

31.8
950

蘇聯青年科學叢書

膠體的科學

蘇絲羅夫著
滕砥平譯



開明書店

蘇聯青年科學叢書

膠體的科學

蘇絲羅夫著

滕砥平譯

開明書店

5.184
020

膠體的科學

(МЕЖДУ ЦЫЛИНКАМИ И МОЛЕКУЛАМИ)

每册售價人民幣2 500元 丙 膠5291)

著者	蘇聯 蘇 絲 羅 夫 (Б. Н. СУСЛОВ)
譯者	滕 砥 平
原著版本	ГИЗТЕХН, 1 9 4 9
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30號) 三聯·中華·商務·開明·聯營 聯合組織
發行者	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7月初版(1—10000) 33 P 32 K

有著作權★不准翻印

目次

前言	1
一 特別溶液	1
二 物質的膠體形態	4
三 膠粒的大小	9
四 怎樣用分子培養膠粒	13
五 膠體磨	16
六 廣大表面的世界	20
七 怎樣選礦	27
八 膠粒和光	32
九 膠粒的電性和構造	37
一〇 煙、塵、霧	44
一一 和灰塵鬥爭	49
一二 膠凍	53
一三 膨脹	55
一四 膠體的‘生活’	59
結語	61

前 言

爲什麼麵包會變硬？爲什麼大工業區上空霧特別多？爲什麼人老了皮膚要起皺紋？怎樣把礦石從普通石塊裏選出來？這些問題，還有無數別的問題，都要由膠體科學來替我們解決。這本書就是要把自然科學的這一部門向讀者介紹。

膠體科學很年青，從出世到現在還不過八十年，但在這個短期間中，它已在許多方面改變了我們對於自然界和技術界許多現象的看法，使我們能對它們作正確的瞭解和解釋。

要詳細談膠體，差不多要談到我們四周的一切。這是這本書所做不到的。所以這裏只談讀者所熟悉的幾種膠體，並介紹膠體的幾種最重要最有趣的特性。

一 特別溶液

把一羹匙砂糖倒入一只玻璃杯，注滿清水，靜靜地放在一旁。這樣，你可以看見大塊的糖粒逐漸變小，終於溶解在水裏。在這裏，水中發生了怎樣的變化，肉眼是看不見的。可是若把杯子略略振盪一下，就能看見一股很濃的無色溶液從杯底上升。

那末，在糖被溶解時，究竟發生了什麼呢？

水包圍着每一顆糖粒，糖粒表面上的最小顆粒——糖的分子，隨時都在被水沖洗下來。沖洗下來的糖分子，在一定時間內，可以有許多積聚在下層水裏，可是其中能夠鑽到上層去的數目卻很少。所以要全部的糖都溶解，要糖的分子自動地均勻分佈在整個杯子裏，必需等待幾天甚至幾星期之久（如果水的溫度很低的話）。

不過這個過程，要它進行得快，也並不難。若用熱水化糖，並加攪動，只要一兩分鐘，就可以得到十分均勻的糖溶液。糖溶液透明無色，只有它的甜味告訴我們它不是清水。溶液中的糖分子極小，就是最強的顯微鏡也不能幫助我們看見它。

溶液裏的溶質（溶質就是被溶解的物質，如糖），如被粉碎成一個個的分子，這溶液便叫做真溶液。

若將糖的溶液注入潔淨的瓶子，加以密封，那末，無論經過多久，溶液都不會發生變化。可是，如將溶液盛在大口杯裏，到時候，就會出現一種新過程，其中全部現象在順序上和上述的溶解過程，剛剛相反：一部分水蒸發之後，一個個的糖分就開始結成極小的晶體，從溶液裏分離出來。晶體又會長大而沉到杯子底上去。

