

科學上之新貢獻



編 續 庫 文 方 東

獻 貢 新 之 上 學 科

編 主 五 雲 王  
五 聖 李

念 年 十 社 雜 東  
刊 紀 週 三 誌 方

行 發 館 書 印 務 商

# 科學上之新貢獻

## 目次

- 一 現代文明中之化學……………古培迪（一）
- 二 愛因斯坦新發明之解釋……………周昌壽（五一）
- 三 短波無線電之新現象及其新解釋……………倪尙達（七八）  
王佐

# 科學上之新貢獻

## 一 現代文明中之化學

古培迪

我們的文明，建築在化學的基礎上。人類第一次與禽獸顯示出區別，是在原始人用火的時候。然而火就是個化學的工具。歷史家以石器、銅器、鐵器來劃分文明進步的階段。這些也就代表化學進步的程序。在人類每一個時代的衍進中，化學總是個文明的推進者。

二十世紀的文明，是物質的文明。化學是研究物質變化的基本科學。牠改造了這個世界。牠革命了現代生活。我們的時代，與其稱爲電時代，毋寧說是化學的時代。電的領域是有限的；電的影響，是外在的。化學的勢力，則深鑽入現代生活各相 (Phase) 的核心，無微不至。即一切生命現象，亦無不受化學法則的支配。所以

化學是普遍的，宇宙的。

往昔人們用人力、獸力、或風力去運輸或轉磨。現在從煤和石油發出的化學能力，驅駛着船、車、飛機；旋轉着製造、發電、紡織、耕耘、各種機器；推動着這個常流不息的世界。炸藥中的化學力，更可開闢礦山，掘鑿隧道，溝通運河。現代的動力，大半是化學力。

假使沒有鋼，人們會停留在銅器時代，我們不會有機器。假使沒有水泥，紐約、倫敦的街市，祇能像中古的羅馬，不能有現在的偉構奇觀。汽車不能代馬車而出世，假使我們沒有橡皮。一切的內燃機，不能出現，假使無汽油的採煉。

現代之書報、雜誌，能如此廣佈，智識能如此普及，是造紙術進步的結果。因為合金、油墨、製板術的化學研究，纔產生了現代印刷術。電的應用，能如此廣大，電報、電話的輸送，能如此敏捷，全賴冶銅法的改善，因之能產生大量低廉且純潔之銅。

世界將如何單調，倘若人們沒有染料和顏料？試想想沒有了化學肥料時的歐洲；沒有了硝化棉和三硝基甲烴（註一）的兵工廠。這就等於外科醫生沒有麻醉劑；內科醫生沒有阿司匹靈。

這一切，都該謝謝化學。

往昔倚賴物理的，現在求助化學了。往昔視爲生物的，現在看作化學的了。近世醫學，就是明證。生命、遺傳、和稟性等等不可思議的現象，現在也在原形質化學中，尋到解釋。我們自生到死，生活、健康、疾病，無時不受化學法則的理治。衣食、住、日、用、娛樂，無處不受化學的裨益——我們是在化學之時代。

化學是論物的特性，及其所受的變化之科學。其主要方法，爲分析與綜合（analysis and synthesis），由物的特性，就能辨識牠。由物的變化，就能得到分析和綜合的方法。有時，由複至簡；有時，由簡至複。往昔學者常視化學注重原子，物理學

則注重分子，以爲二者之區別。現在此說已不能維持。化學從一切的物質科學，顯然突出，站在首要的地位，因爲牠有牠獨具的特性，非別種科學可比。我們敘述化學的特性，就是敘述化學的特殊的重要。

赫肯黎有言：「社會之倫理的進步，不賴於模仿自然底方式，更不在遠而避之，乃賴於與之競爭也。」征服自然，而非模仿自然，是人類的天職。所以人們不滿於其現實生活時，應當奮進以創造。我們的宇宙，就以「創造」爲原則。柏格森謂生命爲宇宙本體的創造之部。所以，創造是人類進化的動力。化學家就是最善創造的科學家。

人類的進化，可以分爲這三個時期：採用期、改良期、創造期。原始人以獸皮樹葉遮身；人類智識大開後，絲、毛、棉、成爲通常的布帛原料。現在我們又有更進步的人造絲。最早使用文字者，記載文字於樹葉、或竹片、石板。再後則有類似的羊皮紙。



現今，從木、草、棉，造出異樣的紙，實於人類一大創造。古代人，剪糞惡臭苦味的草根、樹皮，以治病。後來製藥者，漸能提精取素，製成如嗎啡精，金雞納霜等物，現代的藥物化學師，且能創造出無數有機綜合藥。

原始人採取他能用的，以為用。步其後者，就會就粗物改形換面，使更為適用。然而在文明演進的過程中，人類無時不欲創製較優於天然的新品。故野蠻人發現，半開化人改善，文明人發明。最初者尋覓，次者形製，第三人則創造。

『文王拘而演周易，仲尼厄而作春秋。』人們在窮極窘迫時，在嚴重需要的壓迫之下，自然也能產生出創造。創造常須化學。純礆為各種製造工業不可少之物。十八世紀之末，歐洲乏礆，各種來源，均已告竭。法國理學會 (French Academy of Science) 懸賞獎金二千四百利佛 (Livre，法幣名) 徵求從鹽製礆之方。因之產生了一七九一的樓布蘭 (Le Blanc) 的造礆法。當德國困在協約軍的封鎖中

時，田無肥料，糧食恐慌，硝石來源斷絕，火藥無從製造。種種工業維持必須的原料，都羅掘殆盡。在此四面楚歌中，哈白奧斯瓦 (Harber and Oswald) 氏之定氮法 (nitrogen fixation) 出世。從空氣中製出硝酸及炸藥來。同時許多工業原料之代替品，一齊流行使用。

染料的發明，是化學家創造事業最美之例。人們鑒花鳥蝴蝶底美豔，自生羨慕之心。故遍搜此廣闊的世界，以求各種顏色，能使其服飾可比美花鳥者。英人欲紅其褂，墨西哥乃興胭脂蟲之營業。法人欲紅其袴，乃年植五十萬噸之茜根 (madder root)。靛青為世界上最古最耐久的染料，故印度之土，曾有一百萬噸，專門植藍靛。中古時，羅馬貴族喜着紫服，以為顯貴。他們不惜以六百金元，遣人到地中海的台耳 (Tyre) 岸上，從幾千隻海螺 (mollusks) 的分泌中，提出一磅台耳紫來。綜化學勃興後，人們不要如此仰給自然了。一八七〇年後的法國茜根，改植葡

荷。一八九七年後，印之靛田，作為棉田。靛青之價，由每磅四金元跌至十五分。一九〇九年，費利南得（Friendlander）氏證明彼高貴之台耳紫，所異於靛青者，僅在二氮原子。因之數百年來的貴族性，從此打倒。今日我們已不必再四方搜尋，僅在小小的工廠裏，從煤膏（coal tar）可做出各種染料。現代的化學家，不復為發現家，乃為發明家：不僅仿造自然品，且隨心所欲，從事於創造異樣的染料。如此造成者，已有五千樣。其齊全與豔麗，遠勝天然品。所謂『巧奪天工，人定勝天。』化學家可當之。

讀者知否：從古代直至十八世紀之末，天然品中價值最昂之物是什麼？能煽動亞洲商人的冒險心，結隊旅行於非洲之沙漠，小懼野蠻人的襲劫者，是什麼？能引起葡萄牙航海者的興味，願將脆弱之舟，冒嘗好望角凶濤之險者，是什麼？無他，香料與寶石耳。自古人類即願以重金兌換嗅覺與味覺的快感。非洲土人，願以貴

重象牙易少許染有麝香的肥皂。酒館中人願以十金購葡萄酒一瓶，其中酒精之值不及一角。然因其含有微末之香檳(champagne)乃顯其貴。巧格力(chocolate)及冰淇淋中的凡尼林香精(vanillin)若用天然品則每磅須值八百美金。紫羅蘭香水中之天產香精每磅幾值一萬金元。昔日之欲得數兩玫瑰油者必蒸幾萬朵玫瑰花。現在凡尼林、麝香、玫瑰油、紫羅蘭香精、冬青油、樟腦、各種菓汁以及幾百種香精都經化學家廉價的人造了。

類似如此的創造，在化學史上，隨處皆是，不勝列舉。

二十世紀之人類，正顯然走入進化的第三期——創造期。今日雖安居紐約、倫敦，亦得自行製成靛青、玫瑰油、紅玉、解熱藥。不僅如此，即天然界中從未有有的寶石、香料、染料及藥物製出者，已不知幾千。故化學家即為首先向吾人宣告脫離自然而獨立之人，而吾人之時代，適為此新紀元之黎明。

『在這個創造時期』史綠生博士說（註二）『我們走進了化學的領域。因為祇有化學家，能把物體分裂到原子狀態，再從原子能做出迥然兩樣的東西。』一部化學史，就是人類物質的創造史。

自古化學追求底目的，就是創造的。鍊丹術士（alchemists）即作點石成金之夢，不過未得其法罷了。後來化學走入黑暗時代。化學家向以分析，破壞為務。直至十九世紀的中葉，尚無能實覺（realize）化學的雙重意義者。法國化學家白特洛（M. P. Berthelot）氏第一個指出：『化學是分析與綜合的科學。』所以化學最高的價值，在綜合，在創造。自一八二八年外賴爾（Wöhler）尿素的綜合成功後，天然品有生機之迷信被破除，化學從此開了創造之門。化學家漸漸變為自造其屋之建築師。他不要再把一瓶一瓶的藥品，倒入試管裏，看看什麼變化，然後才能發明。他可憑其創造的思維，去做他要做的，終久他果然能做出來。

「化學創造牠的對象，」白特洛說：「這種創造的能力，把牠從一切自然科學和歷史科學中，很明顯地區別出來。……這些科學不能駕御牠們的對象……反之，凡實驗科學，都有實現牠們的推測之能力……牠們夢想所及，都能表之於實在……」

「化學具有這種創造力，較別種科學更爲顯著。因爲牠更能深入，甚至達及萬物之本性的原質地步。」

“La Chimie possède cette faculté créatrice à un degré plus éminent que les autres sciences, parce qu'elle pénètre plus profondément et atteint jusqu'aux éléments naturels des êtres” (HIII)

事有如此奇者：德之人造硝不及美貨之半價，然美願倍價自製。紐約有英國染料出售，但是美國要另設國民色精化學公司（National Aniline and Chemical



四百美金。農民恐慌萬狀，不列顛帝國軍隊的制服和國旗造不及，因為染料供給之短少。拍賣行裏有一小桶戰前值十五元的染料，現在以一千五百元拍下來了。協約國因此慘死的無辜者，不知若干萬。美國農業受了從未曾有的打擊。那年進十億金，執世界之牛耳的大不列顛的紡織業，竟在染料飢荒中傾倒了。然而德國雖在重兵巨艦重圍的封鎖之中，無一磅的智利硝，還能造出空前凶暴的炸藥與毒氣，長驅敵人數千里。皮鞋可以紙做之。面具，車胎之橡皮，可自馬苔薯製之。棉花、羊毛和銅，化學家皆可尋新物以代替之，使德意志不因封鎖而軟化絲毫。

所以化學獨立之必要，遠甚於兵工的獨立。蓋化學的範圍，上自國防，下至衣服、日用、農工、商、礦冶、交通、醫藥、軍事，舉凡今日文明所需者，無不在內。此皆立國之基本，生活所必須。工業建立於化學。農業用化學而進步。交通和之供材料。礦冶隨之而產生。化學乃國防之長城，是醫藥之生母。其與民族生命的關係，有踰骨肉。故



化學非僅兵工廠需之，何工廠不需之？非僅工業需之，何業不需之？非僅戰時需之，何時不需之？我們都知道，欲倖存於此競爭的世界之國家，無科學不能立足。殊不知以生產言，以建設言，以防禦言，就民族生命言，化學實為立國最重要的科學。蓋吾人之時代，為物質文明的時代，而化學即應用最廣，物質的功效最巨之科學也。

德皇即透察此義，創設威廉化學院 (Wilhelm Institut für Chemie) 於柏林近郊。慘澹經營，精心培植。本世紀之初，威廉化學院已成為世界化學之最高學府。人才輩出，實業大興。綜合化學史中之發明，幾為德人所包辦。世界重大工業，如鋼鐵、染料、肥料、製藥等，無不為德人所專利。化學之使德國富強，輕易無形，有如神祕的魔術士。德國數十年來重視化學的功效，豈止歐戰一時的拯救呢？

