

#13

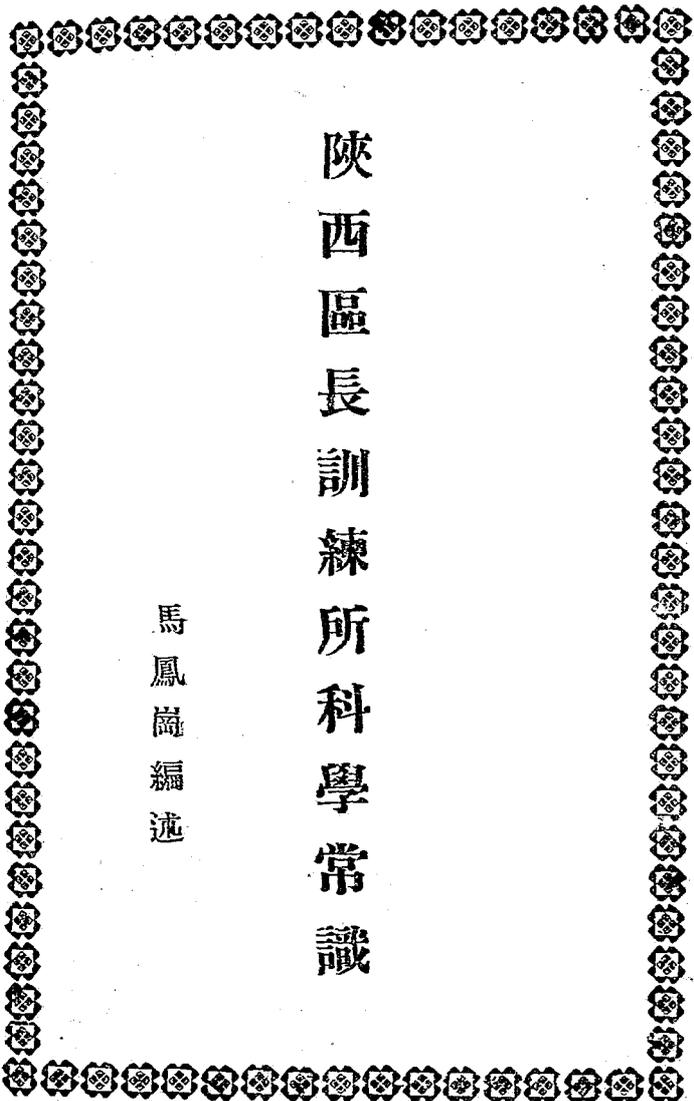
P 13272



陝西區長訓練所



廳長兼所長楊虎城肖像



陝西區長訓練所科學常識

馬鳳崗編述

MG
G726
2



3 1770 2366 4

科學常識

目次

第一章	科學概論
第一節	科學的意義
第二節	科學的定義
第三節	科學知識與常識的區別
第四節	科學的起源
第五節	科學來源的歷史
第六節	科學的分類
第七節	科學的方法
第八節	科學的精神
第九節	科學的目的
第二章	
第一節	進化論六大學說述要
第二節	物質的新觀念
第三節	內分泌學說
第四節	雨水的研究

369606

寫在科學常識前邊

我國提倡科學數十年于茲矣，然工商未見發達，富源何曾開採，利權外溢，于今爲甚，棄貨于地，殊可惜也！二十世紀之今日，科學當陽之時代也，富國強種需科學，抵抗外侮需科學，解決民生需科學，科學者，近化文化之驕子現實生活之重心，其與人生之關係，至爲密切，昭昭在人耳目，無容諱言者也，

然人何視科學爲難澀，爲無用，研究既屬乏人，成績烏斐然，推厥原因，殊甚龐雜，然人何對科學無明瞭概念，深刻認識，豐富常識，乃羣羣大者也，好高騖遠，僅求理論，不顧普通常識，日常生活，研究者尙自感空洞，乾枯，無處摸索，遑論他人哉，影響所及，效應非淺，我國科學孑孓遲進，人們猶感茫然者，孰是故耶？

故今後研究科學者，應由科學常識着手，人們既有相當意念興趣自饒，研究自切，科學與人生之關係自明，于是風起雲湧，鑽研自夥，長足進步，可指日現，科學之輸入日本，首惟醫學，切近人生，效果易見，既知科學之價值，復明與人生之關係，研究者衆，進步迅速，豈非明證，日本科學

