是什麼緣故呢？因為水面上的蒸發不是在平靜的均勻的表面上進行的；風的作用會在水面造成波浪和飛沫，使水面的蒸發加快。

不過也不是所有的水都同樣積極地參加水的循環的。海洋底部的冷水層，就是一部分不參加循環的靜水。此外，還有

在地殼形成時就被封鎖在各種礦物裏面，作為它的一部分化學成分的水，和佔據地層空隙的水，也都是幾千年中毫無動靜的水。這些水只由於地質的變遷和人類的活動而漸被釋放。

我們介紹過了地球上的水，又追蹤過了它在自然界的運動，現在讓我們再看一看水本身究竟是怎樣一種東西。

三 水的分子

和對於其他生活的生物一樣，水對於人的生活起着重大的作用。人要喝水，要用水烹煮食物，用水洗濯衣服；人們又早已知道水是田地所不可少的東西，無怪幾千年以前的古人要把水看成宇宙間的基本物質。

約在 2500 年前，希臘哲人米列斯基說過：‘作為液體的，能動的，到處都能夠鑽進去的物質的水，乃是宇宙的原始物質。’ 200 年之後，古代的偉大科學家亞里斯多德指出了幾種原始物質，稱為世界的基本元素，其中也有水。

古希臘人的話，不管現在看來是如何的幼稚，倒已透澈理解了水在一切自然現象裏和人類生活裏的深刻意義。

又過了差不多二十個世紀，‘元素’這概念本身也起了根本的改變。簡單物質不能分解成更簡單物質的，才被算做化學元素。元素的數目一天一天的在增多，可是在這種元素表中，還寫着水。

原因是當時研究各種有水參加的現象的學者，看見無論

到哪裏也不能發現水的化學成分有什麼改變。在他們的眼睛裏，水會硬化成冰，但冰一熔解仍然要變成水。水煮沸時，會化爲水汽，但水汽一冷卻，仍然要變成水滴。作爲物質的水，在一切過程裏都不改變，所以才被看成不能再分解的簡單物質——元素。

在十八世紀末期，才出現了重要的發見，說水也是複雜的物質。化學家使氫氣在氧氣中燃燒，就得到了人造的水。這證明水是由氫、氧二氣組成的。

大約在同時，水的組成又被人用相反的方法加以證明，就是把水分解成它的組織成分。這是由法國科學家拉瓦西埃做成的。他使水汽通過燒紅了的來福槍管。由於高溫度的作用，水就分解成氧和氫。氧氣和鐵化合，所以管子的內面出現鐵滓（鐵和氧的化合物），氫氣卻從管子裏放出來。

幾年以後，水又第一次被人用電流分解成它的組成部分。這個方法精確地告訴我們：按重量說，水是由 11.11% 的氫和 88.89% 的氧組成的；按體積說，水裏的氫氣要比氧氣多一倍。

如果把這兩種分解出來的氣體混和起來，那麼在室內溫度裏，這個混合物可以長久處在一起沒有改變（要使這樣一種混合物的六分之一變化成水，也得等候 540 萬萬年之久）。可是只要向這個混合物插入一支燃燒着的火柴，或者通過一個電火花，那時候立刻就會發生氫在氧裏燃燒的化學反應，使我們得到水。做這個試驗時，必須十分謹慎，因為這裏的燃燒作

用常有猛烈的爆炸相伴而生。所以由兩體積氫和一體積氧合成的混合氣體，叫做爆鳴氣。

要引起氫氧二氣間的反應，並不需要對全部混合物加熱，只要對它的極小部分體積加熱就夠了。氫的燃燒過程——即氫和氧化合的過程，從一部分體積開始。這時候會發生極多量的熱（十克的爆炸性混合物燃燒時，放出的熱量足夠煮沸約半公升的水）。放出來的熱傳到鄰近部分，便使燃燒過程以極快的速度在整個體積裏傳佈開來。

爆鳴氣燃燒時所生的火焰，溫度高到 3000 度以上，所以在金屬的鍛接工程裏要利用它。

那麼，水是由氫氧二氣所組成的複雜物質，已經沒有疑問了。但水的分子又是怎樣構造的呢？氫氧二氣的原子在水裏又是怎樣排列的呢？

現代的科學有着極準確的探究方法，使我們能夠鑽入物質的構造如此之深，以至於現在我們不但已可有絕對的把握來說某種物質的分子是由什麼原子組成的，還可以有把握的說，分子裏的原子是怎樣排列的。每一個水的分子，都是三個原子組成的：一個氧原子和兩個氫原子。這三個原子在分子裏的排列是這樣的：如果我們在想像中把三個原子用幾條線連起來，就會出現一個等腰三角形，如圖 2。三角形的頂點是氧原子。底的兩頭各有一個氫原子。氧原子和兩個氫原子的距離是相同的，都等於 100 萬萬分之九十七厘米。兩個氫

