

萬有文庫

第一集一千種

王雲五主編

科學大綱

(九)

湯姆生著
胡明復等譯

商務印書館發行



50.53

MS

科 學 大 綱

(九)

湯炳生 著 胡明復 譯

漢 譯 世 界 名 著

科學大綱

第十九篇 生物學

赫胥黎 (Julian S. Huxley) 著

美國哥倫比亞大學生物學碩士
國立東南大學動物學教授 陳 楨譯

生命之性質——生殖——復發——無管腺

生物與非生物 生命之真相如何？此問題發生已久。人智初開時，以為宇宙間一切事物皆具人性，以為風、河、鳥、獸皆有生命。靈魂如人類，甚至如福耳特耳 (Voltaire) 云：「己之形以造上帝。」凡此種種以己度物之思想，曰物人同體主義。自科學及理性方面觀之，物人同體主義實為思想之罪惡。欲明物之真相，必先拋棄一切成見，一切本能的思想法，然後苦心勞思，從

事於堅密正確之理想與實驗乃可。

持物人同體主義者以爲一切生物之所以生活，皆因其體內含有生命之靈。靈在則生，靈去則死。然近代研究之結果，使其相反之學說愈爲可信。其相反之學說卽生物體內並無生命之靈，生命二字不過爲一名詞，用以指一種有特殊複雜的構造物之種種表示耳。

如以一小室佈置成一大量熱器，使一動物或人居其中，供以食物而計其工作與發散之熱。另取等量食物燃燒之，亦計其熱量。二者所發生之熱必相等。能力不生滅之原理可以行之於汽機或電機，亦可行之於犬體或人體。生物體內實無特別之生活力，爲非生物所未有者也。

生物之化學成分亦然。其所含之化學原質非特無非生物界所未有者，且爲非生物界所常見之物。生物體之大部爲炭、氫、氮、氧四物所組成。此外，常見之物有鐵、磷、硫、鈉、鉀、鈣、氯、碘、質或亦在上列之內。

前人曾以爲生物與非生物可因其化學製造之能力而辨之。化學物品中如澱粉、糖、蛋白質、尿素等皆自生物體內生成者；故前人以爲此等物之製成非藉「生活力」不可。然至十九世紀中，味

勒 (Wöhler) 發明一法可用非生物製成尿質於玻璃管中。其後人造之有機物月漸增多，因而有機物爲「生活力」製成之說不能成立。

自生物體內分出之化學物中以蛋白質爲複雜，其分子爲數百千之原子所組成。此等分子初則互相聯合，成爲比較的簡單化合物，曰銜基酸；多數之銜基酸又互相聯合而成種種不同之蛋白質。斐西耶·愛彌爾 (Emil Fischer) 氏已發明一法，可使許多銜基酸聯成一甚複雜之化合物。以非生物用人工製成蛋白質之方法，不久定可發明也。

生物與非生物之分別實無科學的標準。二者之物質相同；其工作之方法，力之變換亦同；所不同者惟在組織之方法耳。生物爲常物之一種，惟有特別複雜的組織。讀者如疑吾言，試思同爲二十字母，可因排列之不同，而或爲文章，或爲廣告。

生命起源問題至今尙未能解決。據吾人已知之事實推之，大約星氣凝成地球時，溫度漸降，非生物中產生一種新化合物，可以生殖已體，與感受刺激，此卽生物也。由此而與他生物發生，換言之，一切生物非特從一共同之始祖發源，且同由非生物發生。

心靈能否自非生物發生

然則心靈何自來？人與高等動物皆有心靈。心靈可否亦來自非生

物？倘吾人擴大物質二字之定義，未嘗不可以心靈亦發源於非生物。近代心理學說皆以爲自覺非心靈之唯一的發展，乃其最高發展。此外，尚有低級者，如兒童之知覺與催眠術及心理分析中發現在下意識下之心靈。由此觀之，一切生物皆有如心靈者在。更進而言之，雖非生物中，亦有與心靈相等者也。誠如是，則吾人當從帕刻 (G. H. Parker) 之言，擴大「物質」二字之定義，因物質之性質包含心靈在內也。

欲使上說易於了解，特設一比喻。吾人皆知筋於收縮時常發電少許。腺之分泌亦於同時發電。一切生命現象或皆有電之變化附之。然尋常所發生之電量極微，無益於多數生物。惟電鰻及數種魚類，體內筋肉之一部，變更成爲一積電機官，能積微無用之電而利用之。換言之，電之變化爲一切生物所皆有而必量有；惟此數種生物具有特殊之機官，能增大其變化而利用之。設電爲心靈，積電機官爲腦，則可知一切物質皆含極微少之心靈變化，惟數種經天演而具有特別機官曰腦者，能積

此微小之變化爲心靈而利用之。

生命起源論 關於生命起源問題，除上述學說外，尙有其他理論。一說以爲地球上之生命來自他星球，生命之種子可附隕石自他星球運至地球，然此等學說僅能推此問題至地球外，實非真能解決之也。

地球上現在之狀

况已與生命初發生時不同，生命之自然從非生物發生，已不可見。此近代種種試驗之斷論



池水一點在顯微鏡下現出之狀，
內有各種單細胞植物及其他物體。

也。生命可於現代自非生物發生之說由來已久，原人皆信之。科學界中至十九世紀中葉之後始無有信之者。通常所信之死屍變蜂說，實來自聖經及味吉爾 (Virgil)；雖至今日，村夫仍以爲馬鬃入塘，可變爲鰻；腐肉生蛆之說至十八世紀中經雷第 (Redi) 之試驗，始知其不可信，蓋腐肉之上若蔽以網，則蠅不能入而生卵，以變爲蛆也。

顯微鏡之發明，使科學家發現一向所未知之生物世界；其中有原生動物，單細胞植物，霉，細菌等微生物。科學家初以爲此等微生物可從

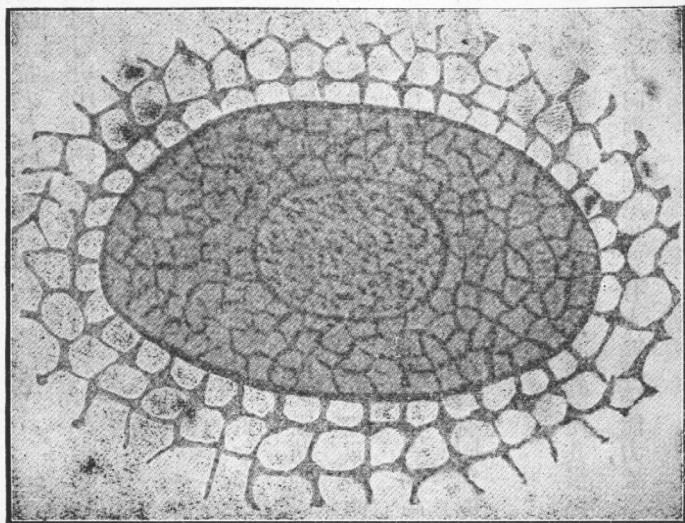


巴 士 特

法國之大科學家，其一生事業，始從事於化學，繼研究生命發源問題，後復在細菌學及天然免病學中爲先導之試驗。

也。生命可於現代自非生物發生之說由來已久，原人皆信之。科學界中至十九世紀中葉之後始無

非生物自然發生；後經法之大生物學者巴士特 (Pasteur) 及英之大物理學者丁鐸爾 (Tyndall) 等之精巧試驗，始證明微生物亦不能自然發生。倘以尋常易生微生物之物置器中，塞以棉絮，然後煮沸之；冷後，雖經久不腐，微生物亦無從發生；蓋器內之微生物已滅盡，而器外者無從入內傳種也。棉絮塞口，可使空氣之流通無阻，而微生物之種子不能入內。巴士特證明一切腐爛與微生物發生，皆由於空氣中運入之微生物種子所致。因此及其他研究，細菌學及其實用法得以成立。科學家探求真理，不計實用，其



牛之神經細胞核與核外原生質之一部。

所得結果往往爲人類增無窮之實用的利益，巴士特之貢獻卽其例也。

一切生物皆自古生物產生；自萬兆年前地質史中生物痕跡初發現時至今日，生命之環未嘗間斷。

二

原生質與身體之構造 十九世紀之大生物學家曾爲原生質作一定義曰：『生命之物質的根基。』此物爲一切生物體中之生活部分，體中非生物如髮，骨之堅硬部分，儲積之脂肪物或澱粉等，皆原生質活動所產者也。自顯微鏡中觀之，原生質爲半液體，粒狀無色之物，其外觀似甚簡單；然自化學方面觀之，實極複雜。下等生物如變形蟲等，僅爲一塊裸體未分工之原生質；但一切高級動物精巧機官之所能者，此等未分工趨異之原生質皆能爲其大概。例如此等原生質有同化能力，能以死物製成生活分子，以異物變爲己體。

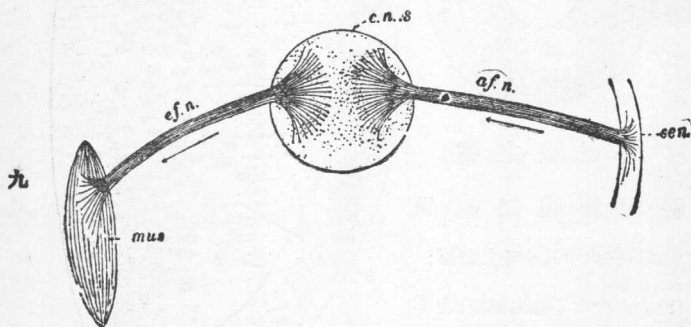
不特此也，此未趨異之原生質且可感受刺激。機械的刺激使其收縮，強光烈熱使其損傷，化學品有攝引之者，有拒卻之者，電流可使其自一定之方向前進。因原生質有上述種種能力，故自其天

演而成之高級生物，有複雜之感覺機官。因變形蟲之原生質能感光之刺激，故高級生物之眼可以演進而成。反之，無線電浪不能感動簡單原生質，高級生物亦無接受此浪之機官。

變形蟲消費氮氣，發出碳酸氣，可行動，生長，與生殖。此皆原生質之基本的性質也。生物界中幾近一兆數之種類，皆自原始的原生質演化而成，無論其為動物或植物，鯨魚或跳蚤，橡或菌，帶蟲或飛鳥，細菌或百合，水母或蟻羣，蚯蚓或哲學家。

三

生命之單位 吾人已知一切物體——如銀幣一枚，清水一杯，或鹽一粒——皆極微之物質的單位曰分

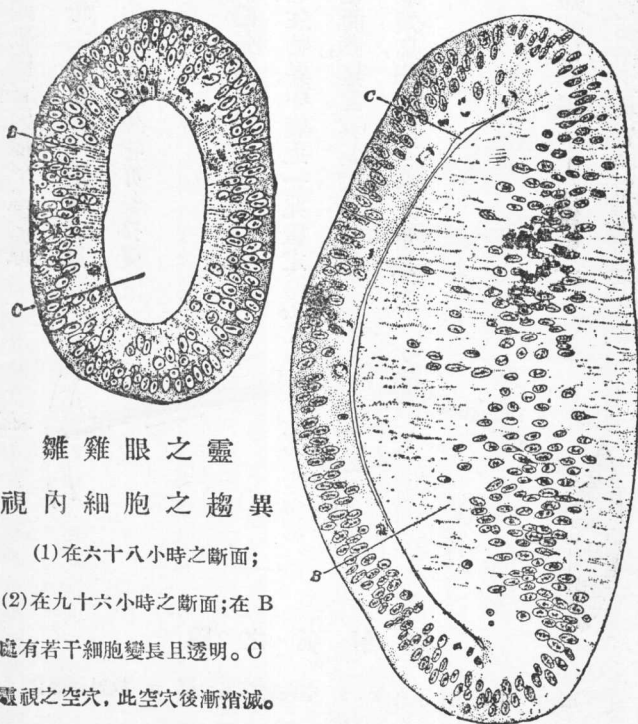


九

反 射 弧 之 圖

af. n. 收感神經；c. n. s. 中央神經系；ef. n. 放射神經；
mus. 筋肉；sen. 司覺面。

子者所組成。生物體亦如是，惟其單位非分子，乃細胞也。如取人體或動物體而解剖之，則知其為各種機官所組成。此等機官有胃，腦，手等，各司一職，共為全體服役。倘進而解剖機官，則知各機官皆為多種似純體的組織所組成。例如胃官之內部為分泌組織，外部為筋組織，聯合各部者為結締組織，貫穿各部者有血組織及神經組織。



靈之雞眼之雛

異趨之細胞內視

(1) 在六十八小時之斷面；

(2) 在九十六小時之斷面；在 B

處有若干細胞變長且透明。C

靈視之空穴，此空穴後漸消滅。

若取似純體的組織置顯微鏡下窺之則見其實非純體，乃多數單位名細胞者所組成。血中細胞各自分離獨立，其他組織中之細胞則互相連接。常人多以人類發源於猿類，猿類發源於其他低級動物為難信。殊不知無論何人，其身體皆自微小之細胞發生趨異而成。

高級生物皆自一細胞發生；在人類則此細胞為受精後之卵，其直徑不過一百二十五分之一英寸。自卵至成人之發生，乃此細胞之增多，遷移，與變更形狀。

發生之初步為分裂一卵，成多數同樣之圓形細胞。其第二步乃排列諸細胞為三層，此三層為一切高級生物所共有。

其後，此三層細胞漸變為諸重要機官。外層變為將來之腦，脊髓，眼，耳，鼻，皮膚；內層變為將來食道與肝，脾，甲狀等腺；中層變為將來之血系，腎，筋，骨及生殖細胞。惟生殖細胞與其他組織無密切關係。

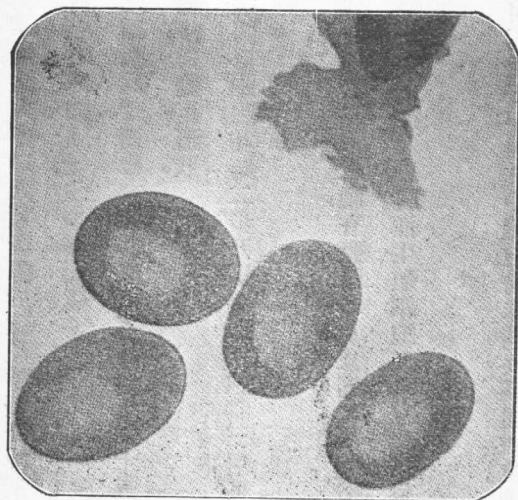
此時多為將來之機官，雖略可辨別，然尚不能工作；因其中細胞尚未趨異為組織也。迨各機官中同樣之圓形細胞漸變為種種形狀不同之細胞，即成組織，各司一事，然後各機官可以工作矣。細

胞變化之重要者，略述之如下。

血細胞 血細胞有二種：一種甚活動，

狀如變形蟲，能常變其形，亦能吞食雜物，此類血細胞曰白血球，又曰食細胞。另一種爲紅血球，血液因之而有紅色，其狀如球內含紅色之血質。血質易與氮氣及碳酸氣聯合，故爲呼吸作用之運輸器。此等紅血球生自長骨髓中，經久消損後乃歸入脾而消滅。

體內空處需平坦之裏面，其裏面之細胞乃變成扁形，互相砌合，成一平面。腺之內部須製造及發出種種化學品，其中細胞乃變成長形，內含分泌液。



蛙之四紅血球與一白血球，此白血球包圍一已經消損之紅血球(放大六百倍)。

組織之儲藏食料者，其細胞張大胞膜，以包含油點等物。雖堅硬如骨亦為細胞所製成。例如軟骨中有圓形細胞，製成類似玻璃的膠狀物多層，附着於其周圍。骨內則有細胞製成含石灰之硬物。聯合各機官之締結組織，其大部分乃微細之纖維所組成；其纖維有強韌者，有可伸縮者，皆締結組織中分散之細胞製成者也。

吾人所食之肉，其大部分為筋，筋亦細胞之所成也。平滑筋，如膀胱中之所有者，其細胞甚長，具有波色長腺。筋之另一種曰橫紋筋，吾人肢中有之，其工作受意志之直接管轄。內中細胞甚大，且多細胞核，在顯微鏡中觀之，此類細胞中多橫紋，為明帶與暗帶相間而成，此橫紋為快速伸縮所必須。有昆蟲之翼振動極速，而其筋中之橫紋亦最發達。

外皮又曰皮膚，其細胞之唯一命運為犧牲己體以利全體。皮膚之下層為圓形細胞所組成，此等圓形細胞繁殖極速。所產生之細胞皆向皮膚之表面進行，及其將近表面時，其固有之圓形漸變為扁形，後乃變為角狀物，最後則成皮屑而消散。皮膚之上無時不有此等皮屑之散失，因其為量甚少，無人注意及之。倘綳帶縛體日久後，偶一開視，即可見其中所堆積之皮屑也。皮膚以此法自新，其

外層之舊者時時脫去，新者時時自下層變成。吾人之指甲及髮，亦如皮膚之時時有細胞變為角狀物，惟在此則角狀物體較為永久。

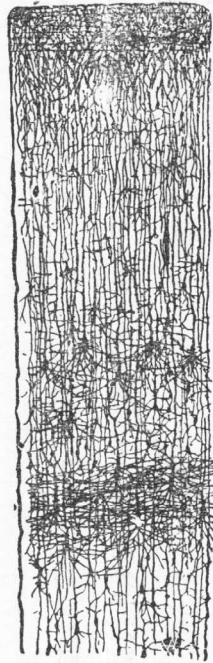
腦細胞

心靈所在之機官為腦，腦亦為細胞所組成。腦細胞及脊髓細胞之發生最為奇異。胚胎中之腦細胞原為簡單圓形，與其他細胞同。其後此細胞發生伸出物，為數常為二，此等伸出物常分枝，有時甚長，其最後之細枝有連接於筋細胞或腺細胞者，有連於感覺機官如眼耳或皮上之觸點者，有連於其他神經細胞之分枝者。因此等分枝之相連，而身體中各器官能互相感應，如電話之於城市。傳達使命至筋及腺者為動作神經細胞，此等細胞有一短枝在脊髓中與數別種神經細胞連接。另有極長之神經纖維延至筋細胞，連接足筋之神經纖維，長達數尺。

最異常之細胞為在前腦中者，此等細胞位於思想所在之處，其互相連接之複雜可於圖中見之。因其連接複雜，始能有奇異之意念連貫。

生物之生殖亦細胞之事也，專司生殖之細胞成於生殖機官中，成熟則散出。成熟之初，雌雄二種生殖細胞同為圓形，內含大細胞核。成熟時雌生殖細胞，不變其形狀，祇增大其體積，以儲蓄蛋黃

粒爲胎之食料。雄生殖細胞則不增大其體積，而變更其形狀爲雄精，其細胞核變爲雄精頭部，其餘部分則變爲長尾，尾之擺動使雄精游泳而達卵。



人類前腦部中之許多細胞與連繫絲之圖
(放大多倍)

四

身體爲一大細胞國 細胞之體積極小，每立方米釐之人血中，含有紅血球五兆，幾與倫敦人數相等。每人身體中平均約有血七磅，如是則上述之數必須乘三兆次，始得一人體內紅血球之總數。他種細胞數目之大與紅血球等。