反之，英國數十年來，向以輕視化學聞。劍橋和牛津，久重其紳士教育 (gentleman education)。他們的大學生，因臭氣而不願進化學實驗室。(註五) 化學工廠

裏多用『紳士』少用化學師。最早發明綜合染料者，爲英人鄱經（W. H. Perkin）然英人不能自給其染料。此不僅爲其奇恥，且歐戰時大蒙其虧損。蓋平時的染料廠，轉瞬間卽成戰時之兵工廠。英人臨渴掘井，悔已莫及。雖然，英人縱富保守性，但戰後英政府已積極提倡化學的實業與研究，聚精會神，急起直追矣。

斯啓格里司曰：『美國的工商業，如欲倖存於此和平重建後的劇烈競爭中，則我民衆必須要求國會中的代表，堅持彼戰爭迫吾人必需之化學製造業的獨立。如染料業，如無數療病的藥品業，以及千百種維持工業必需的化學品工業。』

『除非我們在這些業中獨立，則彼不法的競爭國家，或延誤供給，或拋售劣貨，或廉價傾銷，因而暗損吾人，何其容易……』

所以我們應當知道化學對於國民具有什麼意義。我們應當實覺化學就是民族之血。『化學的魔力，猶如一個生活的，保護的，建設的動力，穿透國民生命的

全部完全像血液週行我們的大小脈管，帶着構造的、防禦的、養生的材料，到全身各器官。』(註六)

讀者閱前文，或有覺其未免誇張者。請閱其詳，當知吾言非敢過甚其詞。化學底目的與價值之廣偉，吾人姑不論。僅就其對於國家之重要，略述國防、建設、醫藥三端，則已可窺見不少。

一、建設 建設之道，工為首要。我們在一百種工業中，難尋出一種不用化學的。一切工業可分為二類：麵粉、鋸木、機械的工業也；鍊鋼、製革、化學的工業也。工業中機械者，十之一二，化學者，十之八九。雖然，世無純粹的機械工業，亦無純粹的化學工業。然輕重懸殊，不可不分。蓋機器僅為製造的工具；製造本身的一切，全賴化學的應用。工廠中機器一經購入，以後的工作，悉放於化學師之手。故工業本身之成敗，繫於化學者多，繫於機械者微。『化學工業』一名稱，實不妥當。除去機器製

造、鋸木、麵粉、幾種工業外，凡工業皆可稱為化學的。吾人不可視化學的工業，為一特種工業也。

化學為各種工業的脊椎骨。要列舉各工業中化學的功用，雖著書數百，亦難盡言。概括的說，工業之大部，悉為化學的領域。即機器自身的製造，亦非化學不成。工業的本身，則自始至終，無時不需化學。最先決定者，當為製造的方程 (Process)。方程者，一套化學反應也。工業的成敗，繫於方程的選擇。化學家在紙上稍易其方程式 (equations)，足以興亡資本億兆之工業。鍊鋼者，當有酸法、礆法 (acid, & basic processes) 之擇。製礆者應明樓蘇 (Le Blanc & Solvay) 11法之利弊。起筆不慎，全篇錯矣。原料的分析，為製造的第一步；關係配合、出品、成本，最為切要。水泥廠中之石與泥，鋼鐵廠中之礦與煤，無時不需分析。要做出這一套化學反應，是『化學工程』的問題。如煨燒、蒸發、分選、過濾、等等手續，在工業上之困難，非在實

實驗室中者所能比擬，二者何異天壤之別。故化學師 (chemist) 往往同時又須爲化學工程師 (chemical engineer)。最後出品的分析和試驗，所以指示工業之成敗者。如鋼製成後，必定其含炭量；水泥製成後，必測其鈣、硅、養化物的含量。如此方可決定其品質與價格，他如副產品的利用，廢物的處置，與主產品兄弟相關。在此商戰劇烈的時代，製造家尤不能不顧及之。化學家即一最善利用廢物的經濟家。就工業全部言，經濟權悉握於其手中。是以無工廠無化學師者。

化學與農業的關係繁多。我們只能述其要者。其中首當敘者，爲肥料。世界未來人口問題的解決，必賴於土地生產力之增加。因之必需肥料。就事實言，一八九〇年德國土地每畝產小麥十九英斛 (bushel)，一九一三年躍爲三十五斛。蓋兩年德國購進智利硝之比，爲五五〇〇〇比七四七〇〇〇噸。植物生活必須的十三種原質中，炭、氮、氧等十種原質，並無不足之慮。我們要顧慮的，惟氮、鉀、磷三者。一

噸小麥，須從土中取去氮四十七磅，磷酸十八磅，鉀灰十二磅。農夫每年若不施補如此之肥料於其田，不啻商店之日耗其資本。外人不用糞便，故人造肥料乃成爲歐美重要的工業。我國近二年進口之肥料，已年達三四千萬元。足證我國之需要也。

土壤有時不因缺乏肥料而不生產。酸、鹼、或別種化合物的過剩，都足以傷害土壤。酸性土可以石灰中和之；鹼性土石膏可以肥之。其他一切肥脊問題，均可由土壤分析解決之。

化學不僅給植物以食料，且給以保護品，去驅除病害，如昆蟲、細菌、微生物之屬。昔美國棉業，因象鼻蟲 (weevil) 每年損失三萬萬美金，現在用砒酸鈣得免此大損。他如巴黎綠 (Paris Green) 保杜混合劑 (Bordeaux mixture) 砒酸鉛、硫黃、精氨酸，皆爲農人通用的殺蟲、滅菌之藥。

近世的農業家，更以化學方法之治理，能使植物的生產，富於澱粉，或糖類，或木材質；能使動物之肉與乳，或富於脂肪，或富於蛋白質，或炭水質。這些不過是一些生理化學的應用。

農產品的過剩與廢棄之利用，亦為現代農業維持要法。這在美國情形，尤為明顯。玉蜀黍若不能製成酒精、澱粉、糊精、麵筋之屬，則此物在美國將等於廢物，毫無價值可言。甘蔗渣可造紙板。水菓出產區每年不能出售之無數破爛水菓，現在用以製造檸檬酸。從棉子、花生、及玉蜀黍的皮殼，以及稻草、麥稈等類，可製出工業品三千種。化學家利用廢物的經濟辦法，可以想見一斑。

農業本為最老的實業。數千年來造成的成習固見頗多，所以牠接受科學的貢獻很遲緩。這在各國皆如此。今日所應用的，不過纔是創始的一二。未來研究與推廣的園地，正廣闊無邊。

礦冶與化學關係的密切，有甚於農業。礦物學中，有化學礦物學 (chemical mineralogy) 一章，即詳述化學如何應用於礦物的識別。近世採礦所用的硝基甘油 (dynamite) 一種炸藥，種類繁多，強弱俱備。要皆化學之貢獻。化學對於選礦學的幫助尤多。如銀礦的汞齊化 (amalgamation)，金礦的氰酸化 (cyanization)，硫化礦的漂浮法 (floatation of sulphide ores)，都是最顯著的化學原理之應用。冶金學本為化學之一部。自化學發達後，冶金學全部即生革命。如銅的電沈澱法，鉛礦的去銀法，乃受影響而僅改變者。至電解法與高熱法，則為因化學進步而產生者。前者應用於礆性金屬，或礆土金屬的製造；後者應用於難熔氧化物之還原。如鈾、錫、錳、硅，各養化物，現今均可在電爐中還原之。稀金屬之提取，亦為現代化學一大成功。至於現代鍊鋼術的進步，全因化學而發生，更無待贅言了。

火車之行走，必需多量的鋼軌。鋼為化學產物，已如前述。電報、電話，苟無冶銅



法的進步，決不能如此推廣。水泥是造路必需的材料。柏油是煤膏蒸溜後的遺棄品。地瀝青 (asphaltum) 是一種石油疊合 (polymerization) 之產物，近來鋪路多以之代柏油。橡皮乃現代都市喧囂的鎮靜劑，且與人類製車術以極大的進步。汽車的出世，實賴化學家研究石油之成功。此等汽油的提淨和改善，都是化學問題。大部交通動力之煤，其『燃料價值』及合理的燃燒方法，與未來煤荒問題，皆賴化學解決之。化學對於交通的重要，我們可以窺見少許。然不諳化學者，初不信化學與交通有如此關係也。

建設之道，在先利交通，與農工，次則劈掘蘊藏，開發富源。然三者互有連環的關係；其共同需要之一貫之學，就是化學。我們在前面短小篇幅中，已例舉化學與建設的關係之一二，讀者可以反悟其餘。樹立工業，改良農業，開發礦藏，發展交通，在在無不需化學的助力。所以現代的先進國家，其政府皆積極提倡化學工業，其

大學則多研究化學之士。物質建設是我國目前必施的急務。余望談建設者，更能注意此需要最殷之科學。

二、國防 一國的軍事實力，常以其富源與軍隊計。化學開一國的新富源，並增高舊富源的效率。戰爭昔日曾爲人力與人力的對抗，現今化學教人以原子與原子對抗。牠使我們靈巧的腦力，在國防中代替了非理智的暴力。往日戰士挺身角力於戰場；今日化學家與化學家競爭於實驗室中，故化學實與戰爭以革命。現在立國，不僅要有軍事實力，化學的實力，也是國防之長城。

古代的戰爭是物理的。自火藥發明後，戰爭就是化學的了。惟不如現代之甚。故「化學戰爭」一名詞，創始於歐戰。其實，十三世紀時，我國人與歐人已知混和硝、硫、炭屑做炸藥。這就是軍事家與化學家最早的攜手。然此類火藥使用時的煙霧，不啻廣告敵人射擊者的所在。因之一八四五年有無煙炸藥、硝化棉出世。後一

年接着來了從硝化甘油製成的『打勒嗎特』(dynamite)迨一八八八年今日舉世咸知的諾貝爾 (A. Nobel) 合此二者，乃成空前的炸藥，名爲『考達特』(cordite)。此『考達特』即發生現代『猛烈炸藥』(high explosives)之種子。彼驅百磅的銅殼於三百里外，復爆而粉碎之者，是三硝基甲烴 (T. N. T. 的偉功。以一彈而毀鋼堅石固的堡壘，散裂數千噸的兵艦的，是劈克里酸 (picric acid) 的猛力。這些『猛烈炸藥』產生了新方式的戰術——就是壕溝戰術。

開戰術的新局面，且爲未來戰爭開始時即用之利器的，是毒氣。毒氣能穿透子彈不能及的壕溝地窟，是個迅急、可靠、死殺之利器。毒氣獨具的優點，爲其效用之時空的連續性。毒氣所及，必瀰漫六方，無漏網之魚；且停留戰區，數月不散。所以毒氣是必需的新戰具。

吾人若以凶殘加過於化學，則防毒面具的仁慈，可以譽之。近世最精的面具

中，裝有椰子殼或桃核所製之炭屑，能吸盡任何毒氣。且其中置有相當的藥劑，以中和附着於炭屑的毒氣，使變爲無害。兵士若人人戴之，毒氣戰爭，勢必停止。然毒氣不必由嗅覺方可致死。德國化學家，自然能造出教人搔癢的氣，使協約軍不得不一去其面具。更有噴嚏氣，使人噴嚏或狂笑不止；流淚氣，使受害者淚汗滿面，雙目失明。最凶的墨斯太氣 (Mustard Gas)，穿衫入褲，觸膚即爛。空氣中若有數十萬分之一份，即可致命。故各種氣的替換使用，必能令敵人防無可防，暫時或永久失去戰鬥力。此外無毒的煙霧，亦爲新戰術利器之一。掩護軍隊之奔馳，與海艦之潛駛，雖臨其境，敵猶未知。飛機因煙幕而不畏高射砲，得橫行無忌。

現代戰爭中之第三利器，就是飛機。倘化學家不尋出輕而堅的鋁合金，則飛機，飛艇決不能載槍負彈，而應用於戰爭。在過去的三十年中，因化學家這種研究的結果，飛機馬達的重量，以每匹馬力計，則由一百十七磅，降減至一·七五磅。飛

機兩翼之材料及塗於其上的油漆尤費化學研究代替氫氣而用於飛艇者爲氦氣。氦不易着火，與空氣混和，不易爆炸。故適用於戰時。總觀全部飛行事業的猛進，頗足表現現代科學生動的效力也。

