

BC
301-53

科學簡語

丁 驥 著

亞東圖書公司印行

M6T
5301-53
1

科學閒話

丁 鏞 著

伍 毫



3 2167 9405 1

亞東圖書公司印行

給

薇 青

—— 一個科學家 ——

科學閒話

序：科學的境界.....	
第一章 科學精神.....	
第二章 研究科學的動機.....	
第三章 科學頭腦.....	
第四章 四個法則.....	
第五章 學以致用？.....	
第六章 思想與氫彈.....	

科學閒話序

科學的境界

~~~~「詞以境界爲上有境界則自成高格」——王靜安  
人間詞話~~~~

藍色的天幕，漸漸地有閃爍的星光，人心在沉默中，好奇地望着。他忽然了悟，他面對着無極，而感到渺小，科學對於宇宙，所知道的不過如此。我們今日肉眼能看見三千顆星，法眼（註一）也許可以看見一千萬顆星。但回想法眼尚未發明的時候，人們已滿足於肉眼所能見的天球，只有大膽的哲學家，幻想着空間中，尚有不可見及的天體。

天文學像別的科學一樣給我們一個教訓：就是人類的知識是太不完整，未來的程途是無限的。在清靜的夜裏，我們覺得無限的沉澱。我們說「恆星」而事實上沒有一顆星是「恆」的，一切的星都不停地在空間運行。太陽與及整個的太陽系，都在空間中以每天三百萬里的速度向不知之處行進。

人類歷史中每一秒每一分每一時每一年，由人的祖先，經過了金字塔時代，羅馬時代，以及所有的已知的時間，太陽系是向着 Vega 行進。我們不知道什麼時候開始這旅行，更不知道何時可以終了，我們僅僅知道它每秒鐘行進十五至二十七哩。試想我們現在已比前兩分鐘更靠近 Vega，我們已走了幾千里路程，以後的時間之中，我們一步一步地靠近了那顆星，或者那顆星原來的位罝。我們什麼時候可以到呢？也許一百萬年，也許五十萬年，我們不能準確知道，但是只要自然律是不錯

的，我們一定會到達那裏，也許是哲學家狂妄的慾望，可是全人類會感受這種慾望的結果。

太陽本身常常欺騙我們，如果我們能置身於太空之中，太陽是帶藍色的。藍色的盤外緣是一團血紅色的焰，高達三萬里。這些白熱的火焰，放射出去高至一萬里，可是我們今日看太陽似乎是多麼安靜的恆星呢！

幾千年來太陽給我們的熱少有變遷，我們以為宇宙是永恆不變的，老實說太陽的熱是常變的。只要少給我們十分之一的熱，溫帶就將成為凍土。也許以一百萬年來說，太陽熱是不變的，可是在幾萬萬年之中的變遷却又有誰能知道呢？

進一步想，我們已在考慮，看見的星光，也許比未看見的星少。太空之中常有宇宙塵土，掩蔽了那些星的光輝，使我們不能看見。這不是幻想，我們有間接的方法，知道暗星的存在，並且已經確定了許多暗星的位置，像航海的人，看不見礁石，却知道它的位置，而且我們知道暗星常常陪伴着明星，我們知道了真不少，真的嗎？

在宇宙之中我們只知道此宇宙之一部，此宇宙之外還有更多的宇宙。我們不敢想像，還有不可能及的宇宙。人類的智慧，僅能把握有因有果的事物，可是一想到無極，我們的幻想能力，突然萎縮。可是一顆脆弱的心，不能面臨這無邊的感覺。一顆自滿的心，更不能領悟無極的境界。

（註一） 法眼就是用來觀察的光學器械如顯微鏡，放大鏡，望遠鏡等。

丁驥序於南京

一九四八年

## 第一章 科學精神

有一個人，在天亮的時候就坐在小溪旁邊的一塊石頭上，農人們去耕田的時候，向他望望。到了太陽落山，他們回來的時候，還看見他坐在那兒。他們互相竊竊私語地說：「這可憐蟲！這可憐蟲。」這可憐蟲是誰呢？就是昆蟲學家費伯勒（Fabre），他整天地在思索：「本能是什麼？昆蟲的生命有什麼意義！上帝造福的機巧何在？」

皮薩大學的先生們，許多的旁觀者，都集中在斜塔下的廣場上。一位青年教授爬上了螺旋的梯子，把兩個不同重的球向下投擲，而同時落地。自然很肯定的答覆了兩千年來爭執的問題。可是大學裏的神父說：

「這多事的加里尼奧（Galileo）務必打擊他才對。難道他以為讓我們看見輕的球與重的球同時落地，就要我們放棄了先哲的學說嗎？這種貿然違背權威的事是危險的，不能讓他再幹下去。」

因此他們翻開了書，把他們眼見的事想法解釋開，他們深恨這攪亂權威的人。為了實驗，加里尼奧所獲的報酬，是被監禁，碎心而死。

法來得（Faraday）在倫敦皇家學院試驗電的時候，觀眾並不覺得有什麼味道。有一位婦人問他說：「可是教授，就算你說的對，又有什麼用處呢？」法來得很幽默地反問她：「太太新生下的娃娃有什麼用？」

甚至大政治家如格萊斯頓對法來得的研究，也說：「歸根結底，有什麼用處呢？」

「噢，先生！」法來得說：「你不久也許可以靠它收稅呢！」

有知識的人看輕法來得的發現，神父們看加里尼奧爲道的叛逆。鄉下人只覺得費伯勒「優得可憐」。人們對科學家不是看得渺小，便覺得他荒唐，甚至于疑心他是傻瓜。可是一個科學家他爲了知識而工作的，他揭開了自然的祕幕，不斷地在自然之中發現美，真與善。他只問耕耘，不計其收穫。這爲一般人所難於了解，覺得爲什麼這些傻瓜，不想想升官發財藉之營利呢？

那些革命的科學家們，不斷地打擊教條與偶像，他就不以自己滿足爲滿足，而想要使其他的人也能明白。這些人無論何時總是和平的威脅者，雖則所謂的和平是愚昧的。他們也許常是失望的，可是他們所帶來的光明，是真理的火炬，無法可以熄滅的。

許多的科學家不是緊緊追隨自然走，就是想法獲致自然法則的真理，更進一步去控制自然。自然不是朱麗葉，科學家不僅是羅密歐。崇拜與愛之外，科學家還兼了「馴服悍婦」的責任。只有那些覺得這種工作值得去做的人，才會去幹，歷經險阻而不屈不撓。

巴斯德研究了五年征服了狂犬病。他把工作的時間名之爲「等候期間」，他耐心地等。雅各祕(Jacobi)說：「不要以爲我是數學天才，我的能力都是由不斷的苦工中獲得的，甚至于幾乎犧牲了生命。」

美國的天文學家公認紐康(Newcomb)爲全國數一數二的天文學家，可是他并未發現什麼足以在報紙上大書特書的，他也沒有發見新的行星彗星之類。可是他的偉大，在他那些苦工計算出來的天體位置，他的計算實爲當代最精確的。這種工作使他獲得天文界的第一把交椅。

法國的拉蘭德在計算赫利彗星的影響的時候，日夜不停地工作了六個月，結果使他得了一種病症，終身不治。他的工作是什麼呢？簡單說來不過是計算木星與土星，在一百五十年內，每一度中與彗星的距離。

報酬二字為科學家所未知。阿格西 (Agassiz) 拒絕了發財的機會時說過：「我沒有空去找錢啊！」拿破崙第三問巴斯特為什麼不設法在他的發明中，去發財，巴斯特說：「在科學界中，這是自貶聲價的作風，我永不會為金錢而工作，我可以永為科學而工作。」我想假若他請求狂犬病專利權，他一定會成為當日世界上的大財主。可是他毫無保留的供獻給人類，而只靠薪給過活。

法來得一生之中，曾有一陣，陷于兩難之間，他生活很苦，所以他曾想過究竟去找錢呢還是仍留做科學工作。一僕難為二主，他終于選擇了後者。及至電磁發現，每一工廠都願意每年送他一萬鎊，一直送他三十年的酬報，可是他卻沒有接受過。換句話說，這鐵匠的兒子，訂書的學徒，要決定收卅萬鎊呢，還是接受沒有嫁粧的科學，他選擇了後者，一直窮到死。

安全燈的發明者大衛 (Davy) 是受鑛業意外防護會的委託工作的。大衛發現一個重要的原則，即可致爆炸的氣體不能穿越小孔，或者細管。祇要有一盞燈，留下只容許空氣進入的小孔，即可避免爆炸。大衛當然可以請求專利而發財，他說：「我從未想過這問題，我唯一的目的，只在為人類服務，如果我成功，他們對我的感激已是報酬而有餘了。

醫生魯斯 (Roux) 發明猩紅熱血清的時候，得了四千鎊獎金，他雖然很窮，而他仍將此獎金捐給巴斯德學院。作為醫治病人的用費。他說：「我在那兒工作，我已欠下一筆無形的

債。何況學院很窮，除了賣血清之外，沒有進項。雖然已足維持，可是一旦有新的治療法發明，學院就會毫無收入，而關門了。」給獎金的富翁，受了感動。在死時遺囑捐給巴斯德學院的有二十五萬鎊。

有人請牛頓代算若干問題，將在皇家學會發表。牛頓特別聲明發表的時候，不要提到他的名字。雖然那時他只廿七歲，他做的工作應該得到他應享的名聲，他說也許發表這些足以使人家曉得有牛頓其人，可是他所怕的就是讓人知道。真的，牛頓對於發表他的發現總是小心謹慎的，從來不想爭先印出。當他發現反光望遠鏡的時候，他把它放在一邊，經過了好幾年，才為皇家學會的人所知悉。