由此觀之，身體乃一極大之細胞國，其中細胞人口數千倍大於全世界人類之人口數。思想之

一變須得極多數腦細胞之通力合作，肢之一動須千萬筋細胞之縮小，心之一跳使萬兆之血細胞旋轉而入血管。凡此細胞皆各爲生命之單位，與單獨生活之細胞如變形蟲草履蟲相髣髴。積此無量數之細胞爲一體，而強迫之使其互相諧和，通力合作，以利全體，實爲生命天演之最大成功。強迫之必須與難行，又因瘤之生長見之。瘤內少數細胞不遵全體之命任意繁殖，其他細胞因而受損，以致全體滅亡。

五

生殖 生殖之最要特色爲相同化作用，同化作用者，以其周圍之簡單物化爲與己體相同複雜物之謂也。原始生物之同化作用，速於其相反者，其身體內新分子之造成，速於其舊分子之消費，結果卽爲長大。

然長大體積，不能同時長大相比例之面積，譬如增多人口，不能同時增多相比例之入口與出口貿易之便利。因此發生之困難，爲一切生物所皆有，自低級生物至高級生物之天演中，頗多專爲免此困難之方法。

雖然，最低級生物實未嘗以此困難為重要。及其感受體積過大困難時，此等生物可以分裂身體解決之。此一體分裂為二之專門名稱曰雙分。細菌，單細胞動物及植物，高級多細胞生物體內之細胞，皆以此法繁殖。

此等最簡單之生殖法無需兩性，亦無消失之物，所有者惟全體分為二部，每部重行組織成為二個全體。

多細胞生物之簡單者，亦常以分裂為普通生殖之法，蠕蟲之中多有以此法生殖者。有時其分裂後之子體互相連接成長鏈（見圖）。



由裂殖所生之
扁形蟲，彼此接
連如練狀，惟尚
未生長完全。
O, O, 口部

天演愈進，而分裂法之實行愈難。例如昆蟲墨魚等物之體甚複雜，若以分裂為生殖法，則分裂後之半體變為整體極難且緩，在此變化中其行動必不能靈敏，終必至為其仇敵所捕。

故複雜生物必須有別種生殖方法。其一種爲發芽，珊瑚蟲及其他腔腸動物，蠕蟲，脊椎動物之退化的親族海鞘多行之。

發芽生殖實爲不相等之分裂，母之全體無變更，其體之一小部變爲一小全體，此全體曰芽。未長成之芽常連附母體，有時芽又生芽，相連成鏈，新單體之生成甚速。

分裂生殖之困難，可因發芽生殖免去其一部。然動物之有複雜的骨架者殊難行之。不特此也，最高級動物之普通身體組織，已失去其無限制長大之能力，而發芽生殖則非有此不可。

雖然，多細胞動物及植物之生殖，常與其兩性相連。兩性須二細胞之聯合，因此，多細胞動物體中必須分離二細胞，此二細胞相聯合後乃繁殖長大爲一新多細胞生物。

然單細胞動物亦有兩性交配，例如草履蟲之非兩性生殖爲分殖。每日分裂一次或二次，如是分裂可繼續數月或數年。有時此無限之繼續分裂爲接合所中斷。接合時，草履蟲兩兩成對以口相接，二者體中之液體物自口相通。其細胞核（細胞核爲遺傳性質之負荷者，前章已言之矣）經複雜之方法而分裂，分裂後其幼核之一移入其相配之草履蟲體內，而與其中者聯合。此後二草履蟲

乃分離從事於分裂。

多數或一切單細胞動物及植物，皆有草履蟲式之接合，惟細菌似無之。接合之法有時似較簡單，二生物初則相緊連合其身體，然後聯合其細胞核，終則二者合為一體。然無論如何，凡為接合，皆有來自二生物之細胞核之連合。

兩性之事以接合為最簡單，其可注意者有二：一、兩性之連合可無需性之不同，相連合之二細胞曰配子，二配子可以相同。二、原始生物中兩性非與生殖聯結。

在多細胞動物則不然，其配子永為二種，一為雄配子，又曰雄精，一為雌配子，又曰卵。前者常極小，甚活潑，分頭尾。頭部內含細胞核，尾部之擺動使其游泳。後者頗大，有時甚大，不能行動，內藏食料以供將來胎之生長。

多細胞動物生長至一定程度後，其體內可產生多量之微小配子。產生此等配子之時期甚久，每一雌海膽每年所生之卵數約與倫敦之人口數相等。任何高級動物，其一生所產之雄精數，不特多於現在人類之總數，且多於自人類初出現至今日人口之總數，故此等動物之唯一生殖法乃兩

性生殖。

多細胞動物之身體較小壽命較短者，頗難實行兩性生殖。雌體甚小，故每次所生產之卵不能多。倘無雄者，則雌數倍增而生殖者衆。故動物之中倘其身體因過於複雜不能實行分裂與發芽，又因過小難行兩性生殖，尙有一法可以生殖，此法曰單雌生殖。

有母無父 單雌生殖之卵無須與雄精連合即可發生。兩性生殖之要點爲二細胞核之連合，故兩性之卵非受雄精入內之刺激不能發生，所以確定二細胞核連合之必行也。單雌生殖之卵無需雄精之刺激，成熟即發生。此亦生殖爲無限長大之一例也。

木虱，水蚤，輪蟲等皆行單雌生殖於夏間，至秋則產生雄者。在他種生物，有時可以人爲方法使兩性之卵不受精而發生。雄蜂皆自未受精之卵發生，有母而無父，受精之卵則發生爲蜂后及工蜂。總結前言，生殖皆爲長大之結果，皆爲生物之一部脫離餘部變爲第二生物。天演之初，此分離之部與餘部大小相等；天演漸進，則分離之部漸小於餘部，愈進則愈小。兩性之事初與生殖相反對，後乃與之聯結。

六

復發 非特生殖為無限生長之變相，復發亦如之。吾人因人體及尋常易見之高級動物皆無

復發，故以復發為奇事。實則在最低級生物中復發為必需，而且不得不有者也。任何動植物之形狀及結構皆為其體之組成與環境相均衡之結果。非生物亦如是，設以水銀一點置碟上，其所成之形狀約如球，所以如是者，因水銀與空氣交界處及與碟交界處之表面張力使之然也。倘分此一球為二部，則每部各自成一小球。水銀點如為生物，則可曰其形狀為圓球，其全體之任一部份能再組而成一全體形狀。

吾人如以一微小之單細

胞生物分切為二部或多部，其中之一部如含有細胞核且不過小，則可再組其體以得均衡。換言之，此全體之一部可以改組成其種類之普通的全體形狀與構造。不特此也，此一小全體且可生長，此



復發之圖釋

一扁蟲受割致生額外之兩頭兩尾。在伸縮喉端之口見於體之中部，另有一新喉道及一新口與在體左方之頭相連接。

則爲水銀球之所不及。在此等簡單生物中，復發爲再組與長大二者之結果。

雖在多細胞生物，亦有如上述之無限的復發。水螅莖之任一段，扁形蟲體之任一塊，皆可再組而成一新全體。

產生新頭 大生物之復發頗複雜，此可於扁體蟲見之。扁體蟲之一塊如與其餘體相離，則先復發一頭部。頭部成，則其餘各部皆受其節制，而自首至尾以次復發。由此觀之，身體之任一部位似能管制其後各部，如於體旁割破少許，則被割之處，常受大震動，因而不爲其首部管束，別生一新頭。有時被割之處能長大，惟新長之組織仍受舊者之影響，其結果乃產生新尾。用上述之法可製成多種怪狀物，有多頭者，有多尾者，有二頭相背而無體者。不特此也，以人爲的方法，且可變更動物之指極性例，如水螅莖之一塊在尋常僅復發一頭於其前端，然如使其過稀毒或麻醉劑，則全塊失其趨異之各部，而變爲不成形狀之一團。如以此團改置清水中，仍可復發；惟其所復發之頭部不在前後兩端，而在其上面之養氣供給最多處。

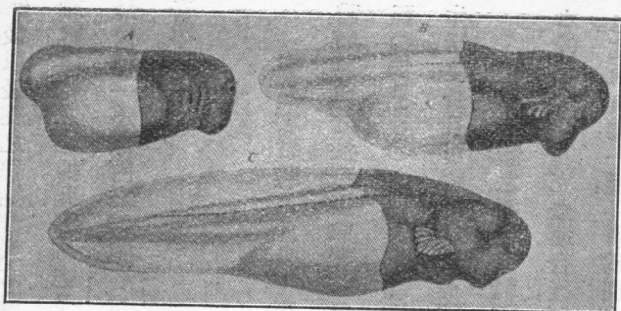
最奇者乃海綿水螅等物，雖分至其組成之單位，仍不失復發重長之能力。如以海綿切成細塊，

然後以最細之絲篩濾過之。除海綿之細胞外無他物可過篩之細孔，凡過篩孔者皆單獨細胞或數細胞連結之細塊。此等細胞及細胞團，初則落水底成薄膜，後乃相連合爲多數小球，大略如海綿胎。最後每一小球內之細胞各自重行排列於適當之處，使小球組爲一小海綿而成生物界可證實之奇事。

七

奇異之試驗 此外奇事，尚有接體試驗，亦因生物之再組能力而有者也。蚯蚓數段之接爲一體頗易，以此法可接成非常長者；非常短者；中段之前後顛倒者；此等蚯蚓皆甚健全。尤異者爲哈禮孫(Harrison)之奇異試驗。此君以新孵蝌蚪之前半段與別種蝌蚪之後半段相接。此連合之物能生活，生長，且可變體成一尋常之蛙。其異常之處惟顏色半淡半深，蓋所接二種蛙之色不相同也。

植物接體之連合有較前述更密切者。文克勒(Winkler)以芋屬植物之一種接於別種植物本幹之上，待其完全連合後，切幹視之，所見二種植物交接處發生之芽，乃混合二種之組織而成者也。其內層爲一種，外層爲別一種。此連合的植物，接體的雜種，頗健全；惟因二種組織之長大速度不



此圖爲表明一種蝌蚪之前端被割而以之接生於別一種
蝌蚪之後端其各時期生長之狀

相等，故外皮不能密附於內心，葉形屈縮，此外無他異常之表示也。

動物愈演進，則復發之能力愈減。斷去蟹或蝶螈之一肢，尚可復發一新肢以補之；若切斷其全體爲二，則皆死矣。動物能復發體之一部以補所失，不過多，亦不過少，初視之似甚奇異；然如以均衡視之，則易了解。均衡因失體之一部而擾亂，非至所失者復發不能使均衡復原。

如變更內部之機器或外部之環境，則均衡可不必如前，而結果非尋常所得。例如扁形蟲之復發時，若溫度過低則不生新頭，過高則新生之頭大於尋常者，此因外界變更而生之異常結果也。因內部變更而生之異常結果，以蝦類之試驗爲最奇。蝦類之眼生於柄上，腦之司視部分，位於柄

端。如祇切去眼，則復發一新眼以補之。如眼與柄中司視之腦部同割去，則復發者非眼，乃一觸角，與其固有之觸角同。欲得此結果，其復發之神經非與腦之餘部相連不可。可見腦之各部對於決定復發者爲何物極有影響。

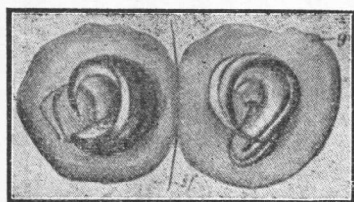
與上述試驗相似者，有蝶螈眼內鏡之生長，亦證明身體之一部可影響他部之例也。眼之發生爲混合的，眼中有感覺之部，卽感光膜，成自腦之杯形伸出物曰眼杯者，鏡乃杯上外皮之增厚變成者。種種試驗已證明鏡之生成於適當有用之處，乃因自眼杯發生之化學的影響（與無管腺之影響無異）加於皮上之故。如將杯上之皮割去，而以他部之皮或他生物之皮接補之，則此新接於其上者亦可生鏡。如將此眼杯割去，接入他處如尾部，則頭部不復生鏡，而尾部之皮生鏡於眼杯之上。一部感動他部之影響，爲胎之發生所必有，發生中種種由簡而繁之變化多因之而生。

八

棄尾救生 最高等動物不能發生其所失之大者。鳥及獸所能復發者惟在小部損失。有時此原始的復發能力因特別情形而保存於一部。例如蜥蜴不能復發其失肢而能復發其失尾，蓋因蜥

蜴逃避入隱處時其尾易爲他物所獲也。其尾之脊椎爲特製，可以隨意收縮其筋，而斷之以棄尾。除尾外無他機官可以復發。此動物棄尾以救身。

上述之限制復發能力於一部，不特見於天演中，亦可於個體發生中見之。例如蛙不能復發其失肢而蝌蚪能之，蝌蚪不能割斷爲二部各自成全體，而最初發生時期中之卵能之。以線繫水蜥發生之卵而收縮之，可分之爲二部，各自發生成一完全之水蜥。一卵本應長成一水蜥，因被分爲二而成二水蜥。此試驗與人類之雙胎有二種：一種爲二受精之卵所成，故長成之二人相似，如普通之兄弟姊妹，不必同爲男或女；又有一種雙胎曰相等雙胎，爲一受精之卵因偶然原因分爲二部，各自自成爲一人，故二人極相似，幾不能辨別之，二者同爲男或女，相等雙胎本應爲一人，因偶然而成二人。



試驗的胚胎學

以人工使水蜥一卵雙生，乃係於一水蜥之卵分爲兩個時，以一線繞繫而緊之，將此兩細胞隔開所致。

si. 線, g, 凝漿膜。

前文有高級生物皆行兩性生殖之言，然此祇限於已長成者。至於發生之初，雖最高級生物亦可行非兩性生殖也。哺乳動物之一次產生者，普通皆各自從一受精之卵發生。然得克薩斯 狢狢每產必有四，四者皆自一胎發芽而成。在狢狢則相等胎為尋常之生殖法，在人類則為偶然。二者皆無限的生長及再組能力之結果，此一切生物發生之初期所共有者也。

與上述者有關之另一問題為瘤，瘤內少數細胞不遵全體活動之節制，任意行無規則的生長。不特此也，此等細胞退化為原始的形狀，其長大與繁殖之能力增，而實行普通工作，以與其餘細胞合作之能力減。

高級生物體中之精細的均衡，可於鼠之自然瘤見之。司來女士 (Miss Slye) 以雌鼠之生瘤者分為二組，以一組與雄者交配，別一組則不配以雄者。後組之瘤生長甚速，約經一月鼠即死。前組則不然，當其生殖不息時，瘤之生長幾等無有；生殖一停，瘤即長大。換言之，瘤與發生之胎爭食料，胎勝，故無餘食以供瘤之長大。

吾人對於瘤之問題，現雖距完全了解之期尚遠，然自復發管制與被管，發生中長大能力之漸

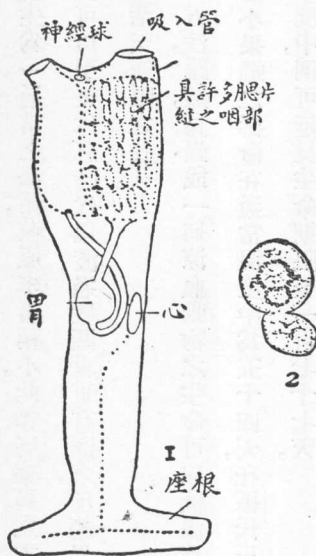
滅，動物各部之互爭等事實所得之大意，已足為將來研究進步之初步。

九

老死 單細胞生物，行分裂生殖可謂為無死，至少可謂為無屍。個體倏現倏滅，倘無意外事，則組成其體之質，可以經生長與分裂之長流，綿綿不絕。在多細胞生物惟生殖細胞為此長流。此外之身體經若干時後，雖無意外事，亦不能免一自然之老死。大概言之，天演愈進，則個體之生命愈長。此延長之生命由於生長時期之延長者少，由於長成時期之延長者多。低等生物之長大為繼續的，以死為終點。然在高等生物，則長大時期終止較早，其後尚有一時代，其體中之變化減至最少，不足因生理的變更，而擾亂其應用所學於生命之事業。

低等動物之中，趨老之變異為可逆的，且可以試驗方法阻止其進行。例如單胞生物之分裂與個體之消滅，似因體積增大之所致；若待其增至滿格的體積時，割去體之一部，則可停其分裂至無限之久。再者，扁蟲除有非常之復發能力外，且可忍耐長久之饑餓而不死，饑不得食則以漸減小其體為生活之資，體積漸減時其活動反漸增，此漸增之活動，似為返幼之表示。若使扁形蟲饑飽之

可稱此法為反趨異。例如海鞘之一種，雖為久居動物，然頗複雜，有腮孔，心，胃，腸，神經系及生殖系。如其置於不適宜而不足以致其死之景況中，則此物縮小，漸不透明，體內各不同之細胞漸變為同樣，直至最後變為一團白色不成形之物，內含者惟有少許圓袋及一堆散細胞以代表其原有之複



退回生活(其解釋見本文)

1. 一通常被囊類之個體。
2. 同上動物之已經反異趨者。



受餓之扁形蟲

上圖表明扁形蟲因受餓之故，致體積縮小之狀。

1. 未經長期受餓之前；
2. 已經長期受餓之後。

時代相間，以免其達滿格的體積，則可免其老。柴爾德 (Prof. Child) 教授曾證明此不老之現象，可經久至試驗者不復忍耐以繼續試驗。

休息時代 別種動物另有一非常之退回生活，其法為回返簡單，因其與趨異相反，故

雜。若以此物再置於清水中，則再發生爲一通常之海鞘，較原來者稍小。此等反趨異之方法，於許多單細胞動物及細菌甚爲重要。因其可以引至休息時代以渡過難關也。更有進者，反趨異後之發生，似可重復爲之，此等生物可恃以生活至無限之長久。

高級動物不能行此反趨異之方法。雖然，昆蟲或一切涼血動物之生命可以低溫度延長甚久。據洛厄布 (Loeb) 教授之研究，美國小果蠅之壽命在通常溫度中爲五十四天，在攝氏三十度溫度中爲二十一天；然若在攝氏十度溫度中，則可延長生命期限至一百七十七天。

熱血動物如鳥獸，在長成時代中無生長，生命期限，不能以上述方法延長之。長成期中之生命爲一極靈之平衡，平衡一亂，則老期至而死繼之。

有趣之試驗 與上述有關者，爲近年來一新發現之事實，此事實爲全體雖不能免死，而其一部分組織多爲可能的長生。生活動物組織之一塊，可以精細方法取出養活於滋養液中，數日換滋養液一次。卡勒爾 (Carrel) 在紐約曾自未孵出之雞胎中，取出一塊締結組織而養活之，可養活之時間甚久，較雞之通常壽命更長。尤奇者，乃塊內各細胞長大及繁殖之速率並不減緩。由此觀之，吾