糧食和藥品，戰爭時需要尤殷。肥料是後方的鎮靜者；麻醉藥，消毒劑是傷兵醫院中無時可少的恩物。這二者在國防上是消極的，但是不可少的準備。

自最初的火藥發明後，化學就被軍事家所應用。其後炸藥之學，日進千里。各國政府，無不聘請化學專家，祕密研究。迨此次大戰爆發，空前之毒氣及「猛烈炸藥」的出現，使國防之形勢，及化學在國防中的地位，迥非往昔。今後的戰爭，由半化學的，將變爲純化學的戰爭。政府不僅須羅致化學人才，且必須把握化學的工業。所以美國陸軍少將來飛白 (Tafelberg) 說：『將來能得世界化學的專利者，就是能征服世界的國家。』因爲炸藥與毒氣，不外是煤膏產物，或氮之化合物，肥料

是氮化合物；染料是煤膏產物。和平時之肥人或供人用者，戰時即可殺人。和平時營利千萬的工廠，轉瞬間可變為屠殺千萬的兵工廠。德國 I. G. 染料廠，開戰後六個星期，就變成了供給全德毒氣和炸藥的製造所。英、美、法，則另設兵工廠無數；軍政部，臨時成立化學戰事部；幾個月後，纔能出貨。德軍毒氣炸藥，日新月異。協約軍追蹤不及。吾人均知杖中可藏刀，農中可寓兵。何以不知寓兵工於化工？一切重要工業，如肥料、染料、酸鹼、人造絲、鋼鐵、製藥，以及其他直接、間接有關國防的實業，政府必須創立，或扶助之。雖無利可圖，務必使之獨立，不倚外邦。和平會議的條約，縱能限制毒氣製造，絕無禁止此等工業的理由。我們敢說：在未來的世界大戰中，國家而無化學的準備，無根深的化學工業，無有訓練的化學家者，必被征服或擯出於戰渦也。

### 三、醫藥

生命是化學的現象。從空氣的呼吸，食物的消化，到廢物的排泄，一

套連續不斷的化學反應，在我們體內進行，這需要化學來研究健康和疾病是無疑問的了。

現代醫學的進步，完全是化學家與醫學家合作的結果。以脫（ether）在十三世紀就被化學家發明了。但其麻醉的效力，到一八四六年纔應用。十七世紀時，化學家已熟悉硫酸鎂的性質，但是過二百年後，醫生纔知道用牠治牙關緊閉。這樣的悲痛之延擱，就證明化學與醫學合作的必要。

十九世紀是現代醫學誕生之期。化學與醫學攜了手，醫學就猛進不已。巴斯德，一個偉大的化學家，發明微生物，打開了近世醫學之大門。人們纔知道疾病的原因。巴氏繼續研究，知微生物可互相傳遞，在血液中繁殖很快。疾病傳染的道理，方為瞭然。瘧疾、傷寒、虎烈拉、肺結核等症之傳染的媒介，乃先後發現。

巴氏研究天花，發明種痘。其後應用於瘋狗病。巴氏門人用此法於白喉症；再

加以推廣，乃成以毒抗毒之原理。這就是現代抗毒素及血清治療之起點。

無麻醉藥時，可以說就無外科。即使有，必定是野蠻駭人之術。流血用紅熱之鐵去止牠；開刀，拔牙，是絕無僅有的事。自李斯德 (Lister) 之後，一氧化二氮 ( $N_2O$ )，以脫哥羅仿等化學品，先後用為全身麻醉劑。化學家研究局部麻藥，如哥加因 (cocaine) 之類，定其分子結構，再創造人造品，有其長，去其短。如 *b-cocaine*, *novocaine*, *apothesine*, *benzyl alcohol* (註七) 等。從此纔有外科。剪割、剖割、拔牙各手術，纔能施用。

歐里須 (Paul Ehrlich) 從染料中發明「六〇六」是十九世紀醫學中大功績；開醫藥之新路。無數的消毒劑、殺菌劑、及防腐劑的發現，隨着來了。特效劑 (specific) 的尋找，從此開端。黑臭的煤膏，不僅是染料、香料、炸藥之源泉，且成為幾百種藥的原料。如 *Mercurochrome*, *gentian violet*, *acriflavine*, *rivanol* (註八) 等。



皆其中著者。

化學家在醫學中最近的成功，是腺分泌的研究。腺分泌之生理的重要，久經公認。不過化學家是首先分出腺分泌之有效精 (active principle) 的人。他決定其組成與結構，終久就做出有效精的人造品，或代替品。如此做成的，如腎旁腺精 (adrenalin)，是腎旁腺 (adrenal) 的有效精，是止血藥，強心劑；盾形腺精是盾形腺 (thyroid gland) 的有效精，可治各種癡呆病；英蘇林 (insulin) 是無管腺中的有效精，可治糖尿病。

此外，生理化學與營養化學給我們的貢獻，瑣碎繁多。即最普通的五種維他命的研究，我們被篇幅所限，此地亦不能略述。

藥之本身，就是化學品。藥物化學是化學中專門之一部。二者的關係，實無容贅述。一切生藥的淨化，有效部的取精，局部的改製，或全部的人造，及新藥之發明，

無一部不是化學。除我國藥外，現代的藥物，無有不經化學的處理而能製成者。讀者知此，關於化學與製藥，亦可足矣。至二者關係的詳細與歷史，則敘述必涉及專門，本文無需引入。

當我們燃着汽車，駕着橡皮輪的汽車，奔馳在柏油大道之上，身穿彩服，足登皮鞋，嘴裏含着假象牙烟嘴，我們不會想起，我們是在化學的時代。但是我們能找出衣、食、住、日用各物，那一件不需化學呢？化學穿透入現在生活之各部。化學織成了現代生活的經緯。現代文明所視為必需者，大半非化學不能成就。所以現代生活與化學，幾不可片刻分離。我們稍加觀察，當信之無疑。

一、衣 試看我們現在衣服的顏色：華豔雅素，深淺齊全。人造染料的發明，是化學史中最燦爛之一頁。一八五六年，英國青年科學家鄒經氏，在其養化安尼林

(aniline) 時，偶得一藍色膠狀物，試之，即爲後世的第一綜合染料鄒氏十年後能製造土耳其紅拜耳 (A. V. Bayer) 研究靛青十五年，乃得綜合之法。從此，人們漸漸無需在跋涉新大陸以求蘇木，(註八) 繞印度洋以取靛，或墜地中海以採紫。化學家坐於斗室之內，作其六角形結構式，增減氫、氧、炭原子，以配深淺；置酸根或礆根，使堅着於布帛；再加甲烷基 (methyl group)，以定七色；終乃得其所需之染料。前面幾經提及之煤膏，若蒸溜之，可得十種粗產物。從這十種，可做出九百類染料。再從這九百類，可以得五千種不同的染料，適用於絲、毛、棉，任何纖維，實際上具任何顏色，任何深淺。此實爲化學裨益於紡織業之一大成功。

科學不僅爲人類的解放者，且爲一打破貧富階級之平等主義者。今日紐約、巴黎戲院中所見之貧家女，其外表衣飾的華麗，儼若富豪之小姐。最佳的人造絲織品製成之衣，若去其價碼紙，內行亦難識其品質。化學家將木片或棉花，變爲酸

溶液，壓過有細孔的吐絲器，則破布、木屑，即成錦繡之原料。非特衣着因之平民化，且使彼愛絲巾、絲襪者，不必再煮殺千萬之蛹。人造絲雖未能全然代替蠶絲，但現今每年之世界生產總額，已達二五〇〇〇〇〇〇〇〇磅。此即足代表現今需要的殷勤。人造絲在紡織上且有某種便利。如花邊、髮網，昔日皆女工織製，非富者不能購。現在可由人造絲溶液整個的鑄成，價廉而物美。

棉無絲的光亮，無蘇的潤澤，無毛的溫暖。然棉在今日的紡織業中，佔首要地位，與羊毛並重。蓋化學家浸棉紗於苛性蘇打溶液中，即能增紗之絲光與引張力。去短增長，使棉紗從尋常纖維中提高十倍。此種紗在我國即稱為絲光紗（mercerized cotton）。現今中下社會人士所着之衣料，大半用此織成。如洋府綢、假直貢及一切絲光布皆是。其裨益於平民社會，實有過於人造絲。

有汽車必有駕汽車的人。有了染料和紡織材料，布之完成，尙需大助於化學

師即如漂白一事，就頗爲不易。漂前須煮以礆液，漂後須加酸以去氣。普通纖維，非經五六種手續不能完成。往者漂白頗費時日，就是氯氣漂白，尙需二日夜。現今因漂白劑之精究，漂白僅需幾分鐘。如此纔適合於現代的工業。

與漂白有連帶關係的，是染色和印花。染色學的繁複，亦隨染料學與日俱增。染色之事，非如一般人想像之簡單。染時必需用相當的溶劑與試藥，且必生若干化學變化，然後染料方可深入並固着於纖維之內壁。故紡織廠無有不顧美術家與化學師者。前者專心設計圖案，後者從事如何染色。現代印花術的勝利，全成於化學。如染料之溶媒 (vehicle)，染色墨水的製造，適當膠黏質 (glues) 的尋找，皆化學問題。因退色劑的發明，印花術更生新象。不僅顏色更可繁複，且花紋益能清晰。紡織與化學，驟看之，似無關係。然即就前列數端論，化學的裨益，已非鮮淺。其中即漂染二事，已足與巨業。上海的漂染工廠，其規模之大，並不亞於紗廠，現今化

學家仍不住的在研究衣的問題。將來不僅人造絲定能改善而代蠶絲，且因人類需求的增加，人造棉與人造毛，亦可出現。

二、食 食的問題中，肥料是最要者，前面已經述過。一九二七年世界人造肥料的消費總額，（本篇中所謂『肥料』皆指人造肥料。糞便、荳餅、及一切天然肥料，概不在內。）約為三〇〇〇〇噸。其中含氮（ $N$ ）一、三二〇、〇〇〇噸。含鉀灰（ $K_2O$ ）一、五九〇、〇〇〇噸。含磷酸酐（ $P_2O_5$ ）二、九二九、〇〇〇噸。據去年統計，各肥料之消費，已將兩倍此數。此種數字，即指示我們肥料的重要。現代之地狹人多的工業國家，無法維持其糧食供給，不得已乃盡量的施用肥料。歐洲每畝地所用的肥料，已達二百磅。故智利硝不足，化學家就有人造氮肥料之發明。德國有斯他司富鹽（Stassfurt salt），彼乃設法淨煉其鉀鹽為肥料。山野的磷灰石彼以硫酸變之為磷酸鹽以肥田。因之各國糧食生產大增。

襖衣與錦裳，茅舍與大廈，對於衣者，居者不生實際的差別，惟食物不然。其品類純淨，製法成分，皆給吾人以極要的生理影響。故吾人不可無「食」的智識。因之食物與營養之化學，頗為重要。正如土壤肥沃問題中之三原質，人身營養亦以三物為要：蛋白質可以生血肉；脂肪與炭水質，供人體運動的能力，及維持體溫的熱能。其次就是食物加羅里 (Calorie) 的討論。現今歐、美大餐館的菜單，均附註每菜之加羅里，以示客人，可知其重要。人工的增減體重法，即根據加羅里的計算。化學家不僅以知食物的成分為足，且須研究食物在消化器官中的分解，分解後的產物，淋巴吸收時的化學，以及食物對於身體生長的影響等等。

食物化學可矯正某民族的偏見或舊習，而為之製定一合理的、經濟的食單。西方人常憐惜東方人食物的單調與瘠瘦。輒近化學家證明東方之大豆的營養價值，非歐、美豆類可比，因其蛋白質異於西方豆類也。故今後東、西方的食物選擇，

當日趨合理化。

維他命的組成 (composition) 雖尙未明白，但其爲食物不可少的要素，已經多數試驗證明。從前兒童常奇怪魚肝油的神效，現今則知原因在於可溶於脂肪的維他命甲。許多水手患壞血病 (scurvy)，而不知其由，即在於抗痘維他命之缺乏。現在發明出的維他命，已有五種。而維他命已成爲報紙、雜誌上習見的名詞。