讓我們不等水蒸發乾淨，就把晶體上面的液體小心倒出來。如果糖裏含有雜質，這些雜質就要和液體一同流出。這樣，糖的晶體乾後，就比從前潔淨得多。

這種辦法，可以用來提淨食鹽、蘇打和多種能夠造成真

溶液的其它物質。因為這類物質在它們的溶液蒸發時，不久就會分離出來，成為純潔的晶體。

人們約在一千年前已能利用這方法來提淨各種物質了。而能提取純潔的物質，實在也是很重要的一件事。科學家只在有了‘化學上的純潔’物質時，纔能着手研究這物質的性質。因為只要有一小點雜質，就能使物質性質大變。以水為例，完全純潔的水，是透明、無色、無味的。可是向一杯水加上一滴牛奶，它就發渾了。一滴墨水可以使它有色。一粒金雞納霜可以使它有苦味。一粒糖可以使它有甜味。這就是為什麼我們在研究一種物質以前，必須十分小心地除掉其中的雜質。而要除掉雜質，最好的方法是從它的溶液裏取得它的晶體。

可是並非所有物質都能從溶液裏分離出來成為晶體的。化學家為了實用，不能不和動植物來源的物質發生關係時，麻煩就來了。水膠、明膠、澱粉、蛋白，無論研究者用什麼方法都不能得到它們的晶體。

你如果着手預備一份膠或澱粉的溶液，你就相信這話不錯了。一塊膠放在水裏，它的大小決不會像糖或鹽那樣逐漸變小的。相反，它要吸進水去，使自己膨脹起來，柔軟起來。這時，若再把它加熱，並加攪動，不久它就要溶化，成為膠的溶液。若將這種溶液靜置一旁，無論多久，都不會出現晶體，卻要逐漸失去流動性，越來越稠，終於變成膠凍。

人們很久都沒有去研究這類物質。直到前一世紀的六十

年代，科學家纔開始詳細研究它們，卻得到了意外的結果。原來膠體種類極多。它們的行爲很奇特，很有趣。它們的性質對於實際生活很重要。因此，就成立了一門新科學——膠體科學——專門研究這類物質。

二 物質的膠體形態

我們說鹽或糖的溶液是真溶液，膠或澱粉的溶液是膠體溶液。兩種溶液的分別在哪裏呢？

在前一世紀六十年代，英國化學家格蘭姆曾試着去解答這個問題。他做了許多實驗，都非常簡單，人人可以照做。

截去罐子的底，再在罐口蒙上一層厚羊皮紙、玻璃紙或牛尿泡。罐子裏倒進一些糖溶液，再像圖 1 那樣把罐子顛倒放在一小缸清水裏。不久，小缸裏的水也變得有了甜味。這告訴我們糖的分子很容易透過羊皮紙、牛尿泡或玻璃紙上看不見的小孔。原來像羊皮紙和牛尿泡這類薄膜，是不能成爲阻止糖分子通過的柵欄的。

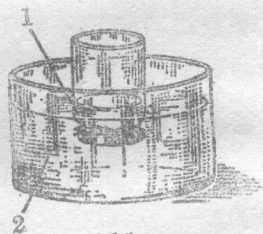


圖 1

1, 溶液; 2, 清水

現在用膠的溶液重做這個實驗。結果，缸裏的水沒有改變。若向缸水加上些鹽，罐裏的膠體溶液卻很快就有了鹹味。

這些實驗說明着什麼呢？如果糖或鹽的分子能够自由通

過薄膜，而膠體的分子就被薄膜截留，那就可見膠體的分子比普通分子為大。

當年格蘭姆正是這樣想的。用薄膜當篩子，他就把分子大的物質和分子小的物質分開，並將他所見到的自然界一切物質分成兩大類。第一類包含分子小的物質。它們能造成完全透明的安定的溶液，很容易結晶，又能自由通過薄膜。這類物質定名叫晶體。第二類包含分子大的物質，定名叫膠體。它們不能通過薄膜，也不會結晶，卻能變成膠凍。

這樣，就好像自然界有着一種安排，一切物質按照自己的構造，不是屬於晶體一類，就是屬於膠體一類，而兩類的分別只在分子的大小。

在開始時，這種把物質絕對分成兩類的辦法似乎一點疑問都沒有。可是不久就發生了問題。有人發現了些物質，它們既有膠體的特性，又有晶體的特性，好像是站在兩類之間。後來又發現像明膠這類典型的膠體也能成為晶體。像食鹽這種似乎絕無疑問的晶體，放在無水的酒精裏，也會變成膠體溶液，甚至變成膠凍。