人不得信平衡及各不同組織之互相反應互相遏制爲死之引導。設食料與地位不缺乏，則無遏止之繁殖可無限的延長。

自實用方面觀之，惟延長全體之生存爲最要。如欲延長全體之生命，必先研究何種機官爲維持長成生命之平衡者，然後於其將衰時設法輔助之。

十

無管腺 吾人對於上述問題之知識尙極稀少，然大概不外二重要機官。一爲無管腺，一爲神經系；其中知尤重要者爲腦。無管腺爲頃注一種分泌液入血液之機官，此等分泌液又曰激液，甚有影響於身體之長大，工作之速率，與各部之合作。例如腦內黏液腺有大影響於長大，於骨架之長大影響尤大，巨人似因此腺發達過度所致。甲狀腺液可稱爲生命火之通風，通風如不足，則火不旺而生一種病曰黏液瘤，其病狀爲身體與心理之懶惰；倘甲狀腺液過多，則引起過度之消費（食量雖亦增），脈跳之增加，神經之過敏。生殖機官之一部曰間隙組織，其功能如一腺，所產之一種分泌液，有影響於一切與兩情有關之身體性質，與激動兩性之本能。維也納 (Vienna) 之 司坦納 (Steinach)



大長於影響之腺液黏

其左者在生所移去。一胎已係犬二部黏液之

曾研究鼠之轉老還幼，以鼠之有老邁表示者經過外科術以激動其間腺，或以幼鼠之生殖機官接於老鼠體中，其結果體內其他無管腺皆被激動還復其固有之活潑，而將衰之腦與心靈亦皆還原其幼年之生活。此君以此法使鼠之壽命延長百分之四十，雖此結果尚需別種生物之研究以助證之，又需長久之試驗以定其是否可行之於人類，然關於延長壽命問題，已發現一研究之

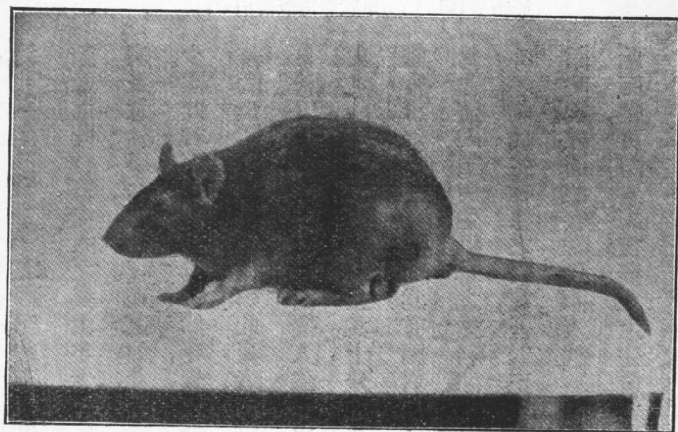
新門徑。倘得人才，經濟，時間（因其為費工，費財，精細之事業），以從事於哺乳動物體內複雜機官之精密研究，則生物學中革命式的新發現，在希望之中。

此等研究至多可以延長壽命，最後仍必有一死。與此問題有關者尚有俄國科學家麥奇尼可

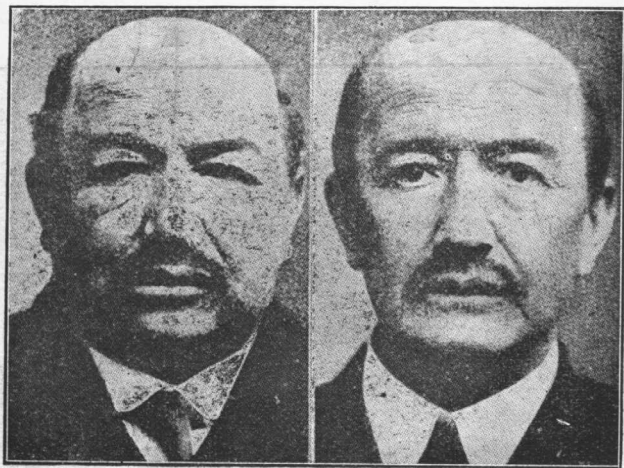
老 鼠 還 童



圖中之鼠已顯年老衰弱之狀，此類鼠可用外科刀術激動其間隙腺，或將幼鼠之生殖機官接生於其體中，可使之還為幼年之狀。



此圖與上圖為同一之鼠，惟此為經過司坦納的外科刀術而後還童之狀。



甲 狀 腺 缺 功 症

上圖在左者(a)，尙未經用甲狀腺提液醫治之時；
在右者(b)，已用甲狀腺提液醫治後。

夫 (Metchnikoff) 之研究，此亦不可不
論及之。此君研究人之真由年老非因疾
病及意外事之自然死。人之如此死者甚
少。據此君之研究，凡真自然死，皆爲無痛
苦的與不可怖的。人之如此死者如經長
日後之長臥。不特此也，陷擾人生之疾病
與意外事可以人力防止其十分之九，誠
能實行，則自然死可不爲有福者偶得，而
爲普通人類與生俱來之權利。

關於生物學之研究，吾人正脫離神
話時代，經過觀察時代而入試驗時代。由
此而往，更將入未嘗夢及之生命管制時

代。因種種研究，吾人已知最可怖之死將來可以免，最希望之壽命延長，將來可以得，此乃有忍耐性的工作之報酬。

關於遺傳問題，與門得爾學說於達爾文主義在今日之位置篇中討論之。

參考書目

Child, *Individuality in Organism* (Chicago, 1915).

Huxley, *The Individual in the Animal Kingdom* (Cambridge, 1912).



麥奇尼可夫

麥奇尼可夫為俄國之科學家，彼在巴黎巴士特學院擔任繼續巴士特所進行之工作。其所發現血液中白血球有吞食異物之能力，或為其成名之最大原因。

Metchnikoff, *The Prolongation of Life* (London, 1910).

Minot, *The Problem of Age, Growth, and Death* (London, 1908).

Morgan, *Regeneration* (London and New York, 1901).

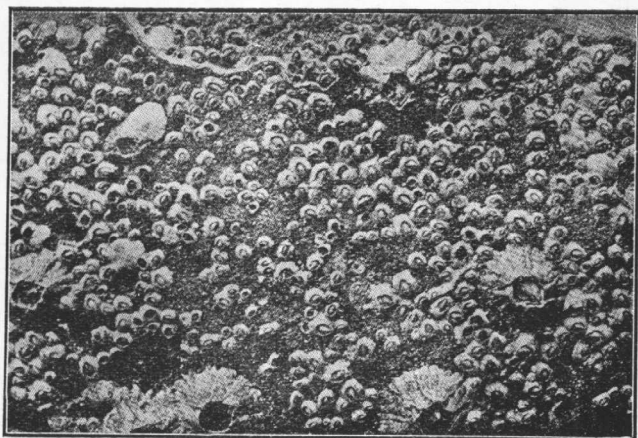
第二十篇 生物之特性

美國意大利諾大學植物學士 錢崇澍譯
國立東南大學植物學教授

生物之全體觀察 吾人可如解剖學家之所爲，分解一動物爲數部分，如助以顯微鏡，則分解可至極精細之域；又可研究各部分之生理作用，由是可知生物之體，實爲一錯雜之機器。蛾之透明之卵，經一再分裂，漸成幼蟲；更奇異者，則幼蟲復能成蝶，此胚胎學家之事也。研究古生物者，則搜求化石，以期得自遠古者爲發明現今生物之明鏡。上述諸方法，固爲初究生物者所必要；但有不盡相宜者。吾人尤須有一生物全體之觀念，以窺生命之全。設一天文家專注力於望遠鏡，而不知衆星燦爛之天，吾人作何想像乎？生物學家之必須知生命之全，較天文家爲尤要，蓋生命之活動，更變化無定也。吾人非自各方面以研究，決無由以達之，故不事解剖而自生物全體之印象以研究生物之特

性。今試自湯姆生所著生物界之系統 (J. Arthur Thomson's System of Animate Nature) 而一考其說。

生物界之所呈，實至奇偉。其生物，小自至微之滴蟲以至偉大之鯨魚，小自生於牆壁之薄荷以至黎巴嫩 (Lebanon) 之松柏。海網初起，生命之衆多難以指數。又設行於酷熱之草地，昆蟲撲面，宛若雲霧。同類之中，其形體之差異，個體之衆多，皆足以發人富厚之想像。生物生存競爭之何等劇烈；對於環境之若何適應；



生命之繁多

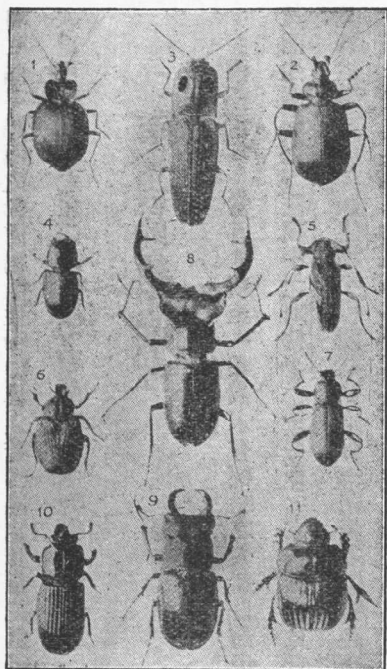
藤壺，此種不能行動之軟體動物，遮滿石上，暴於低潮。當潮來時，藤壺以六對彎屈之肢送食粒於口內。潮退時，其四殼閉合，成壁壘狀之頂蓋。赫胥黎謂此等動物以頭固著其體，以肢彈食物入其口。幼蟲在海中能自由游動。

種類譜系相關之如何精微；生物變異之若何恆定；其華美之何等普遍。此種繁複之思潮經過後，吾人更可作較深之想像。此較深之想像，實爲生物學造成哲學一部分之資料。

有系統的紛繁個性

種類繁多 當吾人新至一邦，或未有經驗之人新自海中撈網而一察之，奇異紛錯之思想，油然而生，儼如天方夜談中之阿拉丁（Aladdin）穴驟然發見者然。但尋常人多失此覺察，蓋日常所見，易於忽視，而多數生物又隱藏難見也。有一顯著之植物，必有二十之不顯著者；有一易見之動物，必有百數難見者。吾人之所注意者，不在個數，而在個性與物種。生物之種，平均計之，脊椎動物至少有二萬五千種，非脊椎動物約十倍之。植物之種數亦如之，種子植物之雙子葉類，不下十萬種。達爾文於十二方英尺芝生之地，發見有不同種之種子植物二十種；自海底取出之石塊，動物之種數亦如之。

研究海洋動物之熱誠及精密，已歷有年所。斯賓塞曰：『欲計海中生物，其事至無窮盡，其數之



生命繁多之又一表示

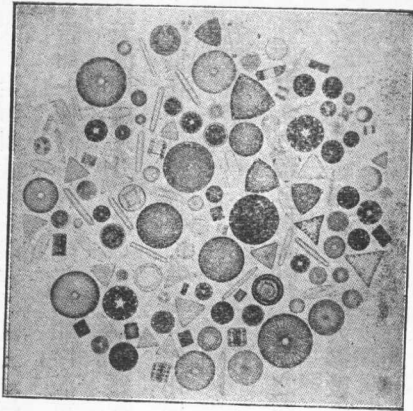
華盛頓附近所採集鞘翅類之甲殼蟲。

1. 食蝻半之甲殼蟲；
2. 爬行樹木捕食蛾蝶類幼蟲之甲殼蟲；
3. 一特異之叩頭蟲類，其幼蟲捕食錐木蟲之幼蟲；
4. 台蟲；
5. 長角蟲，在松樹皮上極不顯著；
6. 俄革臭味蟲以臭同俄革故名；
7. 暗黑蟲，孳生於松木中；
- 8及9 鍬形蟲，雌者顎大，雄者顎小；
10. 培轉蝨蟲，鑽入朽木中，父母護育其幼甚至，成蟲幼蟲之鳴聲亦特異；
11. 蜣螂蟲之一種，飛於夜中，常喜撲燈。

多遠過於陸地，即天上所有，亦不足以比其多。天空星辰雖曰難數，然較之海中生物猶為易事。其孳生之繁，數目之巨，種族之多，實堪驚人。『詳知海中生物情狀者，當深然其說。』

生物之個性或物種，乃一極困難之問題；但由自然之全體而觀，則物種至繁，而其個性均絕對不相連續，較之前此達爾文派所假設者尤為恆定，此吾人必須計及之事實也。林尼阿 (Linnaeus)

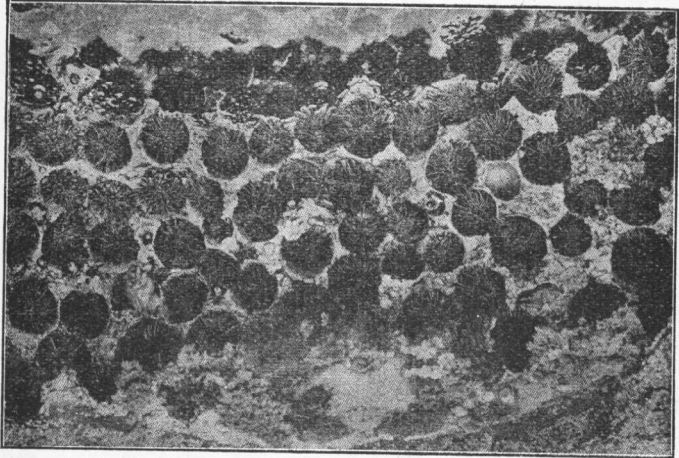
曰：「物種多若天意，」種之佳者當如一明確之意念無疑。就他端比較之，則



一羣硅藻

種如一化學原質，但程度較高耳。歌德 (Goethe) 所云：「天之唯一目的似為

海中有紛繁之生命。上圖表示硅藻之種類，乃微小單細胞植物之有矽質骨骼者。如將此類列為一圓圈，其直徑僅為一英寸八分之一。秋季繁殖至盛時，在一方呎碼內，一種硅藻之數，可至七十兆。



朋多倫 (Bundoran) 地方石塘中之紫色錐孔海膽

此種海膽穿穴於石炭時代之石灰石中而居，有時被生於石上之鈣質海藻永遠封閉於其穴內。有時穴之一旁完全成於鈣質海藻。穿穴之法未詳，恐為化學作用。此節尚待研究。

個性，然又不注意於個體。」設吾人以「生物界」爲人，則彼至少當爲一理想極富，又復非常精熟於運用材料之美術家。

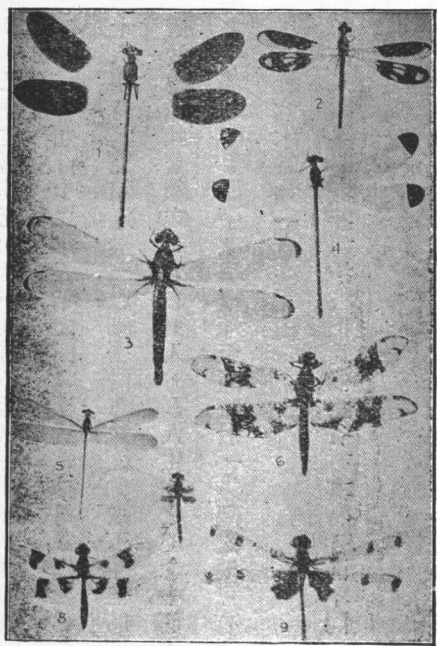
生物個性雖多，然非紛亂若神怪，有合理之系統存焉。物種固單一而不相連續，各有其特性；然皆如一個體發育時變化之順序，而可作合於論理的分類。林尼阿之作「自然系統」全未依據於天演理論，凡分類之以自然稱者，雖皆根據於所謂「血統關係」。然吾人所欲知者，則有秩序的分類，實在在可能。歌德曰：「每一作用，固有其本身之要素；每一現象，固有其特別之性質；然種種差異實可合於一。」

生命之衆多與奮鬥 第二之印象，爲生物之衆多與其圖存之決心。生物中如象，金鷹，墨西哥衿麻，繁殖遲緩，然不足以概大多數之生物。大多數之生命潮流，皆常有決堤防而洋溢之趨勢。即罕見之生物，在適宜情境下，亦有此傾向；例如一罕見無翼生存於冰河之昆蟲，近沙摩泥克斯 (Chamonix) 冰海之一支流中，其數之多，等於大不列顛及愛爾蘭之人口。下等生物以其數之衆多而不由智力以生存者，其孳生力之強大，實出於意料之外。由一至微之滴蟲，於一週之末，其數可至百

萬；海面生物有時於一加倫之水中，其數可有二十五萬之多。不列顛有一熟知之星魚 (*Tridia ciliaris*)，至少生二千萬之卵；但不以普通動物目之。

如吾人不疏伐所栽培之作物，則滋生之數之巨，當為吾人所熟知。地面不久將為莠草所佔據，海中將為魚所滿載，而天光

將為昆蟲所遮蔽，時疫，蝗蝻，麻雀，兔，田鼠之重逢，即所以指明此等可能之事之易見之於事實也。一千九百十八年之元日，不列顛一千萬對能繁殖之鼠，至是年終，除百分之九十五死亡外，計算之有四千萬對之多，其次月則



蜻蛉屬之動物，其翼若網而美麗。蜻蛉似為飛行昆蟲中之最佳者，能以翼捕殺有害之蟲。

又增加一千二百萬對。林尼阿曰：『三蠅食馬，其速如獅，』其言不猛烈可味耶？武德勒夫 (Wood-
 E. B.) 教授曾於一千九百零七年至一千九百十二年五年之間，考察尋常拖鞋蟲之無性生殖，中有
 三千零二十九之拖鞋蟲，每四十八小時，其繁殖過於三數。細密計算之，而知於五年之時間，由繁殖
 所生之原形質，其體積可一萬倍於地球。此繁殖之能力，必須入於吾人生物之觀念中，而生命之衆
 多，自亦成爲吾人對於生物界之一部分印象。湖中秋季繁殖至高時，於一方碼之地，可有七兆通常
 之『硅藻 (Melosira varians)』，故其水儼如一有生之羹。

吾人當憶一顯著之事實，即吾人所討論者，非如沙粒，但爲個體，各有其特性而不同於他物。門
 得爾於是作結句曰：『其相類似，若二豌豆。』

個體複雜與完整之程度，相差殊甚。多數之『浸液蟲 (infusorians)』雖常誤稱爲『單細胞』，
 然組織複雜，其生活亦非單一。『車輪蟲 (rotifers)』未嘗大於『浸液蟲』，而有時其體有一千個
 細胞，柳鱗有百萬細胞，鳥之細胞則有萬萬焉。以始成完全個體之海綿，與『僧帽水母 (Portuguese
 Man of War)』分功之錯雜，介於個體羣體之間，與精小機警之鸕鶿較，其異同何如，至爲明顯。近

時研究此問題者赫胥黎氏，嘗謂吾人在自然界中，常見有獨立之系統，協作之部分，及相連續之度量，此乃個體也。『雖永無完全之界限，永無絕對之獨立，永無完全之協作，然其系統及趨於同一之勢則常存在。』凡個體無論何物何狀，皆成單一完全之體，體之種種部分，皆通力合作以保持相互之關係。如逾越此界限，則如赫胥黎所云，乃成個性。