食物的保藏法，頗有研究。微生物與人差別甚微，可害微生物的防腐劑，往往於人有害。蟻醛 (formaldehyde)，烟酸鈉 (sodium benzoate) 等藥，因之而不用。常用的防腐劑爲硼酸，及水楊酸 (salicylic acid)，最普通的保藏食物法，是冷卻法。此法實因化學而成功。夏日所用之人造冰，大都利用液化銦氣造成。家庭中的電冷廚房，則用二氧化碳，二氧化硫，或氯化乙烷 (ethyl chloride) 等氣。

化學家又爲一公共衛生的保護人。他檢驗食料，並根據科學原理，制定食物



之製造與保藏條例，即此一點，已頗費研究。故各國政府皆聘專門化學師以制定此類食物律 (Food Laws)。食物中染色料的有害否，亦經檢定。牛乳管理委員會，外國各大都市均有之。

化學家的功績，既如前述。吾人常問：苟食物來源不足時，彼等可否補救？請以硬化油為例，此問題則不答自解。化學家使花生油、豆油、或棉子油，經過「氫化」(Hydrogenation)，即成硬脂。加入少許維他命及某種攪雜品，即為奶油、豬油、或鴨油之代替品。外國市上，多有出售。糖精亦為一化學創造品。今日常用之蔗糖，(普通白糖) 前年瑞士化學家畢克特 (Pictet)，已能在實驗室中人造之，不必求諸於甘蔗。可見化學家製造綜合食物，在未來的世紀中，頗為可能也。

三、住 建築材料之大半，無有不經化學的製造或處理者。磚瓦是最古的建築材料。然其製造方法，已迥非往昔。現代的陶磁化學家，得理論化學之助，已確知

千餘種泥土之化學的與物理的特性。更應用膠狀化學，得駕御泥土製造之法。加以機器之採用，因之窯業大為革新。

新式磚瓦的品類衆多，應有盡有。磚瓦的顏色，亦五彩皆備。紅色是由於泥中之高鐵化合物。黑灰色由於低鐵養化物。近來多摻用顏料，如青色用鈷養化物，綠色用鉻及鎳之化合物，黃色用五氧化錒。有此上色術，就產生了裝飾用之美術磚瓦。

現代建築的真正骨骼，實為鋼與混凝土。鋼之加入建築，不僅增加高度，改變建築法，且使建築界生驚異的革命。造屋用鋼，遠自第四世紀之印度。然古代的所謂鋼，不可與現今化學的鍊鋼術所產者較。現代的建築，用鋼雖以噸計。然各種金屬，即如黃金，亦無所不用。紅銅、青銅、鉛、白鐵、錫，皆通用者。

化學家曾創造一物，使建築業生最大的改變者，世間最富『可塑性』之材

料，水泥是也。水泥是最佳的粉塗料，石灰之作此用者，多被排擠，因其堅固與美觀。水泥亦為通用之黏結料。和以石棉與顏料，則成美麗之瓦。和以花崗石或大理石，可沖建築之石。有時，建築物需塗上一層極薄之衣，可用「水泥礮」為之。此尤證水泥之特長。

現代建築中有一種特殊的材料，是玻璃。玻璃的發明雖已久，但是牠的製造的精良，品類之齊全，化學進步後方有之。化學家用緩冷法（annealing）去玻璃的脆性；以二氧化錳退其雜色。再加金屬養化物，使生彩色。現今玻璃之堅者可作樓梯。厚者可作地板。不碎的「有網玻璃」雖機關槍之彈不能穿，銀行及汽車中，頗多用之。

建築用的木材，有時須塗某種油以防腐。有時須浸藥液，以作所謂「不着火之木」。木屑，木片經化學的處置，可做成極厚之紙。浸以地瀝青或煤膏，乃成「蓋

屋紙』與『建築紙』。隔牆板與石膏板的製法，亦彷彿如此。

油漆亦為建築之必需。碾磨樹脂，自乾油，乾燥劑，搗以松節油，即成『凡立水』(varnish)。若去樹脂，加少許顏料，則得洋漆 (paints)。傢具，牆壁，有此則增加其美觀，淨潔，與耐久。磁漆且可用於金屬材料之上。洋漆中放出蟻醛氣，可以殺菌。故醫院及住宅之牆壁，塗之有益衛生。西方油漆工業，在一百年前，尙幼稚不能立。今日之工業，實因油脂化學之發達而產生。

四、日用 我們早晨起來第一件事，是洗臉。臉盆，現在少見不是琺瑯質的。化學家熔合硼砂、硝、長石、蘇打等物，造出琺瑯質。有磁器的優點，而不易碎裂。琺瑯質的盆、杯、水壺、飯罐、等器，各家庭中皆可見到。

牙粉，牙膏，不消說，是化學品。牙刷的毛與骨柄，都要經過漂白纔能使用。伊里沙白女王的化粧室，不如現代婦女的，內容豐富。髮、眉、唇、面、手、各部用的霜、膏、脂、油、

粉、香水、香皂、各種化粧品，無所不有。從前脂粉二者的小工藝，現在已經成了很大的化學工業。

早餐時我們吃的，非糖即鹽。糖、鹽是兩大化學產物。其他如油、醬、味精之類，皆化學品。盤、碗，多為磁器。磁器的原料，是陶土、長石和石英。一六〇〇年，方由我國傳入歐洲。因陶磁化學的研究，現今西方製磁工業，已遠勝我國。今日廚房中常見的一種色白質輕的金屬洋鍋，其質材則為鋁。鋁為本世紀最有用的一種新金屬。從鐵礬土中提鋁，乃晚近化學上一大成功。

三餐必需火。十八世紀之末，人們身邊還帶着火石。現今的火柴，發明於十九世紀。我們雖每日用牠，絕未曾念及這是化學家在人類文化史中不朽之創造。我們雖揮手成火，亦絕未想及此火來自骨中之磷，火山口之硫，及可作肥料的鉀灰。『肥皂』一語，在聖經上已經提及。那時的『肥皂』不過是混和灰湯水及

油脂類而成的一種液體。富貴之家，纔肯費事去做牠。後來肥皂被識爲脂肪酸之鹽；經化學的研究，肥皂製造乃成爲永增不已的工業，而肥皂成爲人人可買的日常必需。我們不難想到世界是如何由化學而清潔。

皮爲現今多數人需要的鞋料。提包、皮箱、手套、褲帶、皮夾、皮條……等等，亦皆革製品。化學家採橡、松、栗等樹之皮，提取其單寧以製革。是爲植物鞣法。然此法須時數月。因之創出鉻鹽鞣法。鞋之面皮及綠底皮，皆從此法。對於較爲柔嫩的皮，更有油鞣法，以補不足。現今所有之皮革，不外出於此三法。至於陰天的套鞋、雨衣，冬日的溫水帶，乃橡皮製品。橡皮功用之廣，非此處所能述。

從前人，用植物或動物油點燈。自石油工業興起後，卽有煤油燈。稍後則有煤氣燈。煤氣來於煤之乾蒸溜。今日大都市中的家庭，多喜用之代煤，因其清潔簡便。電燈泡的製造，因化學而進步異常。炭絲已改爲鎢絲，真空泡變爲氬氣泡。化學家

發明鈹 (thorium) 及鈾 (cerium) 錫絲中乃攙用之鈹與鈾更可製白熱紗罩有紗罩因之有汽油燈。

在現今多數人的洗臉台上，一種五彩的，透明的肥皂盒，是常見得到的。大家都知道這是一種人造品。今日日用品中，類似這種『塑料』(plastics) 的，觸目皆是。如，牙篋、牙刷、煙嘴、煙盒、鈕扣、傘柄、刷柄、小刀柄、自來水筆桿、鏡框、棋子、彈子、檯球、玩具、眼遮光、眼鏡框、留聲機唱片等類，欲完全列舉，固不可能，且亦不必。我們祇要知道，如此多的物品，就其實質僅可粗歸為三類。(一)『賽路路』(celluloid)，可從火棉膠(Pyroxilin)與樟腦製之。肥皂盒、牙刷，即屬此類。(二)『貝克拉』(bakelite)，產生於蟻醛與石炭酸之『凝合』(condensation)。牙篋及某種煙嘴屬此類。(三)綜合硬膠，此類實包含數種類似品，如氯化焦油腦(chloronaphthalene)，綜合樹脂(synthetic resins)，硬橡皮或赤鐵樹膠(gutta-percha)之製品。上等

鈕扣，自來水筆桿，及留聲機唱片，屬於此類。然現今市上不同的塑料，不下數百種。吾人僅略識其一二。其他如人造的琥珀、珊瑚、象牙、烏木、瑪瑙、紅玉、種種希珍貴品，或模擬逼肖，或巧奪天工，辨識已非易事，何必列述。

娛樂品中最通用的，是留聲機。愛迪生發明此機後，若無化學家之適當的硬膠做唱片，則留聲機將僅為實驗室中的玩具。較為新式的娛樂品，無線電話，其主要部份之真空管的成功，亦賴於化學上鎳、鈣、鋇等正電金屬的研究。今日電影的普及於各國各級民衆，全賴化學家低廉照相軟片的製造。彼更發現礆土養化物 (alkaline-earth oxides) 具有光電作用 (photoelectric effect)。因之發明光電池 (photoelectric cell)。於是產生現代的有聲電影。所以化學亦能給我們娛樂。

日用品萬千，紛繁細碎，豈能一一列舉？且我國與歐、美、生活懸殊。所以我們僅能就我國家庭中習見的，任舉數端，使我們明瞭：自早至晚，從必需品到奢侈品，無



一不需求助於化學。將來化學將如何裨益日常生活，我們不料可知。

世間的事，往往有日日見面而終被疏忽本相的。我們在上海飲咖啡，絕未想及咖啡來自西非，杯中之糖，購從南洋。正如我們服絲巾，不知其出於木屑；聞香水，不知其來自異臭之煤膏。晶明之玻璃，豈料產於沙土。日用的牙梳，安知其含火藥。化學之助現代生活，淵博無比。吾人終日享受其安樂，毫未覺及在在有化學藏於其後焉。

我們在此寥寥數頁中，已將現代化學的功績，化學與我們的關係，就其要而大者，簡略敘之。掛一漏萬，在所不免。因為本文寫作之目的，在為化學作通俗的介紹於一般讀者，使一般人能明化學在現代文明中的特殊地位。非獨瑣細者不及，深奧者不及，即涉及專門，或間接關係我們的，亦未能舉述。然即以此數頁，吾信讀

者，雖未「登堂入室」，必能稍稍窺見化學領域之闊，應用之廣，與吾人關係之深，爲任何科學所不可比。形式科學啓發人類的智慧。生物科學應用於生理與醫學。物質科學則爲物質文明時代最要的科學。其中，物理與化學尤爲實用。物理學的應用，偏重於機械，羣集於工程（engineering）。化學則樹立工業（industry）之本身，猶其脊椎。其應用且廣及農業、礦冶、醫藥、交通。物理較爲抽象；化學較爲具體。物理多論物之力與質量；化學多論物之組成與反應。故物理所重者，爲外在的。化學所重者，爲內在的。在一共同的對象中，化學常較物理更能深入物之內體。因之化學的應用，較爲衆多。且化學中有理論化學（即物理的化學）一門，吸物理學之精英，應用之於化學。不啻擴充化學的疆域。化學的應用，於是更廣。物理的對象，限制於自然。化學能創造其對象；憑研究者的創造力，可任意發展研究之園地。因之化學的領域，自無機的土石，至有生的人體；凡衣、食、住、日用、娛樂之必需，一切實業，

交通國防、衛生、諸巨端，無不在內。濼闊無邊，包羅萬象。造福人羣，富強國家，光發文明，精深廣博，無微不至。奇哉！偉哉！

考化學的發達，至今纔二百餘年。最初僅爲一種煉金術士之魔術。經歷一世紀之「火質」說的混沌時代，一七七六年，拉瓦錫方以氧氣推翻此牽強之說，爲現代化學放第一線曙光。其後經道爾頓、開文迭許、台維，諸前驅者的開山工作，十九世紀的化學，業已蒸蒸日上，一日千里，及至法拉台、巴斯德時，化學家努力之成績，已蔚然可觀。各種實業的應用，已不可勝數。一七八七年，樓白蘭氏發明造礆法，立現代基本工業最初之礎石。隨卽硫酸、煉鋼、陶磁、水泥、各種工業，如雨後春筍，次第勃興。一八四五年，霍夫曼於煤膏中發現安息油 (benzene)。再經霍氏及開苦勒、鄒經、諸氏之開劈，現代巨偉之煤膏工業，於是崛起。五十年來，突飛猛進。致此廢棄，黑臭之煤膏，成爲數千種染料、炸藥、香精、藥物之寶庫。各種有機化學工業，如橡

皮、石油、人造絲之類，即接踵而來。化學魔力之神異，進步之迅速，能不令人驚歎？總計綜合化學之興，方六七十年。其應用已廣博超羣；功績則豐偉驚人。儼然有登峯造極之概。

雖然，就現今化學的理論方面觀之，今日之成功，比之將來，猶之以十八世紀的進化，與十九世紀較。何異滄海之一粟，渺乎其小矣。吾人鑒往知來，果化學以此速度，繼續其偉大之創造，則將來之勝利，實不可想像。據化學家之預言，人類未來的食料，將為一種自炭、水、及空氣製出之白粉，不必再殺生植穀。衣服可全自人造纖維製之，無需倚賴於羊及棉花。橡皮可出於松節油，或馬苔薯。汽油可得於液化的硬煤。皮革、木材、及無數天然品，均有人造品代替之。彼時世界大變。雖未「天翻地覆」，然定非十八世紀蒸氣機之革命可比。鄙人非喜作想像之言。現今此種推測之一部，經化學家在實驗室中探索已有端倪，不復再為推測，或想像矣。

(註一) Trinito toluene, 一種猛烈炸藥。

(註二) E. E. Lossen, "Creative Chemistry" 的著者。

(註三) 見 Creative Chemistry, The Century Co., New York.

