

溶 液

袁 翰 青 著

中国青年出版社

溶 液

袁 翰 青 著

中国青年出版社

一九五四年·北京

中国音乐出版社

一九五四年·北京

書號 571 歌理化 56

溶 液

著 者 袁 翰 青

青年·開明聯合編輯

出 版 者 中 國 青 年 出 版 社

北京東四12條老君堂11號

總 經 售 新 華 書 店

印 刷 者 北京中國青年出版社印刷廠

開本 787×1092 1/32

印張 1 1/4

字數 23,000

一九五四年七月北京第一版

一九五四年十月北京第一次印刷

印數 1—10,000

北京市書刊出版業營業許可證出字第036號

定價 1.400 元

內 容 提 要

主要的化學反應都是在溶液裏進行的，所以學習化學的人一定要了解溶液的特性。本書從日常現象出發來說明溶液的特性，像比重的改變、沸點的上升、冰點的下降等，又用分子學說簡單地解釋了溶解的過程，並且初步介紹一點電離現象。

寫 在 前 面

青年在初級中學裏開始接觸到有系統的基礎科學。他們對於自然現象的了解，既需要相當多的感性的知識，又需要逐步提升到理性的認識。這一階段的學習，應當培養他們對科學的愛好和理解科學的正確方法。可是在初中裏，好些學生在學習物理和化學的時候，往往死死地背誦一些名詞和符號，不能真懂得它們的意義。如果能有一些補充讀物，既結合教材，又不是生硬的複習提綱，這對於啓發學生的思考，改變那種強記的方法，將有一定的幫助。

我現在選擇化學裏的一個重要部分，溶液，作了寫這類讀物的一種嘗試。初中化學課本講到溶液的部分只有很少的幾頁。學的時候大概是可以記得住的，却並不一定真了解，放了課本之後，漸漸地又會忘了。這本小冊子裏所談的，基本上沒有脫離初中教材的範圍，只是把有關溶液的問題說得更加透澈些。不過也有一些材料是初中不教的，像溶液傳電的問題，因為我認為在這本小冊子裏如果不提一提溶液的這一個重要的性質，這本名叫‘溶液’的書就太不全面了。在這些方面我也盡量說得通俗，初中學生只要仔細看下去，應當可以看得懂，不會有什麼困難的。

袁翰青 一九五四年七月

目 次

一	古書裏的一段記載·····	1
二	溶液和化學反應·····	2
三	能溶解的和不能溶解的·····	5
四	水的性質變了·····	8
五	溶解的過程·····	12
六	偉大的化學家門德列也夫研究過溶液·····	17
七	溶解了以後·····	20
八	溶液和傳電·····	25
九	溶液無處不在·····	30
一〇	複習幾個名詞·····	33
一一	簡短的結語·····	35

一 古書裏的一段記載

在我國宋朝的時候，有一位有學問的人，他的名字叫沈括。沈括先生和當時別的知識分子不同，他不但喜歡讀書，還喜歡注意自然界的現象，也留心觀察工農勞動人民的生產技術。他寫了一部書，書名是‘夢溪筆談’。這是因為他的家住在一條小河的旁邊，河的名字是夢溪，而書裏的文字是採取漫談的形式寫的，所以管這部書叫‘夢溪筆談’。這部書裏談的大部分是古代的故事，可是也有不少地方談到天文、地質、數學、物理、化學和工業方面的知識。

我們要知道，寫這部‘夢溪筆談’的時期，距離現在有八百多年了。沈括是公元 1030 年生的，1094 年死的；他寫這部書大概在 1080 年前後。那時期，在歐洲正是黑暗的中世紀，文化很落後，幾乎完全沒有科學。沈括所寫的書裏，關於自然現象和生產技術，却有很真實的記載和正確的解釋。所以這位沈括先生可以說是我國十一世紀時候的一位科學家。

這部書中間有這樣一段記載，說是在江西省鉛山縣的山裏，有一處泉水，流下山來成了一條小河。河裏的水，味道是苦的，顏色是藍的，有些像胆汁似的。把這水拿來熬乾之後，可以得出一種藍顏色的礬塊，叫做‘胆礬’。如果用鐵鍋來熬的話，鐵鍋上的鐵漸漸少了，却得出銅來了。