上面這幾人既不為名又不為利。他們的研究的動機是什麼呢？主要的是知識的愛好，發現的愉快，爲了這一點愛好與愉快，他們甘冒危險困難，以求工作進展。在科學家裏面危險是置之度外的。他們如同戰士一樣，只知道責任。

在宗教科學鬥爭的時期。我們不乏例子，表示一個偉大的科學家也俱有宗教信仰。可是在政治鬥爭的狂瀾之中，似乎沒有大科學家爲了唯物或唯心而工作。科學或者一切知識的工作者，彷彿是航海的人，他指揮着駕馭着他自己的航船，走他自己的航路。在遼遠的太空之中，有一顆星，爲他們的指路燈。他們從各種方向，各不相干地發現新大陸，或者觸礁。有時也不免橫越了別人所經過的路綫，可是他們只看到一點，就是在試驗室中忘了唯物或者唯心，忘了一切政治的主義與爭論，只看事實而已。事實成了他們唯一的崇拜對象。在自然研究之中除了事實，沒有權威可言。因此科學工作，必需是不偏不倚兼容廣包小心謹慎，而絕不能由什麼主義，信仰，預先範圍的。

科學家應該是一個願意聽取一切報告而自下判斷的人。不能以貌取人，不能存好惡之心，來主張是非。不應崇拜個人而應崇拜事實。

世界上的芸芸衆生那裏會曉得在科學家心中，有多少學說自生自滅，只有極少數的想法，得證成果。更有多少大偉人，對於科學幾乎完全不懂偏要自充內行。有時還不免輕視科學的工作。

有一次格萊斯頓同一些朋友晤見達爾文。他在達爾文面前大講他的武功，達爾文靜聽他講，心裏在想食蟲草如何消化它捕捉的昆蟲。達爾文事後說：「這樣偉人來拜訪我真是榮幸之至，」可是格萊斯頓事後只說：「那天我們有一個高貴的集會及有趣的談話，其中有一人使我不能不喜歡他。」他尙未知達爾文是誰呢！

同樣地法皇腓力浦也不知道古維爾(Cuvier)，他問：「古維爾是幹什麼的？」有人告訴他古維爾是當代大自然科學家，比較解剖學的創立者，他已經死了。腓力浦好像已經知道似的說：「哦哦，古維爾，大概是植物園裏面的園丁吧！」

拿破崙第三也不知道伯納德(Bernard)，他問侍從，誰是伯納德？」「陛下：伯納德是陛下最出名的僕人。」

似乎科學家常爲本國所忽略，常爲異國所景仰。有許多人反成爲國外所景仰的人。也有許多科學家在國外找到知音。所以不要埋怨本國的不能知遇。因爲科學本是世界的，卽是爲了名，也應博取世界的聲名，遠較在世界的一隅爲優。何況科學家不是爲別人知道自己而工作，乃是爲工作而工作。「不患人之不己知」所患的是沒有什麼值得使人知的。

科學工作很難獲得外援。尤其是經濟上的援助。一般出錢

的人往往要考慮到錢的收獲如何！雖然科學的報酬往往不可數計，可是出資的人要求的是立刻的利潤。因為這樣，科學家所獲得的外援很受限制。

英國科學協進會曾爲了一千鎊如何分配而起爭執。因為請求補助的人和團體太多，而每個委員都希望錢用在最有效的方面去。

有些科學團體只獲得五鎊或十鎊的補助。在資本家看來，這一羣學者爲了一千鎊爭得面紅耳赤，確是件可笑的事。可是科學家只有這一點經濟的援助工作，那能不慎重分配呢？即在今日科學出版物的費用，皇家學會每年也只有一千鎊，只不過够下議院的筆墨紙張費而已。政客們自己領份薪水，從事政爭，競選所花費的錢，如果收集起來足够辦幾個大學而有餘。每一次的大會議所用的錢，足夠多設幾個研究院。而那些會議的供獻，實遠不如科學研究的供獻偉大。可是整年累月的花費工夫，在高樓大廈之中，找對方的弱點，打擊，競爭，不知對國家人類又有何益。而聽任科學家擠在斗室之中，自己想主意去研究去出版。他們天天勸科學家說：「你們爲國家要刻苦些啊！」說這話的人本身就不是刻苦的。他們却得了一個提倡科學的美名，儼然成了學術界的支配者，埋頭苦幹的人的結果，被他們掠爲己有。外國送他們些名譽學位。

不知道科學的人是愚昧，剝削科學家的人是學棍。以別人辛苦的工作改頭換面據爲已有的是新騙子。我們今日不乏此種人，也不乏此種人受人景仰。但是真的金子與鍍的金子終究是不同的。而科學家本性不在爭奪桂冠。

凡是一個人知道的少，必易自滿。凡是一個人人在報上寫了一些文章使人家曉得有此一人，因而驕傲，凡是一個人只想到

名，這些人不配稱科學家。科學家的工作，沒有預先期望的酬報。更無止境。也許犧牲了一生精力所得到的知識，無論如何偉大，比起「未知」的，也不過滄海之一粟而已。要一個人了解自己之不足，等於要求他有一個偉大的精神。

讓我們青年的科學家，以宇宙為他的懷抱，而不要捲在塵世的漩渦之中。以人類的生存為他的努力的對象，而放棄狹隘的國家，種族，民族的思想。他們儘可以在試驗室之外，去從事一切他覺得喜歡做的事，可是如果他愛好科學，使他們的行動，不要毀壞了科學的聖潔。女人也許不是屬於廚房的，可是科學家是屬於宇宙的，知識沒有止境。

達爾文說：「我之成功一個科學家，無論你怎麼說，在我看來，是由於複雜的，多方面的心理性質與狀態所決定的。這些裏面，最重要的，實為我對科學的愛好，有翻來覆去想任何對象的，無限的耐心……觀察與搜集事實的毅力，略有點發明的能力與一些常識而已。我不過有了上面這點兒本領，竟能在若干重要之處影響許多科學家的思想，真使人驚異。」

## 第二章 研究科學的動機

研究科學的動機，可分兩類：其一是純粹想開闢知識的領域，其二則為具有一定目的企圖，對生產建設方面獲致實際的效果。「科學之船」上的探險者是以發現新大陸為目的的，他們的工作的精神與那些採礦者大不相同。自然這兩類工作的人，在使世界進步的工作上，各有各的地位，但是他們呼吸着兩種空氣。科學工作者必須有選擇他研究路線的自由，而實用方面的研究人員只能在指定的範圍之中，去為求那些急於求解的問題。科學者的心中只為了解自然現象，而實用者却要控制自然，使其就範。科學者只為了解鎊的構造而研究，原子能的工作者，却看中了「能」的應用技術與範圍。

有一次美國「大眾機械」雜誌舉行了一個測驗。問有那幾種發明堪稱今日世界七絕的。這測驗舉行遠在原子彈發明之前，故所舉的是：無線電、電話、飛機、鎊、麻醉劑、抗毒素分光鏡、及X光。每一種雖然具有偉大的實用價值而沒有一種不是由純粹科學研究獲得的。在研究的人心中，當時並沒有「致用」這種觀念存在。例如鎊的發現者居禮夫人，完全是為了科學的興趣，並未想到它的用途。

可是我們曉得馬可尼是無線電大王，那是因為他是把無線電商業化的第一人而發了財的。其餘如愛迪生，司梯芬孫等發明家，他們將已知的道理付諸實用，只能認為是延伸了已有的知識，不足以言創造。而發明這些道理的人，却鮮為一般人所知悉。

由科學史上看來，大的成就總是由於一些研究的人，在他們研究自然過程之中，并不想過可能的或將來的應用，亦并不

想藉之獲得報酬。一己的私利或商業的意味，不會造就出最上的科學或績。可是一般人却沒有能把握這一點。威廉梯爾登說：

「他們的目的，可能純是短視的，譬如一般中世紀的化學家，他們的鍊金與種種研究，只留下了無數空洞的文獻。我們應該不斷的改革，加入新的光明。若不是人們能集中在質疑及了解自然的法則，而不存有什麼利用自然的心理，科學不會有今日的成就。換句話說：若果沒有純粹科學的基礎，應用科學只是空中樓閣而已。」

但無論人們能否了解，所有物質文明的進步，都是科學者的成就。以歐西而論：希臘時代的藝術、文學、哲學、兩千年來仍為文科的典範。以中國而論：四書五經諸子百家雖不失仍為文科的研究對象，可是近百年代的進展却完全是自然科學方面的。未來的人們也許不會以今日的文學來紀念今日的世界，而將以科學代替；可是今日的天下雖是科學家血汗掙來的，一般人却只曉得羅、邱、史、和一些將軍與政客。這些政治上的人物，在未來的歷史上會佔滿了他們的豐功偉績。甚而至於如蘇聯科學的進步，却歸功到他們偉大的領袖身上去了。

我們應該崇拜的知識界的巨人，他們的出身常很微小。他們的工作，也不會為人所注意，尤其是一般人心中只以為科學的目的是找有用的東西。例如波森 (Poisson) 是法國的名數學家，他的早年，是在寒窻之中度過的。其他如弗利爾、安培等人，都是法國有大貢獻的科學家。又如英國的法來得 (Faraday)，德國的高斯 (Gauss)，每一個都是貧家子弟，在研究工作上遭遇不可忍受的困難。他們當時所有的工具那樣簡陋，經濟那樣拮据，遭遇常是不幸甚至於為人所排斥，可是他們的工作