科學常識

得有今日盛況者，何莫非由于此也，

我本斯意，編述教材，以切近普通常識，現實生活者爲原則，然後介紹淺顯理論啓發興趣，希同學雖已模索阿黎要領，發展鑽研之，誘導固有之創造能力較諸專事高深理論，不顧普通常識，現實生活者，或能多所收獲而與設此課程之初衷庶相脗合也？個人此想，或不陷于癡人說夢耶？

今于編述之餘，聊誌數語，以示不忘云耳。

鋒剛識于一中唯真軒十一，八，晨，



科學常識

第一章

科學概論

科學的意義

科學這個名詞，在德文爲
是指自然與人爲的各種學問的意思，在英文爲
是指求知並作業有技術的意思，

故科學一語，在拉丁時代重於技術而輕于求知，至中世紀以後，即漸次改變，遂注重求知而忽略技術矣。

科學的定義

科學有狹義的科學與廣義的科學兩種，

狹義的科學 用觀察實驗的歸納法，研究自然界有形的現象，以求得精確的知識的學問的總稱曰，狹義的科學如天文學，地理學，地質學，物理學，化學等物質科學皆包括



照觀察實驗和分門別類，以研究一切精確編的學問的總稱。曰廣義的科學。如形而上學神學及天

科學常識

文學。物理學。動物學等物質科學。皆包括在內。

科學家渥爾夫曰：凡有系統而探求其原理的教訓，曰科學。是即廣義的科學也。

科學與常識

科學建設于常識上 科學與常識的分別在甚麼地方？平常人說，科學的知識，大半是常人所不能懂得的，平常的知識，大半非科學的？那麼科學與常識究竟判然兩物了，其實不然，我們曉得科學與常識，只有程度之分，並無性質之別。

譬如水性就下，這是從古以來我們所有的常識；又如以汲水筒抽水，水可昇高到筒裏來，這也是我們二千年前已有的常識，但是用汲水筒說明氣壓的關係，成爲動力學的一部分，換言之，即成爲科學的知識，却在意大利科學家脫里西里以後；又如日月的東出西沒，春夏秋冬四季氣候的變換，海潮盈虧的現象，行星運行的觀察，早成了幾千年前的常識，直到一五四三年哥白尼的地圓說出現以後，始成爲科學的知識。

我們看了上面兩個例，可以知道科學與常識并不是兩件

科學常識

東西，實際科學是建設在常識上面的，但是科學與常識的分界究竟在什麼地方？我們再就上面兩例說明如下：

科學知識與常識不同之點 我們的常識曉得水在汲水筒中可以上昇，但我們不曉得水究竟能上昇到甚麼高度？我們或者一個地方得到水昇高是二十尺，在他一個地方，得到水昇高是三十尺，於是我們想水的上昇高度，本是不一樣的，是無可無不可的。

我們若要按一個汲水筒，若是在離水面三十四尺以內，固然可以吸到水，若在三十四尺以外，那就非失敗不可，我們不能說汲水筒的不好裝置的方法不良，在科學上說來，在三十四尺以外用汲水筒吸水是根本上不可能的事體，我們只怪自己知識不完全罷了。

知識不完全的証據，第一就是不曉得水上昇有一定的限度，第二不曉得這個現象的原因在什麼地方，直到我們把一個現象固有的量度及和其他現象的關係弄明白了之後，我們的知識。方才由常識而進于科學。

我們曉得汲水筒中水的上昇，是因筒中的空氣被排成了真空的原故，然我們若像中世紀的人一樣，說『自然忌真空』

科 學 常 識

，我仍然不算曉得水升汲水筒的關係，我們須曉得汲水筒中水面上失了空氣的壓力，而筒外的水面卻被地球上約一百五十公里厚的空氣壓了下去，直等到汲水筒中的水上升的高度與筒外空氣的壓力相當，那水槍停止上昇了，這個空氣的壓力。據脫里西里的實驗。約等於水銀柱三十尺高的重，或等於水銀柱七六高的重，這個壓力再換成水量計算。就約有三四尺了。