生物除種數及個體繁多外，尚有一奮鬪之性質，生物皆與各種阻障相戰。地球上凡可生長之處，皆有生物以充滿之，自然厭真空，於此可見。動物曾發見於一萬英尺高之羅徹峯 (Monte Rosa) 之冰雪中；海洋之底深至六英里，亦有動物之存在；吾人殊難言何種困難為生物所不能戰勝者。昆蟲常有生息於熱可炙手之溫泉中；南冰洋小湖中，有輪蟲或他種小蠅類生於十五英尺之冰下；美洲大鹽湖，則有鹽蝦及二三他種之動物；魚類有能緣木者，常棲息於陸地上之物如蜘蛛等類，有生於水中者；細普力 (Arthur Shipley) 曾明示即在一石南之乾燥枝上，亦有擾攘之衆生。生物之充滿於每隙穴，棲息於非常之處所，得勝於困難之境，對於非常急迫情形之適應，與空間（例如移住）及時間（例如蟄伏）之利用，皆所以使吾人得生物奮鬪之想像。生命乃永久及前進者也。

舉凡滋蔓侵佔適應抵抗圖存等，生命無不具備焉。

北美利加洲之大稀桤樹（見本卷第十七篇自然史之四——植物第四頁插圖）可爲生命
韌強之一例證，蓋此種大樹，已知其生長逾二千餘年矣。最老之一樹，當砍伐時已有二千四百二十
五年輪，其生長必始於耶穌紀元前五百二十五年無疑。都德里（W. R. Dudley）教授曰：『在年
輪之深處，吾人得有遠在盎格羅薩克森人種發源之前之記載；即最早希臘人之自由平等諸戰爭，
亦瞭乎在其後；其他如森林之火，年代之變化，旱魃水潦等，亦記載靡遺。』故在吾人生命之觀念
中，必不可忘卻此等偉大強毅之能力也。

第二十一篇 化學之奇蹟

美國理海大學化學學士王 璣譯
國立東南大學化學教授

吾人新至博物院者，一見羣物羅列，罕不驚眩：珍禽異鳥，數以千計，各不相同；木之異者，數以百計；至於礦物滿架，聯廚相接，有若寶山；而人造之物品，例如合金織品，醫藥食品，尙不與焉。雖所見者，偶有色相相符，令人莫辨；然大部分皆互殊有別，實可詫異。此不獨在博物院爲然，卽在村間閑步，河上釣游，縱目所見，亦不能不歎造化之萬殊也。

化學原質之擇捕戲 彼和藹之博物院長，或能引吾人至一貯鳥之所，詳爲指示，以明彼萬殊者，或由於少數之不變者穿插而成。有如擲骰，骰數不多，然能成盧成雉，變化無窮；又如八音，生成萬調。彼或引吾人至貯礦物之所，指明彼種種殊異之物，亦由少數絕對的不同者所化而成。正如數個

優伶粉墨登場，而萬狀畢集矣。

在此博物院中，或復有一厨，中所貯者，爲羊皮紙一，木片一，木壺一，內盛以膠，上加木栓，橡皮擦字器一，假象牙杯一，內盛以水，鉛筆一，硫化橡皮之筆管一，吸墨紙一，糖與澱粉各少許，或更有不同之物百，例如金剛石，亦在其中。雖各物之不同如此，然該厨仍可加一標題曰：厨中之物，皆爲炭，氫，氮三原質所成。

世界之萬物無窮，然真正不同者，不過八十餘之化學原質。此理常人聞之，莫不以爲化學中之最大奇蹟。不知英文字數雖多，而字母不過二十有六；牙牌之數有限，而牌戲之變無窮。化學之理，亦復如此。

字母中既有如Q如Z者，不經常用。故八十餘原質中，亦有希少寡遇，博物院之標本，含之者甚少。彼所謂「希土 (rare earth)」者，其中雖有可充人生之要用者；然在此擾攘人寰中，建築製器，絕少參與。例如鉭 (tantalum) 者，但於殊方絕域，偶一見之耳。世界所有不同之物，即拘謹計算，其數亦在二十五萬之上。然就科學化學言之，此芸芸者，不過由八十餘極不同之物變聚而成，所謂化學

原質者是也。蓋每換一花樣，即得一有定性有個性之新物體。有若畫家，但用數種顏色，以作多數彩繪。又如稚子之萬花鏡，內不過置數枚有色之玻璃，隨手旋轉，花樣百出。雖以上所舉者，乃靜的變遷；然借此可以明何以少數原質，互相穿插，可得如是之結果。原質中所謂有愛力者，變化尤多。泛言之，即吾人由普通經驗與精密科學，可得下之結論。即由少數有羣性之原質，可得巨量之族類。以十指可數之原質，即能造成一新世界。今日化學家且皆信所謂原質者，又不過爲一單純之物質所成而已。

一

在本書之宇宙之根本組織一篇，關於今日物理學家化學家所熱心研究之問題，已行詳細討論。吾人因以得知何以所有物理化學所觀察之現象，俱可視爲物質乃基本的純一之表示。簡言之，依最後之分析，所有物質，皆可認爲有相同之組織。物質之原子皆由陽電與陰電組織而成。原子之最簡單爲氫電子，由負電一單位名曰電子(electron)者，繞一陽電之原子核，名曰陽電子(proton)者而成。自各原子所得之電子無不相同。氫原子有電子一，氮原子有電子二，鋰原子有電子三。電子

之數遞加，其他原質之原子遂因之而成。故所有物質，其本性似皆可認爲屬於電的。且原子者，今已視爲可以崩解，不復如昔日之稱其不可分割與不能再破壞成較簡單之物矣。今日已不信八十餘之原質，有八十種之原子，各具不同之性質。今日所信者，各原質之性質與品格，全視其原子中所含陽電子與陰電子之數目與位置而異。此見解以爲所有原質之化學性質雖異，然用以造成之材料則同。故今日對於物質之組織，宇宙之間架，其思想已完全改變。目前最大之問題，即爲原子之內容機關是矣。

化學家之職務，即在探索各化學原質性質之神祕，爲之作成有條理之統系。今日吾人因化學家而知各物體之原子，可以排成一定之次序；且知其構造之複雜，以次遞增。較重之原子，似由較輕之原子進化而成。

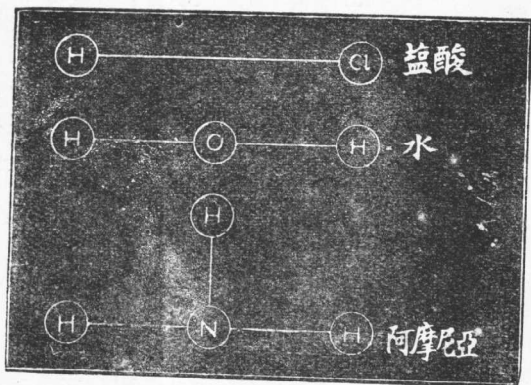
物質之狀態 同一之物質，遇相當情形時，能以固體流體氣體之三態存在，此理人知之甚悉。當自一狀態入他狀態時，該原質之形狀與體性，亦經可注意之變遷，此事亦爲人所熟知。吾人今信此變遷與各原子或各分子相隔之距離及運動之速度有關。當在氣體形狀時，分子之平均距離

甚大，故其互引之力不見緊要。及至溫度低降，分子之距離與速率俱以減少。迨遇相當情形，分子互引之力漸著，其結果湊聚緊密，遂顯液體形狀；然此時仍保持若干之運動自由。溫度愈降，則愈減少，及達一階級，分子團結更堅，成固體之狀況；此時每個分子之運動自由更受節制矣。因固體能抵抗外加之壓力與引力，於是有言分子之距離大則互引，距離小則互推者。雖關於原質之各態互遷，吾人能加以普通之解說；惟欲得此等現象之完全解說，吾人必先詳知原子之構造，及原子與原子間之力性與力量焉。』（錄拉得福德 Sir Ernest Rutherford 爵士語。）

一化學原質能與他原質一原子或多原子相化合，此理人人知之。一原質之一原子，能與他原質之若干原子化合之數，化學家名之曰原子價。氫一原子與氯一原子化合，其結果為鹽酸。氫一原子與氫二原子化合，其結果為水。氧一原子與氫三原子化合，其結果為酒精（即阿摩尼亞。）

其化合合法可以圖表明之如下頁之插圖。

每一結合，即表示一化學過程，即經過一化學變化，其所產成之物完全不同，不復含有前二原質之特性。



各物體之造成，亦復如此。諸原質之存在，多以互合之情狀。有時其互合情形，極為複雜。例如水一分子，但由氫二原子，氧一原子組成。而蛋白中有蛋白質者，乃由七十二炭原子，一百一十二氫原子，十八氮（即淡氣）原子互相會合，以與一硫原子化合。生物體質之原形質，乃由蛋白，炭水化合物，脂肪混合而成。其化學物理之關係，皆極複雜。吾人所謂生物質原形質者，大概實無此物，不過為一複雜與駁異之系統，各化學反應，同時並起於其中。當生命進行時，蛋白之造成與破壞，兼趨並進。雖然，此中奧謎，今尚無人猜着也。

生物學家中有抱一種見解者，云原生質中含有絕對的生命，分子造成與破壞，皆由此物操其秘鍵。郎刻斯忒 (Sir Ray Lankester) 爵士嘗稱此無上之生命柱石為「普拉斯托琴 (plastogen)」。

24042

對於彼之功用有言曰：『此物雖以其化性與體性言，可與他物體並舉。若其效用之複雜與偉大，則超過其他遠甚。全動植界生命之創造，莫不由之。得之者即得一忽然之新現象。吾人對之，真可目爲不可思議。雖然，水在低溫度之忽化爲冰，在高溫度之忽化爲汽，吾人縱能懸想其變化之機械作用，而實亦一不可思議之事。物之本性，固非吾人所能解說。吾人雖能爲之分類，爲之整序，對於其內裏之機關，爲之作一較完滿之揣度。但以吾人目下所有之智識，尙不能窮追極究以求物之何自始也。』

二

在天然情狀中，或有爲氣體者，如氫，氮，氧，等等。有爲液體者，如汞，溴等。其餘多數皆爲金屬，如金，鐵，銅，鋅等，盡屬固體。對於各原質之分布，梅爾多拉 (Meldola) 教授有言曰：

『吾人所居之地面若是其大，而其成分之四分之三，俱爲氮與矽二非金屬所合成，且其一半爲氮，不可不謂之奇。苟一回想地質之化學事實，見地面之所以固定者，皆由其礦物成分之一大部分有氣體之氮與非金屬之矽加入而成，吾人愈當嘆化學變化之奇偉。地質家所研究之全

地面，其百分之九十九，但含八十餘原質中之二十餘原質。於是可知所研究之材料，爲不易得矣。」

混合物與化合物 混合物如沙和糖，如鐵末和石灰，與化合物之糖與石灰，其有緊要區別，於理甚明。混合物不勻靜，可分成不同之成分。化合物則永遠勻淨，雖成極細，仍復相同；直至化合物破壞變成其原組體，然後不同。用水則糖被溶而與沙分，用磁則鐵被吸而與灰分。至於欲裂一分子，則必用較嚴猛之手續而後可。

雖然，謂混合物與化合物常易於辨別，則又不然。空氣視之固極勻淨，然固爲混合物。由氮分子一大羣，氮分子更一大羣，二氯化炭與水蒸汽分子一小羣湊合而成。物之最勻淨者似莫如水，然自然界之純水，固不可得，無不含有不淨物於其中。取涼水一杯，置諸溫室，即見氣泡叢生，凝着內壁。即此可見氣與水之混合。苟水中不含氣，則動物在水中，將不能呼吸。蓋水雖爲氫氧所成之化合物（ H_2O ），然動物不能使之分成原質，一若植物之能分解溶於水中之二氯化炭（ CO_2 ）。完全純淨之物體，雖廣告中時有之，惟實際殊不易得，惟想像中有之。故某研究家嘗言，化學者，討論實不存

在之物之科學也。物體含纖微之不淨物，每有緊要之實用，其影響於該物之性質者，每堪注意。麥羅 (Mellor) 博士於其可欽佩之近世無機化學 (Modern Inorganic Chemistry, 1920) 中有言曰：



道爾頓約翰 (John Dalton)

道爾頓約翰生於一七六六年，卒於一八四四年，為英國最大化學家之一。其父為貴格教徒之織工，彼因發展原子理論著名。彼創言原子為物質之小顆粒，不能再分，凡同原質之原子相同而等重，異原質則否。化合物為不同原質之原子，依數學比例化合而成。彼對於汽體及蒸汽，曾為緊要之研究。道爾頓乃一等之發明家，因好學之故，竟不暇娶妻。

「維維安(Vivian)言，銅但含銻千分之一，則最佳之銅，變為最劣。克爾文(Lord Kelvin)爵士言，銅但含銻千分之一，其傳電性即銳減，甚至不適用於海底電線。奧斯丁(W. B. Robert Austin)言，金若含銻五百分之一，則不能以鑄金幣，因略加鑄壓，即行粉碎也。」

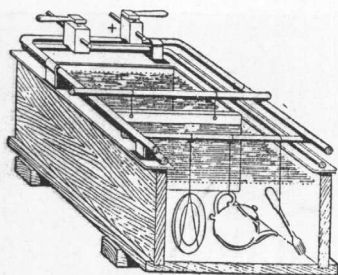
分子與原子 混合物大概能以機械手續分成爲原有之各部分，惟欲破裂一化合物使成原組體，則不能不超越簡單機械方法之範圍。吾人舂槌鹽粉，使之細而復細，然每鹽顆，仍不失其爲鹽。苟吾人能取最小之鹽顆，若破此顆，即不成爲鹽，則此顆名曰分子，破後所成之部分則爲原子，即鈉原子與氯原子。食鹽一撮，爲巨億之食鹽分子造成；而食鹽一分子，又特各原子爲磚石以造成其屋舍焉。

請再言原質。凡物體之分子，由一種原子合成者，其定義爲原質。雖然，鈾(uranium)與鈾(thorium)皆爲原質，然皆能變成與已不相同之他原質。但普通之意義，仍謂原質爲單純及勻淨之物體。

通電於水，則水分解成氫與氧。氫氣泡聚於一電極，氧氣泡聚於他電極。此爲事實。於是有理論，

言在水中氫之游離原子趨一方向，氫之游離原子趨他方向。此說頗有根據，或不當僅以理論視之。希臘謂旅行者曰『伊洪 (ion)』，今謂電解時趨往電極之細顆亦曰『伊洪』(亦名離子)。故伊洪者，乃游離之原子與原子團，當電解物(如水之類)之電離，即生伊洪，且信其含有相反之電荷。凡一分子分裂，即成二種伊洪，陽伊洪趨陰電極，陰伊洪趨陽電極。此二種伊洪，皆具有量相等而性相反之電荷。伊洪之具陽電荷者為陰電極所引，具陰電者為陽電極所引，遂各失去其電荷，而成普通之原子。伊洪流動之速度，曾經測量。最重之伊洪，其速度似最大。或信游動遲緩之伊洪，其進行時每挾多數之溶劑分子焉。

以上所言，雖極為理論的，然其實際應用於鍍銀等等，則又人人知之。今有銅瓢，懸以銅絲，置諸銀鹽(如衰化銀與衰化鉀所製之溶液)之溶液中，則此銅瓢可成一極

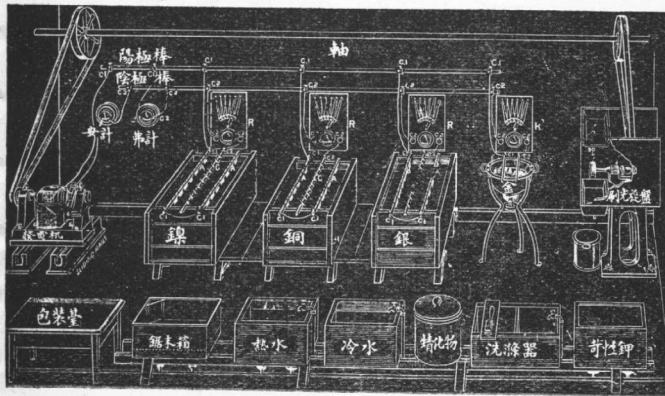


電鍍槽之圖，表示細小器具在槽內如何懸掛以備電鍍之狀。

將欲電鍍之器具，用金屬絲懸諸銀鹽之溶液中，使成陰電極。然後通弱電流於此溶液，或電解物之中，則電解物即分解，陽電子之銀，即凝着於器具之上，而陰電子則聚於陽電極之銀片，使銀復溶。如是則電解物之濃度不變。

即為陰極。取銀一片，以為他極，即為陽極。於是通弱電流於此溶液，而銀之陽伊洪，遂凝着於銅上，而成鍍銀之瓢。金賽特 (C. T. Kingzett) 在其通俗化學辭典 (Popular Chemical Dictionary) 對於化學變化有言曰：

『衣食之貨，建築之材，以及百技衆藝，無不倚賴天然或人致之化學變化。推而至於動植物質之生長與朽敗，亦復如此。舊物破壞，即為建設新生命之食料。化學變化能使物質與環境，互相適應，蓋受相當之影響，因舊得新，與前迥異，不啻創



電鍍工廠佈置及其導電設備之全圖

凡各種電鍍之原理俱相同，即因電解作用，使鹽類之溶液分解。金屬電子如銀、銅、金、銀等分着於陰電極，或器具之上。多數物件，可於同時電鍍。且同量電流，可於同時使多數電槽起作用。器具於電鍍後，乃加以磨光。

造也。」

化學之變化 化學乃研究世界之各種物質，並其互相作用之變化。加熱於鐵條，則鐵條延長，

然冷時復縮。吾人謂此爲物理之變化，因其自始至終鐵仍爲鐵。然置鐵於門外使銹，則謂之化學變化，因鐵已成與前不同之氯化鐵，并具甚不相同之性質。蓋鐵銹非變相之鐵，乃鐵與氯化合而成極不相同之物也。故有一次化學變化，即如骨牌之一次互相穿插，而得新對偶。對於此等交易，不啻如美國俗語所云：『其初餅人有餅，童子有錢；迨交易後，則餅人得錢，童子得餅。』此等變化，在全世界進行，不舍晝夜。雖然，物理與化學之界限，極不易辨。鈾之與銻，鈷之與銻，其化學性質之不同，即視其所含電子多少不同之物理數量也。

不可見者之證明 化學家所研究之材料，每多爲目所不能見者。吾人所吸之空氣，當乾淨時，即不可見。氫、氮、及二氯化炭，雖皆爲目所不能見，然其存在之真確，固與鉛、鐵、硫黃、及金剛石相等。

腓力 (Professor James C. Philip) 教授有言曰：

『氣之爲物，或爲無嗅，或爲無味，難於感覺，有若神鬼。至於用目觀察，更屬不易，當其飄忽遠

颺，而觀者或尙以爲方在眼底也。」

俗語有云，見然後信。化學家對於其不能見者，深信不疑，究何以故？

曰，不可見者，其所作爲，能令之可見。氯令鐵銹，二氯化炭通入石灰水，令生乳狀。投鼠於含一氯化炭毒氣之礦窿，能令鼠死。破爐燒炭有毒氣漏出之危險，人多知之。入潛水艇者，每攜白鼠以探測一氯化炭；但今所用者，已有較良之法矣。