是繼續的，不斷地發明方法。由天空的星到地都成了他們研究的中心。因此產生了太陽系中星球軌道的了解，熱傳播的數學理論，開了後日爲人發財的電機工業的門。

「這些人都是爲今日工業開路的先鋒，同時也指引了一條新的知識的路綫。他們的功績實應在一切工程師與發明家之上，任何一個國家如果到達了把科學研究放在腦後，而只顧在工業上花錢，這個國家定走向中國文明那條路上去。……若果再沒有新的先鋒出現，所有的進步只好停止了！」

這段話是尼非爾（Napier）說的。雖然事隔多年，何其有先見之明如此，富國強兵之道，老實說，只有能了解科學研究與國家的關係是如何密切，才是可能的。科學研究，雖然不見得有立刻見效的實際用途，可是一切工業建設都脫胎於此，一切科學的基礎都由此來的。這才是一個國家應該提倡的方面。這種工作需要工作者有創造的能力，有靈感，熱誠，才能產生似乎牛角尖的成績。一個生來有研究能力及熱誠的人，國家是應首先培養的。威廉左羅斯（Crooks）說：「我們有勞心者，有勞力者。勞心者常是勞力者的師傅。我們要爲化學而研究化學，而不要有唯利主義的色彩在內。如發明磷的伯朗特，發現電法分解養氣的伯來斯勒，發現鉀鈉的達衛，發現醃精的法來得，發現苛羅方的蘇伯倫，他們發現的時候，有誰知道他們發現的用途呢？」這段話雖只提到化學，用之於整個科學研究亦屬相同。

在法國革命的時代，法國大化學家拉弗斯（Lavoisier）被暴民裁判處死，那時候法國革命政府說：「我們共和國用不到科學家。」可是他死了兩年，法國政府爲他開了追悼會，當時處

死他的人，也承認了自己的錯誤。有位歷史家說「一個科學家的損失，實比一個政府的轉變重要。法國革命的罪惡有人以為是把皇帝殺頭，其實殺了拉弗斯的罪惡實在罄竹難書。」

拉弗斯的死是爲了維護法國中央研究院，他曾說：

「研究員中沒有一個人，不能以聰明才智在社會中別謀生路的。但因為他們有共同的信念，他們從事於一種高貴的事業，但絕不卑鄙……若果你們把他們逐出研究院去，讓他們在社會上去做那些卑鄙的職業，科學的組織將從此破壞無遺，半世紀也不能夠恢復元氣的。爲了國家的榮譽，爲了社會的福利……我求你們……」

一九四七年的中國，還沒有脫離開一七九三年的法國。拉弗斯的話，完全可以應用在今日。今日有多少科學家被國家的漠視，而中途改業升官發財的？有多少人爲生計所迫，除了保持教書一點而外仍舊能繼續研究的？有多少人能夠繼續研究他們已獲得的知識將它發揚光大的？

科學的發現很少能一眼看出它的法寶的，一棵粟子可以種出大樹，所以乍看起來，這麼渺小的結果，常是未來大工業的開端。試以電報爲例。弗打是一個意大利人。他發明了繼續不斷傳電的機構，丹麥人奧斯特發現電磁方面的原則。安培繼之更進一步，德國的高斯與威魏伯爾首先造出通話的電報綫路。今日弗打、安培都成了電業上的名詞。而由弗打到電報雛型，中間經過了三十九年的時間，經過了至少七個以上的大思想家的努力，威廉湯姆生說(Kelvin)：「假若當日奧斯特一旦發現了電流可以改變磁針方向的時候，就去想如何利用它，恐怕今日我們也不會有電報。沒有一個大的自然法則是爲利用而發明的。有無數的試驗，在一般人眼光中看簡直是毫無用途，白費

工夫。然而這些白費的工夫，却孕育了有極大價值的果實。」

又過了十一年之久，電報才有了價值。同時也揭開電的時代的序幕。可是一切都加速了。今日的工業隨在都需要電，在電之外又需要高速度的機械工具，緊接着就是鎢、鉻、鋼及鑽與鈳的應用。這些原素當初還不是知道有那麼一會事，并未覺得它們有什麼價值。

自然我們不能抹殺了應用已有知識的人，他們也花費了許多精力與時間。然而這些應用的人，常遠比發明的科學家得享盛名。

這些應用家也不是沒有創造的想像力，譬如利用木纖維造紙，是從觀察黃蜂窩的構造想出來的。到了今日世界的森林幾乎被這位昆蟲學家所消滅了。可見微小的，精細的，有思索的觀察，是偉大的。

一七五五年伯來斯勒觀察電流通過空氣中時氮與氧會聯合起來產生新的化合物。繼之卡開第斯 (Cavendish) 知道如將苛性鉀吸收了這空氣，就產生芒硝。這發現並非偶然的。而是已經知道鉀、氮、氧三原素如有一定的配合即可產生芒硝。不過得了伯來斯勒的觀察，證明了這種已知的假想，而且知道了製造的方法。但由一七五五年到一九一二年中間毫無用處可言。一次世界大戰爆發，這種發現產生了火藥來補充智利硝的逐漸減少的產量。

又如本生燈的發明，最初還是由白光燈來的，白光燈用的燈胆是鈷族元素所製的。而鈷的研究在當時不過是有趣而已。本生發明本生燈時，是偶然的。那時候他的試驗室中用的是白光燈。本生不滿意這種燈，因為要用燈胆，結果製出不用燈胆的本生燈。

像這種例子，舉之不盡。可是千萬注意：在一個人發明了什麼新的化合物的時候，不要問他「有什麼用？」「可以剃鬍子嗎？」「可以獲賞錢嗎？」。你要覓求「真知」，發現「真實」。

赫胥黎說：「我說這話是在心中估量過的。一個國家只要能花十萬鎊定下了一個永恆的瓦特，或者達衛，或者法來得，那簡直是太便宜了。因為這些人爲國家掙下了不知數的財富，『已是無人不知無人不曉的事情。』」

我寫此文也是有感而發。我希望我們的國家。能夠了解今日仍舊站在科學研究立場上的人，不是國家的累贅，而是國家的驕子。多在他們身上投資並不是他們的利益，而是國家的利益，人類的利益。我們每個科學工作者，不會忘記科學者的工作與事業，就是爲了科學而研究，爲了愛真理而工作，不是以科學爲進身之階，爲發財之本。

### 第三章 科學頭腦

科學頭腦并非科學家所獨具。無論那一行的人，他們的成就都與科學頭腦有關，赫胥黎說：「科學乃是有組織的常識」。因此，凡曾受過有組織的常識訓練的人，都能有一副科學頭腦。

第一：具有科學頭腦的人，必能在他研究方面對自己忠實，對大自然的真實忠實，因為大自然的真實有時并非一般人所謂的眞。大自然的真實是不可動搖的，是絕對的。一般人對「也許」「大概是」「差不多」常常就認為滿意，而大自然絕對不是「也許」「似乎」「差不多」的，大自然只有「是」與「非」。

第二：一個科學頭腦是靈敏的。大自然時時在呼喚我們，給我們暗示。這需要一個有此靈敏頭腦的人，隨時去注意，才能把握這些微弱的暗示，聽到大自然微弱的呼聲。

第三：科學的研究，雖然需要智慧，也需要面臨困難的勇氣，更需要永恆不斷的毅力。

愛眞理的心，使人們發生「準確」的習慣，也是科學頭腦所必具。自以爲「必然」是毫無用處的。任何觀察試驗所獲得的知識，必需要使他人能證實其存在。因此科學的智識是客觀的，不是主觀的，必須是人人所能獲致的，而不是一人心中的幻像。

人人能試驗的眞實，和信以爲眞的眞理是大有區別的，因爲知道人人皆可由試驗判斷他的結果，所以一個科學工作者，對於細末微節，都是忠實的。由此養成了一種習慣，不肯毫無證據地，或者單文孤證地，人云亦云，隨便下結論；也沒有偶

像可以代替的。

一位數學家曾說：「若果他不聽他老師的話，他必是有懷疑，有需要證據的地方。」

證據是科學中唯一的要件。任何一個科學者所能提供的證據，只有他自己觀察來的才算證據。道聽途說來的，在科學上毫無價值，無論引證的人是誰。在法庭上的證人，必需將自己所見的事實為證，科學的證據自然也不能偽造。而且觀察來的證據，必須精密，絕不能漏洞太多，立足不穩。這些證據又必定要不偏不倚，絕對真實。

科學家不僅是一個見證人，也是一個法官。他自己提供證據自己裁判。等到別人提供證件的時候，他也是居於法官的地位依理而斷。

赫胥黎對聖經上說上帝七日造世界一點，他說：「我不因他之不可能而認為這句話是假的。但是我祇有一個合理的要求就是有什麼證據，足以證明今日的物種，無論動物或是植物，是這樣產生的？」

赫胥黎的態度很明顯的表示出一個科學家的謹慎。在事實無法獲致的時候，人們可以相信或者懷疑，但不能判斷。沒有不可能的事，却也沒有毫無證據，即可接受的真理。科學的責任是覓求可靠的證據，由之獲得結論。不過完全明顯的證據，雖在日常所見的現象中，也不是容易搜羅的。必須要有一種人，不輕信，而處處尋根問底地去搜羅，才能把大自然的內幕揭開。

歷史家休謨在皇家學會院議錄中說科學家的責任是揭開大自然的祕密。殊人，形而上學家，覺得某些思想是真的，這些信念，或者感覺，他們認為真的。事實上是由他們直覺中推想

出來的，這種感覺，不能付諸試驗，也無法度量。這些感覺屬於另一世界。研究現象的人們，對之可以不發一言，但是絕不收容。

