

一九五〇年北京市中學教員暑期學習會

自然科學講座

化 學 之 部

30

50

中國科學院編印

自然科學講座化學之部

編 印 者：	中 國 科 學 院
發 行 者：	中 國 科 學 院
總 經 售：	新 華 書 店
印 刷 者：	新華印刷廠北京第一廠

(00001—10000) 一九五〇年十二月初版

(10001—15000) 一九五一年五月再版

定價 3,500元

北京市中學教員暑期自然科學學習會的經過

一九五〇年六月間，我們曾舉行了十次‘科學講座’。主講人都是由各專門學會代為延聘的專家，講演內容新穎而切合需要，大為聽眾所歡迎。因為科學講座的成功，北京市文教局便向中國科學院聯絡局表示希望我們在暑假期間，專為中學自然科學教員舉辦一次有系統的講演。滿足這個合理的希望當然是我們義不容辭的責任，我們馬上應允了。這就是舉辦這次自然科學學習會的原因。

現在我們把舉辦這次學習會的經過，和從而獲得的經驗介紹在下面：

(1) 在舉辦學習會之先，我們必須知道中學的自然科學教員所要知道的是些什麼？‘所需要解答的是那些問題？’知道中學自然科學教員的需要，才可以安排講演的題目，才可以使講演不致流為形式。因此，在六月底，我院聯絡局便請北京市文教局通知各中學物理、化學、數學、生物四科的教員，將他們所希望在教學上解決的實際問題報告給我們。結果，他們提出問題五十餘條。這些問題經我們整理後，分別送給物理、化學、化學工程、數學、動物、植物、生理、昆蟲、米邱林等九個專門學會；請他們根據這些問題擬定講題，並提出專家主講。

在各學會擬定講題，請人主講時，最好請各學會之間，各位主講人之間建立充分的聯系，尤其對於性質類似的題目，或從不同的角度來討論一個主題時，各主講人最好先行協商，個人担任那些部份，這樣分工合作來準備題材，才能避免重複，收到精簡的效果。

(2) 自七月二十五日開始，到八月十五日截止，計由三十六位專家講出三十四個講題，內分物理、化學、生物、數學四部分。這次的學習會，雖然是為中學自然科學教員舉辦的，然而各部門的幹部同志，中學高年級和大學的同學也有很多人來旁聽。每次講演之前，主講人列出大綱，由學習會用大字報在會場上張貼，供聽眾參考。

(3) 這次學習會的主講人不僅包括着教授、研究員、產業部門的技術首長，並且有永利化學工業公司的工人和蘇聯專家參加。每個主講人都受到聽眾的歡迎；每次講演都掀起了各位中學教員們學習情緒的高潮。

(4) 每次講演時，由學習會輪選會員二人担任記錄工作。記錄經整理後，油印若干份，一部份送本科的各會員，作為小組討論時的參考，同時送一份給原主講人修正，作為定稿，以備付印。但是因為各主講人都有相當繁重的本位工作，而這種改正講稿記錄的工作又相當麻煩，所以常常需要許多時日才能改好。因此最好把記錄的講稿儘量早些送交原主講人去改正，以免耽擱出版的時日。

(5) 每一兩個同一學科的講題講過之後，參加學習這一科的會員便舉行小組討論，討論時頗熱烈深入，並有小組將不能解決的若干問題提出，再請原主講人解答。根據經驗所得，這種小組討論必須認真確實地推敲，不可例行公事，否則便不能把聽講的資料與實際結合，收到這種學習會最大的效果。

(6) 這次學習會的事務工作，例如布置會堂、印發文件、劃分小組、領導討論等都是由北京市中學教員學習會自然科學組的會員們自動的分工合作來擔任的。根據經驗，這種事務工作應儘量廣泛地發動會員中的積極份子來擔任，不應由文教部門單獨主持，或指派某幾個學校的教員來擔任。因為這種工作須由對於全體會員的需要有所瞭解的人來擔任，才能勝任愉快，替大家服務。

(7) 這次學習會的費用，例如佈置禮堂，預備茶水紙張，接送主講人的車費，酬謝講演人的講演費，油印講稿和刊行學習會講演集的費用，以及其它雜用等大部係由科學院擔負。因為原則上應該不增加各學校和教員的經濟負擔。

(8) 這次學習會當然還不能解決北京中等學校自然科學教學的一切問題，但是他們所渴求解決的許多主要問題，都已解決了。可欣幸的，這個學習會已經引起了各方面的注意！不少的中等學校來信索取學習會的講演記錄。在八月十九日第一次全國自然科學工作者代表會議中，本院李四光副院長報告科學院的工作時，曾將這項工作向會裏報告；科代代表在分組討論中，認為各地科學工作者應該和中等學校及文教部門聯合起來，多作些類似這次學習會的工作，因為這類工作真正地可以在普及的基礎上提高、在提高的指導下普及科學教學的材料和知識。

(9) 爲了這次中學教員自然科學學習會的勝利地成功，我們首先應該致謝各位主講人。他們所講的不是單純的普通高等以上學校的教材，乃是爲解答中學教學上的種種問題，爲輔助中學自然科學教員的進修。因此，他們在講演之前須作一番周詳的準備，而在講演之後，仍須解答聽衆提出的問題，並修正講演的記錄。這是一項相當繁重的工作，特別是在溽暑的時候。我們應該對這些位主講人的熱心服務，致誠懇的謝意。其次，各專門學會決定講題，推舉主講人員，北京市文教局對這次學習會的舉辦的種種襄助；最後，最重要的，在學習會裏負責的自然科學教員們主動地參加關於學習會的各項事務，這些都是使這次學習會能夠順利完成任務的主要條件。我們對於各專門學會、北京市文教局和學習會裏負責的幹部們致謝忱。

總之，這種工作要求着中學教員、文教部門、各專門學會、研究機構、大學、技術部門等機關團體的工作者熱心地充分合作，才能作得好。

(10) 這次學習會因為是第一次試辦的性質，所以尚有一些缺點和偏差。上列的經驗介紹也就是在摸索中獲得的一些瞭解，提供給各方面作爲參考。希望各地文教部門，專門性的科學團體各中等以上學校儘量予以批評和檢討。如果有什麼意見和問題，請提交北京天津街三號中國科學院聯絡局，我們必然儘量採納和解答。

(11) 參加一九五〇年北京市中學教員暑期自然科學學習會工作人員，特誌之如下：中國科學院聯絡局：赫葆源、鐵論。北京市文教局：孫亞寧。北京市中學教員學習會自然科學組：總幹事，劉景昆；數學小組幹事，管恕(主任)、申价人(副主任)、王卓亭(副主任)、劉從謙、嚴以誠、吳鴻邁；物理小組幹事，耿克仁(主任)、李季暉(副主任)、張子鏞(副主任)、陳德雲、徐玉蓮、胡玉芬、于克三、劉希璞、劉福州；化學小組幹事，符綬璽(主任)、周玉重(副主任)、徐翰清、高同恩、董學增、馬敬修；生物小組幹事，胡西英(主任)、王恩多(副主任)、徐晉銘、王以誠、申墨林、劉懋先、張曉台、劉詩瑜、常鳳芹。