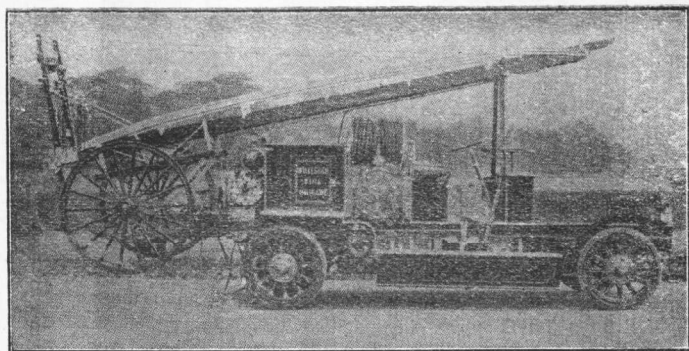
覆一杯於盆水之上，雖力壓之，不能盡下。無他，杯中之氣抗水之升也。疾風暴起，雖不可觀，力能扶人。創立近世化學之拉瓦節 (Lavoisier)，用更可信之法，以測不可見之物，即用天秤是也。物不可見，重量仍有。卽以氫氣論，較諸空氣尙輕十四倍半，故能高舉氣球，然亦有重量。化學對於不可見者，如何證實，固不必多爲援引。但近世科學變不可見之氣體成可見之液體與固體，則不可不一言及焉。

三

氣體之液化

近世科學對於氣體之情狀，不啻爲之作一活現之圖繪。馬克斯維耳 (Clerk

Maxwell) 教授，曾以一羣飛翔之蜂，喻平靜之空氣。雖狂蜂個個東穿西插；然以一羣言，或則停留不進，或則緩蕩空中。惟與蜂羣微有不同者，即各分子之互相衝撞。蓋分子游動經小距離，即復相撞。依馬克斯維耳之計算，氣體分子每秒互撞之數，當在數千兆。在馬克斯維耳之著名分子討論篇中，曾言及阿摩尼亞氣味從開瓶至充佈全室所需之時間。彼云：阿摩尼亞分子之速度，每秒鐘約六百

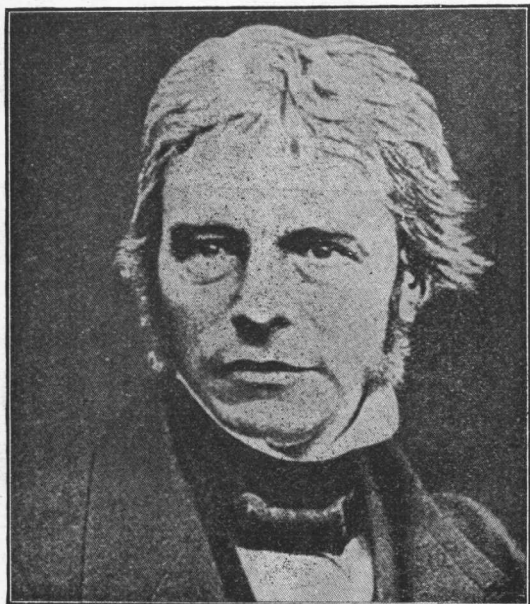


救火汽車化學救火機及救火梯

近世之救火機，皆以汽車載運。其中不但置有力之吸水筒，用汽車之前進機轉動之。且載有救火梯，與化學救火機。觀於上圖，即知化學救火機乃置於御車者座位之後。此發明之要點，即為令水及碳酸氣體同時放出。二氯化炭氣體發生之法，或在圓筒中令硫酸與重碳酸鈉混合；或則將製成之碳酸氣，用高壓力分置於一鋼鐵圓筒內。當救火時，以水對火，即能放出二氧化碳氣體。此氣體較重，故能覆於燃熱之物體上，使氧氣不入，火焰撲滅。當救火機達失火地點時，即用化學機撲滅，則普通之火，皆可用小量之水救息。若大火則當用有力之吸水筒撲滅之。

密達；然不能以此速率充佈房中，蓋因與空氣分子互撞，故至延緩。阿摩尼亞之分子與空氣之分子排擠推摩，互相拋擲，方向時變，有如野兔馳跑，雖速，每多迴繞，故無進步。但逐漸逐漸，阿摩尼亞氣體，仍必充佈全室。

至於液體，則與氣體異，幾無自由之路程。



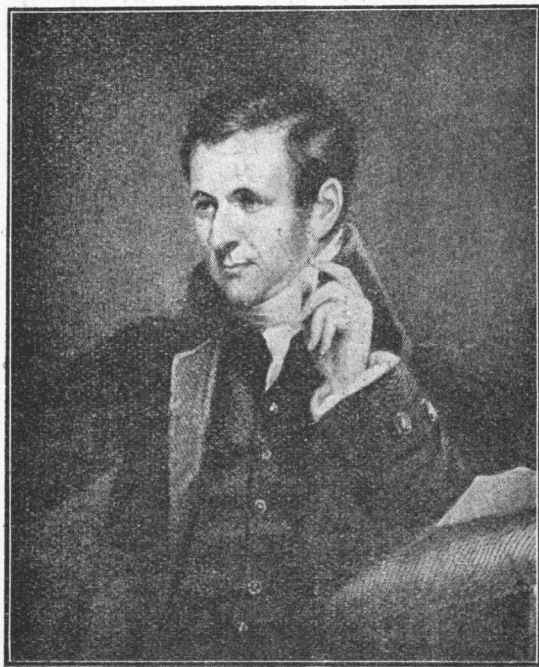
法 拉 第

生於一七九一年，卒於一八六七年，英國最大科學家中之一人。其父爲一鐵工。於一八一三年在皇家學會爲德斐爵士之助手，其後在該處任講演與實驗逾五十年。其心思奇偉，人格可愛，其對於氣體之凝結及電磁之研究，皆極緊要，而可以紀念其最高之天才。其所著之蠟燭的化學歷史 (Chemical History of a Candle)，人人知之焉。

各分子之相接觸極密。至於固體，則幾全失其運動之機會。

蒸汽之能凝為流水，流水之能凍為固冰，人人知之。冰復能成水，水復能成汽。飽和之蒸汽，在七百二十度攝氏表則為氣體。故水之存在，可有四種狀態，其各態之互變皆極常見；獨至氣體之液化，則人俱以奇異視之。

在十九世紀之初年，腦斯莫 (Northmore) 及其餘學者，用高溫度使亞硫酸液化。但有進步之氣體液化的研究，實始於一千八百二十三年。當時法拉第 (Faraday) 及德斐爵士 (Sir Humphry Davy) 以高壓力使氯 二氯化炭 阿摩尼亞 及他氣體液化。其後提陸利耳 (Thilorier) 使液體二氯化炭揮發時，能得極冷，使未揮發者凍成雪狀之固體。凡氣在一定溫度，無論加如何大壓力，不能使之液化。故當取低溫度方法未發明之前，斷不能使氧 氮等氣液化。此法所以為近世科學之大造就也。自此方法發明之後，低溫度可得，使分子湊合，有如加熱使分子散開之易。於是氧 氮等皆受征服。一八九八年，華教授 (Prof. [Sir James] Dewar) 使氫 氣 液化。替爾登 (Tilden) 教授有言曰：



德 斐 爵 士

生於一七七八年，卒於一八二九年，爲一著名之化學家。曾爲倫敦皇家學會之教授。當時法拉第爲其助教。德斐最早承認電在化學之功用，極爲緊要。且發明鉀，鈉，鋇，鎢，鈣，鎂諸原質。其所創造之礦工安全燈，活人甚多，盛傳於世。

利。此勝利乃在英國皇家學會得之，其最初告成功者，厥爲法拉第，誠堪滿意之佳話也。」

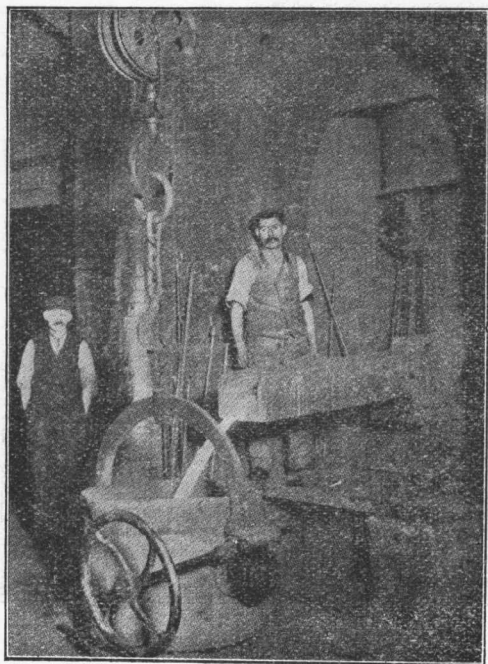
「以所謂永久氣體 (Permanent Gas) 者之難於征服，乃以繼續攻擊之故，竟得最後之勝

原質之互變

中古時期之化學家即點金術家，其目的在求所謂哲學家石者，以之變賤金屬

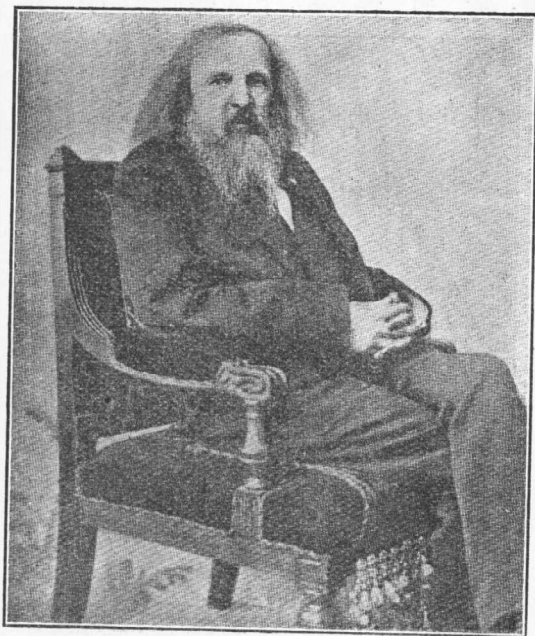
如鉛者爲黃金。且有自信其搜尋爲有效者。因當時化學幼稚，不足以祛解其謬見。腓力教授有言：『置刀於膽礬（即硫酸銅）溶液中，取出後即狀似銅，點金術家見之，必謂鐵變爲銅，而不爲其他解說。但吾人知其不然，不過溶液中之銅分出而凝着於鐵之表面。同時有相當之鐵，變成溶液，以保持其均勢耳。』

迨化學之科學根基漸定，原質互變之說，即無信者。化學家信原質之



鑄鐵堅而且脆，不如熟鐵之可煨接，因鑄鐵含他種物質頗多，而生鐵則幾爲純粹之鐵也。

不可互變，有若當時生物學家信物種之爲固定。一原質既爲一原質，則不能成他原質。但自二十世紀之新發明出，此見解之改變，已爲人人所知。鈾能一部分變銻及他原質之事實，已行證明。此種變化，天然發生，鈾之原質，即一部分崩解而繼續成小量之銻 (radium) (或先變成鎊 ionium) 又自他種善變之放射原質名鈾 (thorium) 者，亦能遲緩成少許之銻。鈾與鈾皆能發



孟德來夫(Mendelyev)

一著名之俄國化學家，生於一八三四年，卒於一九〇七年。其名將永與週期律並傳，言明各化學原質之關係，彼使化學之全科學，更覺豐富，對於物理化學有關係處尤然。

生氦 (helium) 原質。氦原質最初在太陽中見之，地球上惟含有鈾釷二放射原質之礦物亦含氦氣。此等原質互遷之最後出產物爲鉛。故有活潑放射性之原質，可用以測地質之時期，不啻如一時計也。索岱 (Prof. Frederick Soddy) 教授解之如下：



索岱教授，近日化學家最著名之一人

索岱對於物理的化學有大貢獻，爲拉姆則爵士 (Sir William Ramsay) 及拉得福德爵士 (Sir Ernest Rutherford) 之門徒。二人之發明，索岱皆參與焉。爲牛津大學化學教授之一。不但對於新智識多有造就，且對於培根所謂人格之救濟者，亦極爲注意焉。

『鈾礦含鉛之量，每鈾百分有鉛一分，即表明過去之時間爲八千萬年。但礦中若本含有鉛，

則此計算或不精確。惟多採礦物研究，可得較確之結果。又鈾礦中每鈾一克，若含氦氣體一立方厘米，即表明過去時間為九百萬年。氦之原質既為氣體，又不能成化合物，則當初必不存在，且易逃散。以此計算地質時間，當有細無贏。若以鉛計算，或未免過高耳。用此新法以計算地質時間，石炭紀之壽，當為三萬五千萬年；而最老之太古紀石，當為十五萬萬年。」

放射作用之難題，已在他篇中討論之；但本篇所能言及者，不過略為點綴。雖然，由所已言者觀之，化學原質不變學說之必須改正，則已明甚。索岱教授為研究放射作用者著名之先鋒，其言吾人曾一引證，今復引其總述之語如下：

「放射原質，因天然互變之過程，而成他原質。當其進行時，繼續成多數不穩固之仲產原質，直至穩固原質成功而後止。」

以比喻言，原質互變與生物進化，固極相似也。

四

生物之化學 八十餘原質中，其存在於生物者，有二十九原質。而此中不常見者，又有十二原

質。其常在者，爲氫，炭，氮，磷，硫，鉀，鎂，鈣，鐵。至鈉，氯，矽 (silicon)，亦常見。而碘 (iodine) (見於棕海藻及軟骨腺)，錳 (manganese) (所有動植物俱稍含之)，溴 (bromine) (棕海藻及動物俱微含之)，氟 (fluorine) (骨及少數植物含之) 諸質，亦非不經見者。

其第一最著之事實，即原質之存在於生物體者，亦必常見於無機界。其第二最著之事實，即生物體中之最要及必需之原質，爲氫，炭，氮。若動植物之蛋白質則除上列四要素外，亦有硫質。至於造核蛋白質，如細胞核之色素，又含磷。

至於生物質所含之原質，其構造固無特異之點。據化學家言，當洪荒之世，地球漸冷，在其表面，水與二氯化炭特多。有此景況，殊適宜爲建築生命之基礎。其所以適宜者，以有炭質之富於結合力，水之富於溶解力，氫 (由二氯化炭放出) 之富於刺激力。加以三者之皆有吸引力，能抽引其他原質，如鎂，鐵等，以供其新變化焉。

對於生物中常見之原質，今可分別略加注意焉。氫伊洪在呼吸及胃液消化時皆極緊要。氫則於生活燃燒時爲能力之解放者，且爲吸引力有用原質之媒介。水則爲生物體最要之成分 (約佔

百分之七十餘。氮則與炭、氫、氧及少許之硫化合以成蛋白質。生命者無他，蛋白之造成與拆毀之循環而已。生物質之能爆裂不息，即由於氮，因其不安於與他原質化合，而易於分離。炭則特別富於化合量。炭化合物之已知者，不亞十萬。且因炭之成二氯化炭，使空氣中氯氣之來源，更爲充足。

炭之特殊能力 炭之化學頗饒興趣，因其有特殊能力，不但與他原質化合，并與本原質化合，故能聚集多數原子，以成一分子。生物體之建築，即藉此等分子，爲其基礎。苟全炭原子無此二性質，則地球上必不能有生命，如吾人所現有者。惟因炭能與他原質如氫、氧、氮等化合，生成種種化合物，其複雜程度，各不相同。造成動植物體之物質，皆由此等化合物構造而成。

就以上所言觀之，生物品皆以炭、氮、氫、氧四原質爲基礎。由此四原質複雜交換而生物界成矣。

『地球上之生命，必倚賴於下列二要素，頗爲可異之事實。其一即爲倚賴空氣中之二氯化炭氣體，其量之微，不過佔萬分之三四。其二即爲倚賴二氯化炭內炭原子有與他炭原子化合之天然能力。在此情形之下，既有相當之能力，又有能使此能力變化之相當媒介，使之變爲炭化合物之化學能力。如是則爲生命基礎之複雜成分，非但可生，而且必生矣。』（見穆爾之生命之本

原及性質) (Benjamin Moore, Origin and Nature of Life)

變化能力之媒介，在前章已言之，即青色之植物細胞，更有其所含之綠色物質，名曰葉綠素者爲之助。

關於炭尙有可注意之有趣事實，即地面上存在之炭，其形狀大相懸殊也。其變態凡三，外貌既不相同，對於人類之價值亦迥異。其黑暗者爲木炭，其似黑鉛者爲石墨，其透明而結晶者爲鑽石。其狀雖異，其質則同。然以人力製造鑽石，雖努力有效，而不能營業得利。蓋向天然來源採取，雖費資巨，較諸在實驗室製造猶覺其賤也。

生命現象之節制 炭，氫，氮，硫之化合物，名曰蛋白質者，其硫分雖少，然爲必需之部分。至於磷則爲成『色素』所必需。色素者，輸送遺傳性質之要素也。人身組織以腦與骨之極不相同，而其成就之必待於磷，則一也。

就生物學觀之，金屬之最活潑者，當推鉀。其鹽類在節制生命現象時，佔緊要之位置。鎂爲葉綠素之必需成分。鐵雖葉綠素之成分中不含之，然其造成時，亦倚賴焉。血所仗以採取外界氫氣之紅

色質，其成分中必含鐵。生命過程之或急或緩，鈣之化合物亦司其事。諸如此類，吾人固不難繼續枚舉；但上所列者，已足明各種原質在生命職務之利用，固方法繁多也。

五

物質之循環 爲科學開一新紀元者，厥惟物質循環之意見，與物質不生不滅之意見相輔而行是也。此意見之由來已久。希臘哲學家赫拉頡利圖斯 (Heracitus) 有詩句曰：「無物不流；」但此意見之證明，則在十九世紀。吾人論血液循環者，必舉哈維 (William Harvey) 之名；故論及物質循環說復活之功，亦當舉利比喜 (Justus Liebig) 人之知此大化學家者，每將其名與牛肉茶並舉，未免貶其身分耳。

高山白雲，凝著寒石，結爲水點，合而成流，注則滿澗，溢則成溪，合溪成江，由江入海，此理人人知之。日光蒸海，吸水成霧，騰霧成雲，又在山矣，此理亦人人知之。世界循環，乃竟如此。然但言水之始末，未免舉例太簡，請擇較善之事實。

氮之循環 所有生物質俱含炭氮化合物，其名曰蛋白質，例如雞卵之白體，麵包之膠質。換言

之，即所有生物，俱不可無氮之供給。動物之得氮，或自食他動物得之，或自食植物得之。故對於氮之供給問題，目前可暫不注意。所當問者，即植物何自得氮。普通之正當答案，即爲植物以根吸收土壤內之硝酸物等。空氣雖富於氮，佔體積五分之四；但此寶庫，植物無由得入。惟其中尙有數種藉寄生細菌之輔助，當空氣中之氮被雨帶至泥內，與細根相接觸時，能取而用之。

除數種特別例外，植物俱賴土壤內之氮化合物以爲生。土壤內何以有氮化合物？吾人知空氣遇電，則成硝酸與亞硝酸銹，爲雨帶入土壤。植物利用硝酸物較多，有多種土壤細菌，即能變亞硝酸物爲較有用之硝酸鹽。然同時亦有他種土壤細菌，其作用適與之相反。生物界所用之氮，除由雷雨及豆科植物自外界取得外，現代衆生不啻賴前代衆生之遺骸以爲活。即供民食之五穀，亦賴肥田之牛糞馬溺，復化而成也。