宗教家說絕對的真理是主宰的天機。他這不會影響科學家。因為他們根本不問事實後面的聖靈主宰如何，他們所要的只是事實。我們不以我們不能知道的來判斷什麼，我們用我們能夠工作能夠了解的來判斷。

所以準確的，忠實的，繼續不斷的工作，都是值得做的。科學為其中之一，每一塊石頭被鑿成方形，漸漸築起金字塔，但如有一塊鑿成圓形，金字塔的建築師就要皺眉頭。而拒絕收用。因此每一件科學的工作，不是隨意為之，而必須達到前後人一律的標準。每一塊磚都是金字塔所必需的，都是有一樣的價值。而每一塊都與金字塔共存在。

獻身於科學，是一種聰明的崇拜，不是口頭上說說的。而是需要動作表現的。自命為科學家的，每天只在自命上下功夫，並不見他提供了多少的證據，無異說他是做磚的匠人，而不見做出任何一塊磚來。科學家又是繼續不斷的，不能因為他曾經做過磚，今日在做瓦，便仍認他為磚工。所以沒有「過去的科學家」，沒有「曾任科學家」，而只有「一直是科學家」的科學家。

「動作」是科學的必具條件。讀了萬卷書聽了多少專家的演說，在科學的價值上言，終不及自己舉手之勞獲得的結果。留學生總要問那裏有名教授，而不想，那裏我可以動手。這是十分錯誤的。一個科學家，不能依賴名家的教導。而是自己教導。因為他應該是名家的法官。不是名家的學徒。

世界的進步處處都由耐心的觀察，「生花筆」似的頭腦來

的。科學的成功，在於產生新知識。我們現在有很多方法可以找到現成的資料，現成的意見，因此人類漸漸發生了一種病症，就是因不用而致退化。「人人都是這樣說的」也許是民主，可是在科學之中，沒有這一項。使人類進步的人，常是孤立者，具有他獨立的個性，有時脫離開羣衆。所謂「科學大衆化」是可怕的。但我們都應該是「大衆科學化。」

「生產能力」是科學最偉大的一方面。我們每個人都有真純，美感，學問，觀察，推理，表現與生產的能力，然而科學的生產者，却限於那些能夠睜大眼睛看大自然的人，其中并無階級貧富之分。只要能準確觀察事物，權衡輕重，中正無私，沒有先入之見。世界上不應該有無產階級的科學家，也不應有什麼主義的科學化運動。因為科學的條件，人皆可有的，只要忠實與熱誠而已。赫胥黎說：

「那怕我的妻子，兒女，名譽，都因此丟掉，我也絕不扯謊，」這代表忠實。阿格西（Agassiz）說：「我要做一個好兒子，好公民及當代第一流的自然學者。」他說此話不過二十歲左右，結果他的志願完全達到。這代表熱誠。

金斯萊（Kinsley）的一段話，最足為今日中國科學家所深省的，更足以令一些自命為科學家的政客思索一下。因此我把它引在此地作為科學頭腦的註釋，他說：

「好人，誠實的人，精神的人，正直的人，有耐性的人，能自制的人，美好的人，和藹之人，知道自己所知，比起宇宙間的未知渺小，而了解自己之愚昧的人，能夠凡事兩面研究，而不驟下斷語，能如智者，對事實多加思索，多等候事實的人，統而言之就是那些由自然科學研究之中，養成了一種自然科學所必具的頭腦的人……（中略）……若果有人沒有這種思考

的習慣，而要側身於科學，頂多成了鶴羣中的雞，冒充內行，只配從巫教或發明萬應丹混碗飯吃。」

關於科學研究，可以說沒有一點成績，不是由千辛萬苦的精細觀察，纖細不遺的觀察中獲致的。阿格西教學生的時候，拿了條魚給他看，看了三天，阿格西才認為滿意。然後又拿類似的魚給他，讓他去發現兩種魚之不同。如此繼續不斷，及魚類都被觀察以後，魚的一切互相間的關係都已了然。這學生受了嚴格的科學觀察訓練，主要的是能分辨異同排別親疏。阿格西說：『事實是頑強的，除非你使它就範於某一定律之中。』

法國的解剖學家麥利（Mery）說他和他們的同行是巴黎街上的拾荒者。他們熟悉巴黎的大街小巷，却不知道巴黎房子裏面有些什麼把戲。有了一大堆的知識，而雜亂無章，毫不精緻，就等於破銅爛鐵，無法由之以知道那些丟破銅爛鐵的人家是幹什麼的。真正的知識是要能掌握的。要能掌握知識，全靠本身努力，而這種努力完全由興趣與責任心而來。單是興趣，很快的就會消滅。而單是責任心，就容易流於形式化而毫無智慧。掌握知識本領，是由探究追尋，動手動腳，試驗，有規律的工作，及把握重點而來。

學校裏面的考試成績，不能視為未來成就的度量。創造性的思想不是能夠由考試表現的。湯姆生（Lord Kelvin）在劍橋讀書的時候，就發表了幾篇算理的論文。他的先生說：「如論天才，我們只配給湯姆生修筆尖。」可是他考試的結果是名列次等。因為他所有的本領不是記憶一切已知的，而是單獨的創造能力。

赫哲兒（Herschel）是一個天文學家。在一七八一年他發見星中有一顆比其他的似乎大些。他看了又看，先以為它是顆彗

星，後來的研究，他證明它是顆新的恆星。就是今日的海王星。別的天文學家也看過那一塊天空，何以並未覺得此星特大呢？可見赫哲兒觀察能力過人，而且真是毫不放鬆。他觀察的時候是用自製的「牛頓望遠鏡」。製作鏡片的時候，他會有十六小時不停地用手磨鏡面。因為這種工作絕不能停。因此他的妹妹就在一邊喂他吃，以免他餓死。

赫哲兒看天空的方法是把天球的一半分爲卅萬分。每一次觀察一份。他有一個助手幫他搬儀器，他的妹妹擔任記錄。每看一星，她必寫下星的赤緯，赤經。由一七八八年起看了五年，把天空之中每一星看了三遍。附帶說他的望遠鏡是放在室外的，天氣明朗的夜裏，他往往輒夜工作不停，因此他沒有漏掉一顆看得見的星。

又有一位天文學家叫做施瓦浦 (Schwabe)，他由一八二六年起觀測太陽，到了一八四三年發表太陽星子的數目，變異率的新說。當時無人注意。及過了七年才有人了解他工作的重要。因此在一八五七年皇家天文學會送他一個獎章。給獎的時候學會的會長說：

「他花了十二年的功夫，才自己覺得滿意。又花了六年去使人類滿意，又加上十三年才使人類了解他的工作。那一顆太陽在卅年中，沒有一次出現於德素（註：施瓦浦的故鄉）的時候，不被施瓦浦的望遠鏡描準，大概每年要看三百天，假定他每天只看一次，那末他已觀察了九千次，發現了四千七百羣（指星子）。這我想是一極誠心毅力的表現，甚至可以說是頑強，如果用這字眼不開罪的話。乃天文史上空前之舉。以一個人的能力將二百年來使天文學家不能解的謎解開……」

在此附帶一叙。他們用的工具都很粗略。有人問哈佛大學

觀象台長是否他們有世界最大的望遠鏡，他說「我們是一具最小的可是最有用的望遠鏡」。又有一個人去參觀瓦爾斯頓(Walston)的化學試驗室，瓦爾斯頓喊他僕人說：「約翰！把我的試驗室搬來，」及至約翰出現，手中拿了一支盤子，上面就是瓦爾斯頓的化學試驗室。科學家處處因學識的興趣與責任，處處因陋就簡地工作。但他們往往能知道他的工具的短處，而應用得最能發揮效力。

科學觀測之精密，也是必具的條件。一八九二年 Rayleigh 說：「我奇怪爲什麼氮氣有兩種不同的重量。」空氣中的氮重二、三一〇二克而製造出來的重二、二九九〇克，二者相差不過千分之五。可是這位細心的人看出來。結果使溫西(Ramsay)發現氬(Argon)，正好是空氣中氮氣所以重的那一份。

人們由各方面探索氮氣的產物。諾威的一種礦物，一向被認爲含有氮氣的，也在試驗之中，由於溫西的試驗發現其中的氣體不是辛氣。而是在分光帶上，一種新的光帶。這種光帶過去向在太陽裏面發現故謂之氦(Helium)，而礦物中有此氣體，大都由於放射分解來的。所以由氮氣差了千分之五的重量，那一點微小的觀察一步一步地引出了放射性原素的認識。

一個科學家的忍耐是絕對需要的。因爲一把火燒了牛頓二十年來計算關於光和色的研究的底稿。使他不舒服了一個月，可是他對人說：我再重新做一遍，結果他不但發現簡易的算法縮短了他計算的時間，也重寫了一部光和色。這表現惟有堅強的意志能使一個科學家完成他的工作。

歷史上有多少定律是由準確的觀察獲得的。因此一直都是正確無誤。如平面三角的合等於一百八十度，如阿幾米德定理等都是。在生物學方面，昆蟲的研究，地質學方面，古生物的研

究。都不乏上述的例子。其中尚有一例頗有興味。

阿格西不但是研究魚的專家，他也是地質學家。有一次一個古生物家集會中，有人問阿格西說：「根據你的觀察，在地質史上的化石魚應該是什麼樣子？」阿格西思索了一會，就畫了一個魚的樣子。拿出真的化石來比較，竟完全相同，可見阿格西觀察的仔細，也可見他創造的能力是如何高超。