(註四) 原意是「利益的合股」即「托勒斯」之謂。該公司是聞名世界的染料托勒斯。

(註五) 此係十九世紀之末，鄒經氏痛述當時英國實情之語。

(註六) 斯普格里司的話。

(註七) 此皆藥名，中國目前尚無適當譯名，無已用原文。

(註八) Brazil wood 一種染料，產生於巴西。

### 參考書目

Howe, H. E.: Chemistry in the World's Work.

現代文明中之化學

Slosson, E. E.: *Creative Chemistry*.

Beery, Pauline: *Chemistry Applied to Home and Community*.

Kahlenberg, Louis: *Chemistry and Daily Life*.

Fries, A. A. & West, C. J.: *Chemical Warfare*.

Moore, F. J.: *History of Chemistry*.

# 二 愛因斯坦新發明之解釋

周昌壽

「新舊場論」的簡易的敘述

對於引力電磁及時空觀念的意義

著名的相對論家愛因斯坦於本年一月底又在普魯士科學院發表了一篇很重要的論文，將宇宙引力和電磁融合成爲根本上的一體，因此驚動了全世界，引起特別的注意。現又於本年二月三日，爲紐約時報者了一篇短文，用極淺顯的文字，將他這一次新得到的結果，報告出來。其原論文的題名，爲「新舊場論」(Field Theories, Old and New)。本篇係譯自紐約時報，共分爲三大段，第一段敘述場論的發展史，從牛頓時代起，經過法喇第及馬克斯威爾等以至最近爲止，在著者看來，關於場論一方面的研究，可以說是已達於其極點，不能再進一步了。

第二段說明有一種新幾何學，是著者最近纔發展出來的，其性質介在非曼幾何學和使用慣了的歐几里得幾何學的中間。其所得的結論，則用數學上的公式表出。這一段對於一般讀者的影響，全要看讀者對於物理學和數學的素養如何，方能決定。

臨末附有一段短短的用語表，將他這一篇文章裏面所使用的各項名詞，加以極簡單的解釋，並附原文以資讀者的檢查。

當物理學還在一意循着牛頓指示的途徑，進展着的時代，已經有了一種「物理學的實在」盛行起來，以為物質是實在的，物質所受的變化，僅限於在空間中我們可以識別出來的運動。所謂運動，空間以及時間，均是實在的形相。也曾有過許多計畫，要想否認空間的實在性，但一遇到了惰性定律，就立被推翻，沒有立足的餘地。因為假使將加速度看成是實在的，那麼，包容我們所認識作加速運動的物體的空間，也就不能不成為實在了。



牛頓對於這一點，觀察得很明白透澈，所以他主張有一種「絕對空間」。在他的理論的系統裏面，並沒有獨立實在的第三成分存在。這第三成分，是指作用於各質點間的動力而言。此項動力，僅依各質點的位置而定，和各質點作無條件的結合，在空間中的配布，依着一定不移的定律而不稍紊。

十九世紀的物理學家，以為這樣的物質，應有兩種：一種是可稱量的物質，其他一種是電。可稱量的物質質點間相互作用的力，是宇宙引力，遵從牛頓的定律。而電的物質則不然，其質點間相互作用的力，是「庫隆力」也和距離的平方成反比例。至於可稱量物質質點和電質點間相互作用的力，究竟是什麼性質，還沒有確定的意見。

## 舊時的空間論

虛空無物的空間，不適於傳達物理變化或其程序。或許有人以為空間好比一座舞台，物質的事故，就在這座舞台上，一齣一齣的扮演出來。因此對於光在空間內傳播的事實，牛頓造了一個假說，以為光也是由物質的微粒構成的。這種微粒，和可秤量的物質質點間，以一種特殊的力，互相作用。牛頓對於自然的見解，到了這一步，已經包含有第三種類的質點在內了。這種質點的性質，和別種形式的質點的性質，迥不相同。事實上，光的質點，可以隨時發生，也可以隨時消滅。並且就在十八世紀的時代，業已由日常的經驗，知道得很明白，光在空虛的空間內進行時，有一定不移的速度。這個事實，對於牛頓的理論系統，極不相宜。何以光的質點，在空間內不能以其他任意的速度進行呢？

由此看來，後來另有一種關於光的新理論發表以後，牛頓用其睿智及論理方法建成的理論，竟被根本推翻，一點也不足為怪。推翻牛頓舊說的新理論，是惠

更斯、楊、夫累涅爾的光之波動說。雖然也曾有過許多頑固的物理學家，堅持舊說，極力反對，但有干涉以及邊折等種種事實，爲之扶持，終於戰勝舊說。由此預言出來的現象，以及推算出來的結果，範圍既廣，又能令人滿意，充實了不少的典冊。可是同時造下了一個大漏洞，是他們始意萬料不到的。先前曾經說過：一切的實在均可認作空間中質點的運動，這個見解和光的波動說，卻不能相容。所謂光波，到底不過是空虛空間中的一種起伏狀態罷了；並不是空間以外的東西。要承認波動說，空間就不成其爲專爲扮演物質事故而設的單純舞台，由被動的地位一變而成主動的地位了。爲彌縫這個漏洞起見，於是纔有能媒的假說提了出來。

這種假想中的能媒，可以透過一切的物件，瀰漫於全空間內，而且還是一種特殊的新物質。空間的本身，得了這種假說，又復蘇生起來。事實上確是如此，能媒既然可以到處任意移動，空間自然可以任其扮演了。並且在這種限度以內，能媒

和空間的本身，是一體的；就是說：能媒是空間所必定附有的。通常所謂的光，照此說來，乃是空間本身所經驗的一種力學程序。依此推究起來，最初場論雖然很巧妙，就獲得了法律上的認許，總不免是牛頓物理學的一個私生子。

要完全明白這種變遷，洞見其中的癥結，非具有卓絕的見識不可。否則必爲數式所惑，走入迷途。法刺第就是適合於這個條件的人物，他的直觀，深不以「遠隔作用」爲然。以爲這種遠隔作用，顯然是和一般粗淺的觀察，互相衝突的。譬如甲乙兩個帶電體，相互以引力或斥力作用，在法刺第看去，決不是甲的作用，能殼直接傳到乙的上面去，應該是經由介在兩者中間的作用，間接傳來的。最初一步是甲對於其近傍的空間，發生作用，使其造成一種特殊的狀態。再遵照一定不移的時空傳播定律，將此項特殊狀態，漸次由近而遠，散佈開去，以達於空間中最遠的各部分。這種空間中的特殊狀態，定名爲「電場」，乙物體所感受的力，完全

由於其本身在甲的場內使然。反過來說，甲所感受的力也是因為甲在於乙的場內而來。這樣一來，「場」是一種觀念上的裝置，用來代替遠隔作用，比較遠隔作用的觀念，更為近情些。法刺第還有一個很勇敢的意見，以為在適宜的環境裏面，他所說的這個「場」，儘可以脫離發生此「場」的物體，成爲一種「自由場」，以一定的速度，在空間中駛去，這就是他對於「光」所下的解釋。

其後馬克斯威爾發見了一套很奇特的數學公式，通稱爲「馬克斯威爾的場方程式」，其形式異常簡單，後來成爲電磁理論及光的理論中間的一道橋樑。據此推論，光是由於迅速振動着的電磁波構成的。

到得一八八〇年赫芝確實證明了電磁波的存在，更用一種奇怪的實驗，表示出光和電磁波，兩種是一體的。物理學家的革命，經此一來，始漸告成功。因而一般習慣，也爲之改變了傾向，以爲空間的物理狀態，其本身應是究極的實在。尤其

是羅倫徹的理論研究，更爲有力。他證明就在可秤量物質的內部，電磁現象也決不是物質的狀態，乃是空虛空間的狀態，物質的原子，在這種空虛空間的裏面，散在得異常的稀疎。

## 二元論式的學說的不滿人意處

世紀改換以來，物理學家對於這種同時認許兩種根本不同的物理實在存在的二元論式的學說，漸次表示不能滿意。所謂兩種根本不同的物理學的實在，是指「場」和「質點」而言。因此自然發生一種計畫，要想將質點看成是場的一種構造，以爲質點存在的處所，是場特別密集着的部分。即是以場論爲基礎，將質點完全表現出來，化二元爲一元，這樣的計畫不能不說是物理學上的一大進步。可惜費了不少的心血，終於失敗。不寧唯是，輒近以來，二元論式的色彩，比較二

十年前還要來得鮮明，並且還更爲複雜。這個事實和最近「量子論」的發展，很有密切的關係。在量子論裏面，「連續體」的學說（即是場論）正和構造或程序的不連續性質，在互競雌雄呢。

現在對於分子論，暫且擱下，不必加以議論。對於本世紀內場論的進步，卻不能不敘述一下。這一次的進步，完全得力於「相對論」。在最近的半年內，相對論適進入其第三期的發展。現在將其各期發展的要點，和對於場論的關係，簡單說明於次。

相對論第一期的發展，是特殊相對論。其主要的來源，出於馬克斯威爾的電磁場論。一方面又由實驗得知並沒有所謂「絕對靜止」。將此兩項合併起來，遂成爲一種關於空間及時間的新學說。據這個學說的主張，在空間中隔離着的事件，絕對不能使我們發生同時出現的觀念。有許多的頑固哲學家，也曾煞費苦心

來反對這個新學說，結局當然是勞而無功，這是人所共知的。

特殊相對論的來源，已如前述，出於馬克斯威爾的電磁場論，但其對於電磁場論的貢獻，卻不適宜。馬克斯威爾的「場方程式」雖然指示出電場和磁場有互相因果的關係，但一般的見解，仍以爲這兩種場，是各各獨立存在的。經特殊相對性的研究，方始明瞭這種互相因果的關係，完全由於電場和磁場在根本上是一體的，所以有此結果。事實上，同一樣的空間狀態，在某一種坐標系裏面，表現成爲純粹的磁場，在和前系有相對運動的另一坐標系裏面，則表現成爲純粹的電場了。反過來也是一樣。如是將許多不同種類的概念，化爲一體，使關於場論的各個獨立的假說以及概念的總數，減去不少，同時又使論理學的自足性，爲之增高，這一點，的確可以算是相對論的特點。這樣的特點，在相對論裏面，隨時可以遇到，決不僅電場磁場而已。例如「慣性質量」和「能」也是根本上同一的概念。



並且也是誰都知道的。由此看來，這個學說的全體，都充滿了一元論的精神，和以前舊學說的二元論傾向，大不相同。

其次再述相對論的第二期的發展，即是通常所謂的「普遍相對論」。其出發點，爲一個經驗上的事實，可是從來沒有得到過滿足的說明。這個事實，是說：「惰性的質量」和「宇宙引力的質量」是相等的。換句話說，在伽利略、牛頓的時代，大家都已知道：一切物體在地球的重力場內，莫不以相同的加速度，向地心落下，也就是這個事實。普遍相對論因此對於特殊相對論略加以修改，認爲任何運動，均沒有特殊的權利。即是說不特速度如是，就是加速度，也是一樣，沒有絕對的意義。由此出發而成普遍相對論。其對於時空的觀念，也比特殊相對論，更進一步。在特殊相對論裏面，已經將時間和空間，融合成爲一個目不能見的四元連續體，不過連續體的歐几里得幾何性，根本上依然保留着的。可是到了普遍相對