如以上所舉，用以說明物質循環之例，尙可廣爲推引，用他原質以明此意義。但吾人當知參與此大循環者，不過少數之原質。因原質之存在於生物者，不過十餘；而原質之造成地殼百分之九十者，其數亦不遠逾十餘。此書之要事，即在言明科學中新萌發之思想。化學界原質在其無窮變化

中屢易伴侶，亦此思想之一也。

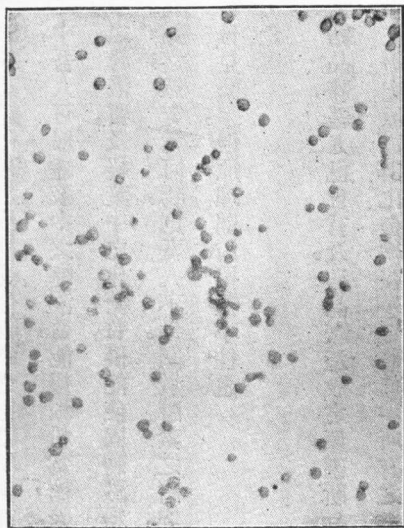
接觸劑 今日討論化學者，與前數十年討論化學者，似有完全不同之空氣。所謂接觸作用者，亦在此改變中之一新名詞。普通人或尙有未之前聞者。其意義究屬何如？

當坎 (R. K. Duncan) 教授有言曰：「器皿之中，今有一物，狀似靜鈍；但以其存在之故，能令一作用進行，或不進行。凡物之具有此控制力者，曰接觸劑，其作用曰接觸作用。」

此中特別之點，即施接觸勢力之物體，不以其所作爲而改變其本體，可屢用不壞。小量之鉑，能使巨量之氫與氟化合，而仍不失其效用。當坎教授曾舉一明瞭之例如下：

「氯化鉻爲一奇異之物體，能以二狀存在，一能溶，一不能溶。其不溶之紫色結晶體，能久處於水中，而無變化。若加少許之氯化第一鉻，雖其量之小，僅及 0.000025 克，此紫色之結晶，即急沒水中，溫度升高，而成靛青色之液體。以纖微痕跡之接觸劑存在，即忽然解放紫色結晶體之潛藏愛力，使之溶解。其事之奇，不啻如擲鹽一磅，使紐約全島，遽然消沉也。此例爲物理的接觸作用，因氯化鉻之化學變化，先後如一，不過化成溶液而已。」

酵素 與接觸劑相合，而仍易爲之分別者，厥爲酵素。酵素生於物體或生活細胞如消化腺之類，酵母細菌，皆酵素也。酵母細胞，其直徑不過爲一寸之三千分之一，而能作如許化學變化，豈非世界難解之奇蹟。有機酵素亦如無機之接觸劑，以小量而致巨量之化學變遷，且以極快之速度。酵素之數多若軍隊，其作用之奇，有若幻術。凡化學變化在實驗室須用強藥品及高溫度以成之者，酵素竟能於不知不覺中，急速成之。已非生物，而爲生命所必需，常以膠性形狀存在，能致各種之變化。惟一酵素但能爲一變化。建設與破壞，皆資倚



酵 母 植 物

酵母細胞，能生酵素，使糖變成酒精，與二氧化碳。故製麵包時，與生麵相和，不但其氣體能使粉發，且生少許之酒精，使其味較佳而易化。酵母有數種，有普通養成之啤酒酵母及麵包酵母，有野生於葡萄果皮及土壤間之酒酵母。發酵由此等酵母之事實，由巴士特證明之。每個橢圓形之細胞，乃一細小無顏色之植物，其大小爲較長之直徑不過爲一寸之三千分之一。

賴。在一定溫度中，酵素致某變化最速，且易受他物體之影響。酵素亦有兩個聯合工作者。

於有機酵素之中，吾人可舉唾液中之唾液質，能變澱粉爲糖；及胃中之胃液質，可變蛋白質爲胃化蛋白質；及脾中之脾液質，及綠葉中之化糖質，俱能使固體澱粉變成液狀而可運輸之糖。有機酵素有何作用，吾人知之；然究爲何物，則吾人不知。關於酵素之研究，其未解決之問題極多，故黑暗多而光明少，雖事實日見繁多，但原理則尙捉握不住也。

六

結晶體 關於結晶體，吾人已曾言及。結晶體造成之原因，所知頗淺，其討論極爲複雜，非此書所能言。結晶之科學，在研究原質與化合物在一定情形中所有之幾何學形狀。結晶之構造，即由各小羣原子依一定之格式，成相當之佈置。例如石鹽之結晶，即由鈉原子與氯原子造成。每一氯原子，繞以六鈉原子；每一鈉原子，繞以六氯原子。如是佈置，以成模範之石鹽結晶體。二原子之距離，約當一寸之萬萬分之一。

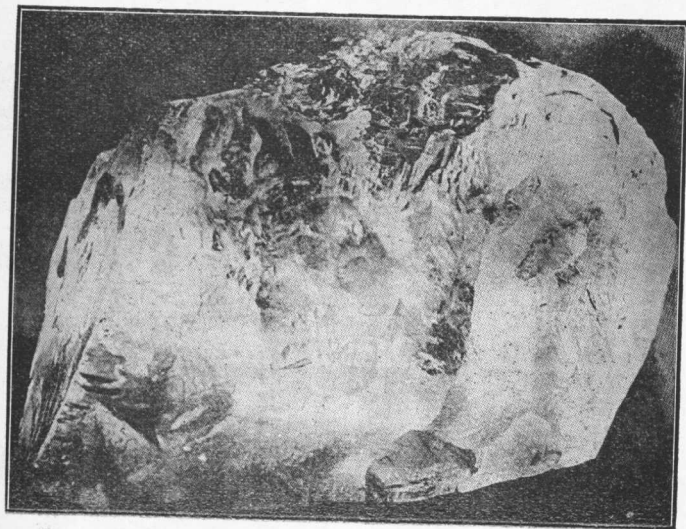
多數化學物體，當其自流體或氣體情狀變成固體形狀時，即行結晶。例如過飽和溶液蒸發，即

得結晶體是也。萬物在相宜環境，皆有變成相稱形狀之趨向，已成由統計得來之真理矣。

鑽石 化學體在自然界中，以結晶體情狀存在者，其數頗多。鑽石，其一例也。鑽石為最純淨之結晶炭，鑽石中每一炭原子，為四炭原子相稱式的圍繞，佈置於四面體之各隅，使全結晶體成一繼續不斷之分子。故有人言鑽石之堅固，與其密度之高，皆由於此。

結晶體之所以饒於興趣者，因其形狀之有規則，面與角之完全，及透明與光亮。凡完全之結晶體如鑽石者，為透明而無色；惟有晶光閃灼，照耀人目耳。但最貴寶石每有灰棕黃諸色，因其有折光與散光諸性，故鑽石能放金藍紅諸麗色。至於紅如紫玉，綠似翡翠者，則殊不易得。多數寶石之顏色，實因其含有小量之不淨物而成。近日化學家之意，以為繼續研究結晶體之造成，能使電子與原子構造之關係因以明瞭。

膠體 尚有一事實甚屬緊要者，即所謂物質在膠體情狀者究何意義？一八六一年時，蘇格蘭化學家格累謨 (Graham) 見物體有穿過羊皮紙甚易者，有則滲透甚緩者。彼呼後者為膠體，前者為結晶體。蛋白與膠皆為膠體，鹽與白糖皆為結晶體。但有時一物而可成二體，故言物之膠性或晶



庫林南(Cullinan)大鑽石

爲世界最大之鑽石，一九〇五年，發見於南非洲。當其未加雕琢以前，重約一磅有半。其大小約如圖中所示。未琢時之形狀極類冰而不類大鑽石。鑽石卽結晶炭之最淨者。

性爲較善。且膠性情狀，或爲液體，名曰膠溶；或爲黏體，或竟似固體，名曰膠滯。凡物體之在膠性情狀者，必爲超等顯微鏡所能窺之固體顆粒，或爲流質之細點，懸散於他固體液體或氣體之中也。研究膠體情狀之性質，在化學已證明其緊要；而對於生理學家，尤有基本之關係，因生物質皆在膠體情狀也。貝理斯(Prof. Bayliss)教授有言曰：

『原生質當其在生活狀

况時，有液體之性質；惟其中則含細顆之固體，與不溶解之細點液體，能自由運動。」多數之生活現象，其生命的物理基礎，皆就膠體性質之範圍也。

吾前曾言多數稀少原質，雖於人類甚要，然皆靜匿於遠方。

稀土原質及其應用 鐵爲常見，而金則比較稀少。欲得二兩許之鎳 (gallium)，一大化學家會用六百磅之原料。但鋁則易得。化學原質何以一半若是之稀少？即能舉其名者，其人亦不多。當坎教授曰：

『銀 (lanthanum)，鏷 (europium)，釷 (erbium)，釷 (neodymium)，鐳 (gadolinium)，鐳 (thulium)，鏷 (praseodymium)，釷 (terbium)，鐳 (ytterbium)，鐵 (samarium)，鐳 (holmium)，鈾等金屬，誰曾聞其名？更無論見其物。但此等僻名之代表一原質，正如硫，磷，鉛等有其特別之性質，對於人類即有種種致用之可能性也。』

多數原質何以如是之稀少？此簡單問題，吾人尙不能答。或因其時常變成他原質，故稀少；或因其由他稀少原質變成，故亦稀少。一可注意之事實，即爲有十餘之稀少原質，每一處存在，儼如一家

庭團體然。



居禮夫人 (Mme. Sklodowska Curie)

居禮夫人與其夫居禮教授在巴黎發明銻原質。由瀝青礦內提出氯化銻。銻在瀝青礦內之成分，不過百萬分之五或十。居禮夫人復定銻之原子量及其他緊要之發明。

鈦與一分之錒。此二原質之互相提攜作用，頗為神秘，其理論頗不易明；而其實效，則得明亮之光。

今請述較易之事實，卽此等稀物對於人之用途。當十九世紀之末年，韋爾士巴 (Carl von Welsbach) 得一優異之思想，以棉花罩浸於稀少原質如銀等中，然後取出，熱之於煤氣燈，欲以增加燈之亮度。其法繼續改良，惟其原理則未改變。昔用棉花罩者，今代以麻纖維；昔用銀者，今代以九十九分之

一八九七年，格丁根 (Göttingen) 之納兒斯脫 (Nernst) 教授，表明以稀少原質（如鈦與銻 zirconium）製成細絲，在普通溫度不通電，若熱之即為導電體。雖以火柴之光照之，亦能使傳電。於是吾人有所謂納兒斯脫燈者，其燈比普通炭條燈為佳；惟其缺點即為複雜而易毀。他種稀少原質，俱曾加以實驗，知其各有優點。故燈有用極稀少之銻 (osmium) 為細條者。『銻在科學中為極有抵抗力而不易變之固體，』故可日久不壞。尚有一種燈條，以堅如鋼而不易銹之原質名曰鈿者製成。鈿出於南達科他州 (South Dakota) 及澳洲，為礦物名『古命拜』者之一部分。最近而最有效之燈條，則為稀少原質名鎢者製成。雖有極優良之燈如炭燈者，固無須稀少原質。但吾人若知前所謂稀世之珍者，今皆常見於房屋與街衢之燈泡；昔日學者之玩具，今已成日用之常物，則當覺其奇而趣也。雖然，吾人今日製造燈火之法，尚不若螢光之經濟也。

吾言及此，不能不嘆人類製光術之進化。故此事實可視為人類進化之符號。克魯克司 (Sir William Crookes) 爵士在法拉第所著之蠟燭之化學史中有序曰：

「人類自燎薪為光，以至製燭，其時何其遠？其變遷何其巨？人類在家庭中，其夜間所用光照

之法，即表明其在文化中佔若何階級。遠東之國，注油瓦盆，燃之爲光。伊特刺斯坎 (Etruscans) 民族之燈，狀則美矣，用則不適。北極之民，採取鯨油，焚煎熊脂，騰煙滿室，光則無有。於是，有高堂蠟炬，光照神壇。今則有沿街氣燈，通明達旦，不啻各自述其歷史也。若使燈能解語，彼必能詳述彼如何服務人類，使之安居愛家工作與祀也。」

以上所言者，固皆甚善。然尙可加以數語。即今所用者，又有稀少原質，取諸天涯海角，求致不易，製成細絲。以其堅固異常，能抗電而成光明。加以各發明家之眼界廣闊，心思敏銳，他日燈光更爲美滿，可預言也。

氦之歷史 氦之最早發明，即以分光鏡窺太陽而得。二十五年之後，乃於地球上見之。科學之研究與發明，每生一極緊要而不及預料之結果，於氦原質可以明之。如此類者，固正多也。

氦原質以化學性質言，頗不活潑。其對於他原質，皆以冷淡態度相向，不與化合，與氫 (argon) 極相似。由此即可知氦之不能受燃燒也。因此關係，而生奇異之歷史。除氫氣外，氦爲氣體之最輕者；而與氫不同之點，即在不受燃燒。當此次歐戰時，交戰國皆欲得一種氣體，可裝飛艇。德國徐柏林飛

艇之大缺點，卽其所裝者爲極易燃燒之氫。有頭腦清晰之熱心家，向協約國提議用氮，此誠爲可感謝之事。惟氮之製造，費用浩大。所幸得克薩斯省有氣井，其中出氮。於是建大工廠於其上，用液化方法，取此天然氣體內之氮，成效卓著。阿波特 (Mr. C. G. Abbot) 君曾敘其事曰：

「斯事之進行，極守秘密，卽其名亦秘而不宣。工廠之圖像，皆題爲氫之製造所。實驗之目的，亦相傳爲製造戰用毒氣，或爲製造特別揮發油，以供飛機之用。作爲種種之隱蔽，以防敵人之得知真相。其事進行極速，當和約簽定時，氮之氣體停貯於紐約船塢，待運至法國，以供法國裝氣球之用者，凡十五萬立方尺焉。當時方在計劃大增產額。若歐戰能延至一九一九年之夏季，則協約國所用之瞭望氣球與飛艇，皆將利用氮氣。對於敵人礮火燃燒之患，將不至受若何影響矣。」

此一事不過引爲最後之舉例，以明化學界與人生，其密切之關係，遠而且深。後之若此者，更將增益無窮也。

參考書目

Duncan, R. K., *The New Knowledge* (1906) and *The Chemistry of Commerce*.

Fischer, Emil, *Chemical Research and National Welfare*.

Meldola, Raphael, *Chemistry* (Home University Library).

Mellor, J. W., *Modern Inorganic Chemistry*.

Ostwald, W., *Introduction to Chemistry*.

Philip, James C., *The Wonders of Modern Chemistry*.

Soddy, Frederick, *Matter and Energy* (Home University Library).

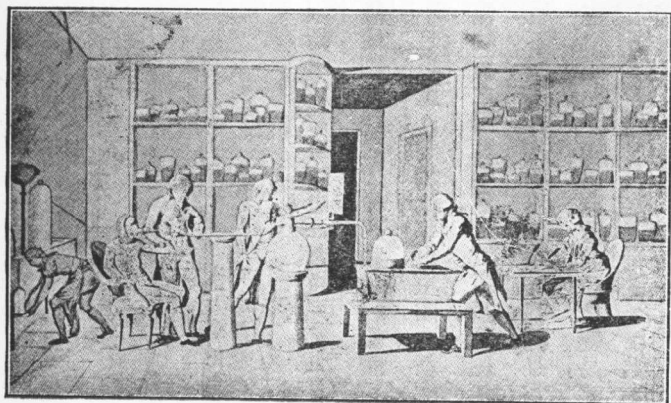
第二十二篇 化學家之創造事業

美國彭林大學化學碩士 孫洪芬譯
國立東南大學化學教授

燃燒意義明瞭之日，卽近世化學創始之時。當是時也，法哲拉瓦節 (Lavoisier) 說明燃燒之物，與空氣中之氮合，而放出碳酸氣。彼更藉精細天秤之力，證明被燒物質體重之增加，適等於四周空氣中所失之分量。此等發見，在今日或不足以驚人；然於化學史上開一新紀元，則洵無疑義。蓋拉氏於彼時已澈知在種種化學作用之中，僅物質之種類變更，而其重量則絕無變易也。

物質不滅 右述之事，卽所謂物質不滅是也。其理於化學爲基礎，且爲精確之試石。蓋自斯以後，舉凡化學作用，如度支然；其收入與支出，無一不應適合。所發生之變易，縱令極五花八門之致；而發生化學作用之物，其本量恆不變。且因本量與重，在在成爲一定之比例，則此意直可概括之曰，凡

在繼續的化學變化中，最後之重，必與最初之重相等。拉瓦節最著名之實驗中，有一則係以水蒸汽，通過燒紅鐵屑，而收集自水所成之氫氣。作此實驗時，拉氏對於所用之物如水，如已起作用及未起作用之鐵屑，如管口所發之氫氣，無不仔細量之。結局則收支適合，不餘不欠。至今日則吾儕知此項收支之必須適合，否則實驗不能作為有效。夫固體之冰，成為液體之水，轉而為空中之霧，更變而為冷峰上之雨；變態萬殊，而不生



拉瓦節之呼吸實驗，坐於案頭作筆記者為拉夫人

拉瓦節 (1743-94) 以實驗證明物質不滅，故羣尊為近世化學之祖，在種種化學作用中，物質之性可變，而其總量不改。拉氏說明呼吸之真意義為吸氧以助氧化，而吐出無用之碳酸氣。當大革命時，拉氏死於斷頭台，死時羣衆噪曰『共和國不需哲人。』

不滅則一也。蓋人類之力，對於物質，無鉅無細，既不能由無而有，亦不能由有而無。構成胰泡之原質，與構成花剛石者，同一不可消滅。誠哉，無物質之可以毀滅也！

凡在大博覽會之入場處所，必有兌換銀錢處。其工作自朝至暮，無時或輟。忽而一來賓，以金鎊易辨士，以便購券入場；忽而一電車收費人，以辨士易整幣，以期輕而易帶。凡此瑣屑，不勝枚舉。然使此兌換處奉職員役，細心從事，則每日日終結算，必為無贏無絀。蓋進出之幣式，無時或同；而幣額之多少，則始終不變。化學之工作亦然。凡結果有量之物，開始時必已存在；而著手所用之品，於竣事時亦等量均存。然則化學家之創造事業安在？

原質之性不變 進一步言之，物質俱有極奇異之穩固狀態。近人用分光鏡，測知最遠恆星中，

有若干原質，與地球上業經發現者同。且此等原質，無論在地上，或在他星中，其性質毫無差別。天狼星中氫氣分子之行動，與倫敦實驗室中者彷彿相似。天空中與地球上之傢具式樣，儘可自由變動；然其構成物之性質，則亘古不殊也。自輻射質分解言之（參看本書卷一第八篇宇宙之根本組織一文），此類論斷，誠不能決為必是；然就大體言之，則馬克司維耳教授 (Prof. Clerk Maxwell)

於一八七三年在其分子論 (Discourse on Molecules) 中所發表之言論，仍爲適用。馬氏之言曰：「歲月更易，萬物變遷。天體毀變之災，有已臨者，有未至者。舊系統毀，而新者基之。然而此各系統所從出之分子（近世化學家謂之原子），爲物質世界之礎石，仍無破損。蓋今日之各種分子，與被創造時之分子，其數同，其量同，其重同也。」