科學工作者的毅力與精神在極地探險家中，表現得最精采。斯各特 (Scott) 的南極探險隊，到達南極之後，在歸途中完全死亡，一方面因為季節變化比預期為早，一方面也因為同伴中有人病倒，而他們不能不在互助的精神下多所耽擱。雖然如此，他們仍不停地採集標本，進行也就延遲了；其中有一位奧拉斯，他知道他不會好轉，而因他的病使全體不能行動，危及他們的生命，所以有一天早上他說：「我出去一會，也許要耽擱得久一點，」他一去不回。犧牲了自己的生命，使全體能夠前進，很不幸的，前進的人在離開他們的糧食站十一英里的地方為風雪所阻，四日凍餓而死。臨死時斯各特的日記中寫了一段：

「我們知道是冒險。偏偏一切不盡如願，我們沒有什麼可抱怨的，只有向造物的主宰低頭。決定盡力做我們最好的工作一直到最後。」

我們曉得科學家除了頭腦之外，還需要精細耐心，毅力，與犧牲的精神。

我不免反問一句，今日我們中國科學家中有多少具備上述的條件的？有多少是英文中所說的 Quacks (註一)，有多少是粗製濫造的在工作？我不提議處罰他們，讓事實去證明這些人的荒唐與無恥，我不是在責備，而是在提醒。人非聖賢孰能無

過？可是在可能範圍之中，「過」是要減小到最小限度的。我希望不再聽見，「虫」的自然發生是那樣證明的，更不希望聽見由「易經」可以發現恆星，要不然，赫哲兒豈不是只要買一本古本綫裝書，就可以發現更多的星球了麼？

（註一） Quacks是指冒充內行而一天裏口禱如鴨子一樣呱呱地吵，却不見做出什麼的所謂法螺家。

## 第四章 四個法則

科學定理乃是所有觀察結果及其互相間關係的簡扼敘述。第一步要搜求事實，第二步要將事實比較，分類，研究其互相的關係。如果發現了某些事實是與另一羣事實，互為因果，這種關係謂之科學定律，也是自然的法則。這些定律也許可以用數理說明，也許只是一段簡單的觀察自然的描寫紀錄，但無論如何，定律不容許有例外。人類的法律可以被破壞，甚而至於為了法律之不當，而被故意破壞。自然的法則，僅是一說明關係的條文，故如有觀察所得的事實，證其為非，該法則即可失效，或多少要加以修正，以適應新的事實。所以科學的方法，無異法庭。一切可能獲致的證據，無一不加以十分精密的審閱與反覆的辯論。偽證也許能瞞過一時，但遲早總會被發現的。然而科學方法比法庭更進一步。我們常不因簡短的審判而驟然定讞，既定讞之後，還隨時隨地注意新的綫索，考慮所判決的是否果然正確無誤。因之過去有許多的定律，過了些年代，因新的事實的發現，只能認為近於真理而已。可是有些定律，雖經歷來日見精確的研究詰難，而仍不能脫出其範圍的。這些定律的發現者，給科學思想絕大的貢獻。

先入之見與老生常談，往往是擋住真理車輪的阻礙物。柏拉圖由默想中，創出行星以同速在圓形規道運行的學說。他以為圓形是最完美的幾何形，天體運行成圓形，自屬允當，而未加以事實上的觀察，或者體驗。這種說法維持了一千五百年之久，甚至於哥本尼卡斯也說：

『天體的運行是同速的，其軌道是圓的，永恆的，換言之是在橢圓子。』凡觀察與此說衝突的，都被削足就履地解釋掉。

解伯勒(Kepler)分析伯拉赫(Brahe)的天體方位與運動的記錄時，發現無論如何解釋，火星的運行與圓周軌道說差了八九分角度。這種差誤絕不能歸之為觀察錯誤。因為伯拉赫所有的觀察都十分精細與準確。然而這小量的差誤，就是解伯勒，據以創立新說最初的綫索。這新說推翻了以前的「定律」，而代以解伯勒三定律：

第一、天體運行乃循一橢圓形軌道運行，而太陽的位置適在每一橢圓之焦點。

第二、天體近日之時運動速，遠日之時運動緩。

第三、和諧定律。(由此定律可以進而推算行星距日的遠近)

解伯勒發現上述三項定律費時廿年之久。他的結論說：『遠在我預期之內的，我總算把真理暴露了……書也寫了，我不管是否現在或為後人所誦讀，也許我要等一百年才找到讀者，可是上帝為一個觀察者已等了六千年。』

真的。解伯勒的定律始終是一個謎，一直到牛頓發現萬有引力定律才完全明白。牛頓的定律不但解釋了天體運行及其形狀，有千萬事實都被引用而無懈可擊。英國大詩人贊美牛頓說：

「黑夜掩沒了自然和自然的法則

上帝說：『讓牛頓降生吧』！一切都得到光明。」

——A.Pope

關於行星繞日，月亮繞地球的解說多得很。可是並不像解伯勒說的那樣簡單。二天體間的引力不只因距離長短而定，却以距離之二次方而定。這樣的關係才足以說明橢圓軌道的原故。

在一六八四年正月間有一位爵士懸賞二金鎊指定何克(Hooke)與哈利(Halley)他們二人中任何一位能於兩個月之內證實

上述的引力，可使天體運行軌道成爲橢圓形。但一直到八月赫利跑到劍橋去問牛頓，事先並未讓牛頓曉得。他問：

「如果照你說的引力與距離的關係，行星的軌道應該是什麼樣子？」

「橢圓形，」牛頓毫不思索的作答。

「你怎麼知道？」哈利大爲驚奇。

「噢？」牛頓說：「我算出來的。」可是牛頓找他的算的結果，却沒有找到。哈利回到倫敦知道這問題已經解決了，可是牛頓找不到他算的東西，也無法證明給人看，一直到十一月，這篇東西終於在皇家學會發表了。所以哈利雖未發現這證明，却是促使這證明早日供諸同好的人。而牛頓的光學研究因此才得不朽。哈利受了牛頓的無形鼓勵，開始他的彗星研究。其結果他計算出彗星繞日一周需時七十五年，並且預測一七五八年彗星出現。他說「我活不到看見我的預測無誤的時候，可是如果我的預測無誤，後來別忘了這是一個英國人預測的。」果然到了一七五八年彗星出現，而且每隔了七十五年，在一八三五及一九一〇都出現過。這類彗星即以「哈雷彗星」爲名。天空之中尚有無數彗星的軌道都先後經人算出，以前看見彗星發生恐懼的心理，便因科學定律而消滅了。

赫哲兒之發現海王星也是根據牛頓定律的。自從他發現天王星之後，他常常推算天王星的軌道，可是他的觀察發現天王星常比他推算的速率稍緩。因此他想到在暗的太空之中，必尚有一巨星，其引力足以影響天王星，拖住他的運行。可是要找這類巨星的位置是相當困難的。五十五年之後，赫哲兒的兒子說：「我們如同哥倫布發現美洲一樣看見它了。在我們計算的時候，似乎也覺得它在動呢！」而最先看見這類巨星的人却是

一個德國天文學家高利 (Galle) ，其位置恰在計算所得的位置附近。這也許是引力與算學合作的最大成就吧！

但牛頓的引力定律也許還要略加修改。因為已有若干理由多少與此定律不符。但要證明，恐怕非本文所能辦到。但引力定律仍不失為第一條大法。

「能力不滅」法則是科學界第二條大律，是今日化學的根本法則。說起這條法則，遠在希臘哲學時代，就有物質化為能量的說法。例如有主張火、土、空氣、水為四大元素，而此元素受受力與抗力的影響聯合或分離。在中國的五行金木水火土，而以生、尅、制、化四種動力如出一轍，可是希臘哲學家說「由未存在的，似乎不能有什麼產生。而已生的似不可毀滅。」中國的五行論者也曾說「相生相尅，循環不已。」生自太極，永無止境。

物質不滅的概念較易把握，而「能力不滅」似較難以解說。我們不妨以一具體的例來解說。譬如一個機器用了一分力量去發動，它就做出一分工作。（當然所作的工，不完全相等，因為有一小部份能力因克服磨擦耗去。）也正因為這樣，沒有永恆的動。而總有靜止。但由於磨擦而消耗的力，轉變成熟，一如燃燒之後發生熱一樣。這些熱又可以使水溫增加，因之利用以推動蒸汽機。

假若燃燒一定量的煤可以發生一百個單位的熱。其中百分之二十五是消耗掉的（原因甚多）而百分之七十五傳到蒸汽之中。而此七十五單位中，只有六個單位用在推動機器。其餘六十九單位大都消耗去。如果此六單位用在發動機。其中一個單位又因轉換而消耗。只剩下五單位。而此五單位中只有四個半單位用在推動電機，半單位又因轉手而被剝削。其結果百分之

九十五又半，都是消耗。可是無論如何分配算去，總是一百單位。

關於這定律的發現歷史頗為悠久，但是到了朱力(Joule)發現每一磅重如果下墜七七八英尺發生的熱，能使一磅水的溫度增加一度，已經快到天亮的時候了。朱力的結果是在英國科學協會發表的。當時他很年輕，因此他讀完論文的時候，許多聽眾都無十分重視的表現。幸虧在座另有一位青年，湯姆生(Kelvin)在大家快散場的情況之下，起來發言，才引起若干興趣。但是這初步的被漠視，誰知道會是後來「熱力學上第一定律」呢！可是朱力死了，在英國偉人葬場的威斯敏士特寺主持說：「朱力？誰是朱力？我不大曉得他。」經過了幾度商量，朱力的屍骨，才得了二方英尺的地，下葬在寺內一個黑暗的牆角之下。他的上面便是達爾文的墓碑。這些為人類造福的科學家，在葬身的地方雖遠不及那些政治、軍事的英雄。可是他們的名字會在科學家的心中永存。