然則科學知識與常識不同的地方。至少有兩點：

- 一 是確度；
- 二 是因果關係。

但是科學知識尚有一個重要的特性。是他能把複雜的事實組織成一個簡單的系統。譬如常識說：太陽是繞着地球。東出西沒。經哥白尼與開布勒的改良。遂得此複雜的現象變成簡單而有系統的了。

綜合以上所說，我們可以說科學知識與常識不同的地方：

- 一 是牠的精確程度，
- 二 是牠的因果關係，
- 三 是牠的有系統的組織，

科學常識

所以科學與常識，雖不能絕對分開，卻也不能說沒有上下之別，赫胥黎有言：「科學是有組織的常識，科學家也不過是有常識訓練的普通人」由此可見科學知識與常識的區別了。

科學與常識既有分別，那「科學常識」這個名詞就講不通了，其實不然，科學常識的內容，是研究精確程度較高，因果關係明瞭，組織具有系統的知識，故如進化論，物質構造的新觀念，相對論，內分泌學說等俱於科學常識敘述之。

科學的起源

科學知識的起源。不外兩個原因。即實際的需要與好奇心的驅使是也。

實際需要。世界文明發源地。在西方為埃及與巴比倫。在東方為中國與印度。但科學知識的起源。要推西方的古國了。

埃及位於尼羅河下流。土地膏腴。沃野千里。但每年定期泛濫一次。人們既居于斯。食于斯。對於切身利益問題。自不得不預先設法禦防。故測時的方法，在紀元前三千餘年已經知道了。

以三百六十日為一年。分一年為十二月。此乃天文歷法的起源。後以積久漸露差誤。遂每年又增加五日，以資矯正。

水退後河邊淤泥遮蓋，田畝失其畛域，人們對於河邊地畝，不得不從事測量，以定你疆我界，故幾何學即起源於此時，英文的 **幾何學**，源出於希臘文，即量地的意思。

在巴比倫境內，有幼發拉底河與底格里斯河灌流其間，其泛濫情形與尼羅河同，所以在紀元前三千八百年以前，巴

科學常識

比倫人民，也懂得歷法的計算了，他們用我國銅鼓滴漏相似的方法，來測定一日和一年的時間，他們的數目比埃及人的歷法更精確，已經知道二十九日十二時四十四分爲一月，三百六十五日有零爲一年，一日又分爲十二時，每時分爲二小時，一小時分爲六十分，一分分爲六十秒，雖然我們現在的量法多用十進位。但是測時測角至今還應用六十進法呢。

在這科學發源的兩大古國裏，天文和數學的發達最早。就是證以我國，也不能例外，我們知道上面所說的河流泛濫情形，爲發生這兩種科學的重要原因，本來在草莽初創時代，一切底文明設備，都不齊備。外界的天災又相逼迭至，人民爲生存而奮鬥，不得不運用天賦的智慧，來創造合用的學問，所以我們可以得到一個結論：實際的需要，爲發生科學的原因，因實際需要而創造有利人生的事物，在中西古代，其例不勝枚舉，如黃帝和蚩尤戰于涿鹿之野，大霧迷途，黃帝遂造指南車以辨方向。白虎通內有論三皇的一段說：謂之神農何？古之人民，皆食禽獸肉；至于神農，人民衆多，禽獸不足，於是神農因天之時，分地之利，製耒耜，教民農稼，神而化之，使民宜之，故謂神農也。西諺有句語：需

科學常識

要爲發明之母，這是很確切的，

好奇心驅使 實際的需要固爲科學起源的一個原因，然在非洲中部及在太平洋幾個小島內尚有許多未開化食人的民族的存在？他們還『臥之詘詘，行之吁吁，飢即求食，飽即棄餘，茹毛飲血，而衣皮革』的生活？人類從未開化到文明的歷程，正和人們從嬰孩到成人時的知識，漸漸增進有一樣的情形。嬰孩在啞啞學語時，對於未曾經歷過的世界上一切事物，都要發問。這並不含有需要的要素，完全由於好奇心的驅使，如果所回答的答案，不能使之明瞭，一定會使他不滿意，這種好奇心並不含有絲毫功利和強迫在內；完全從內心發出，文明民族和未開化民族的區別，也就在這有無好奇心一點來區別太古人民在漁獵游牧時代，無時無刻不和大自然接觸；所以自然界的現象如日月星辰，山川風雨，鳥獸草木，樣樣都是發問和討論的資料，雖然那時人民的知識還不充分，回答的問題不一定能中肯；但是科學知識的肇源，也就發軔于斯了。