這段記載是很合乎化學原理的。如果我們用化學上所用

的名詞來解釋，那是因為那裏的泉水裏溶解有天然存在的硫酸銅，所以這條小河裏的水不是普通的水，而是硫酸銅的水溶液。硫酸銅水溶液熬乾之後，就得到硫酸銅，也就是‘夢溪筆談’上說的‘胆礬’。我們今天的中藥鋪裏和許多別的地方還是把硫酸銅叫做‘胆礬’的。我們知道銅的任何一種鹽類溶解在水裏之後，遇了鐵是能夠起化學作用的。銅被鐵代替了，鐵溶進去，銅沉出來。不信你可以去中藥鋪裏買些胆礬來試試：把胆礬溶解在水裏，拿一把小刀浸在這個溶液裏，刀面上便會出現紅色的銅。這也就是沈括在八百年前就觀察到的並且記載在書裏的自然現象。

我們看了‘夢溪筆談’裏的這段記載之後，一方面欽佩我國古代科學家觀察力的銳敏，另一方面也不由得不想起一些問題，那就是有關硫酸銅和鐵起化學作用的問題。這個問題是多方面的，我在這本小冊子裏，只想提出一點來討論，就是溶液在化學上的重要性。

二 溶液和化學反應

如果我現在問你一句：硫酸銅能不能和鐵起化學作用？你一定很快地回答說：‘能起作用！我國古代科學家早就知道了。我自己也試過了。’這個答案可以說對，也可以說不對。這話是怎麼說的呢？你只要再去試試把乾燥的硫酸銅和乾燥的鐵放在一起，放上幾個月也看不出它們有變化。所以在這種情形，你的答案就不對了。原來，這一個硫酸銅和鐵的反應

必須在水溶液裏才會發生。因此對於上面的問題應當這樣細緻地回答：‘乾燥的硫酸銅和鐵不起作用，在水溶液裏能起作用。’沈括先生觀察到的本來就是鐵和硫酸銅的水溶液的作用。

不但硫酸銅和鐵的反應是這樣，好許多化學反應都是這樣的，乾的東西加在一塊沒有變化，溶解了就起化學變化。再舉一個例子：我們吃的食鹽，根據它的化學成分來說，是氯和鈉的化合物，所以叫做氯化鈉。另外有一種化合物，是銀溶解在硝酸裏以後熬出來的透明的結晶體，叫做硝酸銀。這兩種結晶放在一起並不起變化。如果把它們分別溶解在水裏，這兩種水溶液一碰上就立刻有白色的氯化銀沉澱發生。這種沉澱反應發生得真快，曾經有一位化學家利用這一個反應來證明物質質量不減定律。他用一個三叉玻璃管（圖1），在兩個向下的叉裏，一邊放進氯化鈉的水溶液，另一邊放進硝酸銀的水溶液，然後很仔細地把上面的管口封好。等到在天平上稱準了這個裝有藥品的三叉管之後，把管子倒過來，使下面的兩叉向上。氯化鈉和硝酸銀的溶液在管子裏自然就和在一起，立刻就有白色沉澱發生。把起了變化之後的藥品連同原來的管子再仔細地去稱。這位化學家做了許多次這樣的實驗，在起反應之前和起了反應之後的重量，一點都沒有改變。這樣的實驗使大

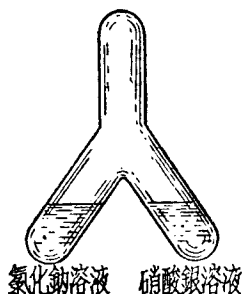


圖1. 這兩種水溶液一碰上就立刻有沉澱發生

家相信了自然界的這一個基本定律——物質質量不減定律——的正確性。

我在這裏不是要討論物質質量不減定律，是要使大家注意溶液在化學裏的重要。從我們的日常生活裏，也可以感覺到許多化學反應是由溶液引起的。鐵的生鏽，大家都說，這是鐵被氧化了，可是鐵放在乾燥的地方是很不容易生鏽的，放在潮溼的地方就容易生鏽了。可見得鐵生鏽並不是簡單的被空氣氧化的作用。原來是水裏溶解了碳酸氣，遇上鐵就把鐵侵蝕了，所以這個反應也是由溶液引起的。不但鐵是這樣，一般說來，乾燥的東西都不容易壞，就是因為沒有溶液就缺乏化學變化的緣故。

所以學化學的人，一定要把有關溶液的許多道理搞明白，否則化學是一定學不好的。我可以一點也不誇張地說：‘好些物質如果不是在溶液裏，它們的許多化學反應也就不會發生了。’