中國科學院聯絡局 一九五〇年十一月

目 錄

原子的觀念與原子的構造·····	曾 昭 掄	1
化學研究和中學教材·····	孫 學 悟	5
矽綸·····	孫 君 立	8
蘇爾維製鹼法·····	陳 葆 珍	14
鋁之化學·····	馬 傳 彪	19
我國膠木工業的現況及將來的發展·····	陳 建 侯	25
蘇聯化學工業的發展·····	茲德洛夫采夫	34
化工建設與化學教材·····	孫 祥 鵬	37
強性電解質游子互吸的理論·····	黃 子 卿	41
有機化學的新進展·····	馮 新 德	43
中學化學教學問題·····	黃 新 民	47
有關中學化學教學的兩個問題·····	袁 翰 青	52

原子的觀念與原子的構造

曾 昭 掄

(北京大學化學系)

如果化學家對於人類文化與思想有一種基本的貢獻，那便是原子的觀念。這句話當然別方面的人，不免要爭辯。哲學家會說，自從古希臘時代起，哲學家便已提出物質係由原子所構成這種觀念，原子學說最初不是化學家而是哲學家發明的。物理學家，也許會說，近年來對於原子構造的正確認識，主要是物理學家的貢獻。這些話多少都有道理。但是不可否認的，原子觀念之所以在十九世紀當中能够確實建立起來，主要有賴於化學方面的證據。

(一) 古希臘哲學家的原子學說 現在研究科學發達史的，都承認原子學說發源於古希臘。遠東方面，在印度早就有人傳佈這種學說。但是我們至今還不確實知道，印度人是不是自己發明了這種學說，還是從希臘方面學來。古代希臘哲學家，喜歡對於世界上以及宇宙間的基本問題，進行爭辯。就中很重要的一方面，當然是宇宙觀。這方面的問題，主要又可分為下列兩方面：第一是宇宙的來源現況及其演變。這是後來天文、地質、生物各方面專家研究的一種對象；人類及動植物的起源及進化，包括在內。第二方面就是物質的構成。這是化學家與物理學家的工作。然而自古代起，哲學家即對此各方面發生興趣，發表了許多見解。尤其是在公曆紀元前哲學倡明的古希臘，關於此類問題的爭辯，盛行一時。就物質的構成而論，主要有兩個基本問題。一個是物質種類的多少問題。表面看來，存在於宇宙間的物質種類是很多的。但是這些成千萬的物質，是不是彼此漠不相關呢？那又顯然不是的。因為從鐵礦可以煉成鐵，煤炭燃燒可變成二氧化碳。究竟這許許多多的物質基本由少數幾種造成呢，還是由許多種所造成呢？人類心理，天然有挑選一種簡單說法的傾向。所以古代希臘哲學家，

便選擇了第一種說法，認為宇宙間所有的物質，係由少數基本或簡單物質所造成，由此發明了元素的意念，雖然他們並沒有多少實驗上的證明。到了中古世紀，煉金術士更進而以為所有的物質，均含有一種共同的原始物質 (materia prima)。至於各種物質之不同係因其含有雜質。在今天經過化學家一個半世紀的實驗工作，佐以近年來原子物理學家的貢獻，我們認識了宇宙間存在的元素，迄今已知者，一共只有九十八種（內中元素*第97及第98是在1950年方始發現的）；而各種元素的原子，據今所知都是由質子、中子及電子三種質粒組織而成。

關於物質構成的第二問題，是物質的連續性問題。換句話說，一塊由任何物質組成的東西，如果把它切開，一分二，二分四，如此一直繼續分下去，是不是能够無限制地分下去，沒有止境；還是分到一定程度，就不能再分，或者至少不能再分下去而不基本改變它的性質？這個問題的答案，如果沒有實驗的證據，是不容易決定的。表面看來，似乎此兩種不同的答案，是一樣地自然。在古希臘時代，自然科學還沒有進步到一種階段，使經由實驗方法判明此點成為可能。所以哲學家只有憑自己的猜想去判斷。因此談到這點，哲學家便分作兩派。代表第一派的觀點認為物質是可以無限制地細分下去的，最初有安納薩哥拉斯 (Anaxagoras, 紀元前498—428年)。首先提出物質分到一定程度就不能細分下去的，則為陸基博斯 (Leucippus, 生於紀元前489年)。這學說嗣後經德模克利安斯 (Democritus, 紀元前460—370年) 予以擴充，德氏遂被公認為原子學說的最初發明者。他把不能再分下去的質粒，叫作原子。原子學說，在今日看來，久已成為化學這門學問的主要基礎，沒有任何

* 元素97及98係，1950年美國加州大學化學家西布格 (Seaborg) 等所發現。元素97今定名為鐳 (Berkelium, 符號為 Bk)；元素98定名為鐳 (Californium, 符號為 Cf)。其製法如下：



可以懷疑的地方。但在兩千多年以前的古希臘，則情形完全兩樣。當時討論這個問題的哲學家，將信將疑，兩派學說相持不下，不能得到一致的結論。中古時代歐洲學術，一般衰落。至近世初期，十七世紀的偉大英國物理學家牛頓，又提到原子的觀念。牛頓雖然是一個劃時的科學家，但是時機尚未成熟，近代化學尚未展開。所以關於這方面的學說，仍和古希臘哲學家所說的差不多。一直到十九世紀初年，英國化學家達爾頓 (John Dalton, 1766—1844年)，方將原子學說，放在科學的基礎上。

(二) **十九世紀的原子學說** 牛頓所未能作到的事，何以達爾頓作到了呢？關鍵在於達爾頓遲生一世紀，到那時化學已經進步得夠了。十八世紀最後四分之一世紀，被稱為近代化學開路先鋒的法國大化學家拉瓦謝 (Lavoisier, 1743—1794年)，運用天平將化學放在定量的基礎上，奠定了近代化學的基礎。循此路線發展，在十八世紀末年至十九世紀初年的階段，化學家發現了定比定律與倍比定律。達爾頓最初得到他所主張的原子學說，並不是從這兩條定律出發，雖然他本人就是倍比定律的發現者。但是他和其他化學家，很快就看到，定比定律與倍比定律，實成為原子學說的實驗基礎。如果不承認原子存在，那麼這兩條定律是很難解釋的。因為捨此則物質化合的重量比例不會總是那樣湊巧。1808年達爾頓發表的‘化學哲學的新系統’ (New system of chemical philosophy)，學在化學史上是一塊主要的里程碑。按此他的原子學說，主包括下列三個要點：(1) 原子不能再分。(2) 元素為相同原子所造成；同一元素的原子，彼此相同，不同元素的原子則彼此不同。(3) 化合物係由兩種或兩種以上的原子（即由不同元素）結合而成。達爾頓在他的原子學說當中，很清楚地指出元素與化合物的區別，但是他並沒有認識原子與分子的區別。後一點是意大利物理學家阿佛蓋特羅 (Avogadro, 1776—1856年) 在1811年發表的論文補充上去的。阿氏的修正，當時不巧沒有引起很多科學家的注意；一直到1860年，方始為一般化學家所接受。從那時起，原子學說成為化學的穩固基礎。原子不可分，元素不能再分解成為更簡單的物質，大家幾乎認為是確切的事實，不容再予懷