這樣就知道物質可以同時是膠體又是晶體。把它們分成兩類的辦法，顯然是不正確的。

正確解決問題的新辦法，是由俄國科學家找出來的。

早在 1869 年，基輔大學教授伯爾施喬夫研究了幾種屬於動植物組織的物質以後，就得到結論說：同一物質是可以在

晶體和膠體兩種形態裏存在的。它可以從一種形態轉變到另一種形態。

1904年彼得堡大學教授維依馬恩也得出了同一的結論。這位科學家仔細研究了二百多種不同的物質，結果認為格蘭姆‘膠體和晶體是兩類物質’的看法是不正確的。正如水能存在於氣、液、固三態一樣，任何一種物質也都能隨條件的不同，或取晶體的形態，或取膠體的形態。列寧說過：‘自然界一切界限都是有條件的、相對的、可以移動的。它們只反應着人類智慧對於物質認識的接近。’這話在這裏又得到一次證明。

我們在生活中不斷遇着膠體。膠體乃是一種體系，其中至少含有兩種物質，並且其中之一以大於分子的形態——或一定大小的凝聚分子的形態分散在另一種當中。應當指出，膠體的概念很複雜，很不容易抽象地瞭解。只有多認識了幾種膠體以後，纔能逐漸明白膠體是什麼。

差不多到處可以遇見膠體。試看：

天上奔馳着白雲。雲就是一種膠體的體系。霧也是一種膠體的體系。它們都是懸在空氣中的極微細的水滴。

工廠的煙囪在冒煙。煙團裏含有許多很大的顆粒，使煙帶黑色。可是大顆粒不能久留在空中。它們落下去以後，空中就只有青灰色的煙飄浮着了。青灰色的煙是一種真正的膠體的體系。它是分散在空氣裏的灰和沒有燒掉的煤的極小固體顆粒。

我們又常常碰到液體的膠體體系。在植物的液汁裏，在牛乳裏、奶油裏，在各種藥劑裏，在潤滑油裏，都有一種液體以極細微的點滴分散在另一種液體中。這種膠體的體系叫做乳膠。如果分散在液體裏的是固體的膠粒，那就叫做懸膠。所以明膠、蛋白、水膠等的膠體溶液都是懸膠。

還有由液體狀態的膠體凝結而成的膠凍，也是讀者所常常遇見的（關於這一點，留待本書最後幾節詳述）。在液體和氣體的膠體體系中，顆粒多少還有行動的自由。但一結成膠凍，它們便交織成網狀，使體系逐漸取得固體的性質。各種樹脂、塑料、木質、皮、橡膠，都是膠凍。泥土裏也有膠凍，如矽酸鹽以及動植物的殘骸腐爛後積存在土裏的許多旁的東西。

如果轉向礦物界，也可以找到很多膠體體系。紅寶石、藍寶石、紫水晶等都是裏面分散着各種金屬膠粒的氧化鋁或氧化矽。寶石的顏色就是膠粒造成的。例如黑寶石所以黑，是因為裏面含有炭的膠粒。

有色玻璃的顏色也是由各種金屬膠粒產生的。紅玻璃含有金的膠粒，藍玻璃含有氧化鈷的膠粒，綠玻璃含氧化鉻或氧化銅的膠粒，褐色玻璃或暗綠色玻璃含氧化鐵的膠粒。

天然的食鹽有時呈青色，人們很久都查不出它的原因，就認為那是一種不知名的雜質所造成。可是最後卻查出這種青色來自金屬鈉。鈉不但化合在食鹽裏，並且以膠粒的形態分散在食鹽裏。

不但固體的膠粒可以分散在固體物質裏，液體的點滴和氣泡也可以膠粒的大小分散在固體物質裏。例如在珍珠和蛋白石這些寶石裏，就含有極細微的水滴。這類物品在溼空氣中，或接近皮膚時，可以永遠保持自己美麗的外形，但在乾燥空氣裏，它們就會失掉所含的水了。有人把它們長期保存在保險櫃裏，結果發現珍珠變成粉末，蛋白石變成砂，便是這個道理。