我們平常所寫的文字反應式，或是化學符號反應式，往往只寫出作用物質和生成物質，例如我們寫：

硝酸鋇 + 硫酸鈉 = 硝酸鈉 + 硫酸鋇(沉澱)

或是 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2 \text{NaNO}_3 + \text{BaSO}_4 \downarrow$

其實這裏有很重要的東西，水，沒有寫出來；你知道我們平常說的並不是它們在乾燥的情形之下的反應，而是指的它們在溶液裏的反應。以後你看到或者自己寫這些反應式的時候，一定要注意反應是不是在溶液裏發生的。你這樣一留意，就會更明白溶液和化學反應的關係有多大了。

三 能溶解的和不能溶解的

哪些物質能溶解，哪些物質不能溶解？

這是一個很有趣味的問題，但是這個問題很不容易用簡單的幾句話來回答，要耐心地討論下去才會明白。

我們從上面所說的硫酸銅和鐵的例子裏可以看出，水對於這兩種物質的溶解作用是不同的。硫酸銅能溶解在水裏，鐵不能溶解在水裏。像硫酸銅那樣能溶解在水裏的物質是很多的，像白糖和食鹽，它們都能夠和水生成溶液。像鐵那樣不能溶解在水裏的物質也是很多的。像沙子在水裏攪了很久之後，看上去好像變成了黃色的水溶液，可是如果把這種黃漿放在那裏不動，沙子就又慢慢沉下去，上面仍然是清水。這就說明沙子是不能溶解在水裏的。又像有一種叫做硫黃的黃色的固體，平常用來做黑火藥的，它在水裏也不會溶解。幸而我們有很多物質是能溶在水裏的，所以有許多化學反應在經常進行；又幸而有很多物質是不能被水溶解的，否則許多東西渾渾了以後就被溶掉了。

那麼，我們是不是能說，硫酸銅、白糖、食鹽是能溶解的，能夠生成溶液的；鐵、沙子、硫黃是不能溶解的，不能夠生成溶液的？這種說法却又不完全對。對於水來說，這六種物質這樣分成能溶解和不能溶解的兩類是正確的，而對於別的液體來說，就不一定了。

我們在化學裏，管那種溶解別的物質的液體叫溶劑。水

是一種最常見的溶劑。除水以外，還有很多別的溶劑。像酒精、汽油之類都可以做溶劑。硫酸銅、白糖、食鹽在水裏是能溶解的，可是在汽油裏，這三種物質都不能溶解了。又像硫黃在水裏不能溶解，在一種叫做二硫化碳[⊖]的溶劑裏却能溶解。所以我們單說某種物質是能溶解的，或某種物質是不能溶解的，這句話是不完全的，不夠正確的。我們應當說，當水做溶劑的時候，它們是能溶解或不能溶解的。不過因為水是最常用的溶劑，當我們只說某一物質能夠溶解或是不能溶解的時候，我們的意思就是指它在水裏能不能溶解。

鐵和沙子不能在水裏溶解，也不能在酒精、汽油或是二硫化碳裏溶解，可是鐵在鹽酸裏是能夠溶解的，沙子在一種叫做氫氟酸[⊖]的溶劑裏也是能夠溶解的。不過，這種溶解和我們前面說的溶解不同。我們平常說的某一物質的溶液，如果把溶劑蒸發乾了，原來被溶進去的物質還可以得出來的。譬如沈括先生所觀察到的，胆礬（硫酸銅）的水溶液熬乾了以後，胆礬的結晶就出來了。同樣的情形，食鹽的水溶液蒸發以後，仍然可以得到固體的食鹽。為了方便起見，我們管這種被溶解又能從溶液裏得回來的物質叫溶質。在食鹽的水溶液裏，食鹽是溶質，水是溶劑。可是鐵溶解在鹽酸之後，如果蒸發乾了，得出來的是二氯化鐵而不是鐵。這是因為鐵在溶解的時候，先和鹽酸起了化學作用，生成二氯化鐵，二氯化鐵在水裏

⊖ 二硫化碳平常是一種有異臭的液體，極容易燃燒。

⊖ 氫氟酸是一種很有趣的物質，我們在玻璃上刻字刻花紋，就常常用這一種物質。

是能溶解的。所以這一溶液的溶質是二氯化鐵，溶劑是水。又沙子溶解在氫氟酸的時候，也是先起化學作用生成一種叫氫矽氟酸的化合物，再溶解在水裏的。所以這溶液的溶質是氫矽氟酸，溶劑也是水。