疑。然而這種過分簡單的看法，好景不長。十九世紀末年以來物理學上的新發現，證明這些假定是不正確的；雖則原子的基本意念至今並不動搖，而且只有更加穩固起來。

(三) **新舊原子學說的分野** 達爾頓、阿佛蓋特羅等科學家的工作，將原子學說脫出空想與猜測的範疇，建立在實驗的基礎上。這點與希臘哲學家的工作相比較，是很大的進步。雖然如此，因為原子實在太小，無法看見，對於各個原子的性質，只有猜想，從德模克利安斯經牛頓、達爾頓一直到十九世紀下半世紀，對於原子的看法，大致沒有多少差別。這種看法，我們可以把它叫作舊原子學說。按照此說，原子是單純的與獨立的個體。它是結實的無孔的，十分堅硬的與不可分的。在固體與液體中，衆多的原子或分子，差不多是一個挨着一個。在氣體中，則分子之間，距離相當遠。舊的原子學說，認為元素是世界上最簡單的物質，不可能再分成更簡單的東西，各個元素係由僅僅一種原子所組成（這就是說，同一元素其原子彼此完全相同）；該項原子，是那元素所特有。與其他各元素的原子均不相同。

以上所述舊的原子學說，可以拿來與我們相信的新的原子學說相比較。按照新的原子學說，原子不但不是完全堅實無孔的東西，而且是高度多孔的，在整個原子當中，質點實在佔據的空間，尚不及大禮堂裏的一根小針。在原子中心，有一個極小的原子核；繞着核外，有一定數目的電子，作規則的排列與某種形式的運動。原子核本身，也不單純，而乃係由一定數目的質子與中子所構成。因其如此，所以在特種情形下原子核可以打破或者轉變成為另外一種原子核，由此可從一種元素變成另外一種。某一元素的基本特點，現在認為是在於其原子序數；這數目等於其原子核中所含質子或正電荷的總數，也就等於其核外電子的總數。至於原子核中所含質子與中子的比例，則可有小的差異。因此一種元素可由兩種或兩種以上的同位素[△]（同位素的意思，是原子序數相同，質量數及原子量則有異）所組成。按此元素並不一定是單一的東西，而是往往由若干種同位素混合而成（這種情形，證明是常軌而不是例外）。按照上面所說新的

△ 現在有時亦用單核素 (nuclide) 一名詞。一種單核素，其原子核，總是含有一定數目的質子或中子。如釷則無同位素，所有釷皆為 ${}_{90}^{232}\text{Th}$

原子學說，是將舊時所謂原子的性質，作了一些根本的改變。舊日對於元素、原子等名詞的定義，因此亦不甚適用需作一些必要的修正。如此豈不是將原來的原子學說的基礎都推翻了嗎？那却不是的。原子學說最基本的觀念，是物質不能無限制地細分下去，這一點至今始終未變。不過此刻所謂基本微粒，不再是整個的原子而是質子、中子與電子這幾種目前似乎不能分為更小的物質微粒*。即令將來萬一有這種可能，只要是停住在某種大小的質粒，不能無限制地細分下去，則原子學說的基本觀念依然存在。說到新舊原子學說的不同點，我們不要忘記此兩說，除基本相同外，還有一方面要緊的相同點，就是原子和分子都是異常微小，而是不斷的作很快的運動。

(四) 證明原子構造的幾個基本實驗 如上所說，原子既然是由質子、中子與電子所組成的複雜體，研究這些質粒在原子中的排列方式與運動，自然是一件饒有興趣的事。每一原子，具有一定的構造，這點與一座房子有一定的結構相彷彿。對於這方面的知識，稱為原子構造。自從二十世紀初年以來，物理學家與化學家，對此方面貢獻甚多。我們在上段所描述的簡單結論，得來是不容易的。早期所謂原子構造，只限於核外電子在原子中的分佈，對於原子核知道的太少，只好避而不談。1932年以後，依着中子的發現與打擊原子機器的發明，對於原子核的知識日益增多，於是又展開了原子核構造的研究。現在如果談到原子構造，從廣義的說法，是應該包括原子核構造在內的。依着二次大戰以來原子能研究的發展，一般青年對於原子構造，興趣很大。這些追求物質構成的奧妙之理論，也的確足以引人入勝。但亦有一小部分中學生，認為這些高深的理論，距離實際頗遠，要求與實驗連系得更緊密些。實在說來，一切物理科學的高深理論，當初都是從實驗結果推證出來的。日久此等學說漸為大家所公認，解釋的時候往往沒有費時候去說出那些實驗的證據，以致令人有教條主義的感想。為着糾正這種偏向，我們在這裏特別將此方面最主要的實驗，予以簡單的提及。

原子不是絕對不可分的東西。這點在十九世紀末年即已有了一些證據。1896年法國物理學家

柏克勒爾 (Henri Becquerel, 1852—1909)，發現放射性現象。隨後在1899年，英國物理學家羅瑟福 (Ernest Rutherford, 1871—1937) 宣佈，由天然放射性元素釷放射出來的射線，計有兩種，分別稱為 α 及 β 射線（隨後 Villard 又發現有 γ 射線）。 β 射線旋即證明為高速度的電子； α 射線則在二十世紀初年，證明為高速度的氦核。氦核與電子，均係具有質量的微粒，在放射性現象當中，它們必然是由於釷原子的分裂（按現在說，是由於原子核的分裂）得來的。由此可以證明，釷原子不是一種單純體而是一種複體。雖然如此，天然放射性現象，只限於極少數原子序數很大的元素。單單這一方面的證據，不足以證明一般原子都是由若干微粒造成的。關於後一點，英國物理學家湯姆遜 (J. J. Thomson, 1856—1940) 發現電子，提供更好的證據。湯氏的實驗，實質上是證明陰極射線是一種高速度的帶有陰電荷的微粒（即今所謂電子）。陰極射線管裏面，維持着極高度的真空，所以這種電子顯然是從金屬的陰極發出來的。陰極金屬的種類，無論是鋁或鉑都好，對於產生陰極射線並無影響。按此則這幾種沒有放射性的普通金屬元素的原子，其組成中至少是含有電子。以十九世紀末年的發現作為基礎，物理學家與化學家在二十世紀的上半世紀，大踏步地走上原子構造的研究。在這方面，先後可說是有四個最基本的實驗。

第一個是羅瑟福於1911年從 α 粒（即 α 射線）透過金屬箔的研究，指出原子裏面絕大部份是空的，只有一個極小的原子核位在中心，外面有些電子圍繞。這就是所謂羅瑟福的‘帶核的原子’ (Nuclear atom)。從那時候起，它代替了過去所信原子是堅實的之說。此刻科學家所信的原子模型，基本上依然是羅瑟福在四十年前所主張的。在羅瑟福此項實驗以前，大家以為在固體當中原子是一個挨着一個，中間如果有空隙也很小。同時原子是一直被認為堅實與絕對堅硬的東西。按此液體與氣體應該是不能（或者至少很難）透過固體的。此點與我們的日常經驗相符合（要不然茶杯裏也許就盛不住水了）。1909年，蓋格 (Geiger) 找出，由天然放射性元素產生的 α 粒，可以透過極薄的（例如二千分之一毫米厚的）金屬箔（如鉛箔、金箔