由此觀之，所謂化學家之創造事業，又安在？

人造生機物 以創造者目化學家之第一理由，可於人造物昔所謂生機物者見之。普通又謂之綜合化學。其發達之程序，尤推爲近代科學史中最有趣味之一事。

勝利之進步，實始於一八二八年，是年也，**味勒** (Wöhler) 發現**精酸銶** (ammonium cyanate) 之溶液，加熱蒸發，卽自變爲**尿素**。此發現之重要，果安在乎？曰：尿素者，含氮之動物排洩物，而自身體中隨尿瀘出者也。凡生物所產之物質，昔謂之生機物，便溺皆屬焉；今精酸銶之製法及來源，不限於活物，而變成**尿素**，乃若是之易。化學之所以爲利器者，非耶？自斯以後，自活物取得之物，卽不能獨樹一幟；蓋**味勒**之實驗，固明白指出生機物之一種，不僅自活物可以取得也。且也，同時（一八二六至

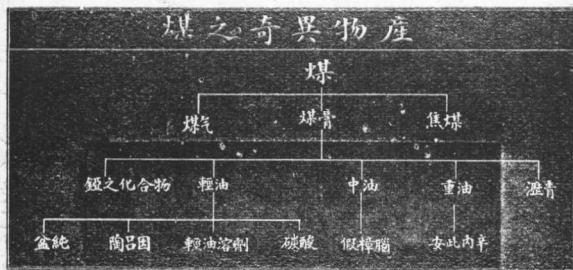
二八年)痕涅爾(Henry Hennell)以二炭烯(ethylene)(炭二氫四)製成酒精;於是酵母自古以來之權利,由另一途徑,毫不借重生物,而完全取得之矣。當時固無人注意此二重要之進步。蓋味勒及痕涅爾二氏,俱爲先時之人物也。然而二氏驟然爲綜合化學家之領袖,則絕無疑義矣。

勝過自然 靛青爲通用染料,前此取之於靛草,今則人造之矣。土耳其紅亦然,前此取之於茜根,今亦人造之矣。凡尼林(vanillin)爲製造糖菓必需之物,前此取之於凡尼拉(vanilla)香豆,今亦人造之矣。冬青油爲醫藥用品,前此取之於鹿蹄草,今亦人造之矣。曩昔繪事家用於沉鬱畫幀上之墨,悉取自烏賊魚之袋;此袋者,烏賊用以放射墨汁,以掩護退路,而求全於敵者也。近世繪事家所用之烏賊墨,乃非從烏賊袋取來,而爲一純粹人造之顏料。依此舉例,一極長之名單,不難立就。蓋糖也,咖啡也,水楊酸也,及其他複雜之品,人造者可以什百計。且其數與年俱進,化學家誠可謂勝過天然矣。

本題最有趣味之點有二:一屬理論方面,一屬實用方面,屬乎理論方面者,人造有機品之方法,與天然者通常不同;例如人造法或需大熱,此在植物或動物體中,決無可能之希冀也。

吾儕春游林中，見酢漿花葉，與其透明鈴狀之白花，堪稱二美。摘數葉嘗之，其味微酸，與兒時所愛之酸滴糖相似。酸味存在，由於草酸鹽；蓋成於酢漿花生活期內之化學作用者也。吾儕現不問酢漿葉中之草酸鹽若何而成，惟知其製成之法，決不與擅長化學幻術之化學家在實驗室中所用者相同而已。

關於第二點，純為實用問題。夫靛草既生，靛青，烏賊既生海墨矣；則人又何必仿造天然，以推倒天然品自豪乎？此答誠難，惟於人造品之費料廉而產量大者，則利便固顯而易見。例如停止衄血之腎上腺素 (adrenalin)，產於獸之腎上腺內，厥量極微。取供醫藥，須屠牲畜



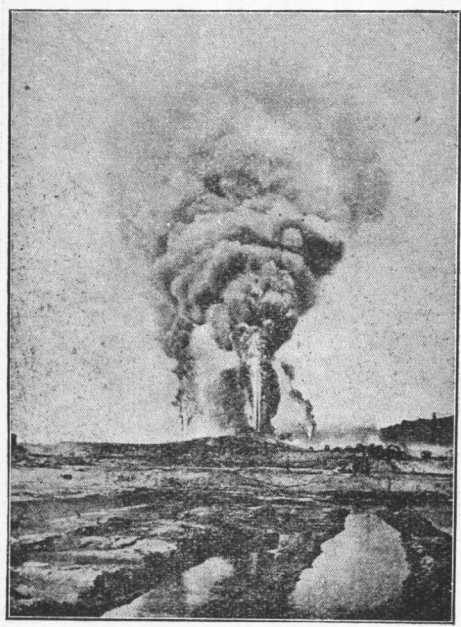
以煤製煤氣，除氣體外，尚有水之礆精（即阿摩尼亞）溶液 (ammoniacal liquor) 及煤膏。二者受熱，蒸發而為氣體，以入於冷凝器中，其餘存蒸發甑者為焦煤。

煤膏受乾蒸餾後，平均每噸產水礆精（即阿摩尼亞）液五加倫，粗輕油六加倫，輕油二十六加倫，中油十七加倫，重油三十八加倫，瀝青一千三百四十四磅。所有炸藥，醫藥，染料及消毒劑，俱自此項原產物中提製。

瀝青約等膏重百分之六十，此膏含物約二百種。安此內辛 (anthracene) 用以製安尼林染料，極為可貴。

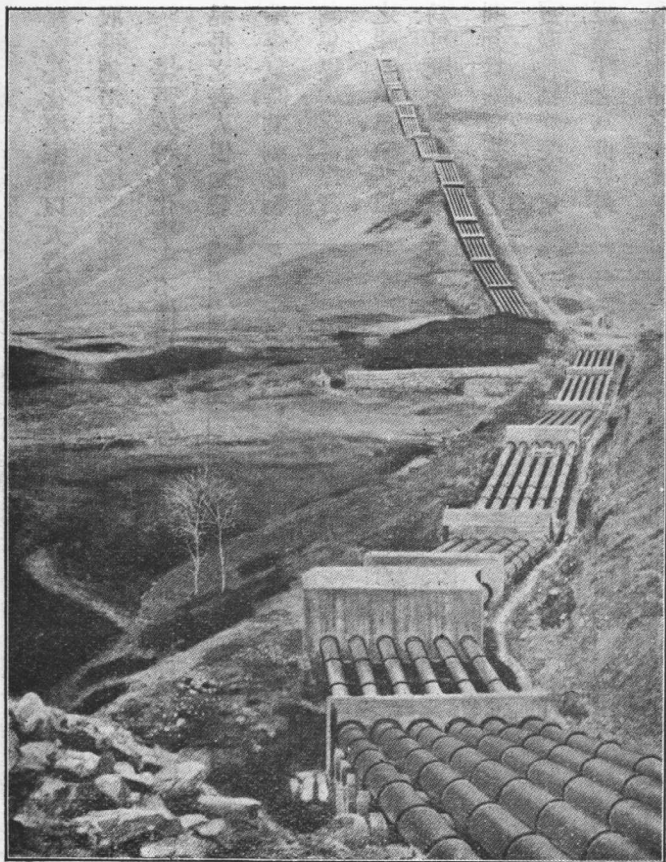
無數。今化學家能以人造法製備之，則以簡單原料，製為貴重用品。經濟上之裨益，何可限量？化學家取得創造者之徽號以此。

煤膏染料 化學家不僅以模仿自然為足也。更進一步，而自製新物矣。適當之例，可於煤膏產品得之。吾人俱知製造煤氣時，其剩餘物為焦煤與煤膏。煤膏之味臭色黑，曩昔以為可厭之副產物；今則知為染料藥劑之寶藏，香精炸藥之泉源，羣呼之為世界最有用物品之一矣。



天然石油井自地中湧出之圖

圖為巴庫石油井之一，油射出後，燃於空中，火燄高約二三百尺，上罩濃烟。石油之地質原起，現難決定，比較的近於情理之學說，為埋藏地下大堆植物，受天然蒸餾而成。



鋁之用途甚廣，如汽車之軀幹，及烹飪用器皆是。所從出之礦石為鐵礬土，受化學作用而成氯化鋁，再以冰晶石為助溶劑，受電解而鋁出矣。發電原動力之供給多為水力，上圖為六管水道，運水以驅發電機，每管直徑三十九英寸，長可一英里。餘係阿該爾州 (Argyllshire) 金洛克利芬 (Kinlochleven) 鋁廠所敷設。

於此即發生合理之問題曰，煤膏何

以爲若是之寶藏，而如斯洛孫博士(Dr.

Stosson) 所謂『幸運神之奇幻袋』

乎？答此問題，可作二點：(甲)煤膏爲複

雜有機品之混合物，在昔太古之世，草木

暢茂，遺跡爲煤；而此混合物者，即成於斯

世。(乙)化學家能以幻術變易原產物，

使成爲新奇之品是也。煤膏受複蒸餾後，

產出之物，若石炭酸，消毒劑也；若假樟腦

(naphthalene)，藏衣用之祛蟲物也；其

他若盆精(benzine)等，爲數尙夥。迨取

得十數無色液體或固體後，餘剩者，斯爲

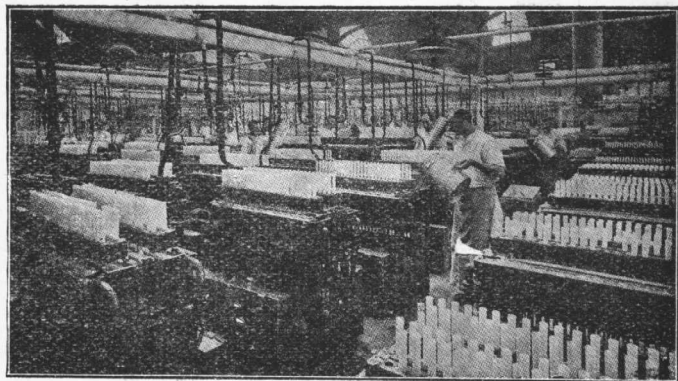


圖 之 模 入 燭 傾

蘇格蘭土產品，其一爲石蠟油。燭廠每自未經煉製之石油中，加冷提取石蠟，以供製燭之用。有色之燭，則加安尼林染料所製者也。

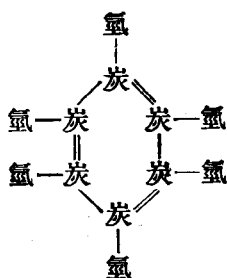
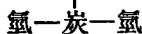
圖中爲大規模的傾燭入於模型。先溶燭料爲液體，傾入模中，其四周可任意以冷水或熱水環繞之。初傾時四周爲熱水，迨傾燭既畢，易以冷水，燭遂成爲固體。

吾人通常熟識之瀝青。

—

化學家以分子爲單位，所謂一物質單獨存在之最微量也。分子之圖，習常以互聯之數個原子表明之；例如氫之分子（氫二），可狀之爲（氫—氫），每原子各有一手，以相維繫。炭原子狀以四

手（—炭—），故最簡單之炭氫化合物（沼氣），其圖乃爲（氫—炭—氫）亦可爲炭氫四。煤膏



產物益純 (benzene) (益精另爲一物) 之程式，爲炭六氫六，令人難於索解。蓋以六個一手之氫與六個四手之炭相合，乃能適合彼此之需要，誠不易明瞭也。此疑問後經德國化學家克可爾 (Kekule) 釋明。渠意爲益純之分子，係屬輪形，或一等邊六角形。在此形中，炭原子互相結合，

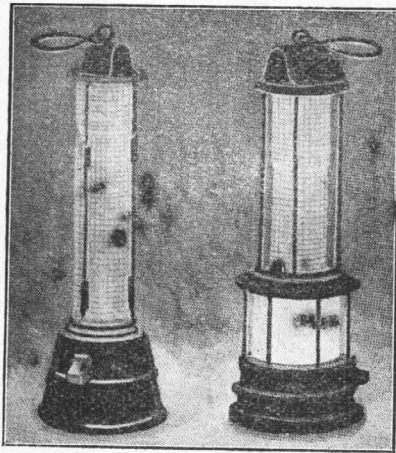
氫原子環於四周，略如右狀。

爲說明此解釋之重要起見，茲引斯洛孫博士所著創造的化學 (Creative Chemistry) 之一節如左：

『吾人不必設想盆純之分子，其形狀恰如圖解，吾人所知者，則此學說可以適用是已。夫適用者，固科學家所希冀於任何學說者也。應用此學說，已造成千百數有益人類之化合物。蓋近世化學家，非發見家，乃發明家也。彼端坐於書案之側，

作一克爾輪形，或等邊六角形，旋塗去一氫，而代以一個硝基；繼塗去硝基之二氫，而代以二氫；

第二十二篇 化學家之創造事業



舊式 新式
德斐安全燈

此安全燈爲爵士所發明，以防礦中煤氣燃燒之用。有爆發氣體存在時，則紗網內部四周有火燄，其熱爲網導去，使火燄不致傳於礦內氣體。

更隨其意之所向，增入若干原質，或開鏈與輪形炭化基若干個；其工作彷彿建築師之計畫屋宇，先製所欲得物之圖，乃起入實驗室，按圖製之。』

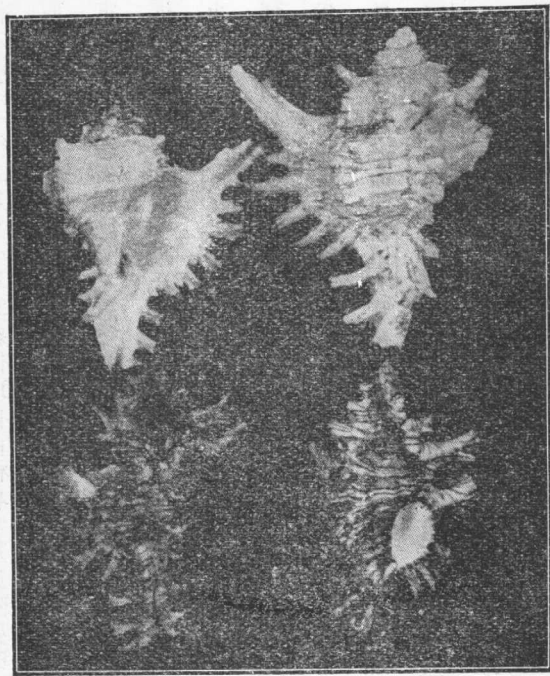
化學家所製之物，或含有若干聯線。例如化學名稱爲兩個一炭烷基因——雙偶氮——乙竝
 困硃精——六亞硫基——乙竝困硃精——三·六雙亞硫基鈉(sodium-ditolyl-diazo-beta naphthylamine 6 sulfonic-beta-naphthylamine-3.6 disulfonate) 而商界之簡便名稱，即鮮明之剛果
 (Congo dye) 紅染料是。

總而言之，煤膏所生類於盆綉之原產物約以十計，衍進而得類於安尼林之半熟品三百，再進而爲各種深淺之染料數千。其歷史至有趣味，茲爲略述如次：

最初之發見數則，無足輕重。至何夫曼(Hoffmann) 在利比喜(Liebig) 實驗室中，研究化學，始證明鮮明之染料，可自煤膏產品中，類於安尼林之物製得。安尼林者，津寧(zinn) 自靛青中取得，其發見已有若干時者也。厥後何夫曼應英倫皇家理科大學之聘，至倫敦講學，生徒中有十五齡童子，名拍琴(威廉亨利) (William Henry Perkin) 者，何氏使之仿造金雞納霜。於一八五六

年，乃發明一紫色染料爲安尼林染料中之第一種。蓋當時世界未知之物也。十年以後，續發明製造土耳其紅之法。蓋至彼時爲止，土耳其紅，俱取自茜根也。當斯業隆盛時，法國每年植產茜根，約百萬噸，供採取染料之用。自拍琴氏發明人造方法後，則如斯洛孫所言，「法之茜區，改爲他用。即法軍之紅袴，英軍之紅掛，亦悉倚賴德製之紅染料。蓋自一八七八年以後，匪獨茜根，即胭脂蟲之營業，亦幾全爲「偶氮紅」所攘奪矣。」斯氏此言，蓋指曩昔英軍服所用紅料，悉取自最初產於墨西哥之胭脂蟲也。

煤膏染料以外，化學家之創造事業甚多。吾儕不能於染料發達史久加陳述。第知土耳其紅之命運，卽爲靛青之命運；靛青植物者，來自印度，與英之菘藍相似者也。亦知此命運，又爲泰里安紫色（Tyrian purple）之命運；泰里安紫色者，始採自地中海之一種海螺者也。旁搜斯例，蓋猶衆焉。吾人深惜何夫曼返德，此幼稚之工業，亦與之俱返，此則不能不歸咎英人之缺少想像力與先見也。「降及一九一四年，德製染料，佔全世界所產者四分之三而強；且更以其半熟品，供給他人製爲染料，」可謂盛矣。



海 螺 殼 之 染 料

海螺種類甚多，惟地中海之二種，特能供泰里安紫色之用。小殼可直接擊碎，較大者則先將海螺曳出，而後壓碎之。在泰里安岸上現仍有大堆螺殼可見。

染料之用途，不僅可染神父正之袍，軍人之制服，社會黨之領結，及閨秀之彩帶也。如所謂茶青

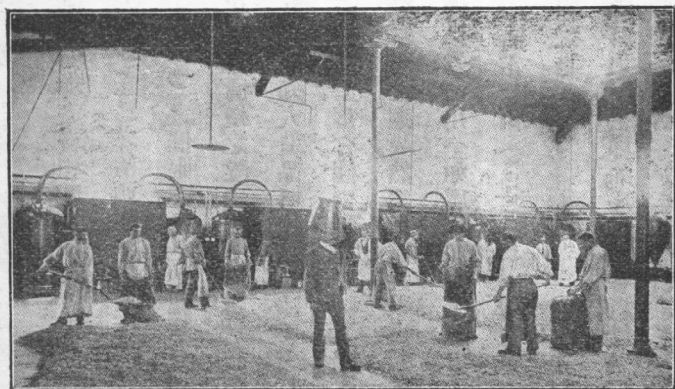
色) (flavine) 染料，且可殺膿中之微生物，其效頗速。又如與染料相關之品，更有所謂煤膏膏劑者，(譯者按六〇六及九一四皆此類也) 如阿斯匹靈 (aspirin) 之治頭痛，芬內西丁 (phenacetin) 之祛內熱，蘇孚內爾 (sulphonol) 及佛洛內爾 (veronal) 之催眠劑，悉已造福無量，譽播人口也。

人造之香精 人造二字，絕不含輕視意義。蓋化學家所造之靛青，初不必劣於靛草所產之靛青；自煤膏製成之麝香，初不必劣於麝臍之出品也。吾人誠知人造品所用之方法，與天然者不同。然而自化學上視之，最後所得之品，固二而一也。或者天然品上，常有極少量之雜物，據而不去，以故常保存其特殊個性。如木版與鋅版之不同，生鐵門與熟鐵門之迥異。然總括言之，人之於香精，及其他之重要物品，其初也，力求天產品；其繼也，順天然之性以爲己用（如廣植花林是）；其卒也，更進一步，乃專力於創造事業；卽如玫瑰花之主要成分，爲『吉雷紐爾 (geraniol)』，橙花精之主要成分，爲『內洛利 (neroli)』，在現時，俱可以綜合法製得之也。