事物的需要，能設法滿足，就足以使人滿意了。但是事物的發生，因上有因；而宇宙間的現象，又是這般的繁複

科學常識

，所以要能滿足人類的好奇心，是做不到的。在埃及和巴比倫時代，人民急迫的需要，不過在防禦這河流泛濫的困難問題，還沒有餘暇，研究事物現象的原因；所以所發生的科學，還不過天文和數學裡一些應用問題，到了紀元前六百多年，希臘受了埃及和巴比倫的文化影響，又加以人民的活潑聰穎，好奇心特別發達，造成希臘的文明。在科學方面說起來，雖不及其他文化的發達迅速，但是已經由具體而漸成抽象；由散漫而漸趨於有系統和組織，如天文學，數學，宇宙論，原子論，邏輯學等，其理論思想精澈高超，固遠非埃及巴比倫的科學所能比擬，我們現在所學的幾何學，還是從紀元前三百年時希臘幾何學家歐克利特的名著，幾何原理裡面脫化出來呢，最可注意者就是這時期的科學大都是理論問題，許多真理，現在都還應用着。

好奇心較實際需要尤為重要 實際需要雖為科學知識的起源，但僅有實際需要而無好奇心，科學決不會發達的。

我們知道埃及的幾何學雖有起點，不過幾種簡單的應用

科學常識

問題而已，直至希臘的歐几里得方集斯學的大成，著成幾何原理一書，這是希臘人的性情偏于理性，即富于好奇心，不埃及人只重于實際方面的原故。

我們再看希臘大科學家亞几默德氏的研究精神，益知好奇心為科學發達的最大原動力，當羅馬大將馬舍那次陷錫拉劫世城時，亞氏專心在沙盤中作幾何圖，研究幾何問題，却忘掉羅馬人已攻進城來，直至一個羅馬兵士要拉他到馬舍那面前去，他仍沉靜摸索，不理兵士，觸怒被害，受戮時猶向其兵士呼口：『勿得毀壞我所作的圖』這樣輕命，視死如歸的精神，是對於求知專心的表現，也就是好奇心的驅使。

由上述兩個例子我們可以說，關於科學知識的起源，好奇心比實際需要尤為重要。

× × × ×

科學來源的歷史

十六世紀以前的科學 在古代希臘科學的思想方

科學常識

在萌芽時代，對於宇宙間一切事物，還不能有清晰明瞭的認識，所以科學和哲學的範圍，常常混淆不清，現在科學所研究的問題，在那時候，都是哲學上的問題，如希臘哲學家柏拉圖把幾何學當作哲學的一種，亞理士多德也將物理學當作哲學的一種，並且那時候所設的科學也不過指切於實用的醫學和生物學等，所研究的問題，也常常和別種不相干的問題混雜，很少獨立的精神，故在這個時候科學附屬於哲學範圍內。

歐洲從希臘時代到十五世紀一千多年，人民的思想和文化，都很發達，不過科學的思潮受了亞理士多德思想的束縛，偏重於演譯法，不事實驗，專作紙上談兵的舉動，在中世紀黑暗時代，學術的研究，都操在基督教徒的手裏，在寺院裏，足不出戶，目不窺園地做工夫，所謂經院派學者是，同時教皇有無上的權力，科學家對於真理的貢獻，有和聖經中衝突的，都被視為背悖聖書，大逆不道，用嚴刑取締，在科學史的一幕上，演了不少傷心的慘劇，這時候的科學，受了這兩種思想的束縛，所以很少進步！

至于改造歐洲一切文物制度的科學是觀察實驗的歸納法

科 學 常 識

的科學，用這種方法研究科學的學問曰原理科學，這原理科學的來源，有的說是福蘭西斯培根所創造固然他是十六七世紀提倡原理科學的第一人，但是創造這項科學真正意義的，不能不說是洛基培根，他當中世紀斯克拉哲學極盛時代，能擺脫一切環境的思想，獨自主張求知認的兩種方法：一種是辨論。一種是實驗，他說：『用口頭的辨論。固然可以歸結一個論斷，能够令人服從；但是要人信仰是一個真理，毫無一點疑意，就少不了實驗。』