自然法則的發現不僅在研究方面，有取之不盡的供應，在實際方面也有應用上的絕大供獻。科學家利用一小條綫索，織成一面網，把自然收在網裏。而駕馭它，使之為人類造福。提起此人就是翁西門(S. Ohm)。他的法則謂之翁氏法則。

翁氏之前，對於電流的研究，已有不少的人做過，可是他們的結果交織混亂，直到翁氏找出一條簡單的法則『電流的速率等於阻力除電壓。』翁氏一人工作，單獨發現，他發現之後，也不為人所重視，甚至於反遭無數尖銳的譏評。先知先覺的人常是在異方顯名的，德國的翁氏也是如此。他的工作首先為英國人所重視。

今日翁氏法已為電工不可少的法則，幾乎天天要用。除了

在極低溫的試驗如液體空氣和氮之外，此法則是完全正確的。一八八九，在明興舉行他的百年祭的時候羅美爾說：

『科學家的供獻是他的科學研究。真理一旦被發現，不會被關在試驗室裏的。時機一到。他衝開了枷鎖而加入了生命的脈搏之中。凡是在孤寂無聞之中，在毫不自私的奮鬥之下，在純粹科學的純粹愛好之下發現的，總會成我們人類文化進步的支柱。在一百年前加文尼(Galvani)看見蛙的腿受兩片金屬的接觸的影響，而扭曲，誰會想到這使蛙腿扭曲的力量，在今日會使人類思想如閃電般迅速，在深淵之中，傳佈到遠方？甚至於能使遠方的聲音一個一個字的聽得見。這自然的力量，經過人們不斷地研究，已經很廣汎地知道如何增強它的力量，使它把我們的黑夜照耀如同白晝。這偉大的電工方面的發展唯有翁氏法則為基礎才能完成。唯有他能駕馭自然，因為他已把握了自然的法則。翁氏由自然抱懷之中，尋出了它久藏的祕密，而把這寶貝獻給了現代。』

以上三條法則都不約而同地說明了因果關係，而根據這種關係，可以毫無猶疑地預測一試驗的結果。以上三例皆以無生命的機械情形為對象。

生物進化論是在生命方面的一大法則。從已知的近百萬種生物的記載來說這些生物雖具不同的形態，可是都由一自然法則規範之下演化出來的。生物演化的說法來源已古，到了達爾文才具大成。同達爾文同時的華爾士也發現了同樣的法則。他把他的初稿寄給達爾文。達爾文立即將原稿送交「林奈學會」出版。經過了學會中負責人的要求，達爾文首肯把自己十六年前所寫而未發表的學說作一節錄附華爾士文章後面。當然進化論是他二人發現的，而達爾文在先。所以華爾士說：『我的文

章的一大成就，是迫使達爾文把他的物種原始早日出版，而不再延擱。』

不過這自然的進化法則，絕對不是生命原始的法則。我們的研究還沒有能探索生命的原始。同時生存競爭，與適者生存的說法，不能被引為以強凌弱，仗勢欺人的藉口。而應認為是全種族求更適的生存的競爭。天演的路並不走向自私自利，而應走向自我犧牲的路上去，是故動物合羣禦侮，組織完美的羣落自較缺乏組織者為適。關於這種偏見與誤會，赫胥黎解釋道：

『我們遵行一般所認為人生哲學上最好的——即所謂道德——使我們的行為，在種種方面，與宇宙間生存競爭所獲得成功的性質相背馳。不要自私而要自制，不要打擊或打倒競爭者，反而要每一個人不僅尊敬甚至於要協助他人。這種目的，並不是要使適者生存而是要使可能生存的儘量生存。……它要求每一個人在享受他所獲得的優遇時，不要忘記，他對創制這些優遇的人，所欠的債。而且應該注意，務使他的行為不致危及允許他生存的組織環境。法律、道義處處都想維持宇宙的法則，提醒每一個人他對社會的責任……』

以上我們所說的四大法則，已是今日科學界的常識了。我們再把它提出來，不是想介紹這些思想，而是要藉之說明一個科學家工作的態度，一個旁觀者應有的態度。一個人如果有解伯勒那樣精細的思想，牛頓、達爾文那樣謙虛。他已有了治學的一部份條件了。可是敬告旁觀者，他們應該不給科學家以冷淡或歧視，像翁氏或朱氏那樣的遭遇。事前的鼓勵與注意，實較事後的贊揚來得好些。爲了這點英國文豪約翰曾說：

『我的爵爺，一個贊助者，是不是看人落水而應該袖手旁

觀。看他已到達岸邊的時候，却又伸手來援？你對我的工作所寫的短頌，若早一些，那該多麼仁厚。可惜你延遲到我不在乎的時候，我不能欣賞它；到我自立的時候，我不能接受它；到我成名的時候，我也用不着它了。我想不感謝沒有從他獲益的人或不願意讓人家把我命中一人獨自做出的事，誤會做有人贊助，應該不是十分狂妄吧！』

## 第五章 學以致用？

本生燈發明者說：「有兩種迥然不同的人，一種是為擴張知識的領域而工作，一種是將知識付諸應用，」科學的研究雖因求知良知的動機而進步，常常引出了重要的應用結果。這些結果又常是偶然的。對科學看法也有兩種人，一種人看重科學在理論方面的發展，他們認為能夠應用並不足以代表一種研究的重要性。另一種人看重科學的應用方面。但在後一方面仍有多種不同的目的，有些人覺得研究應對人類幸福增加上有應用的價值。有些人覺得應用的價值是以金錢利潤為標準的。有些人覺得，學的目的即是應用，不論其如何應用法。甚而至於極端地說不能應用的研究，無異虛擲光陰，浪費智慧。

也許很多人會奇怪，我們今世的科學家，並沒有把能否應用一點看做衡量科學研究的標準，仍有人僅僅為了人類的智識，而做些理論的探討。在一個民主的世界之中，我們實不應範圍科學研究的方向，而應允許科學思想一種自由研究的地位，因此理論與實用在民主的原則上，實不應有畛域高低之分。可是我們始終鄙視以利潤為目的而做的科學工作，這種鄙視不在工作本身，而在工作態度的短視和不正確。我們敢大膽地說如果過去的科學研究，均以獲利為目的，則必無今日的成就。

但是一個想到人類的幸福而作的實用方面的研究，仍不失為一個適當工作途徑。這方面的工作是屬於發明家的，而不是屬於科學家的。發明家把科學家研究的結果，用之於謀人類的幸福。但因科學家或發明者常常心有余而力不足。他們也許可以看到應用的可能，而不能付諸實施，他們很可能先知其未來的應用方面，而不能立即製造，因此科學的果實常為擁有財富

的人所收去，利用它以增加他們的財富。

發明家斯梯芬孫發明了一種安全燈，經過了多次的改良，於一八一五年在諾威應用非常成功。然而理論家大衛已經發現了一個安全燈的原則。使人們更了解瓦斯的性質。斯梯芬孫最終的改良出品仍不離大衛的所發現的原則。故此我們可以說大衛是科學家，斯梯芬孫是發明家，前者知而後行，後者行而後知。殊途同歸而並無不同。可見理論與實用，二者相輔並行，實不能有所輕重，雖則有知行先後之別。

知行合一的天才家，近世所能舉出的，莫如瓦特及湯姆生，達爾文，愛迪生。瓦特花費了許多時間去觀察水壺口出氣，了解了它的性質，而發明蒸氣機。他是知而後行。他對於音樂一竅不通，可是他對於樂器發聲的道理非常了解，竟製造了一架風琴。湯姆生改造航海指南針是由已知的弱點發現其弱點的道理，而加以改革的。這是行而後知知而後行合作的成果。他改良的儀器的原理，是一篇充滿了數學的論文，水手們讀不懂他的論文，然而他們崇拜這位改革家。因為他不僅改良了羅盤，還發明了測深及測距器。

沒有人能說愛迪生不偉大。他是一個發明家，然而我們分析他工作的步驟，仍可以看出他有極敏捷的思想，豐富的想像，這些都是與一個理論科學家共有的特點。他凡事必先求知，然後屢次試行，以達目的。他的工作方式仍不外欲行而求知，既知而後行，行之不已，臻於至善。這在與一個知行合一的偉人，都是如此的。

巴斯德研究蠶病的初期，他說：「我從未摸過一個蠶。」他接受委託的時候，許多育蠶專家，覺得他是一個化學師，被選來研究蠶病未免有些遺憾，可是巴斯德先有一個假想，繼之

以試驗，找出了蠶致病之由，因而挽救了法國的蠶絲工業。然而絲的利潤並非巴氏所得，由於他的研究的方式，我們知道一個原則就是能知必能行，能行未必能知，故在科學的觀點上，多少看重理論，知其所以然。對於致用，必先由「知」着手。這也許是使研究理論的人，發生輕視實用的人的原因。但這是不應該有的偏見，除非我們在研究的目的上，發現它具有不正當的，或營利的目的在。

可是在一個科學進步的趨勢上言，「致用」是沒有什麼幫助的。惟有不斷的研究，了解大自然，才能達到擴張知識領域的目的。這些知識眼前或未來總可為人類所駕駛所應用，但不是科學家最初的直接目標，因為目的不同，我們也許可以批評主張致用，是比較短視的作風，却不應看不起致用的工作者。