不是著者過甚其詞。在我們四周的一切物體裏，就很難找到不含膠體的物質。

每一種有機體都是複雜的膠體體系，裏面都含有液態的膠體和膠凍。我們的衣和鞋都是膠體做的，因為棉、麻、絲、毛、皮和橡膠都是膠體。我們的食物，無論是麵包、肉、牛乳、番薯或果點也都是膠體。

我們所有各種工業差不多都和膠體發生着某種關係。有些工業，如肥皂工業、人造奶油工業、人造絲工業、塑料工業，是生產膠體成品的。有些工業，如製糖工業，在設法脫除其中的膠體。還有三分之一的工業，如製紙工業、橡膠工業、紡織工業、糖果工業等等，則是用膠體做原料。

以上所舉，並沒有包括全部的天然和人造膠體。我們不過舉出其中幾種，說明膠體的世界是怎樣廣大罷了。

上文說明了膠體的類別，現在讓我們對膠體的本身仔細研究一下。

三 膠粒的大小

前面說過，一切膠體物質所含的分子都比普通分子大。但到底有多大呢？

把一撮極細的粉筆末扔進水裏。結果並不能取得膠體溶液，而只能得到一種不透明的液體。液體中大一點的粉末，很快就下沈了，較細的粉末卻漂浮着，好像懸掛在水裏一般，因而得到混懸液的名稱。如果使混懸液通過濾紙，那末，雖然濾紙上的孔比羊皮紙或牛尿泡上的孔大得多，粉末仍然通不過去。若用顯微鏡來看它們，就是其中最小的懸粒，也能和微塵一樣被我們看見。

現在讓我們作一比較研究。真溶液的分子很容易通過薄膜，濾紙自然更不能截留它們。顯微鏡下也看不見它們的形跡。膠粒呢，和普通分子一樣很容易通過濾紙，卻又和混懸的顆粒一樣不能通過薄膜上的小孔。

可見膠粒比普通分子大，又比混懸的顆粒小。

可是爲什麼在說到分子時要拿‘普通的’三個字做形容詞呢？因爲有些物質（如澱粉、各種蛋白、橡膠）的分子要比普通的分子（如鹽、糖、蘇打等的分子）大幾十倍。我們可以把這類物質叫做天然膠體，在這裏自然給了我們現成的膠粒或巨型分子。這些巨型分子溶解時，常常成爲膠體溶液。

巨型分子的直徑約一毫米的百萬分之幾，這種大小可以

算做真溶液裏的分子和膠粒間的一條分界線。

在膠粒和混懸的顆粒中間也有一條分界線，可以利用顯微鏡找出來。我們查出混懸的顆粒在顯微鏡下可以清楚看見，而膠粒卻看不見。又知道光學顯微鏡能夠幫助我們看見的最小顆粒，也不能小於一毫米的萬分之二。所以我們有理由說最大的膠粒也必比 0.0002 毫米小。

這樣說來，假如我們設想普通分子的大小同於結晶的糖的小顆粒，那末中等大小的膠粒就像一個蘋果。而混懸的顆粒或微塵，就像直徑幾公尺的圓球。

上面我們選定膠粒的大小時，雖頗有一點武斷的嫌疑，可是用顆粒的大小來劃分體系，是完全正確的。顆粒的大小雖然只和膠體的量的特徵有關，可是隨着物質顆粒的變小，可以產生許多有趣的和有用的性質。

這裏又一次證明了唯物辯證法的一條基本法則——從量變到質變的法則——的正確性。

物質的性質隨着物質的變小而改變，這條法則可以用很多例子來證明。如果向水裏扔下一塊石頭，石頭很快就沉到水底。若把石頭打成碎塊再扔進水裏，我們就可以看見石塊越小，下沉越慢。如再把石頭搗成粉末，那末其中的微粒可能混懸在水中數星期之久纔沉到底。可是我們如能把石粉研成膠粒的大小，那我們就會發現這種石頭沉的膠粒要像溶液中的鹽分子一樣，永遠不沉。

普通的黏土裏，常常含有砂和他種很大的顆粒，要把它們分出來是很困難的。可是我們可以把黏土浸在水裏，攪勻之後靜置一旁若干時期。這樣，較大的顆粒很快就沈下去了，水裏只有很細的混懸顆粒。若把含有混懸顆粒的水倒出來，再三使用這種澄清的方法，最後就可以在水底得到純黏土的極細的顆粒。這樣的黏土用來捏成什麼樣的形狀都成，而且捏成以後不會走樣。