論，這種歐几里得幾何學的性质，就無法可以再存，只得用李曼幾何學的性质來作代替。這一節所說的許多名詞，其意義暫且放下，不便詳細解釋，目前先說普遍相對論的成就。

由普遍相對論，可以產生一種關於宇宙引力的場論，既極精確嚴密，又確定了場論和連續體間的計量關係。關於宇宙引力一方面的研究，自從牛頓以來，未曾稍有進步。現在受了普遍相對論的影響，勢不能不納入法刺第的場論裏去。即是對於場的定律，無特別選擇的必要。同時又將引力及場，融合成爲一體。凡此種種，均是普遍相對論的結果，由最近數年間引力場內光線彎曲的觀測，以及聯星的景析研究，可以證明普遍相對論的主張，是很正確的。

相對論的第三期進步，是統一的場論，有許多特點，和其餘的物理學學說，大不相同。例如追求形式的程度極高，實際經驗的成分較少，理論結構的膽量極大，

以及追求家必能窺知自然界祕密的確信，均其瑩瑩大者。這些特點在傾向實體論或實證論的物理學家看去，或許要被認作弱點，也未可知。但對於那些富於追求精神的數學家，卻是很值得引起注意的。邁爾遜曾經在他那有名的知識論的研究裏面，將相對論家的智力態度，拿去和笛卡兒，甚至於和赫格爾等，都比較過。並沒有絲毫如物理學家所表示的不滿，現露出來。

這一方面的議論，究竟孰是孰非，且不去管他，總之，最後的判斷，還是只有依賴經驗。但是足以作相對論家的辯護，還有一件事實，在這裏不能不敘述一下。凡是理想上用來作其基礎的各種假說，和實際上直接觀測得來的事實，無論如何，終不免要留下若干的距離或縫隙，欲求形式上的簡單，就免不了要使此等縫隙加大。學說雖然一天一天的，為勢所迫，不得不由「演繹法」改變成為「歸納法」，但必須與事實符合的要求，卻仍舊要維持的。

現在要敘述普遍相對論以及統一的場論中所使用的數學觀念了，這實在是一件很不容易的事。

## 問題的陳述

普遍相對論所研究的問題，是何者始能成爲四元連續體的最簡單的形式？何者爲其最簡單的定律？但須足以支配其整個的構造。其次再進一步，要在這種構造裏面，去求能夠支配「場」的公式，以及物理學上關於「場」的定律。像這樣的定律，雖然從前由許多的學者，求到了近似的結果，然而和我們現在的目的，不能相合。我們現在所要去的，一方面既要足以支配這個結構的全體，一方面又要形式上異常的簡單。

關於這一點所使用的概念，二元連續體（即指表面而言）和時空的四元

連續體，完全一樣，所以我們爲便於明瞭起見，就用二元連續體來作說明。設想有一片紙，上面縱橫各畫若干平行直線，作成許多大小一樣的小方格，每一小方格爲一平方耗。這樣的紙面，是一個二元連續體。因爲如在紙上，畫出一點 $P$ ，則其位置，可以用兩個數字完全表出。試從片紙的底下左手一邊的角上起，用一枝筆沿着橫線，向右移動，直至達於通過 $P$ 點的那一條縱線爲止，假定一共經過了 $x$ 條縱線（卽是 $x$ 耗）的底點。其次再沿着縱線，將筆向上移動，一共經過了 $y$ 條橫線。就可用這兩個數字 $x, y$ （坐標）將 $P$ 點的位置表出。如所用的紙不是平方耗的平紙，而是一種扯長了的，或是彎曲的紙，仍舊可用同樣的方法，去表示 $P$ 的位置。只不過此時紙面上分格的線，不成其爲縱橫線，甚至不成其爲直線罷了。同時 $P$ 點，這樣一來，表示的數字，當然與前不同，但仍舊可用兩個數字（卽是通常所謂的「高斯坐標」）的一點，和以前並沒有差異。不但如此，假使有 $P, Q$ 兩點，位

置相近，則表示此兩點的坐標，相差也不大。凡可用這個方法，以兩個數字表出一點的位置，那就是二元連續體（即是表面）。

## 李曼式的計量

試在一個表面上，設想有兩點  $P$ 、 $Q$ ，互相鄰接着的。離此不遠，又有同樣的一對  $P'$  和  $Q'$ 。通常說  $P$ 、 $Q$  的距離和  $P'$ 、 $Q'$  的距離相等，究竟是什麼意義，不得不在此研究一下。假使我們有一條測量用的尺棒，能夠由一處地方，搬到別一處，就可以比較兩處測得的結果，是否一樣。並且這樣去比較，還有一個要件，就是無論選擇任何種類的尺棒，結果都要相同。必如是  $P$ 、 $Q$  的距離方能和  $P'$ 、 $Q'$  的距離互相比較，方能說得上是否相等。能設滿足這樣條件的連續體，稱為具有「計量」。具有計量的連續體，其兩點  $P$ 、 $Q$  間的距離，即由其坐標差  $dx$  及  $dy$  為之決定。決定此項

距離的形式，並不是先天的，如其形式作

$$ds^2 = g_{11}dx^2 + 2g_{12}dxdy + g_{22}dy^2$$

則其所具有的計量，稱為李曼式的計量。如其能設選擇一種坐標，使表距離的形式變為畢達哥拉斯定理，即成爲

$$ds^2 = dx^2 + dy^2$$

則其具有的計量，稱為歐几里得式的計量，如是二元連續體，即成爲歐几里得幾何學中的平面。

由此可知歐几里得的連續體，不過是李曼連續體的一個特殊情形罷了。反過來說，李曼的連續體，是一種可以計量的連續體，在無限小的區域裏面，和歐几里得的連續體，完全相同，但在有限的區域裏面，卻不一樣。至於式中包含着的那幾個量，即  $g_{11}$ 、 $g_{12}$  及  $g_{22}$  等，均用來表示表面的計量性質，也就是表示計量的場。

利用實際經驗上各種已知的空間性質，尤其是傅光的定律，不難推知時空連續體，應該具有李曼式的計量。其所屬的一套  $g_{11}$ ，不僅可以決定連續體的計量性質，同時還可以決定宇宙引力場支配引力場的定律，可以由一個問題的答案裏面去發見。這個問題是說：何者為支配計量（即  $g_{11}$  等）的最簡單的數學定律？由這個問題的解答裏面發見了引力場的定律，並且還有很確切的根據，證明這樣得出來的引力定律，比較牛頓的定律精確得多。這一節所說的大要，其目的只在使一般讀者，由此可以得到一點觀念，知道著者先前所說的，普遍相對論的追求方法，究竟是一種什麼用意而已。

## 相對論的擴充

假使世界上，僅僅只有引力場一種，其他各種的場如電場磁場等，均不存在，



那麼普通相對論既已將計量和力聯合一起，當然是極爲圓滿的了。事實上，只須對於馬克思威爾的電磁場方程式，略微加以適宜的修改，的確可以包括在普通相對論裏面去。不過形式上卻和宇宙引力場不同，不能作成時空連續體的結構上的性質，只能作成一種理論上的獨立結構表出。這兩種形式的場，在普通相對論裏面，雖有互相因果的關聯，但究竟不能融合成爲一體。空虛的空間中，竟會有這樣根本不同的兩種狀態，同時存在其內，無論如何，也有點令人難於置信。於是遂發生了一種懷疑，以爲李曼式的計量，不足以代表物理的連續體的結構，所以纔有這樣的結果。

現在新提出的統一的場論，卻沒有這樣的缺憾。他的主張以爲引力場和電磁場，基本上是一體的，只不過表現的方法，不同而已。近來因爲新想到了一種構造，其性質介在於李曼式空間的構造，和歐几里得式空間的結構的中間。就形式

方面的關係說起來，這種新結構，比李曼式要豐富些，比歐几里得要遜色些。有了這個新發見，於是纔成功了統一的場論。設想有一個李曼式的二次空間，形狀宛如一個蛋殼。這個蛋殼雖然安放在歐几里得的空間裏面，卻具有李曼式的計量。在這個蛋殼上相鄰兩點  $P$ 、 $Q$  間的距離，的確有一定不移的意義。同樣，在蛋殼上不同部位的兩處，各有這樣一對的  $P$ 、 $Q$  和  $P'$ 、 $Q'$ 。如說  $P$ 、 $Q$  間的距離和  $P'$ 、 $Q'$  間的距離相等，亦有其一定不移的意義。可是要想將兩者的方向，拿來比較一下，那卻決辦不到。尤其是如要  $P$ 、 $Q$  和  $P'$ 、 $Q'$  成爲平行，完全沒有意識，如果是在歐几里得的幾何學，二元的空間，是一個平面，在平面內比較方向，是可能的，並且無論相隔若干遠，平行的關係都一樣的能成立（即是指「遠距離平行」而言。）就這一點說來，可見歐几里得式連續體的關係，的確要比李曼式連續體豐富得多。

## 數學上的發見

最近提出來的統一的場論，是以一個數學上的新發見，爲其基礎，創設成功的。這個新發見是說有一種連續體，具有李曼式的計量，同時又有「遠距離平行」的關係，然而又決不是舊時的歐几里得式連續體。假如用三元空間來作一個例，就很容易將這個新發見的連續體和歐几里得式連續體的不同地方，舉示出來。

第一在這個新發見的連續體裏面，有許多的線，其線的元素是互相平行的。具有這種性質的線，稱爲「直線」。這樣一來，平行直線就和歐几里得幾何學中的平行直線一樣，具有一定不移的意義了。現在試取這樣的兩條平行直線，命其一爲 $E_1$ ，其他爲 $E_2, L_2, \dots$ ，又在每一條上面取一點，命之爲 $P_1$ 及 $P_2$ 。

再在 $E_1, L_1$ 上面，取一點 $Q_1$ 。通過 $Q_1$ 引一條直線 $Q_1R$ —— $R$ 如和直線 $P_1, P_2$ 平行，

那麼，在歐几里得式的幾何學，這條直線，必定和直線  $E_2$ 、 $L_2$  相交。但在我們新發見的這個連續體裏面，直線  $Q_1$ —— $R$  一般和直線  $E_2$ 、 $L_2$  並不一定相交。由這一點看起來，我們新得的這個幾何學，不特是特殊化的李曼幾何學，而且還是普遍化的歐几里得幾何學。在著者的主張，我們所處的時空連續體，應該具有這種新結構。

現在要提出一個問題，像這樣的新連續體，所能受其支配的條件，以何者為最簡單，而且又最自然？只要能夠解決這個問題，就可以得到正確的場的定律。據著者在最近提出的論文，由這個問題的答案，將引力場和電磁場融合成爲一體，遂得到一個統一的場定律。

## 名詞撮要

使用過的高等數學及物理學定律

愛因斯坦在這篇文章裏面使用的名詞，有許多是只要學過初等物理學的人，都能設知道的，有許多非學過高等數學的人，不能了解。爲謀一般讀者的便利起見，將他所說過各種重要名詞，人名，以及學說，略加說明列舉於下：

*Continuum* 連續體——例如直線或曲線是一元連續體。平面或曲面是二元連續體。空間是三元連續體。愛因斯坦的時空是四元的連續體。

*Coulomb forces* 庫隆力——庫隆是法國物理學家，生於一七三六年卒於一八〇六年，發見帶電體間作用的引力或斥力，是和他們的電荷成正比例，和他們的距離平方成反比例。這樣的力，稱爲庫隆力。

*Deductive method* 演繹法——由普遍原則推出特殊的事實的方法。

*Diffraction* 遠折——光線的一部分爲障礙物遮住或由洞孔的邊緣通過時，所現出的偏向。

Electro-magnetic field 電磁場——電力及磁力存在着的空間的一部分。  
Ether 能媒——物理學中一種假想上的媒體，瀰漫於全宇宙內，各種輻射能，例如無線電波、光波、X線，以及宇宙波等均由能媒傳播的。