* 介子的發現，已使質子與中子之是否不能再分，發生問題。

等)。此種現狀的解釋，有兩種可能：一為 α 粒透過鉑或金原子間的空隙而通過，一為乾脆穿過原子本身。因為原子非常小，即在極薄的一層金屬箔當中，按計算亦有成千層的原子上下堆疊，而且按照理論原子也許多少在擺動。當 α 粒穿過時，正好一直穿過每個原子層中之原子間的空隙，似乎不大可能。因此只好捨去第一種解釋而採取第二種。雖然明明知道這是與十九世紀的原子學說中認為原子是極端堅硬與不可穿過的東西之說，不能互相融洽（按當時蓋格等解釋此項現象，係採用湯姆遜在二十世紀初年所主張的原子模型；按照該項模型，原子雖然大體是堅實的，但並不是不可穿過的）。進一步的研究，證明透過二分之一毫米金箔的 α 粒，其所取方向，與原來方向所成散射（scattering）角度，大部雖然很小，可按湯姆遜原子模型可以解釋；但作大角度散射者的數目，遠較用該項模型所預料者為多，有的散射角度甚至大過 90° 。因為實驗結果與事實不相符合，羅瑟福在1911年發表其革命性的學說，認為原子不但是堅實的，而且是高度多孔的，整個原子當中，只在中心有一個極小的核心（即現在所謂原子核），其外非常稀疏地分佈有一定數目的電子。按此模型，上述 α 粒散射現象，即可得到圓滿解釋。這點我們可從一種簡單比方得到解釋。假如我們用步槍對着一道泥牆射擊子彈，打到任何地方，都會直穿過去。如果我們在砌泥牆的時候，在裏面有規則地埋上一些鋼球，粉好了以後，在外面完全看不見，然後舉槍隨意作若干次射擊，則多數時候雖然子彈仍將直穿而過，但中間將有若干次子彈將因打中鋼球作大角折轉而射出。 α 粒穿過金屬原子，情形正與此相彷彿。鋼球相當於原子核，泥的部分則在原子中為十足的真空。不過原子核與 α 粒均帶有正電荷，按電學道理講彼此相斥。同時薄薄的一層金屬箔，實含有成千的原子層。所以 α 粒穿過金屬箔的時候，多少總有點折轉。承認了羅瑟福的學說以後，從大角度散射的 α 粒在全部透過金屬箔的 α 粒中所占百分數，參照原子半徑的數值，可對原子核的半徑

作初步估計。這種估計，與後來用其他更準確的方法算得的結果相比較，證明是大體相符合。以上所述羅瑟福的工作，也許是關於原子構造最基本的貢獻。

第二個具有基本重要性的實驗，是英國物理學家阿斯吞（Aston, 1877—），自1919年起，利用質量攝譜儀（mass spectrograph），發現同位素的現象，並找出各種元素的同位素及其質量數（mass number）與其豐度（abundance）。

第三個基本實驗，是1913—1914年英國物理學家摩斯萊（Moseley, 1887—1915），利用各種元素作靶子，自其在X-射線管中所發出的特殊X-射線（Characteristic X-rays）之頻率，找出各該元素的原子序數。總結上列三個實驗的結果，加上週期表的知識，便可對整個原子的構造得出正確的結論。

最後第四個基本實驗，是1919年羅瑟福任高速 α 粒（由鐳C所發出者）通過氮氣，產生了下列人工蛻變：



由此證明普通元素的原子核，也和天然放射性元素一般，是一種複雜體而且似乎確實是含有質子。

1932年英國物理學家查德威克（Chadwick 1891—）發現中子 ^0_1n ，對於明了原子核的構造，亦有極大貢獻。在此以前，科學家以為原子核係由質子與電子所組成，但是有人從理論計算得到的結果，證明這是不可能的一件事。中子發現以後，這方面的疑難立告解決。

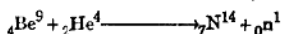
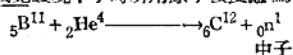
五十多年以來，我們對於原子構造已有深刻的認識。在此處所提到者，不過其中較淺近的一部分。新的發現，正在進行中。此刻研究科學，正確的理論指導，固然重要；但是腳踏實地的實驗工作，實為一切科學理論的基礎。這是現代科學家與古代哲學家對於研究物質構成在方法上最大的區別。

（1950年7月26日）

參 考 文 獻

1. 曾昭掄著：——“原子與原子能”（三聯書店，1950年）
2. F.K. Richtmeyer and E.H. Kennard：——“Introduction to Modern Physics”，4th Edition（McGraw-Hill, 1947）。

* 查德威克發現中子時所用原子核反應為



化學研究和中學教材

孫學悟

(黃海化學工業研究社)

(一) 研究和教材的關係

研究和教材在理論上是分不開的。所有的教材都是實驗室裏得出來的，從實際經驗中得出來的。也可以說，都是從研究的結果中整理出來的。但是，這並不是說凡研究都有教育的價值。研究好比食料，教材是選擇出來的營養素，用以增進健康的。營養部分的選擇是以食料為主的，研究與教材正是食料與營養的關係。

(二) 過去我們化學研究和教材的情況

我先把過去幾十年來的化學研究，和有關於化學教學上的情況，略為報告一下，然後再按照我們的缺點提出幾個簡單的意見，作大家的參考。

(甲) 成績太少的證據

(1) 民族工業太少——我國化學研究幾十年來並不是一點成績沒有的。可惜有限得很。從一國化工事業的多少，就可以推演出來他的化學研究發達與否。請諸位默想一下，北自鴨綠江口沿海岸往南去直至望溪一萬一千多公里的海岸綫，其中有多少化學工業是我們自己樹立起來的。真正的民族工業，真是少得可憐。幾乎全是侵略者的產品。把外國的原料買來，再加一點醬油、香油、醋等攪拌一下，包裝起來，那就成為民族工業嗎？

(2) 化學名詞幾十年來討論未決——兩星期前，中國化學會還開過一次化學名詞會議。可是最近我還見過一部“化學大成”。這部書原來是德文的，當時請了一位英國人，先譯成中國話，再由一位徐壽先生編成文言。刊印的年份是清朝光緒丙申年，距今五十五年了。這位徐壽先生在世的時候，一定料不到半世紀以後的中國化學家，還在開會討論他當時傷腦筋的玩藝兒呢！