普通所謂溶液主要是指的那些溶解時候不起化學變化的而言，對於那些起化學變化的，却不放在討論溶液性質的範圍之內。

所以，哪些物質能溶解，哪些物質不溶解，要答覆這個問題，需要看溶質和溶劑的性質來決定。有的溶質能溶解在一種溶劑裏，却不能溶解在另一種溶劑裏。最常見的也是最重要的溶劑是水，一般所謂能不能溶解，就是指的用水做溶劑而言。因此，我們要弄明白溶液的性質，只要就水的溶液來討論也就夠了。

我們上面所談的溶質，無論是硫酸銅，或是食鹽，或是白糖，在溶解之前都是固體物質。當然能溶解的物質是不限於固體的。液體和氣體也能在水裏溶解。

誰都知道，酒精和水這兩種液體，是能夠均勻地和在一起的，成了酒精和水的溶液。因為它們都是液體，你可以說是酒精溶解在水裏，也可以說是水溶解在酒精裏，兩種說法都有道理，都不算錯。我們喝的各種各樣的酒，主要的成分就是酒精和水，不過好的酒裏還溶解有芳香物質，壞的酒裏還溶解有有害的雜質。酒精和水的溶液在工業上和醫藥上也有很多用途。

在水裏不能溶解的液體也不少。各種油就都是在水裏不

能溶解的。⊖ 礦物油像汽油，和水放在一起，即使把它們攪拌很久，一停下來還是分成兩層：上面一層是汽油，下面一層是水。植物油像豆油、花生油、芝麻油等，動物油像魚肝油等也都不能夠在水裏溶解。

當我們打開汽水瓶的塞子，立即可以看到許多氣泡直冒。這是因為原來溶解在水裏的碳酸氣，在塞子一開、壓力減小的時候，從溶液裏跑出來了。可見氣體也是能夠溶解在水裏的。

四 水的性質變了

如果水溶解了的溶質是沒有顏色的，例如食鹽或白糖，生成的溶液外表好像和原來的水沒有兩樣。可是溶液和水的性質不同了，水原來的許多性質都變了。我們來看看這些事實。

有許多人自己會做醬。在做醬之前先得配鹽水。要使得做出來的醬的口味既不淡又不鹹，究竟在一缸清水裏需要溶解多少鹽呢？這全靠做醬的人的經驗。他們有一個很好的辦法，就是拿雞蛋放在鹽水裏做試驗。雞蛋放在清水裏是要沉到底下去的。水裏溶解了一定重量的食鹽之後，雞蛋就會浮在水面上（圖2）。經驗豐富的做醬的人一看到雞蛋露出水面的部分的大小，就會斷定鹽水的鹹淡是不是適宜。這一項技巧，也是我國勞動人民多少年前早已有了的發明。

為什麼雞蛋在清水裏下沉，在鹽水裏上浮呢？這是因為

⊖ 有人說醬油會溶解在水裏，其實從化學的看法來說，醬油並不是油，而是食鹽和一些複雜化合物的水溶液。

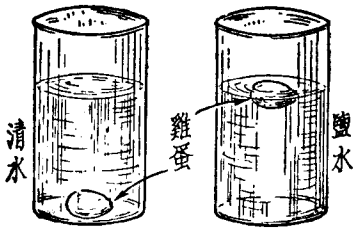


圖 2. 拿雞蛋放在鹽水裏做試驗

鹽的水溶液的性質和水的性質不相同了。雞蛋的比重比清水的比重大，所以在清水裏沉下去。水裏溶解了食鹽以後，比重增大了，溶解的鹽越多，比重就越大。當食鹽的水溶液比雞蛋的比重大的

時候，雞蛋就浮在鹽水面上了。

我國人民由生產實踐所發明的這種方法，一方面說明物理學上的阿基米德原理，另一方面說明溶液的比重比溶劑大。

用雞蛋來試驗溶液的比重是一種很便利的方法，不過這種方法的精密程度是不夠的。科學上有一種更好的工具，叫做比重計。用比重計量比重的原理和用雞蛋是一樣的，在一根特製的玻璃管裏封進一張印好比重的度數的紙條。清水的比重是 1 克重/立方厘米，比重計裏的度數，比 1 小的和比 1 大的全有(圖 3)。把這種比重計放在水溶液裏，看液面和哪一格度數相平，就可以知道溶液的比重數字。一般說來，溶液越濃，比重就越大。科學家有方法從溶液的比重算出溶液裏含有多少溶質。所以比重計對