Euclid 歐几里得——希臘的數學家，約生於紀元前三五〇年，卒於紀元前三〇〇年，世稱「幾何學之父」。

Faraday 法刺第——英國物理學家生於一七九一年，卒於一八六一年發見電磁誘導。

Fourth dimension 四元——這是一種想像上的空間，其對於我們所能識別的空間（即長、寬、厚）的關係，和三者之中的任何一個對於其餘二者的關係相似。

Galileo 伽利略——意大利的物理學家兼天文學家，生於一五六四年，卒

於一六四二年，發明望遠鏡，發見木星的衛星及落體的定律。

Gaussian coordinates 高斯式坐標——高斯是德國數學家，生於一七七七年，卒於一八五五年。因研究曲面的性質，在球面上使用縱橫的經緯度，這樣的坐標稱爲高斯式坐標。

Gravitational field 引力場——有互相吸引的重物體存在着的空間的一部分。

Hegel 赫格爾——德國的哲學家，生於一七七〇年，卒於一八三一年。

Hertz 赫芝——德國物理學家，生於一八五七年，卒於一八九四年，發見電磁波的傳播。

Huygens-Young-Fresnel wave theory of light 惠更斯、楊、夫累涅爾的光之波動說——惠更斯是荷蘭物理學家，生於一六二九年，卒在一六九五年，楊是

英國物理學家，生於一七七三年，卒於一八二九年。夫累涅爾是法國物理學家，生於一七八八年，卒於一八二七年，建設成功光之波動說。

Inductive method 歸納法——由個別事物推求普遍定律的科學方法。

Inertia 惰性——物理學上惰性，是物質的一種特性，除受外力作用而外，決不變更其狀態，靜止的永遠靜止，運動的永遠沿一直線作其均速運動。

Interference 干涉——數種波互相消滅或互相增強的效應，稱為干涉。

Lorentz 羅倫徹——荷蘭物理學家，電子論是由他發展而成的。

Maxwell's field equations 馬克斯威爾的場方程式——馬克斯威爾是蘇

格蘭物理學家，生於一八三一年，卒於一八七九年，創光的電磁說，其預言的現象後來由赫芝證實。他這個理論裏面的方程式，稱為馬克斯威爾的場方程式。

Metric 計量——一種計量的數學上的系統。



Newton's law 牛頓定律——是指引力定律而言，一切質點間相互作用的引力和斥力，和質量成正比例和距離的平方成反比例。

Ponderable matter 可秤量物質——有重量可言的物質。

Quantum theory 量子論——這是一種分子物理學，由德國物理學家於一九〇〇年創立的。其要點在於主張分子現象是根本上不連續的。

Riemannian space and Riemannian metric 李曼式的空間 李曼式的計量——如二元空間的性質可以用本文中所述的公式，即  $ds^2 = g_{11}dx^2 + 2g_{12}dxdy + g_{22}dy^2$  表出，這樣的空間，稱為李曼式的空間，具有李曼式的計量。如可用  $ds^2 = ds_1^2 + ds_2^2$  表出，則為歐几里得式的空間，有歐几里得式的計量。李曼是德國數學家，生於一八二六年卒於一八六六年。

一九二九年三月

### 三 短波無線電之新現象及其新解釋

倪尙達  
王佐清

#### 一 波動說與宇宙物體

光與熱固吾人所日常接觸者也，然二者究爲何物，科學家苦無確切之解釋，乃假定有波動說，粒子說，二種。前者以爲光熱祇不過一種波動，而其傳遞此波動之媒質則又假定爲以太（Ether）。後者則以光爲一種粒子所組成。二說之中又以波動說的解釋較爲適切而圓通，故迄今學者多信奉波動說。

不僅光熱已也。據最近學者之所研究，則無線電，愛克司光，亦無不與光同其

性質，即均屬一種波動，爲以太所傳遞，所異者惟其波長不同耳。

波動說既已認『以太』爲光波、熱波、無線電波、愛克司光 (X-ray) 以及宇宙線 (Cosmic rays) 等等之媒質，自不得不承認以太之存在，更不得不承認其遍地皆有，蓋無線電波幾處處到達，而光波亦如是也，更有進者，地球以外之空間，亦爲以太所占有，因有以太，極遠星光得以傳達，是故萬物之中，以太地位，超越一切，成爲『宇宙物體』 (Universe substance) 而無處無之。

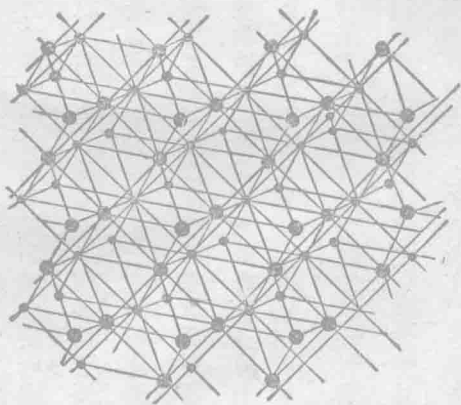
以太既謂爲宇宙物體焉！然光波尙不能隨處到達，果何故耶？塵埃煙霧，光線遇之，阻滯前進，即無線電訊號，時而清晰悅耳，時而模糊莫辨，凡此種種，將何以解說之？欲求解答，對音波傳遞之步驟，可先加探討。夫音波以空氣爲傳遞，已無疑義。空氣成分，雖隨時隨地，發生變化，然亦普遍全球，無處無之。氣候之變化，風力之順逆，以及海陸上之傳遞，對於音波之進行，有無影響，吾人均非三尺之童，早知音波

傳遞，最爲不定，蓋空氣一項，決不能盡傳音之能事，欲其傳遞優良，必須萬籟無聲，阻礙摒除，煙霧塵沙，更不宜與之混合。大霧之中，必有空氣，音波至此，常被折回；有時竟高躍其頂，傳於遠地，彼航海家得探聽霧笛之警告者以此也。

以太如空氣然，常發生激烈振動，並常與他物混雜，使無線電波，時而曲折，時而反射。時而發生其他各種奇象，惟與郝志及馬可尼 (Marconi) 二氏所預料者，不得混爲一談。以下將詳述其構造，並及其變態。

## 二 以太網

設某種顯微鏡，有神奇之放大能力，應用之即可窺見以太之中，有無數微粒，由富於彈性之細線，連成一曲折多歧之網，如第一圖，是曰以太網。網中微粒卽爲電子 (Electrons)，細線卽表示電子相互間之吸引力。所有電子之大小，應完全



第一圖

相同，圖中之圓點大者，表示距離較近之電子，小者表示較遠之電子，為簡捷計，吾人現時對以太網之探究，幸勿十分精密，以便於繁複之情形中，得簡明之解答也。

宇宙物體，漫無止境，上述者，僅屬抽象中之一角，且其圖表，甚不完美，蓋吾人所見電子之外，尚不知有幾億兆萬電子，層層列列，彌漫空間，組成大網。電子與電子，互相吸引，互相牽住，隨時隨地，受幾

千萬處光波之發射，電波之送出，磁暴 (Magnetic Storm) 之產生，以及其他各種干擾，使電子振動不已，亦即使以太網擺動不已也。由是觀之，「以太」一空中大海耳。常被風暴所激動，潮雨所襲擊，使無線電波，難於迅捷前進。有時竟歧路亡羊，失其自主，有時竟一發遠逝，不復回地。不僅此也！普通海岸，恆被泥土雜草所染污，『以太海』 (Etheric Ocean) 亦復如是，即在地面附近，常被各種物體所染污也。就中最主要者，為空氣層，環繞全球，高數百哩，其附近地面之部，因風雨煙霧，無時不在流動，較高則流動較烈。由此而上，又有北極之光 (Northern Lights) 閃散耀目。此層激動之空氣，與激動之以太，互相混合，無線電波之進行，更因之阻擾不少。

空氣與以太相互交合之情狀如何，實為現時所急待解決之問題。一切物體，均由電子構成，空氣係物體之一，當非例外；惟構成空氣之電子，必結隊成羣，旋轉不已，與構成以太之電子，有所不同。各隊各羣，各有中心，電子向之旋轉，與地球及

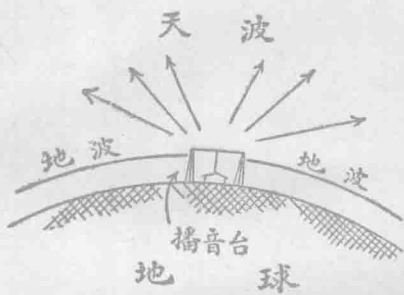
各大行星環繞太陽而旋轉之情形，完全相同。風波叢生之以太網，與旋轉不息之空氣羣，處處混雜，勢所必然，惟以太與空氣間，聲息不通，是猶星辰之間，彼此不相連絡也。當空氣羣，偶因某項原因，停止旋轉，或分離成個別電子時，則原有情形，完全更動。此種現象，為吾人所習見，即空中發光是也。至發光為此種變化之因，抑為變化之果，尚不得而知。

### 三 電化

太陽發燄，或閃光產生之際，旋轉之空氣小羣，失其連絡，各自飛散，與以太網夾雜，或將其組織加厚，或將其空位填補；如此情形，稱曰『電化』(Ionization)以太波(Ether wave)遇此電化之處，速率變換，方向亦時有更動。

以太與空氣之關係，至此且告段落。無線電波進行之情狀，須先加探討。茲就

實際情形言之，播音臺發送電波，狀如大殼，以驚人之光波速率，向各方擴大前進，



第二圖

茫無止境。想像此大殼之形狀而深究之，似嫌繁複，為簡捷計，只就其一部輻射線 (Rays of radiation)，而討論之，其情形如第二圖。輻射各線，雖四方完全相同，惟附近於地面，且沿地面前進者，稱曰地波 (Ground rays)；向上直射，飛渡天空者，稱曰天波 (Sky rays)；(請參考倪尙達編著無線電學再版第一三五頁第一〇八節) 茲分述之：

(甲) 地波 無線電播音時，天地二波，一

同發射，因所遇情形之不同，逐漸變異其性質。地波沿地面前進，穿山林，過田村，因之速率減，強度弱，以至完全消滅。發射之電工率小者，發射波之強度微弱，在短距



離內，卽行消滅。電工率大者，發射波之強度較大，倘所經之地，吸收不多，則速率不減，行程增加，惟結果亦逐漸消滅，故遠處接收機，仍無從聽聞。由是可知無線電訊，賴地波以傳遞者，電工率須增大，以其損失於山林房屋之吸收者大，而被接收機天線所感應者，反不多也。惟傳遞可靠，不受氣候時節之變化，而影響其行程，故長波通訊，恆利用地波。

(乙) 天波 輻射之波，向上角度大者，卽直射天空，翱翔雲霄，倘能使之折回地面，而接收之，則其利益，必能遠勝地波，適如郵遞之利便，遠勝於汽車也。欲使天波折回地面，最初似覺不易。蓋吾人實無術入以太網，使高翔天空之電波，反射而回至地面也。然科學進步，漫無止境，上述種種，不久均成事實。吾人不特可使天波折回，且能於其發送之前，善爲調節，使之反射至固定地點，以利接收。欲究其詳，當復察以太之功用。

#### 四 海氏層 (The Heaviside layer)

太陽發光，射至空氣頂層之時，空氣電化，電子飛散，滿佈以太網之空隙，成塊之浮動物，已如上述。在夏季時，太陽距地面較近，發光強烈，電化現象，易於產生；反之，在冬季時，太陽距地面較遠，而光度微弱，電化現象，發生較少；當地面背日光時，則已電化之空氣，又復結合，保持普通狀態。上層空氣之電化現象，因之日夕變換，夾雜其間之以太網，（距地面約數百哩）亦隨之而變換成分。時日及年季變換以外，尚有因日中黑子 (Sun-spots) 及日蝕現象，變換日光之強烈，而異其電化之情形。

上層空氣之正確情形，現且不必深究，幸精細或粗陋之解答，均得異途同歸；茲就淺近言之：即距地面百數哩之處，另有一層天幕，與其內外之以太，性質完全

不同此天幕學者稱曰海氏層。

各種波浪，無論其在水中，或空氣中或其他物體中進行，射至另一物體，必生變化。無線電波，決非例外。當其直射天空，形似飛箭，行抵上述之天幕，或曲折而穿入，或折回而反射，或沿其邊緣而前進。凡電波由長波電臺發射者，常曲折而穿入天幕，不知去向；由短波電臺發射者，一遇天幕，即反射而回至地面，易於接收；至電波之介乎長短波中間者，遇天幕後，或曲折或反射或沿其緣而前進，不易預卜。