(乙) 不會打下樁去——從以上兩點來看，便知道我們研究工作進步是有限的。我們可以大胆地

來說，基礎上還不會打下樁去。就是有點成績，從教材的立場來看，價值也不很大。我常說過去中國的化學研究工作，猶如孵不出小雞的雞蛋一樣。只是一個蛋罷了。還少一點微妙的因素似的。今天生的蛋孵不出小雞來，明天生的蛋孵不出小雞來，一天又一天，失望又失望，到了現在，可是我們覺悟了。覺悟了什麼？我們覺悟到要想住家過日子，單用現成的外國罐頭天天充菜碟，那是不行的。要想自家過日子，必須從喂豬養雞種菜做起。惟有如此我們日常營養才算有了根，才可以過活，才可以生生不息，才像一家人呢。換一句話說，我們從今天起，非自力更生不可！自力更生不是一件容易的事，首先我們得把過去的檢討一下，看看我們所犯的毛病的根源在那裏？

(丙) 重理論輕實際的毛病

我們過去只重書本而漠視經驗。學化學的也爭着提高抽象的理論而鄙視實際的本身。把用來解釋現象的學說，當成了問題的中心。本末顛倒，風行卅餘年。學說是一時的東西，事實是永久的東西。用學說來解釋事實，來找事實。在我十六七歲時有嚴復翻譯的赫胥黎的天演論，文筆很好，學者只賞識其文章，而忽視了達爾文學說的內容。這是滿清臨倒以前談新學的風氣。

1923年的時候，有一次我被邀來北京，視察當時請求補助的幾個大學，其中有一個，當時是所謂最高學府。我很驚訝的看到他們的化學系用的課本是英美大學研究院裏學生所用的參考書。我立刻就問那位系主任，為什麼用這本書作課本呢？他回答說：那是出於學生的要求，惟有理論高深的東西，才可以滿足他們的慾望。諸位請想一想課本要世界上理論最高深的，可是實驗室裏研究的工作却往往不關重要。這不是證明了，我們過去只重外國書本而輕視了重要的研究工作一個很好的例子嗎？從大學生起，就以好高騖遠為是，就以提高理

論的比賽爲榮，那還談到什麼實際研究呢！其實這種風氣並不限於大學生，在中學和其他專科學院裏也有。

十五六年前，我在上海參觀 Lister Institute，一個相當於專科的學校，英國人辦的，學生是高中程度。我當時問那負責人，錄取學生程度如何？得了一個答覆：“叫他們寫一段關於原子構造的文章那是可以的，可是要做最簡單的實驗，例如比重的鑑定，那就有問題了。”我想這事實的暴露，決不是偶然的，而是日久展轉造成的。

1912年，有一位美國教育家來中國遊歷到了天津，參觀一個當時北方最有名的中學。他問校長是否也教物理化學？校長回答說，有物理化學課。這位教育家同時也是化學家，表示極願意看看實驗室。校長說我們沒有實驗室。他當時不客氣地說：“教理化而沒有實驗室是反而有害的。”這位先生是辦過四十多年大學教育的。這事實的經過是那校長親自告訴我的。據我個人所知道的，這‘反而有害’的事實，尤其在中等學校裏，直到今天，全國內還多的很呢！每逢參觀大學、中學或研究機關的化學試驗室時候，大多數都訴窮。總說經費不足，無力增加儀器設備。言外之意，就是說在這種情形之下，只好在書本上看科學，在黑板上講理化似的。表面上聽這話好像是對的，好像是屬於經費上居多。但是搜起根來，便知道這個漠視實驗的風氣，還有一個更深更遠牢不可破的來歷在。

(丁)病根所在——傳統思想的偏差

這個更深更遠，牢不可破的來歷就要在我們傳統思想上去找。我們的傳統思想是貴人賤物的。是偏重人與人的關係而輕視人與物的關係。由此漸漸養成了不屑與物爲伍的觀念。這個偏差無形中對於中國學術的進步影響很大。過去自然科學在中國不能生下根來，這是最大的原因。我們要想化學在中國生根，首先就要把我們傳統思想上的偏差糾正過來。因爲凡是我們看不起的東西，當然不願意和它接近。越不接近，就越不了解。越不了解，就越生隔膜。到了無可奈何必須了解的時候，也只好抽象的作篇文章，寫兩首詩，還是用人對人的辦法去描摹一番完事。我們化學的研究和教學鬧了這些年，還未能打下樁來，還未能走到普及的邊上來，原因在此。換一句說，過去我們的化學不發達，並不完全由於經費不充足，根本上還是由於

不會‘事實求是’。

(三) 今後我們應有的努力

(甲)研究上應有的努力——假定和實驗

化學研究的目的，就是要了解物與人的關係，和物與物的關係。總之，就是要明白物性。要明白物性便要有假定，有實驗。假定是在某一階段內試探的方向，實驗是要達到試探方向的工具。只有方向沒有工具，就永無前進的希望。只有工具而沒有方向，那又成了盲目的行動。通常先有假定，再行實驗。有時在實驗過程中發現了新事實，又可以修正或拋棄了舊假定，再作新假定。如此互爲因果以至於無窮。總之，假定和實驗是鳥的兩隻翅膀，缺了一個就飛不起來。這話好像是老生常談，可是正中我們過去所犯的毛病。前邊已經提過，從年幼的時候起，因爲抬高高深的理論和學說，就養成了一種漠視實驗和不肯動手的觀念。最特別的事情，就是所談的某某學說和假定，又往往不是我們自己觀察得來的。大大小小往往是從外邊搬進來的。自己毫無主張。學說和假定既是從外邊來的，所以所用的工具——儀器和藥品等——不管國內能否製造，也非外國採購不可，成爲風氣。前邊說過不從喂豬養雞種菜做起，日子是過不成的。我們不打算自力更生，化學的研究是立不起根基的。中學教材是與國內研究工作的情形有密切的關係。那末，我們今後應當怎樣辦呢？這是我今天要向各位領教的。現在我提出幾點意見，或者可供大家參考，舉例如下：——

(乙)教學上應有的改進

(1)教學生精察事實，少談學理——教學生多精確地認識化學的事實，少談學理，尤其是未成熟的學說。我們要教學生知道某種學說可能是對事實一時的看法，用來解釋那暫時不變的事實罷了。等到新的事實發現，那學說也許不攻自破。

(2)教學生自製工具——多多獎勵學生自製簡單工具，來證明事實的準確以改正平常鄙視動手的觀念，天橋的把式只會說不會練那是不行的。

(3)把金木水火土拿來科學化——關於教材性質的說明，我建議起用五個古老的類名——金、木、水、火、土。這是日常生活所必需的五類物質或現象，是已經民族化了了的，是大眾基礎觀念化了了的。我們所需要的，只是把它們擴大起來，加以科學化

罷了。起用古老名詞是有教育意義的。因為一則可以糾正一般認為科學是外來的看法，養成民族自信心，二則可使學生親切地感到他們的家裏，他們的周圍，都是化學試驗室，都是教材的寶藏。我把五行用現代的名詞來說：——

金——包含一切金屬類

木——包含一切植物類（相當於炭的化合物）

水——包含一切的液體類，當然海水也在內。

提到海水，我看中學教材裏是應當注意的。不但它的內容包括着豐富的化學資料，我們還可以啓發青年一個有價值的概念，同時又是我們民族急需提倡的一種概念。我國的海岸線長達一萬多公里，可是歷史上，藝術上（中國畫上很少有畫海的）自古以來很少