嗅覺與味覺，猶姊妹然；而香精之歷史，亦卽爲香料之歷史。卽如凡尼林香料，曩昔取之於天然產品之凡尼拉豆；自一八七四年綜合成功以後，今日之凡尼林，多以人造者代天然品矣。吾人所有



玫瑰花之數百萬朵提煉

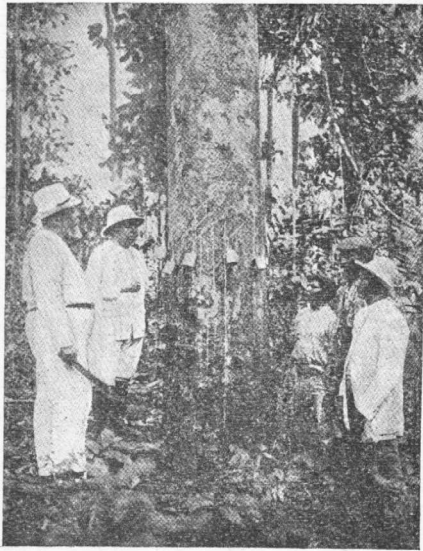


用之香精以供花橙餾蒸

之惟一抗議曰：天然品與人造品之競爭，應令其機會均等。請審美家審定二者之生理作用，心理作用，是否相等，可也。吾人照審定之真值付價，亦可也。惟以人造之吉雷紐爾，與玫瑰精混合出售，則大不可。

人造之橡皮

印度橡皮，爲樹膠之一種。存在於似乳之植物汁中，而以大戟及無花果類之樹，尤爲豐富。採取之法，於樹上割裂一口，汁即流出。此類樹現今推



在普陀美約 (Putumayo) 區域自橡皮樹割皮取汁之圖

先在樹皮上割裂一口，下繫鐵罐。樹膠流出，即墜入罐內。收集樹膠若干後，置於一大盆中，以瓢盛之，在煙上燻熱，則乳汁之樹膠，立即變爲橡皮。所用發煙之物，則烏魯魯立 (Urucury) 棕櫚之塊屑是也。

植甚廣，向所視爲非其生長地者，今已爲種植區域矣。橡皮之用，吾儕知之甚審。如車輪，如禦水物，如

雨鞋，如熱水瓶，如注射器，如瓶塞，如賽鳥木器具，種類極多，不能備舉。現幾將其從前命名橡皮即磨擦品之意，完全忘去。更有一樹膠質，名格搭白查 (gutta-percha) 者，可供防護海底電線及製造哥爾夫球 (golf-balls) 之用。

置橡皮於曲頸甌中，加熱蒸餾，即變為類於揮發油之液體，其名曰『愛索普林 (isoprene)』。綜合化學家之問題，即為如何製備此愛索普林，且使之變為橡皮。此事之歷史，殊為奇特。吾儕於此，僅能言愛索普林，有數法可由人工製得（如自山薯發酵之酒油製取是）；既得之後，亦有數法，可由人工變為橡皮（如置鈉與愛索普林於一器中使之乾燥是）。在一九一二年，紐約城曾陳列人造橡皮之汽車輪盤二具，且皆曾行程數千里者。然此問題，科學上雖已解決，而工業上則否。蓋自山薯或松節油中，提取愛索普林，俱甚不經濟也。現用方法之最有希望者，莫如將焦煤與石灰，同熱於電爐中。二者化合為二炭化鈣，以此化物與水混合，即發生二炭炔 (acetylene) 氣體，此氣體可用化學方法，製為愛索普林，再變遂為橡皮。然自經濟上言之，則自植物採取之橡皮，仍較為獲利也。

製糖 原人之識甜味也，大抵得之於果與蜜，後乃漸知自蔗壓汁之法。甜蔗何以自遠東運入

西印第羣島，及拿破崙扶助甜菜糖工業之歷史，洵屬可詠可歌，然與本文無關也。吾儕知綠葉植物，俱能製糖。然除甘蔗甜菜蔗外（即楓糖亦不足道），其餘製成糖量，或存果中，或由蜂採；其直接產出者，甚為微細，無採製之價值。化學家區分各種天然糖，既畢其事，乃製造天然品中所無之糖數種。更改良提煉之法，使此養生之品，可以純潔。斯洛孫博士之言曰：『白糖乃合乎理想標準之食物。其價廉，其質白而潔，易於攜帶，能持久，味美而不含雜質，無微生物寄生危險，富於滋養力，溶度大，消化吸收俱甚易，不烹可食，且無渣滓。其不足之點，即為太純。惟其純也，故人不能單獨食之而生活。』從事實言之，每日食糖逾量，殊為危險；而消化機關有疾之人，更不宜服食。於是創造者之化學家，乃起而相助。美之倫孫（Ira Remsen）（後曾為霍布金司（Johns Hopkins University）大學校校長）於煤膏衍化品中，創作一物，名之曰糖精。味濃於糖數百倍，而實非糖，絕無滋養價值。然加諸茶與咖啡中，其味殊美；且與不能服糖之病體，毫無妨礙也。

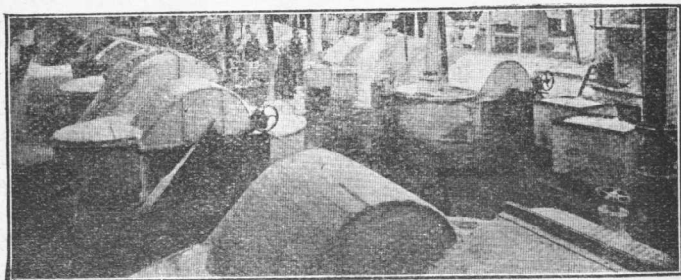
二

化學幻術 吾儕在幻術試演場中，見施術者，以縐巾變為兔，再變為鴿，殊覺樂之不倦。然在化

學實驗室中，真正幻術，較此爲多。化學師洵一變幻家也。其所操術士之杖，一揮而使腐臭之油脂，變爲久經藏貯之固體；再揮而腥臭之魚油，臭味全去，可用以製皂，或作食品。曩者化學師以牛脂製爲充乳油，今則椰子，棉子，花生，大豆之油，俱爲製作什錦乳油之原料。蓋獸脂之位置，幾盡爲植物脂肪所攘取矣。吾儕注重之點，一則爲化學家小施其術，可使熟悉之物，睹面不相識。二則爲精美之乳油，不自牛身，亦能取得也。

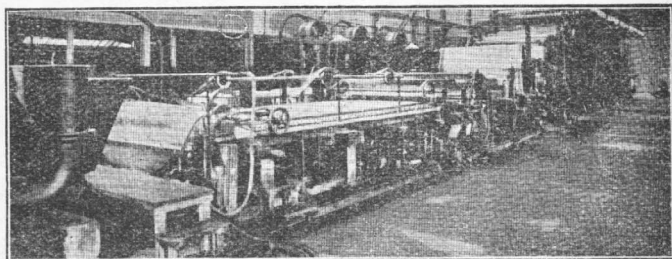
木材質之變化 植物細胞之垣，爲木材質所構成，此質爲炭水化合物之一，與澱粉係同一程式（炭六氫十氧五），硬則爲木材矣。吾人食品，如青菜之屬，俱含有木材質；然其裨益身體之處，則甚微渺。其重要之處，乃於他方面見之。如煤之構成，如木之質料，俱有賴於木材質。而化學家變化物質之起點，亦間有本於是者。蓋化學家之能力，雖可以自無機原質，如炭，如氫，如氮，構成一物；然如有捷徑焉，無待取材於最初，固亦樂用之也。

木漿爲近世製紙之最要原料。設以紙一片，就顯微鏡下，細加視察，其所見甚細之纖維，悉爲植物細胞餘剩之物。其他用途，如飲盃，飯巾，繩索，旅行篋等，亦在在皆是。若與他物化合而成之物，如起

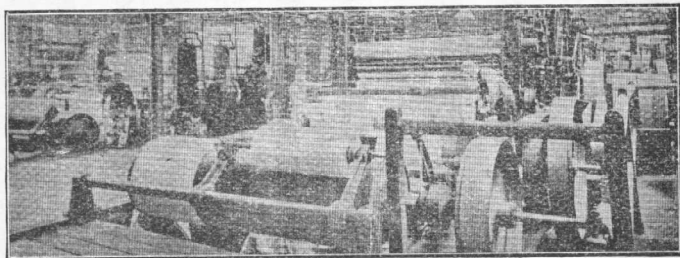


木 漿 製 紙

圖中圓形者為調漿器，在此器中，木漿或草漿與水混合，經調漿器之攪動，破碎成為乳狀物。再加提製，以去雜物及塊之未碎者。



以抽水機將漿液運入上鋪銅絲細網之造紙機，有機向前轉，同時亦左右搖動，漿液中之水分，由網中濾下，而因此機前後左右並動之故，木材纖維，遂互相纂組。再後此銅絲網經過一吸水器，纂組之纖維，失去其殘餘之水，變而為紙。已成紙張，繼續前進，以毛氈托之經過熱捲筒上，乃完全乾燥。



造紙機「乾燥」之端，表示已成之紙，分為若干不斷的長捲。印刷機上所用，即此等紙捲也。捲之長者，展開可有紙五英里（約二萬六千餘尺。）

光棉紗，及人造絲，則更重要矣。

斯洛孫博士曾就此點，舉諾貝爾 (Alfred Nobel) 割手故事以爲證曰：

『諾貝爾者，瑞典化學家，而主張非戰者也。一日在實驗室中，自割其手。此化學家常有之事，無足異也。繼乃溶火藥棉於酒精及以脫中，以塗手之傷處，此亦化學家習常所爲也。雖然，諾貝爾於此，乃不似常人及其他化學家之植立搖手，以冀藥膜之乾燥，而憶及所研究吸收硝基甘油 (nitroglycerine) 之問題。蓋以火藥棉溶液，性黏而易乾，乾後則變爲硬膜；設與硝基甘油相混合，而能凝結，寧非幸事。於是保存其用剩之火棉溶液，更以硝基甘油加入。果也，一刹那間，卽變爲膠膏狀之物矣。』

此膠膏物者，近世戰爭中最初所用之炸藥也。此外又爲救傷劑中之『新皮』，且可爲照相及影戲底片，以供吾儕之娛樂。推廣言之，則木屑堆中之木材質，可以爲韃底，可以爲車墊，更可爲人造象牙之澆洗用具，及他物若干種。

捕氮

生物之體質，其一部分爲氮炭化合物，如蛋白，如乳酪，如麥膠，皆是也。此類物質，統名之曰蛋白質。欲生物體質之生機繼續不止，則每日食品中，必須有含氮之物，以供給需要之氮量。動物不能利用蛋白質以外之含氮物，而蛋白質惟自動物或植物之身始可取得。若植物則取氮於硝酸鉀及相類之鹽於土中。故土壤氮鹽之供給，不可或缺。此種供給，一部分爲天然的。例如枯枝朽幹，墜落地面，蚯蚓之屬，帶入土內；抑或么麼生物，一朝死去，甲蟲埋之於土，積時累日，完全分解；更如穀類餘梗，耕入田內，洩勃肥料，播之隴畝，逐漸變化，成爲鹵精。植物乃吸收之，以助生長矣。

就另一方面言之，木與煤之燃燒，皆使固定之氮，返而入於大氣。又若火藥之用，亦爲損失固定氮氣之一道。卽如小礮彈一發，雖僅用火藥一鎊。其損去之固定氮量，則與大氣三百萬垧所含之氮相等。故彭格教授 (Prof. Bunge) 有言：『鎗礮之彈，無論是否命中，而殺生則等。蓋個體死後，自其朽爛之肉體中，發生相等之新生命。故生命方面，不因個體之死而有所損失。惟損壞已經化合之氮，實爲減少生物共依之資本。』此其言爲定量的生命觀念，蓋失去領袖人材，其生命的等量，無從計算也。

綜上所言，農夫最重要問題之一，即為維持土壤內化合氮量之供給。最簡易之解決法，在植物中會略述及，即多種莢類植物是。此類植物之根，有小塊莖生於其上。此中之微生物，能用吾儕現時未知之方法，吸收空中之氮而固定之。設此種植物之全部或一部，耕入地內，則土壤對於其後之他種植物，滋養更茂。此法雖佳，微嫌過緩。故農夫施肥，多用智利產之硝石。然智利硝石，為價既昂，復不能取之不竭。故化學家發明，就本國製造硝石之法，至為重要。今日瑞士之山谷，有『一端為冰山，而另一端為百分九十八之硝酸』者。蓋化學家發明，自稀薄之空氣中，直接製取肥料，而間接增加食品之產量也。

吾人知閃電通過空氣時，能分離氮氫之原子，而使之互相化合，以成氮化氫。此進步之初基也。化學家代以極大之電弧，而以甚高速度，驅空氣行乎其間。蓋電弧之溫度絕高（約華氏表六千三百度），苟速度不高，則所成之物，將不旋踵而為此高溫所分解。設就近有天然之瀑布，或其他水力，以供給發生電弧之能力，則自空氣中採氮之代價，其廉也明甚。

德意志之天然水力不及瑞典挪威諸國之大。於是另取一策，以固定空中之氮。即世所共知之

哈柏法 (Haber process) 是也。此法所用之原質爲氮與氫，化合後爲鹵精。所用之接觸劑，非電爐，而爲一靜默工作之稀有原質如鈾，如銻，如鉑（卽白金），皆各具不可思議之媒介能力，使與之接近之原質，彼此起化學作用。雖然，哈柏法非易事也。在所用原質未與接觸劑接近之前，須經過若干手續，使之純潔。迨鹵精既化成，又須另藉一接觸劑之力（鉑絲網），改變爲更爲有用之硝酸，卽阿斯（特瓦德法 (Ostwald process) 是也。要之自空氣中，擷取原料，其限度在今日可謂極廣。若氮則用於工業，助二炭炔之燃燒，發生高溫，以供鍛接之用；若氮則如上文所述，以供製造肥料之用。故二種原質，每年採取之量獨多。此外若氫 (argon)，若氦 (neon)，亦自空氣中取出，用以製造優美之電燈泡。

在離去肥料問題之先，不能不略述腈氮氫基 (cyanamide) 之製造與功用。本文前章，曾言及以電流通過焦煤及石灰之混合物，則鈣與炭相合，而成爲二炭化鈣。加水，卽發生二炭炔氣體。設加大熱於二炭化鈣，並同時以氮氣流通其間，則氮乃固定，而成爲腈氮化鈣 (calcium cyanamide)。其狀如石，可用爲肥料（俗謂之石灰氮）。若更以腈氮化鈣，受逾量熱之蒸汽，則發生鹵精。復由鹵精而化爲硝酸，由硝酸而變爲肥料。其究竟，則食品產量之增加是也。

雖然，上文所述，僅就一事言之，非全論也。蓋自最初之火藥以至最近之「TNT」，無論爲硝石硫炭同研而得之粗品，或化學製造之硝基甘油，棉花火藥，及硝基代之煤膏產物，凡戰爭所用之炸藥，咸有賴於硝基之分崩性。蓋氮與其他原質不易相合；而既合之後，雖稍經震激，便有脫離關係之趨勢也。

鉀鹽之供給 植物營養料最要之一，厥惟硝酸鉀。此物之硝酸部分，現可自空氣取得，不必掘之於智利國之鳥糞叢中。但鉀之成分將何所取之？實一要問。斯洛孫之言曰：「產麥一噸，須自土中吸取氮四十七磅，磷酸十八磅，鉀鹽十二磅。」果爾，則農夫之事業，不第須彌補氮之銷耗，且同時須注意於磷及鉀矣。世界農業上需鉀之量，洵至鉅也。（譯者按，磷酸礦物，各國俱有，不虞其匱乏，故著者略而不言。）

鉀鹽之天然來源首推德國斯塔斯佛特 (Stassfurt) 之岩鹽礦。蓋億萬年前，海水淹入，迨後逐漸蒸發，此結晶體遂排列整齊，存留石內。在一九一三年，美國農夫，自德購入岩鹽，可百萬噸，價值美金二千萬元以上。由此觀之，鉀鹽之供給，須向他方面尋覓，其理明甚。（譯者按此指與德宣戰後言）。

化學家負前驅之責，尤屬無從旁貸。普通礦石，含鉀者甚多，如螢石，如花崗岩皆是。所難者，必取之易而費用廉，斯爲合用也。斯洛孫氏常以其超軼之筆，形容此事曰：『農夫有鉀鹽，封鎖於砂鹽之內。譬之商人，將保險箱鎖鑰，遺之家中。雖經濟能力，不至破產；而卽期兌票，則不能照付。吾人所需要之鉀鹽，如須現款，始可通行也。』現時所用鉀鹽，有取自木灰者，有取自甜菜蔗糖剩下之濾汁者，亦有取自海葦者。總之，則此問題，除德國外，在他國無一解決者耳。

化廢物爲富源 如右所述，化學家有創製新物者，如迷蒙精 (chloroform) (俗稱哥羅方) 是也。有以人工新法，製備天然品者，如靛青是也。外此則化學家之聰明才智，每致力於化無用爲有用之事業。請舉數例，以證明之。數十年前，人咸以棉子爲無用之物，棉花既得，則其子亦焚之或棄之而已。若今日，則棉子之用，不下數十。壓餅可飼牲畜，榨油可供人食。更如紙，如油灰，如肥料，如胰皂，如油漆，如無煙火藥，皆是也。卽微如番茄子，前此爲罐頭公司所拋棄者，現加壓榨，可得百分之二十之良好食油。化學家乎，誠社會新經濟之先導者矣！

結論 化學家之創造事業成功史，乃科學史中最輝耀之一部分，而備具奇蹟者也。斯洛孫博

士曾於一九二一年著作一書，名之曰創造的化學。讀之如新奇小說，引人入勝。著者是篇獲益匪淺，願以之介紹於讀者諸君。茲篇所述，僅能舉化學家成功之例而已。約而言之，前此稀貴之天然品，今以發明人造之故，乃量多而價廉；前此用罄，或因政治變動而不能購取之物，今以新法製造之故，乃用簡易之原料，即能製得，且不必限於特殊之產地；今所綜合，而前人未見者，不下千百；昔為廢物，而今為富源者，又至繁夥；擴而充之，前途止境，實難預計。即或以為生理化學之新發明，將使人類之麵包問題完全改變，亦非妄臆。蓋研究化學之宗師，始注意於分析，近並及於綜合，即此已足使世界無論為惡為善，俱完全一新也。

參考書目

Findlay, Alex, *Chemistry in the Service of Man.*

Hendrick, Ellwood, *Everyman's Chemistry.*

Phillip, James C., *Achievements of Chemical Science.*

Sadler, S. S., *Chemistry of Familiar Things* (New York).

Slosson, Edwin E., *Creative Chemistry*.

Soddy, Frederick, *Matter and Energy* (Home University Library).

Tilden, Sir W. A., *Chemical Discovery and Invention in the Twentieth Century*.