譬如對一個人說火的性質，是如何的猛烈，歸結到如果手指燒了，就有痛苦的危險，假若這個人向來對於火沒有經驗，聽了這番話以後，或者服從他說的危險道理，如果不把手指頭當時放入火裡一試驗，他決不死心的信仰這個真理。

洛基培根一生的生活，除了研究數學以外並專從事視光學的研究，曾于一二六七年說：「我于近二十年之間，曾花過了二千餘金磅，搜羅所有的秘密和儀器，行有種種實驗，作真理之研究至於通常法則，我都棄去，」但是當他的時候歐洲人的思想，一來為玄思妙想所蒙蔽，二來為宗教迷信

科學常識

所束縛，所受這種蒙蔽和束縛的弊病太過，所以他的主張便埋沒了二三百年，沒有人出來贊成。

十六世紀以後的科學 到了十六世紀中葉，科學界出了兩大偉人：意大利實驗科學家加利略用試驗觀察的方法，一方面打破了亞里士多德的幾種學說；他方面又努力和宗教上黑暗的勢力奮鬥着，歷盡多少困難，百折不撓，開近世天文物理學界的新紀元，同時英哲學家福蘭西斯培根鑒於經院派用演繹方法研究科學的失敗，首創用歸納法的觀察實驗來研究科學，他曾說過：「要明瞭事物的基本原因，我們一定先要研究他們自然的現象，蒐集和羅列有關係的觀察，攷察何種現象和這事物有聯帶關係的，這樣只要用實驗的方法，就可以得到結論，無論什麼現象的原因，都可以發見了。」培根本人對於科學，雖然沒有什麼發見，但是他是主張用實驗和歸納法來研究科學的第一人，現代科學的發達，不能不歸功於他提創的功勞呢。

福蘭西斯培根的實驗和歸納法好像航海的羅盤針，給與研究科學的方法，他的名著科學的新工具裏面最重要的主張是反對當時的斯克拉哲學，另外注重觀察和實驗求得新知識

科學常識

，創造進世叫做歸納法，於一六二〇年發表於世，他死後一年，又發表紐亞立蘭立史，裏面預言一個科學世界，關於那個世界內的建設和裝置，沒有絲毫不是和現在科學的大實驗室相符合的，自此兩種名著貢獻於世後，多少的科學家受了暗示和影響，所以各種科學，都有主要的發見，離開玄想而趨於真實，

如加利略和開布勒兩人，對於行星軌道間一切情形，有種種精密之發現，後來又有葛生地提倡愛比鳩喇斯的無靈魂說，拜爾反對笛卡兒的二元說，不承認神之存在，於是當時的宗教迷信便完全推翻，至於霍勃斯竭力鼓吹物質主義，主張人類的思想，不能夠離開物質而獨立，洛克發表「人生識解論」證明人生之觀念，是由五觀感覺而生的，於是當時的玄妙思想，便根本打破，由是薩蘭西斯培根的實驗主義，在歐洲人類的思想中，便佔了一把極安穩的交椅。薩蘭西斯培根的主張在這個時候固然可以轉移歐洲人類的思想，但是因為關於觀察和實驗的藥品器械，還是不大齊備，故科學的地盤，仍然不能夠獨立，還是常附屬於哲學之下，及到牛頓的原理發表於世以後，影響及於法蘭西，便有拉勃拉斯的天體

科學常識

批評，科學的哲學，費喜脫之科學原理，等物質的証據和系統的解釋，於是科學這個東西，便獨自成立門戶，脫離哲學的範圍，開近二百年來亙古未有的文明，

照這樣講來，研究科學的方法之所以完全成功推到極近的始祖，自然應該歸功於福爾西斯培根，但是注重實驗，研究一切事物的真理，十三世紀的洛紉培根，就老早創造了這個意思，以後還有許多人實地研究，至於福爾西斯培根不過是把舊話重提再求擴充的改良罷了，所以實在講到原理科學的來歷，窮本極源，十三世紀洛紉培根的功勞也是決不可忘記的。