提到海洋。宋岳飛也只有寫出“還我河山”而不是海山。我們應當提倡海洋的認識和海的應用。

火——包含一切氣體和動力

土——包含一切無機物

幾千年來這幾個字，所謂陰陽五行，不知鬧了多大的亂子。其迷信流毒至今還未肅清。這個肅清的任務，我們負着化學教學責任的人，在今天是義不容辭的了。

綜合起今天的報告來說，研究和教材是分不開的，研究如果不自立，教材就不容易生新陳代謝的變化。我們過去最大的毛病，第一是一切非洋貨不行，第二是天橋的把式會說不會練，把理論和實際分成兩回事，這是我們今後應當糾正的。

（1950年7月28日）

綢 綸

孫 君 立

(中央紡織工業部)

中國科學院要本人今天到這裏講一講關於綢綸(Nylon)的化學。講到綢綸本身的化學,並不怎樣複雜,主要我們要瞭解它是怎麼一種物質。同時因為綢綸是人造纖維的一種,我們也得先瞭解它在今日人造纖維上的地位。所以我先把人造纖維作一般的簡單的介紹一下,再從而講一講跟綢綸出處有關的一類物質;然後再來談綢綸的化學和其他有關的事項;這樣好像比較系統性些。

一 人造纖維的分類

人造纖維(Man-made or artificial fiber)照今天的概念,可分為兩大類,即改造人纖(modified fiber)和合成人纖(Synthetic fiber)。

改造人纖即利用天然纖維或類似的天然原料經人工予以改造而成的。又從其所利用的天然原料而分為下列四種:

1. 纖維素人纖(Rayon),即利用天然纖維素的,如黏膠人纖(Viscose rayon),醋酸人纖(Accetate rayon),銅氨人纖(Cuprammonium rayon),

硝酸人纖(Nitrate rayon), 乙醚人纖(Ether rayon)等。

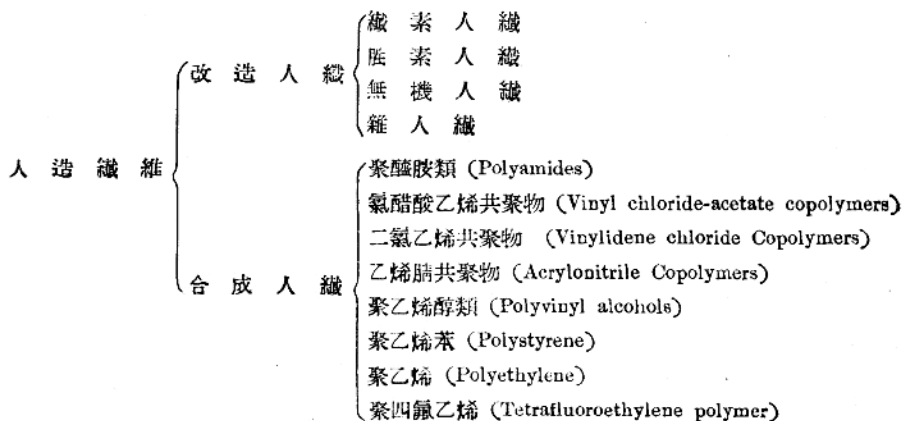
2. 胺素人纖(Prolon),利用天然的蛋白質,學名胺素的。如乾酪胺人纖(Casein prolon),豆胺人纖(Glycinin prolon),魚胺人纖(Fish prolon)等。

3. 無機人纖,即利用天然的礦物質的,如玻璃纖維等。

4. 雜人纖,利用其他天然原料的,如海藻酸人纖(Alginate fiber),殼膜質人纖(Chitin fiber)等。

合成人纖(Synthon),多是有機物質,由若干簡單的原料合成的。其合成的機構和過程較為繁複,與改造人纖的由天然原料直接製成,情況截然不同。如綢綸,絨綸(Vinyon),貝綸(Perlon),貝賽綸(Pe-Ce fiber)等。

茲列表如下:



二 纖維原料與高分子

纖維的可供實用的，必須具備下列幾種特性：

(1)固體，(2)不揮發性，(3)水及其他溶劑中不能溶解或難溶解，(4)不受熱的影響，既不熔融又不軟化，(5)熱的不良導體，(6)具有適當的強度，彈性，和可塑性等。

具有此等性質的化合物，在化學上當為分子量極大的物質，即所謂高分子物質 (High molecular substance)。尋常的有機化合物，其分子量大多為150左右，極少有達1000的，此類物質稱為普通低分子物質。至於高分子物質，其分子量有大至數

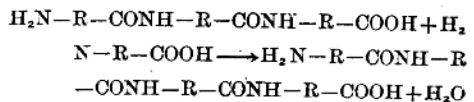
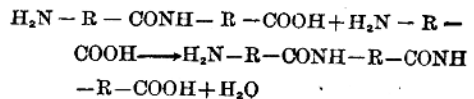
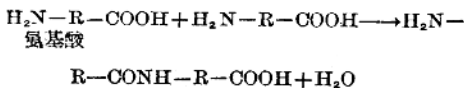
千乃至數十萬。這樣的高分子物質，方顯示上述的各種特性。高分子物質一般均由一種或數種的低分子物質，經化學反應，互相連結而成，這反應便叫做聚合反應 (Polymerization)。在纖維原料中，亦僅有此種分子量鉅大的高分子物，其分子形狀始呈細而長，即所謂線狀分子 (linear molecule) 棉纖維中的纖維素分子，其長與闊的比例約為2000:1。

下表列舉各種天然的和人造的高分子化合物。表中加方括弧 [] 的，為今日所用的纖維原料。附有* 的為工業上和學術上多少引人注意的纖維原料。

天然高分子化合物	有機物	碳水化合物 (醣)	例：〔纖維素〕，澱粉，肝澱粉 (Glycogen)，土木香粉 (Inulin)，脫水甘露糖 (Mannan)，果膠素 (pectin)，海藻酸 (Alginine)
		蛋白質 (脂)	例：〔絲朊 fibroin〕，毛角朊 (Ceratins)，卵蛋白，〔牛乳酪朊〕，〔豆朊〕，生膠質 (Collagen)，角朊，鯨肉朊，魚肉朊*
		碳化氫 (經)	例：〔樹膠〕，〔馬來樹膠〕
	無機物	其他	例：殼膜質*，木素 (lignin)
		碳酸鹽	例：〔石棉〕，玻璃*，岩石*
人造高分子化合物	線狀分子	金屬	例：〔金〕，〔銀〕
		加聚合生成物	例：〔聚乙炔苯〕 (Polystyrene)，聚丙烯酸 (Poly-acrylic acid) 及其衍生物，氯乙炔* (Chlorovinyl) 聚酸酐乙炔酯 (Polyvinyl acetate)，
	非線狀分子	縮聚合生成物	例：聚酯 (Polyesters)，〔聚醯胺〕 (polyamides)，聚酐 (polyanhydride)，
		加聚合生成物	例：丁二烯 (Butadiene)，氯丁二烯 (Chloroprene) 等的聚合物。
		縮聚合生成物	例：培珀 (Bakelite)，波珀 (Pollopas)，格利珀 (Glyptal)