進一步看，我們實不能發現理論與應用之間有什麼鴻溝。各執一端的時候，似乎劃然為二，有許多思想家，也有許多發明家，同時却也有許多二者得兼的偉人，在他們的工作中，我們看見理論與實踐的配合，我們看出理論的思考，往往先於實踐。

我們的老話「學以致用」，它的錯在一「以」字。似乎「學」只為「致用」，如果把「學」看成「致用」的一種手段，那就失去了科學的立場。「學」而後「致用」。是可以的。但為「學」的科學家，不計較「用」的。能用亦未嘗不可，不能用也要「學」的。

有些人以為在國家民族立場上說，一切學問都要有實用。他們的意思，以為一個國家，只要有應用的技術，可以富國強兵就滿足，而不必計較理論的研究的進展，這是因果倒置的。

例如愛迪生在研究白光燈絲的時候，他最初曾派人到世界

各地，去找一種易於炭化的植物纖維，他知道要一個發強光的燈絲，它的條件是強而有效的炭化作用，價廉物美的原料。結果他找到一種竹子的纖維。愛迪生也是先求知而後行的。

有許多科學的理論的求得，是由於一種求知的刺激。爲了解決什麼實際問題，也常常引導出重要的科學理論。由此更可見要解決一個實際問題，還是要先獲得理論的結果。

農業方面的研究，乍視之是一種實用科學。農人們不求甚解，可以獲得品種改良，防止虫害，土壤施肥的智識。他們和一般人一樣。從未想到過。若不是生物學家下了苦工做些品種試驗，了解昆蟲的生活史，土壤學家研究土壤的理化性質，他們那裏會有如許便利的方法可以應用呢！惟有理論的研究，知道了因與果，才能使農家獲得更多的收成。

以土壤肥料爲例。在化學家尚未能供給植物營養的理論基礎之前，農作收成的好與壞是憑經驗的。十九世紀初的大衛當時爲農業部部聘的農化教授，他堅持着理論及試驗的研究爲首要的工作。伯奈斯特力首先發現綠葉分解炭酸的道理，廿五年之後布新哥特 (Boussingault) 發表了植物營養的收支狀況的研究。德國化學家李必希 (Liebig) 接受了他的結論，開始注意土壤成分與土壤肥性的研究，他先研究植物的礦物成份，指出植物所需的重要成分如鉀與磷，由此決定一個施肥的原則。就是如何使植物由土壤中獲得它所需的成份。如何補償已失去這些成份的土壤，因爲知道了植物的需要與土壤的關係，施肥的方法才正確地發明了。由此引出了各種化學肥料的製造，由知到行費時四十年之久。然而農業已經發明了幾千年，行了幾千年，却還要等他們研究出來才真正「知」道；知行先後竟有如此巨大的差異。所以我們萬不能忽視了理論，而滿足於已有的

技術。如果如此，我們將始終落伍的。

因此我們不能再說「學以致用」，我們只承認「學可致用」，一切仍應以「學」為先。即使我們有一目標，只要不是自私的目標，我們不看輕應用，但不能把「應用」放在「理論」之上。

## 第六章 思想與氫彈

$A=B, B=C$ , 所以  $A=C$ , 不錯, “我是你的父親, 你是他的父親, 所以我是他的父親”, 錯了。我是A, 你是B, 他是C, 如果是直接劃上等號不會錯, 錯的是關係A與B, B與C的關係不等於A與C的關係。像上面錯了的推理因為很明顯, 大家都看得出, 可是有多少思想是如此不通, 而未嘗有人懷疑過呢!

“形式邏輯”是我們給亞里士多德發明之推理方法的一個名詞。這種方法, 後來幾經滄桑, 成為今日的論理學。論理學是講道理的根據, 也是一切科學最基本的思維方式。我們學習幾何的時候, 每證一定理所經過的那些複雜的步驟可為一例。今日某些國家所最喜歡的強調辯證法, 日常生活中互相辯論是非曲直, 一個人的行為言論, 莫不受思維方法的限制。

研究科學的人, 最基本的是一套數理論理。這種論證的方法可以幫助我們發現定理, 創造或形成概念 (Concept)。譬如說微分與積分的觀念, 令我們可以把一個整體拆散下來, 到一個我們認為最方便而具體的單位。這個單位的性質和整體無異。整體我們往往不易控制, 而一個單位我們就容易發現其種種特異的性質。就許多單位用一定的方式積起來, 我們可以得到一個整體。所以有了微分和積分的觀念, 我們往往可以把自然現象縮小或放大, 執其一端可以概其餘。不但把握整體, 也可分析內容。這種思考的步驟就是演繹與歸納兩個步驟。

“思想”這個功能是很玄妙的。思想愈深入, 往往奇妙得令人驚異無以解釋, 稱之為“玄”。譬如我們看慣的立體, 具有至少四面, 除非是一個圓球。一個圓球可以說是無數面之積, 也可以說是“一面體”, 這不能從字的表面看的, 而是具有一種深

義的。從體的最低限度是四面，這“限度”的觀念幫助我們範圍我們的思想，可是一面即是無數面，也就是“積”的觀念。

我們在數理上想控制一個在空間的立體時，我們也想像這種立體是有軸的，而它的某二軸，同平面的座標符和或平行，這樣我們把立體在空間的位置變換成一個比較簡單而易於把握的方式，從事研究。但這只是在我們平時曾見的外界如此，上述的空間不是彎曲的。設若空間是曲的，我們習見習聞的許多定律，會錯誤到令人莫名其妙。你可以做一個小試驗，就是把一長紙條，扭一次而膠和兩端，你在上面畫平行線，在紙條空間上繞了一個彎曲的圈子，你就發現平行線可以相交！思想就是這樣玄妙的功能，不過每一種思想，都可以運用思考步驟去了解它的。數理的基礎幫助我們把思想簡化使之容易控制。而避免錯誤的結論。

我們中國人常常講到一個人“胸襟遠大”誇獎一個人“目營四海”。說到那些“蠅頭小利”或者“雕蟲小技”似乎一錢不值的。這也許就是我們哲學中注意整體忽略部份，對外界的認識往往只有一個籠統的概念。科學的思考步驟，大小二者必須兼顧，缺一不可。我記得有一次我誇耀一個過路的女子說她很美麗，美這種觀念是整個的，是我腦中經過分析而得到的結論。如果我沒有分析，不會得到“美”的結論的。可是我們往往在得到結論之時，就忘了分析所得的個別結論。因此朋友問我：“你怎樣知道她是美呢？”我如有所失，我失了那些個別結論，必須要從“美”這個結論，倒回頭去，再找出我認為她美的原因。可是一瞬之間，我已無法辦到。反過來我的西洋朋友看見一個人，他會說“那人的眼睛是淺藍色的，眉毛很長，她的眼神非常嫵媚。”她的腰身如何如何，這位朋友所看到的是部份，

我問他究竟你說此人“美不美”，他却躊躇起來，他的答案多數是“眼睛很美”或者“腰身很不錯”。你可以注意到他的答案仍是部份的。這或者就是中西思想差別的根源，科學的重要在於分析。歸納是進一步的。我們科學不進步，但有深奧哲理的發展是因為我們總是想到整體。

上面我提到我得到一個總結論，而忘了個別的結論。觀察不夠微細的人，也許可以得到外貌，而不能分析它。經過個別思考，而迅速獲得結論的人，可能說不出他所以達到結論的原因，但他並不是觀察不細微。要我們把我們思考的過程一步一步地寫了出來，是一件非常難的事。清晰的頭腦有層次的頭腦是可以想到的，而不容易耐心地寫出來，如果他能夠寫出，就是一個科學家了。

發明與發現雖有不同，却都是一種思考運用的結果。一個人天天看見一種現象而無動於中，但有一日發現家觸動了他的“靈機”，使他恍然大悟，而能夠了解並解釋這種現象。“觸機”並非偶然的。“靈機”是累積的經驗，也許是不知不覺的經驗，存在於潛意識之中的經驗，一旦“刺激”夠深夠強，觸發了一種反應的連鎖，就會發現了真理。例如盤尼西林的發現，和其應用的發明是一件真理的兩面。發現的人似乎是偶然看見那種黴菌範圍之中不生其他的細菌，他只覺得奇怪。其實他並非偶然，如果他沒有了解菌類互相消長的現象的能力或者經驗，他根本不會看見這種現象而奇怪。不過最初的發現還未足以刺激他，使他發明盤尼西林在醫藥上的功用。發明有一個預期，根據這種預期，而由另一步驟證明預期的正確，才能有所發明。所以最初看見盤尼西林而感覺奇怪的人是觸機，而由此靈犀一點追究下去做到發明。你能說科學的研究與應用有高下之別嗎？發

明與發現不過是思考的步驟的階段而已。一個發現是無數發明的泉源，一個發明也是無數發明的先驅者。互相之間有着必然的關係，絕不是偶然獲致的。