若向黏土加上少量的鹼，可以得到可塑性更大的黏土。原來加鹼以後黏土中膠粒的數目就要加多起來。膠粒和膠粒相遇時，很容易滑過去，所以膠粒多，就會提高黏土的可塑性。

我不相信有人會把煤、糖、穀粒之類的物質算做爆發性的物質，可是在實際上糖粉、煤粉和麵粉的顆粒如果小得和膠粒相近，就很容易爆炸。煤的微塵和煤礦裏的爆發氣體一樣都是礦工的大敵。

火油和石油用一根火柴來點它，是很難着火的，但如把它們噴成極細的點滴和空氣混雜在一起，它們就變成了一種爆發性的混合物。

一般的說，物質被粉碎得越利害，它和別種物質起化學作用就越快，在上述例子裏也就是燃燒得越快，因此化學家總要在實驗室裏使用研鉢，而進行大量製造的工廠就要利用特別的碎礦機和各種的研磨機。

如果把煤研碎到人的汗毛那樣粗細（約為 0.05 毫米），就

能用噴氣筒把這樣的煤粉噴到爐子裏去像石油一樣使用。

研到極細的石墨可以當做極好的潤滑劑使用。有時候潤滑油都不能及它。

顏料被粉碎到膠體大小的時候，染色的能力也更強些。

各類合金，例如鐵和鋼的特性，也在許多方面和所含碳粒或碳化鐵粒的大小有密切關係。這種粒子有着膠體的大小時，鋼就特別地硬。

消化器官的壁吸收油脂的速度和油脂點滴的大小有極大關係。所以牛乳和奶油中碎成細滴的脂肪，要比大塊的脂肪更滋養。

極細的藥粉能夠更容易透入皮膚上的小孔。所以藥劑師製備藥膏總要把藥料小心研細。

物質被研磨到膠體或近於膠體的大小時，還可以產生許多種別的有用特性。

但要研磨到這樣細有什麼方法呢？怎樣纔能得到膠體呢？

前面已經說過，膠體體系所佔地位，在粗的混懸體系和真溶液之間。膠體的顆粒大於普通分子，卻又小於混懸顆粒和微塵。膠粒的這種中間地位，向我們提示着取得膠體的方法。

用棉花的纖維可以紡成紗，同樣，一個個分子聚攏來，也可以得到膠粒。只要有一點耐心，就可把一條繩子拆成許多條細線。同樣，混懸體系中的龐大顆粒，也可使它碎成膠粒。

讓我們先看用分子培養膠粒的方法。

四 怎樣用分子培養膠粒

要在一個顆粒裏集合少則幾百多則幾千個分子，得用什麼方法呢？怎樣纔能得到膠凝分子呢？

把洗衣服用的蘇打加進沸水裏，直到不再溶解為止，就得到了一種飽和溶液。現在讓它快快冷卻，溶液裏立刻出現許多極細的蘇打晶體，這是因為溫度降低時水已不能溶解原來這麼多的蘇打了。一個個的分子開始集合成晶體，溶液也就變得不透明起來。在晶體一點點長大時，總有一個時期它們要達到膠粒的大小的。但它們卻很快地繼續長大，大到肉眼能夠看見的程度。

這樣說來，在晶體迅速長大時，我們得不到膠體溶液。我們必須有方法截住晶體的長大，並且在它剛剛長到膠粒的大小時就截住它。怎麼辦呢？要在蘇打的水溶液裏截住晶體的長大是做不到的。一般的說，任何物質在很能溶解它的液體裏都不能成為膠體溶液。要得到膠體溶液，有一個不可缺少的基本條件，就是必須把這物質放到極難溶解它的液體裏去。

爲了從任何一種真溶液得到膠體溶液，我們必須創造條件，使這溶質的溶解度陡然降低，這可以用調換溶劑的方法來達成。這個方法很簡單，我們常常使用，卻都沒有注意過它。例如，我們有時候需要一隻潔淨的玻璃瓶，就去拿一隻裏面還