聚合反應有加成 (Additional) 和縮合 (Condensed) 兩種，分別稱為加聚合和縮聚合。加聚合即由不飽和化合物或環狀化合物，依照化學反應，互相相結的反應，縮聚合，則為分子連結之際，脫出水，食鹽或鹽酸等簡單化合物的一種反應。聚醯胺的生成為縮聚合反應：

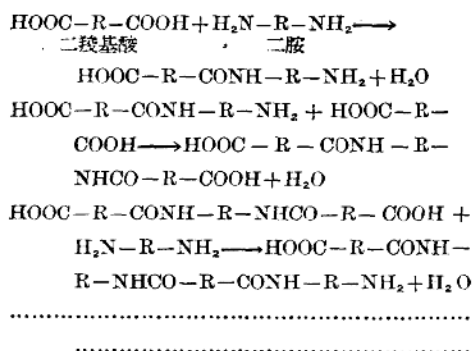
例一：



以下照同樣方式繼續起反應，至形成極長的線狀分子，式中R代表 $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$ 的鏈。 CH_2

數目自數個至十數個不等。(這就是 Carothers 的研究)

例二：



以下照同樣方式繼續起反應，至形成極長的線狀分子，Du Pont 公司的綢綸即採用第二例的反應製成的。二羧基酸用的是己二酸 $\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_4-\text{COOH}$ (adipic acid)，二胺用的是乙二胺 (Hexamethylenediamine) $\text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_6-\text{NH}_2$ ，Du Pont 所製綢綸的一種，其分子量約為14000，大概為60個二胺與二羧基酸連成一列的，線狀分子上的原子數，約有900個之多。

三 綢綸沿革

自從纖維素纖維問世以後，由於其性質，究竟還與天然纖維有相當的距離。尤其是對蠶絲和羊毛相差更遠。在代用上很難使人滿意。因為羊毛和蠶絲都是含氮的化合物，所以纖維化學工作者便考慮到纖維素的含氮衍生物，以至非纖維素的蛋白質化合物，可是經過了三十多年的努力，還是沒有得到比較滿意的結果。

在這個時期內，化學物理工作者對於人造樹脂 (Synthetic resin) 的成就，引起了高度的興趣，從而作種種高分子化學的研究。在研究中間又發見了若干線狀的聚合物，可以作為纖維的原料。至1935年美國杜邦公司 Carothers 公佈了他的發明——就是後來叫做綢綸的一類新纖維。

綢綸剛剛就是含氮的高分子化合物，而且也由氨基酸出發的，與絲和羊毛的蛋白質結構，不謀而合。其製成品的品質，雖然有些方面還不及天然產品，但也有不少方面却還超過了天然產品。因此

紡織界就寄與了很大的希望。

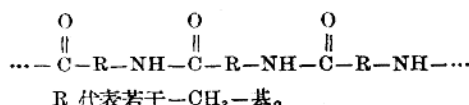
綢綸為一種聚醯胺，但發明之初，是專指某一種聚醯胺的，就是由某種氨基酸聚合而成的東西，後來杜邦公司又從己二酸和己二胺，在高溫下作控制性的聚合而得類似的物質。因此綢綸的名稱定義稍稍擴大了。到了1945年，杜邦公司又把綢綸這一名稱的定義修改確定如下：

“凡是長鏈式的合成聚醯胺，其中總聚合體內具有循環醯胺基成為積聚單位的，而能成為線狀的，一般均稱為綢綸”。

因此‘綢綸’一名，應包括一切聚醯胺類的合成纖維。但是我們應知道，普通所稱的綢綸，還是限於那種由己二酸和己二胺的聚合物。因為要加以區別，特稱為66綢綸，66的意義，就是表示兩個66碳化合物，也由於66綢綸在今日為止的聚合物中具有最佳的平均性質，和最低的製造成本，所以便首先來作正式的工業製造。

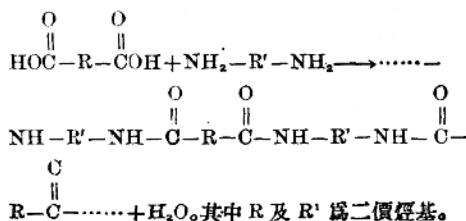
四 綢綸的化學

綢綸在化學結構上的特點，就是在它的總聚合體 (main polymer) 鏈內，有循環反覆的醯胺基，成為總聚合體的積聚單位 (integral unit)，其分子中的循環基的一般結構式如下：

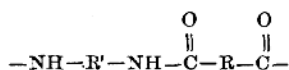


前面說過聚醯胺類的生成，有兩種方式：(1) 由可聚合的一氨基酸類 (monoaminocaproxylic acids) [例如6-氨基己酸 $\text{NH}_2(\text{CH}_2)_5-\text{COOH}$ (6-Amino caproic acid)] 所衍生出來的化合物。(2) 由適當的二胺類與適當的二酸類互起反應而衍生出來的化合物，或二羧基酸類的醯胺化衍生物。

如將一種二羧基酸與一種二胺在適當於生成醯胺的情況下共熱，反應便按照產生一種合成的線狀聚醯胺而進行：



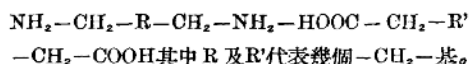
由上面這個式子，可以看出綢綸便是含有由一組同樣結構的單位：



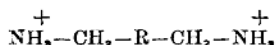
所構成的長鏈。

由二胺與二酸如上述直接製成聚醯胺時，最好先製成二胺二酸鹽，而遊離之，再用此作為製造綢綸的中間物。

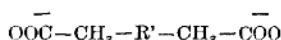
其間所起的第一反應即 $\text{NH}_2-\text{CH}_2-\text{R}-\text{CH}_2-\text{NH}_2$ 式的二胺與 $\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{R}'-\text{CH}_2-\text{COOH}$ 式的二酸相混和而使其充分密切接觸時的反應。也便是二胺二酸鹽的生成作用，這鹽的式如下：



此等鹽類都是結晶形的固體，具有相當確定的熔點，在兩酮、醚、和笨內比較的不易溶解，而易溶於水及酒精與水的混合物中。於水中起離解作用，而得二胺離子：

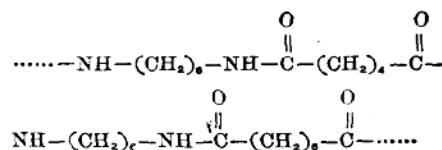
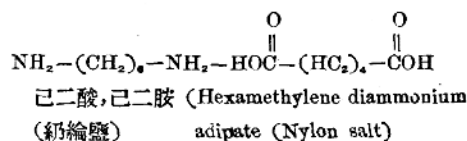
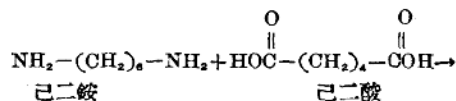
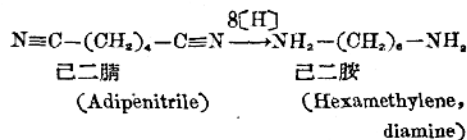
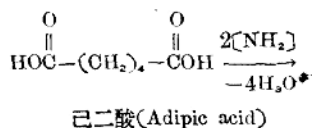
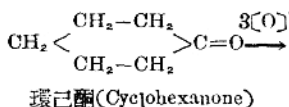
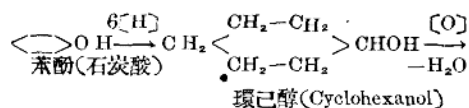