安納息曼特等的發明乃科學的局部不得謂之科學

我們講到這裏，便發生一個問題就是科學這個東西，說是由於二培根創造提倡而成的，固然很有證據可憑，但是從前希臘學問最盛的時候安納息曼特的大地生成說德摩克利達斯的原子論，十六七世紀柯白尼的地動說，哈爾飛的血液循環之理，都是和近代各科科學的理論與事實，全然相符合的何以把創造科學之來源的功勞，不歸之於他們那些人，而獨歸之於二培根呢？存有這項疑問的人，大概對於科學

科學常識

的意義，懷了「九牛一毛」和「萬樹一葉」的見解；對於科學的全體意義，還是沒有十分清楚，我們在上段已經講過了，說科學之意義，就是在極狹義的範圍之內，也是用觀察實驗的歸納法，研究自然界有形的現象，求得精確知識學問之總名，照這樣講來，科學這個東西，是注重尋普遍的歸納法，來求精確和有系統知識的學問，那麼安那息曼特，德摩克利達斯柯白尼哈爾飛那些人的貢獻，不過是科學中的「九牛一毛」和「萬樹一葉」絲毫沒有科學全體的意義，試問拿九牛中的一毛，便可以說是牛嗎？拿萬樹中的一葉，便可以說是樹嗎？如果說安納息曼特諸人的貢獻，便是科學，那麼中國神農氏所習的草木，黃帝創造的算術，墨翟公輸所明的物理機巧，鄧析公孫龍所析的異同，子思主張的天圓地方說莊子見到水中有火之疑，我們三四千年以前便也有了科學的意義，何以到現在還沒有科學的文明呢？再不然如果說安那息曼特那些人的貢獻，真是科學，何以「萬有引力」「定比例」「倍比例」「進化論」諸理論火車輪船飛機電報電話電燈諸事實，不發明十六七世紀之前，而獨發明於十六七世紀以後呢？！

培根主張縮小科學範圍 不過韋爾西斯培根的主

科學常識

張，把科學的領域縮小了，從此科學一門，也脫離哲學的範圍而自立譬如比較發達較遲的心理學，起先只憑各人主觀地見解，來解釋心理的現象，所以歸在哲學的範圍，到十九世紀德大心理學家馮特在實驗室裏用實驗的方法來研究心理的現象，開現代實驗心理學，比較心理學等科的先河，所以現在心理學科，也附屬於科學範圍內了，不過在他方面說起來，培根的主張：把科學的領域縮小了，能用實驗和觀察來證明的，大部分都是討論物質的問題，所以十九世紀以前的科學不過限於數學，天文，物理，化學，生物，…………等科，極有名的著作，也不過像英大科學家牛頓的原理和法天文學家拉普拉氏的天體力學和宇宙系統論，等幾本書，到十八世紀渥爾夫發表他的意見說：凡有系統而探求其原理的教訓，我都算作科書，從他的意見發表後，許多學者都根據這種方法在物質問題以外另求別種的對象來研究，這樣將科學的領域大大的擴張，並且從他這寥寥數字的一句話，產生了現世所謂的科學方法，皮爾生說：「科學的方法如能熟習科學的範圍無限，研究的材料亦無窮，非自然界的現象，社會的生活，和文化發展的過去和將來都可做科學的資料，科學的主

科學常識

體在他所用的方法。不管所取的資料是那一類，』所以像政治社會等研究人類羣居時的現象和關係的學問，現在也都成了科學的一部分了。

科學的方法簡單說起來，只有兩種：第一種須要靠吾人的試驗和觀察（大部份要用精密儀器的幫助），對於事物，有了客觀和具體的概念，再用比較，分析，綜合，概括的方法來求他的原因結果，和其他事物的相互關係等，這種方法又稱『實施的方法』但是科學中有一大部份問題，是超越吾人的觀察試驗的範圍以外如宇宙之廣袤，電子的渺小等我們不得不用精密的思致：正確的推理，將所研究對象的張本，應用邏輯的演繹法，歸納法，因果律來求得完善的結論，這種方法叫作『邏輯的方法』本來邏輯的一個定義是：「科學的科學」在中古經院派所討論的邏輯完全注重形式，稱為「形式邏輯」用形式邏輯來研究科學，把科學圈在形式邏輯的範圍內，所以最大的功績也不過使已知的現象得到一個解釋罷了，至於要從已知推到未知，那就沒有方法了，自十九世紀英哲學家彌爾實行邏輯革命，法哲學家孔德提倡實證主義，後，科學方法完全改變，採用所謂『實質邏輯』這樣邏輯成為