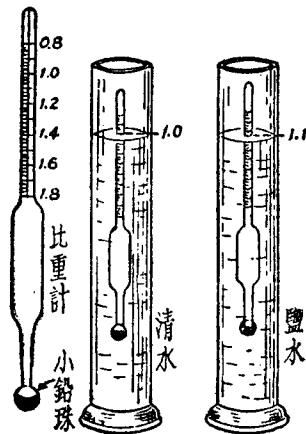


圖 3. 用比重計量比重

於測算溶液是很有用的一種工具。

水和溶液比起來，不但比重不同了，還有許多別的性質也改變了。

舉一件大家知道的事來做例子。搖冰淇淋是許多人都看到過的，把做冰淇淋的原料放在一個鐵筒裏，外面圍上冰塊，讓鐵筒在冰塊裏很快地轉動。這樣冰淇淋就會凍起來。可是外面圍着的小冰塊裏必須加上很多鹽，否則無論怎麼搖也不能使鐵筒裏的冰淇淋凍起來。爲什麼要在冰塊裏加上鹽呢？這也是因爲鹽溶在水裏，把水的性質改變了的緣故。

我們知道，清水到了攝氏零度的時候就要結冰。冰同水只有在攝氏零度的情形之下，才會同時存在。溫度比零度高就只有水，比零度低就只有冰。冰淇淋的鐵筒外面圍上冰塊，有一部分的冰塊融化了變成水，所以冰和水是同時並存的，溫度也就恰好是零度。冰淇淋的原料是牛奶、雞蛋、白糖、香料等等，這些原料和在一起，在攝氏零度還凍不成，需要比零度更低的溫度。冰塊裏加上鹽就可以使溫度低到零度之下。爲什麼呢？鹽溶解在水裏成了溶液。溶液的冰點不是零度而是比零度低，這樣就把鐵筒外面的溫度從零度變到零度之下了。用溫度計一試就可以試出來，搖冰淇淋的冰塊和食鹽混在一起，溫度常是在零下 10 度左右，最低可以到零下 21 度。在這樣低的溫度之下，冰淇淋就會凍起來了。

河水和海水比起來，河水容易結冰，海水不容易結冰。海水裏溶解有鹽，冰點不是攝氏零度而是比零度低，所以不容易結冰。一般說來，溶液的冰點總是要比純粹的溶劑低些的。

溶液的這種特點在實際工作上常會用到。譬如汽車前面的水箱，到了冬天就有結冰的可能，結了冰就會把水箱凍裂開來。我們一到冬天，就在水箱裏加進一些防凍劑，讓水箱裏的水變成了溶液，就不容易凍了。

除了冰點以外，溶液的沸點也和水不同了。

我們大家都知道，水的溫度達到攝氏 100 度的時候，水就沸騰了。更精確的說法應當是這樣的，如果外面的大氣壓力是水銀柱 760 毫米的時候，水的沸點是攝氏 100 度。在高山_上，或是在離海邊遠的高地上，像我國的西藏高原，大氣的壓力比 760 毫米要低得很多，水的沸點就到不了 100 度。在高山_上煮飯常常煮不熟，就是由於水的沸點低的關係。

在不同的地方，水的沸點是可以不同的。爲了方便起見，我現在假定在你住的那裏，水的沸點是 100 度。究竟你那裏水的沸點是多少度，你可以在一個晴朗的日子，拿溫度計[⊖]到正在沸騰的水裏去試一試。我們暫時就假定是 100 度吧。現在再拿鹽水或是糖水來試試看。你用溫度計來試就可以知道，鹽水或是糖水燒滾了的溫度不是 100 度而是比 100 度高。高多少呢？這要看溶解的食鹽或是白糖的分量來決定。一般說來，溶解的溶質越多，沸點也就升高得越多。例如把 340 克的白糖溶解在 1 升水裏，沸點升高 0.5 度，要是用了 1360 克的白糖溶解在 1 升水裏，溶液的沸點就可以比水的沸點高 2 度。

⊖ 用的溫度計應該是最高能够量出攝氏 110 度或 120 度的那一種，千萬不要用體溫計，體溫計最大量到攝氏四十幾度，一遇到沸水就會碎裂。