原子間的距離是 100 萬萬分之一百五十四厘米。而氧原子所在的那個頂角約為 105 度。假如我們把這個分子的尺寸放大 100 萬萬倍，我們就可把這個三角形，放在一張中等大小的桌面上。

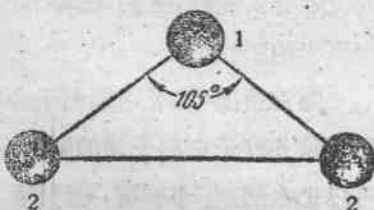


圖 2. 水分子中原子的排列方式：
1, 氧原子；2, 氫原子

讀者可能問：為什麼水分子裏的原子要排列成一個三角形，而不排列成一條直線，使氧原子出現在線的中央，氫原子出現在線的兩頭呢？

這可以這樣解釋，自然界一切的物體都要設法取得最安定的位置。若把一個皮球扔上一個光滑的屋頂，它一定不會停留在這屋頂的斜面上，卻要在地心吸力的作用下滾下地去。如果我們將任何一個重物繫在繩頭上，再用手拿住繩子的另外一頭。這時候這重物就會把這根繩子拉得很直，並且剛剛使它成為一條垂直線。我們如用另一隻手拉重物向某方面略一傾側，然後放手，這重物也不會就停留在這個新的不安定的地位上，在地心吸力的作用下，它不久就要恢復原先的位置。水的分子也是如此。原子在它裏面被一種所謂化學的親和力彼此聯繫在一起。這種力量的大小和它起作用的方向都會使水的分子只在中原子形成三角形時才得到安定。任何其他的原子排列法都不如它安定。而且，假如由於任何原因，原子

的位置有了變動，那麼，這個原因消滅時，原子的排列就要恢復原來的三角形。

應當指出：氫氧兩種原子合成分子後的力量是非常大的。要打破各分子中原子間的聯繫，非有很大的能量不可。我們可以把水熱到 1400 度，發現每 100 萬個水分子中，大約只有 100 個水分子被分解成氫氧兩種原子。甚至溫度高到 3092 度，也只有全部水分子的 13% 被分解。

無論從哪裏取來的水——從北冰洋也好，從頓巴斯煤礦的底層也好，被封鎖在雪片裏的水也好，在朝露裏放光的水也好——總之，只要是水，它的分子的構造就是一樣。可是一個個分子彼此間的相對位置，在液體水、雪片或者汽鍋裏出來的水汽中就不相同了。

熱到 300 度的水汽，在大氣壓力下和普通的氣體很相像：其中分子間的距離很大，使每一個分子都能多少獨立地存在着，不受四鄰其他分子的影響（自然，當分子因為無秩序的熱的運動而彼此相碰時是例外）。

在雪片或冰塊裏，分子連在一起，固定在一個結晶格子的一定位置上；它們的運動在大多數場合，只限於以本身的位置為中心而振動。

那麼液體水裏的分子又是怎樣排列的呢？

科學到現在還沒有得到關於液體構造，尤其是水的構造的確定理論。據猜想，液體水的構造大概是介於結晶體的冰

和氣體的水蒸氣之間。利用紅外線和X射線的幫助來研究水的結果，我們已能認定在接近冰點的溫度裏，液體水的分子要聚合成不大的分子團，同時又彼此團結得和在晶體裏差不多。而在接近水的沸點的溫度裏，在普通氣壓下，它們就要比較自由，比較沒有秩序地排列着。可是由一個個分子組成的液體水的骨架，卻應當是很柔軟的。要不然，我們就很難解釋水的流動性，和水的能够做工作。這就是說，水能使沉重的輪機運動，又能把各種營養物質在生物的極細的血管裏搬來搬去。可見它的骨架一定是很柔軟的。

很顯然，低溫度裏的水蒸氣，其中一部分水分子也會彼此聚會在一起的。

水是自然界分佈最廣的液體。我們看慣了水，看慣了它的多樣的表現，所以覺得水只是一種極平凡的液體。因此，水的許多種特性也就成了我們衡量制度的基礎。結冰的溫度，在我們公認的攝氏表上算作零度。水沸的溫度算作100度。體積為一立方厘米的水的質量，我們取來作為衡量質量的單位——克。一克水在溫度提高一度時所吸收的熱量，我們作為熱的單位——卡路里。物理學家和化學家的許多種測量儀器，都要按照水來刻定度數。而從別種物質測定的數字，一般又都要拿來和水的數字相比較。可是，假如我們仔細觀察水在各種條件下的行為，並把它拿來和大多數別的液體的行為比較，那就可以看出我們這種平凡的液體，其實並不平凡。