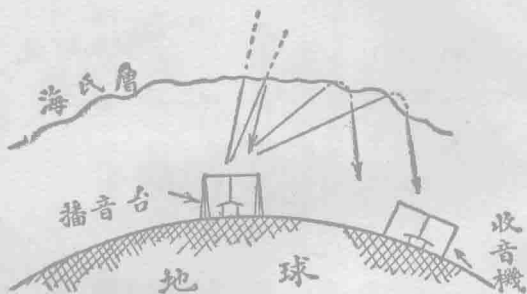
## 五 反射鏡

天幕日被日光衝射，因之受極大壓力，稍稍下降，適如其他物體，受壓力然。夜間日光背地，壓力消除，此層天幕，得復上升至原有位置。倘吾人能察知其升降之程序，及正確之情狀，則訊號不特易於發射，且得使之折回於地面預定之地點，而

接收之，亦屬易事。彼用無線電探海燈 (Radio search-light) 者，僅能以欲反射之電波，直射天空，如吾人用鏡子反射日光然，不見成效。其他方法，雖在試驗，未聞奇績。總之，反射無線電波者，莫如天幕，利用之法，得用定向天線，惟設計特別，頗感困難。況此反射之鏡，奇異莫測，其性其狀，尙未全明，加以實際上種種原因，對此天成之反射鏡，吾人現時尙不能任意運用之。

## 六 反射器

以太在空氣中，激動不息，已如上述。上層空氣，亦復如之。影響上層空氣之性質者，除日光外，尙有多種，故其形狀與高度，在指定之時間內，不得從而測定。倘設計正確，發射電波，預定地點以接收之，則天幕稍爲移動，影響於回波之行程極大，與預定之地點，相距數百哩，頗屬可能，由是全部規畫，均歸烏有。故吾人試驗時，必



第三圖

以各種斜度之電波同時發射，使反射器之升降，影響回波之行程，不至過大。至尖銳之波，雖設計精細，亦無所用之。各種大略情形，如第三圖。實際情狀，更遠不及圖中所示，所謂反射鏡者，實不能稱之謂鏡也，既無平滑之面，又無銀飾其背，與日常所用之鏡子，不啻霄壤。若與『分散反射器』(Diffuse reflector) 較，似為適宜，蓋其反射之波，既不尖銳集中，又不清潔平滑，幸此非緊要部份，得略而不究。

普通鏡子(第四圖)，日光射至銀面，即轉回反射。天幕則不然，射入光線，大部不知去向

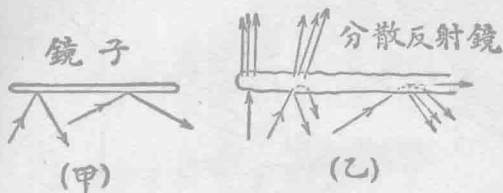


圖 四 第

(再參看第四圖)或穿越其頂而消失,或徘徊其中而不出。根據各種試驗結果,更足證實此上層空氣(即天幕)與以太混雜,成一不潔不平之分散反射鏡也。爲簡捷計,繁複推論,且勿深究;茲將第四圖所表示者,簡爲說明。大抵直射之波,與地面幾成九十度角者,必完全穿入天幕,不再反射而回抵地面。距地面極近且與地面平行而進之電波,必不能高抵天幕而反射。彼電波僅在前述二者之間,且與地面或天幕成斜角者,得飛抵天幕,遂成反射。至折回電波可抵何處,須視其波長之長短,電工率之大小及天幕在此時之高低而定。問題繁複,推論不易,惟實用方面詳細情形,得參考倪尙達著無線電學第一

三六頁第一一〇圖至預定接收之地點即可按圖查出其相當波長而發射之。

## 七 衰落

衰落 (Fading) 爲何，至此當易猜想，即反射電波，由反射器之飄動不息，而發生變化是也；例如駛近之車，發射光線，因路之崎嶇不平，其光線之方向，遂生變化。衰落之種類繁多，成因複雜，有所謂『成音衰落』 (Audio fading) 者，爲意想所不及，即清晰悅耳之音訊，突然狂聲怒號，不可復聞。究其成因，似係反射器之不穩定，電訊忽升忽降所致。譬之池岸一樹，在狂風時季，水中樹影，由對岸觀之，必動搖激烈，糊塗不清。以此喻衰落現象，雖非十分類似，但用意所在，簡而且明。短波廣播電臺，此種成音衰落，在所不免，有時強度極大，干擾甚烈，使音樂或訊號，模糊莫辨。又有所謂『選擇衰落』 (Selective fading) 者，在某時間，接收機內，均聞低

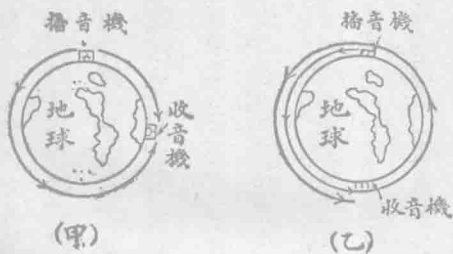
音，在另一時間，均聞高音，適如悅耳音樂，在絕大而空虛之房屋內奏演，回聲四起，干擾叢生，悅耳之樂，忽奔騰澎湃，成毫無意義之狂叫，忽淅瀝蕭灑，成不可復聞之密語矣。

除上述二種外，尚有多種情狀，互相牽及。論其發生時間，恆因久暫之不同，大為差別。有展長至數小時之久者，亦有瞬息之間，在二百分之一秒內，即能消除者。一九一一年，美國羅氏 (Mr. R. S. Kruse) 在國立標準局 (The Bureau of Standards) 研究衰落現象，試驗結果，頗稱詳盡。倍爾實驗室 (Bell Telephone Laboratories) 更有詳細研究，所得結果尤佳。惟衰落之成因繁複，不可得而知者，實遠勝於已知之部份也。

衰落之補救方法，頗感困難，蓋其成因之大部，由於天幕之忽升忽降，高數百哩，為吾人所不可達，故避免之法，就現時之智力，尚屬不及；即試驗所得，僅能將其



強度略減而已倘一旦能將避免之法完成則長距離播音與電話事業當遠顯光明之途。



(甲)

(乙)

圖 五 第

## 八 回聲與環繞地球之訊號

干擾現象，天幕決非為惟一之因。彼短波電臺，電工率大者，當發報時，接收者時時感有回聲。所謂回聲者，即隨「特」及「達矮」(Dot and dash)而來之強音外，尙有成音較弱之「特」及「達矮」是也。經多方試驗，結果恆如舊。倘發報機上，連發「特」及「達矮」若干，接收機內，竟無從辨別。學者於此，開始研究，不久即有人謂回聲之成因，約有

二端，其大概情狀，如第五圖（甲）（乙）所示。即上述現象，亦不外此二者之一；蓋一波由較短之路前進者，時間較短，成強烈之第一訊號；一波由較長之路前進者，費時較久，成微弱之第二訊號。如第五圖（甲）所示之情形，用定向發報機及接收機（Directional Senders and Receivers），得以免除回聲之困難。惟環繞地球之回聲（Round the World Echo），如（乙）圖所示者，尙無補救之法。蓋此種訊號抵接收機後，仍維持其原有方向，繼續前進，環繞地球一週後，仍以原有之方向，行抵同一之接收機，特以其多繞地球一週，故成音較微，需時間較長耳。倘發報機電工率不大則行程不遠，訊號不久消滅。欲免此弊，必須增大電工率，電工率增大後，接收機內，第二訊號侵入之機會，亦必增大，易成干擾。有時此種環繞地球之訊號，竟能成音較強於直接訊號（Direct Signal）（即第一訊號），對於電報號碼，廣播音樂，必更混雜難辨；有時此種訊號，得環繞地球，至四週以上，惟機會絕少，相遇

不易又無線電波由於海洋水面之反射者有時亦成回聲原因之一此種回聲接收者甚易遇之。

## 九 站立波 (Standing wave)

短波在五米突左右者，常發現訊號之時喊時吼，約距發報站十二呎左右之處，此種喊吼，恆能站立持久，吾人稱之曰『費斯忒峯』(West's peaks)，因費氏(C. H. West of Brooklyn, N. Y.)首先發見之也。極短波之費斯忒峯，最易試驗，即在車上，設置接收機，驅車前進，甚易聽到此種喊吼之訊號。據試驗結果，凡二峯間之距離，與其成音之強弱，除隨波長而變化外，與其所經泥土岩石之性質，亦有關。此類現象，數理上之解說，亦已成立，論其組織，絕類上層空氣，惟倒懸耳。又發射之波，射入地內者，恆能輾轉曲折，回至地面，與地波混合。混合時又因其折入

地內時間之長短，與地波成相助或相消之現象，凡在相助處，則強度增大，相消處則強度減弱。

## 十 定高峯 (Stationary peaks)

泥土巖石，地位固定，不稍變動，其情形與上層空氣，迥乎不同，故費斯忒峯，恆在一處發生，不成衰落。在距發報機較遠之處，費斯忒峯即不甚顯著；所明顯者，僅通常之衰落等等現象。

地球表面，恆有某某區域，收音時見不良，學者於此，亦有以地下泥土之不適宜，爲其解說，如美之新英，(New England) 諸州，無線電成績惡劣，實爲其顯明之例。但所謂不良情形者，按日而變，殊堪耐人索解也。

## 十一 雲之回聲

討論至此，仍未盡電波之極，此外尚有幾種怪象，非吾人所能憶想者，例如某種回聲，來自天涯，須經較長時間，到達地面。又有人工干擾，能直穿以太網，飄揚空氣範圍以外，經久長之時間，方得折回地面。於是新見異聞，與之俱來，以供吾人之研究與探討；惟吾人智識有限，除猜想外，尚無方法，或謂此種現象，乃自月球或行星等，接收訊號反射而成者，彼行星於天，地位雖微，電波進之，以成反射，或屬可能；然發射訊號，能達行星者幾何，到達行星後，能取原有方向，而折回地面者幾何，即或有之，其不能成干擾，可斷言也。不僅此也，他種遲緩之回聲，時有發覺，計其強弱，謂自月球或行星之反射，似屬失當；且其所須時間，以往返星辰之行程為計算，實有不合；即以數百哩上之空氣，為反射而計，仍覺太強。玄奧若此，殊難推斷，於無可解釋中，只可臆想地球以外，尚有其他反射器或透鏡之存在，無線電波抵此，亦能折回地面。以折回電訊之強度計之，此種反射器，似占天空之絕大部份。論其究竟，

有以太之性質，而處於以太之外，謂之『新以太』，不過投機猜想而已。

## 十二 地球之自轉

學者有謂日光由太陽發射，未遇空氣以前，純係電子，到達空氣層，成爲光線。因地球磁場之旋轉，電子之直射路線，或成彎曲，無線電訊，或因彎曲而轉入他路。又有學者謂以太網或因地球磁場之旋轉，而生曲折，當無線電波在某處發射後，隨以太網之彎曲，回至原處，而成回聲。以上各種現象之解說，似甚有理，然應用於現象發生時之實在情形，已有解答，尙未臻十分滿意。蓋地球磁場之形狀，吾人尙不得而知，即成形成奇幻，則無線電訊遇之，延遲六十秒鐘，而進行一一〇〇〇〇〇〇〇哩（即  $186,000 \times 60$ ），實爲常事。且就觀察所得者言之，此  $11,000,000,000$  哩之遊歷，對無線電波，未可認爲長途旅行，因據求氏（Jörgen Hals）結果，於訊

號發送四分鐘後，猶能得其回音也。

### 十三 結論

在四分二十秒內，訊號行程，可達五百萬哩。地面磁場之面積，雖屬廣大，但對此五百萬哩之旅行，似難容納，故欲爲澈底之研究，以明無線電訊號之竟抵何地，不特著者不知，且亦無從得而知之也。總之，無線電訊號進行之範圍，遠在空氣及地球磁場之外，以吾人有限之智識，目前實無從說明其究竟也。

中華民國二十二年十二月初版

(二一七七五)

東方文庫續編 科學上之新貢獻一冊

每冊定價大洋壹角

外埠酌加運費匯費

主編者

王雲 李聖 五五

發行人

王雲 上海河南路 五

印刷所

商務印書館 上海河南路

發行所

商務印書館 上海及各埠

\*\*\*\*\*  
版 翻 印 必 有  
所 權 究  
\*\*\*\*\*