我們平日不注意微小的事物，這一點令我們的科學不容易發展。我們應有望遠鏡可以窺測宇宙，亦應有顯微鏡來觀察萬物的根源。以前我們看見水沸變汽消散於空氣之中，我們從此了解固體變液體，液體變氣體，是由於分子的運動。水中分子因加熱而運動愈快，他們就跳出水面跑到空氣之中，而瀰漫開去。如果水冰凍，水的分子運動遲滯，終於成為固體。所以二養化炭可以成為固體，空氣變成流質。鋼鐵成為液體。分子運動的現象我們看見的，分子却非肉眼所能見。現在我們可以看見了。我們若把分子放大六百倍，每一粒可有一公分直徑大小。傷風的病毒（Virus）就是那樣大！

我們知道了分子，很滿意，我們笑那些自以為鍊丹的人，想把金子破裂，或者由水銀鍊取金子，可是我們不應該笑的。現在我們知道世界上有些物質是可以分裂的。一百種原素之中，只有氫，氧，炭，鐵，銅，金鎳却不能用任何化學方法將它們分裂。我們在分子之外知道有原子，電子，中子，核子。

原素是化學性質相同的原子組成的。一立方吋的氫中，有880,000,000,000,000,000,000個原子。每一個原子含有至少一個電子（最小）一個核子，一個中子。（只有一個例外）假如一個氫原子有皮球那樣大，一個電子只有針尖那樣大。它繞着原子核旋螺似的轉動，却距離原子核有二哩之遙，固體並非實體，而事實上是“空體”

原子核包有核子和中子，它們成各式各樣的佈置。爲了簡單明瞭起見核子有正電負荷，而每一核子必有一電子圍着轉，

電子是負電負荷。中子不分正負。任何原素的重量等於核子加上中子的重量，兩者重量約相等。電子只等於核子1840分之一的體積，所以重量可以不計。鈷原素的原子重是七，有四個中子，三個核子。三個電子不計。

氫的構造最簡單，只有一個核子，一個電子。金比氫重197倍，裏面有79個核子，118個中子；鉛有207倍，有82個核子，125個中子。如果我們能夠在鉛裏面的核子取出三個，中子拿去7個，鉛立刻變成金，你看多麼簡單。中世紀的鍊金術也許不是夢想，可是我們現在還不能夠做到啊！

科學裏面從來沒有無中生有的事。物質是不滅的。無論我們變什麼花樣，積量或者能力，總有一樣是不變的。最初我們以為積量不能變成能力，能力也不會消滅。可是愛因斯坦證明了積量生出能力，能力也能產生積量，他就是原子世界的開天闢地的人！

$$\text{能力} = \text{積量} \times (\text{光速})^2; E = mc^2$$

光速有每秒186,325哩，所以積量雖然微乎其微，能力却驚人，假若我們能把一磅煤的原子全部變為能力，我們可以發電11400兆瓩小時。平時燃燒只把積量中3,000,000,000,000分之一變成能力，已經足夠我們取暖了！我們每天燒煤一千噸，燒之不已凡三十年，只等於一兩煤的原子能！

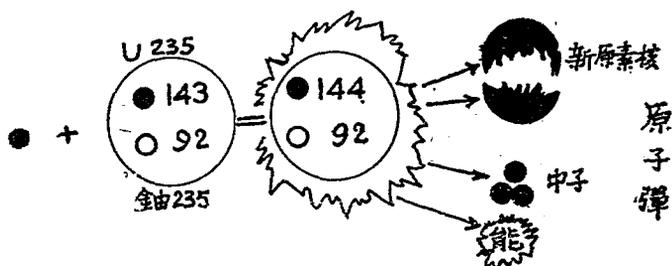
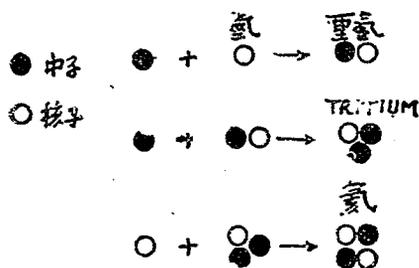
愛因斯坦雖然有此發現，可是還沒有人能夠發明一個可以度量一兆兆分之一的儀器，可是二次大戰的時候，德國的韓教授(Hahn)把鈾原子核用中子衝擊來分裂，稱一稱重量却大為減低，知道分裂之時產生了大量的能力。一部能力變成放射熱，一部變成動能。分裂時核內中子飛出，又衝擊他核，因此不斷產生能力，至於全部分裂，這種作用叫做連鎖反應。通常一

個中子衝入鈾，產生三個中子，每一個又衝，產生九個。

—中子——→氫=重氫（一核，一中，）

—中子——→重氫=“三星”（Tritium）（一核二中）

—核子——→“三星”=氦 Helium（二核二中）



如此下去，你試算下能量有多大！這在中國有句古話叫做“得一分三”或者“舉一反三”。不過鈾的分裂，只有千分之一以下轉變成能力！所以還是嫌小。（雖然已比燃煤產生的能力大了一千兆倍！）因此原子彈的威力還不滿意，就想做氫氣彈。

氫彈可以用的積量大於鈾，因此產生的能力，自必更強。

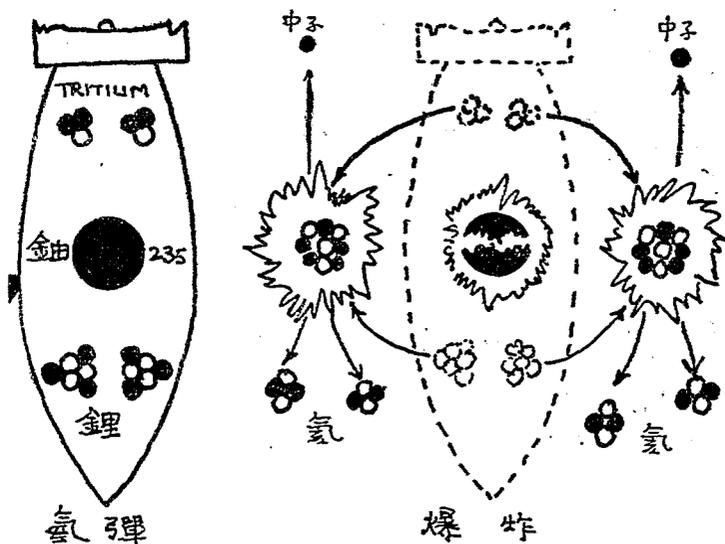
我們知道把氫加熱到攝氏一百兆度，四個氫的原子會結合成爲氦（Helium），重量由一千單位，減小到987單位。換句話

說，我們可以得到 $\frac{3}{1000}$ 的積量所變的能力。說來容易，但你試想太陽中部的熱也不過二十兆度，我們那裏弄來一百兆的熱力，加在氫上去呢！

人們想出一種引誘的方法。以炭素爲美人。（注意炭和二氫等於水），先把炭原子，誘出一個氫的原子核結合起來成另一原素，這原素進而吸收另一原子核，如此展轉工作，把四個氫的原子核都吸來之後，配合分解又還原成爲炭和氦的原子核，變了一會戲法之後，氫却變成氦了。所要的熱力，比太陽爲低。每一次炭美人誘得一個氫核之時，會放射高熱。

雖然說不要高熱，我們却要 and 太陽差不多高的熱。因爲只要我們平時把氫放在炭旁邊，不會發生什麼氫氣彈，可是一旦集中太陽的熱到百萬度以上，如果你可以做到的話，那連你也就變成氦了！

現在大約我們用的熱只有二十萬度。是利用原子彈反應發熱，“燃”着氫彈的引線。有人說如果我們能用一百兆的溫度，則連鎖反應將永不停止，則世界的海洋將變爲氦與炭。我們身上的水份也完全乾涸，總之世界末日到了！這叫做惹火燒身。不過有許多人批評這說法是杞人憂天，因爲我們沒有誰能製造一百兆的溫度啊！



上面氫彈的過程，表示愛因斯坦的一個思想，如何被人追尋到製成原子彈，也是發現引向發明的例證。發明原子彈之後，就可以再進一步發明氫彈了。

我在這裏還想解釋一下：思考到了這些物理大師手中，已不是我們所能了解的。我們看了他們許多的論文，好像天書。這是我們數理的根基差得太遠的原故。不過到了登峯造極的時候，微小如電子這樣，當是與大如宇宙的觀念不可分開，思考到這樣地步，大與小已經沒有考慮的必要。

譬如說電子的顧名思義是有電荷的。說他是負的，並不是

等於我們電燈上的正負。而是相對的說法。在運動的時候，就不知道他在那裏，只知道它“跑”得如何快。如果知道它在那裏，就不會知道他的速度。這樣不可捉摸！我們還知道電子的運動，是一種波浪形的，甚至於說電子是一羣波浪。電子的體積在那裏？我們大約可以說是在波幅最大的地方。一個電子是一羣波浪，兩個電子有兩羣波浪，可是我們不能說兩羣波浪在同一空間運行，而要說在兩個空間中進行，所以我們從三元空間，跳到六元空間。妙得很，六元空間並不存在，只是數學家思考的方法而已！有了六元空間的觀念，才能約略知道一個原子核周圍的兩個繞行的電子的位置。上面這段話講電子是玄之又玄的。

也許有人說真是奇思怪想。不過我們可以試取兩張紙，在每一張紙上用墨水畫一羣電子波浪在上面進行。一張紙是一個不同的空間，兩張紙重疊，各紙上的電子波浪羣絕不會跑到第二張紙上面去。雖然如此一張紙上的墨水，可以“看見”第二張紙上墨水畫的什麼，而受到力的影響。既然二電子互相排斥，因此兩塊墨水互相躲讓。可是電子和核子都有吸引的力量，因此二者反可以相接近。這種比喻太淺近些。事實上並不如此簡單，六元空間並不能分成三張紙。也無法用文字可以指述其間的情形，除非我們運用算學去了解它的。

我不是想你們了解原子的理論，上面這一段電子的淺說，已經不是我們所能了解了。到了極其微小的時候，我們想到空間，想到許多虛無深渺的觀念。如果沒有數理的根據，就成功了玄學。在想到微小的時候，我們無形中就牽涉到極大。我們的宇宙每秒鐘都在擴大，遠處的星雲每一秒鐘就離開我們愈遠，有多遠？它的速度是每四百五十萬光年中每秒五百公里，

令我們恐懼這宇宙會消失的。可是不必怕，空間是有伸有縮的。但沒有靜止的。所謂恆星完全是沒有的。空間中一切永遠在動。你知道嗎？

# 亞東圖書公司

## —— 出版新書 ——

王書林著：

**統計學** (上編) 定價港幣八元

余雪曼編著：

**李後主詞欣賞** 定價港幣八角

南宮搏著：

(歷史小說)

**王昭君** 定價港幣二元六角

**妲己** 定價港幣二元六角

**董小宛** 定價港幣一元六角

(現代小說)

**孽緣** 定價港幣一元八角

## —— 即將出版新書 ——

易君左著遊記 錦繡山河集 (江蘇)

南宮搏著 揚貴妃

南宮搏著 歷史小說集

版權所有 · 翻印必究

---

## 科學閒話

著者 丁 麟  
印行者 亞東圖書公司  
香港干諾道中二十二號二樓  
電話：25233  
承印者 嘉華印刷有限公司  
香港英皇道一四一號

定價港幣八角

---

43.7初版

1-3000