和二酸根離子：



由於這種鹽類的離解成其各成分的趨勢不强，所以酸和胺都很穩定，這鹽在變為醯胺之前，得把它遊離而加以精製。

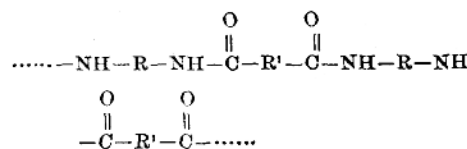
工業上大規模製造的綢綸也就是聚己二醯己二胺，係由一種二胺即己二胺及一種二酸即己二酸衍生而來。這兩種基本物質的產生，則可由下列的反應順序，大體的作結構的表示：



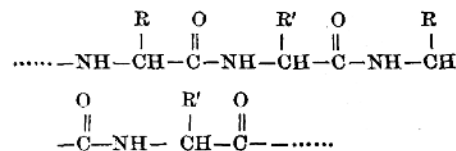
聚己二醯己二胺 (Polyhexamethylene adipamide, Nylon)

從綢綸的結構上我們可以聯想到天然動物纖維的結構，尤其是蛋白質纖維，如絲及毛，後二者也是聚醯胺類，所以竟可以說是另二種的綢綸，茲比較之如下：

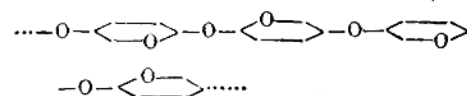
人造綢綸



絲及毛(天然綢綸)



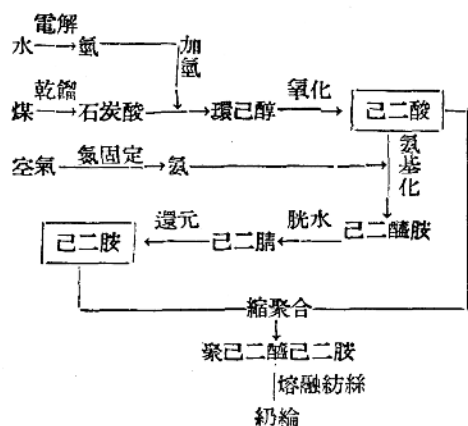
至於植物纖維即纖維素纖維如棉麻等，則根本不同，棉麻為聚己醯酐(Polyacetals)



在絲方面 R 及 R' 主要代表 $-CH_2-$ 基, 在羊毛則其結構非常複雜, R 及 R' 代表多種的 α 氨基酸如 Cystine, glutamic acid, leucine, arginine, histidine, alanine, lysine glycine ($NH_2 \cdot CH_2 \cdot COOH$), 後者為最簡單的一種。

五 綢綸的製造

綢綸的製造, 可說是從氫廠開始, 其中經高壓的合成, 把幾種氣體和煤焦油分餾物變而為己二酸和己二胺。其中氫也是一種中間物。一樣也是高壓合成的產物。所以開始的幾種原料不過是幾種元素而已, 如碳(由煤來), 氮和氧(由空氣來)和氫(由水來)。所以一般總說綢綸是煤、空氣和水的產物。



將己二酸和己二胺溶液共置不銹鋼鍋內, 即化合成而綢綸(己二酸己二胺), 將濃鹽溶液裝入圓筒形閉熱器內, 即起聚合作用, 此時加一種穩定劑 (Stabilizer) 如 lauric acid 等, 以控制分子量和黏度, 長鏈線狀聚合物即可生成, 其分子量自 10000 至 25000。

生成的聚合物為一種熔融體, 經過驟冷的扁孔, 擠成帶狀, 再切成小粒, 以便儲藏。且分批製成的可藉此混合一起, 以求最後製品的品質勻齊。

然後將小粒放入紡絲座的漏斗內, 而漏入加熱熔器 ($285^{\circ}C$)。熔融後的東西, 經過特種的抽機過濾器, 然後灌入噴絲頭。一切機件的溫度, 均須高過聚合體的熔點, 同時在熔融態時, 應以不活潑氣體(如氮)包圍四周, 以阻止高溫時受到氧的作用。

由於抽機的壓力, 熔融體擠過噴絲頭的小孔,

所成的纖絲, 接觸着噴絲頭外面的空氣即迅速凝硬。抽機的速度為每分鐘 3000 英尺 (或 1000 公尺)。

這樣得到的絲, 其強度和彈性都還差。要另經過一種冷拉工程 (Cold-drawing operation), 把絲在冷卻之際再拉成四倍的長度。這樣, 直徑便減小, 同時其物理性由於物理機構完全重排便也大大的改善。

六 綢綸的性質和用途

綢綸在 1938 年初才問世, 到 1945 年全年產量高達 2400 萬磅, 在人造纖維中僅次於黏膠人纖 (Viscose rayon), 其進展和為人所樂用的速度, 要比一般纖維素人纖來得快, 這固然一部分由於時代性的客觀條件, 但主要還是因為它具有若干種特殊的優點。例如綢綸的乾強度 (dry tenacity) 每袋 4.5—8 克, 較任何天然纖維要高得多。就是比車胎繩所用的高強纖維素人纖也來得高。同時綢綸又不像纖維素人纖那樣, 在潮濕的時候強度劇減, 它仍能保持乾強度的 85%。另一種主要的物理性, 就是彈性, 綢綸比大多數的天然纖維和纖維素人纖都要超越, 這在其用作絲襪原料一點上, 是一個很重要的優點。對於摩擦的抵抗力也很大。

此外綢綸的伸度 (Elongation) 也特別大, 這却並非完全有利於其用途。由於過分的伸度, 易使着物在穿着時布跟張大而失去保溫能力, 又因為綢綸為一種半透明的膠體, 故不易吸收水分, 這種吸濕量在綢綸特別的低, 確為今天綢綸的一大缺點。一般纖維須有相當的吸濕性和放濕性, 方能感覺舒適。羊毛織物的感覺特別舒適, 就因為有它相當高度的吸濕性。綢綸織物和肉體接觸, 即有冷感, 初着時很覺不慣, 宛如橡皮製成的服飾, 緊貼着肉體, 容易發生濕氣, 關於這一點暫時尚難克服, 因為如果把這一點糾正過來, 則原有所有的強度、彈性等的優點, 不免發生了影響。

其次綢綸的高度伸度和高度柔軟性, 也是其用途限於編織, 不適於製織。製織的着物, 常須保持特殊的服飾型, 而由於綢綸的伸度和柔軟性, 一經穿着, 便很易變動型式。

	強度 (%)	伸度 (%)	濕強度 (%)	彈力回復 (%)	含濕量 (%)
生絲	1.0	12.9	24.5	65	15
人造絲 (黏膠)	0.3	17.8	30.4	—	13
綢綸	1.3	25.7	14.7	77	3