科學學識

研究科學的工具，而不受其範圍，從此學者的思受想了解放，科學上的新發明和發見，日益增加，無有止境，了成造二十世紀科學的文明，同時英哲學家哈密爾敦，對於科學也下一個定義說：「科學是一種完成的認識，其性質在形式方面屬於完美的邏輯，在實質方面屬精密的探討，」

結論 十六世紀以前的科學乃偏於理性的演繹科學；至近世重客觀的原理科學產生於一六二〇年福蘭西斯培根科學的新工具出世以後，故論者謂近世的科學創始於福蘭西斯培根，

科學的分類

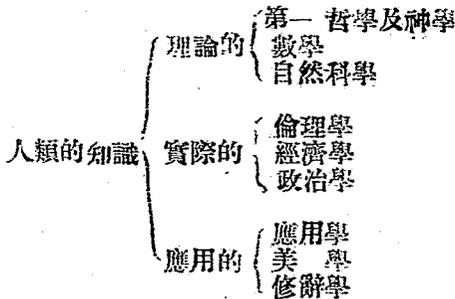
在中古科學正萌芽時。科學這名詞，不附屬於哲學系統的下，那時科學家對於任何學問，都要博涉，所以現在所謂的科學，只佔人類知識或學問的一小部分，到了培根出世以後，科學的位置漸漸提高，幾可和哲學并駕了，近年來科學的進步，一日千里，研究的科目，種類頗多。各科的理論，都由淺顯而築愈深，科學已脫離哲學的駕御，而成獨立的學問，所以在今日人們要精通幾種科學，是不可能的事，就是要明瞭各科內容，系統和相互的關係，已經很費時間了，科

科學常識

學家用分類法把科學的種類詳細分析，自混淆而獨立，自單純而繁多，有條不紊，或用文字說明，或用圖解代出，使人一目了然於其一貫的系統，對象的內容，相互的關係等，這是何等簡便的方法！

分類的標準大致可分為兩種：一種以主觀為標準，如培根，皮爾生等的分類法是；一種以客觀為標準，如孔德，惠衛兒等的分類法是。前法可使各種科學言舉無遺，而系統的排列不清；後法的系統雖覺排列整齊，而所舉的科學種類，則缺而不全，分類的形式，依各家的方法不同，分為三種：一種培根的樹枝式，二為孔德的位階式，三為湯姆生的坐標式，各家分類的公共原則有六：一，自單純而至於複雜；二，自卑下而至於高上；三，自獨立而至於因存；四，自先歷史的而至於歷史的；五，自物理現象而至於心理現象；六，自具體而至於抽象。

希臘時代的分類 希臘時代的科學，雖未成立，而各種學問，已有亞理士多德為之分類了，他把人類的知識、分成理論的，實際的，和應用的三種，每種又分為幾種學科，列表如下：

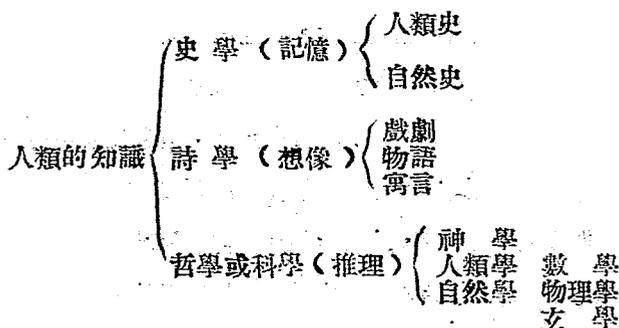


在這表裏沒有邏輯在內，因亞氏主張邏輯的功用，不過來定各種知識的關係及其範圍，是求知的一種手段，不能認為一種哲學，他的方法後世雖有批評，但是他實開科學分類的先河，自亞氏後千餘年，學者都信仰其學說，不敢非議，中世紀經院派學者，分自然知識和啓示知識兩種，神學歸入自然知識，神學歸入啓示知識，但是他們的思想仍脫不了亞氏的主張。

十六世紀以後之分類 亞氏的學說，支配歐洲思想界有一千多年之久，到十六世紀培根奠立近世科學的基礎後，學者的思想，方漸改變，培氏反對經院派將知識當作圓的半徑而集中於圓心，使各種科學的關係均派，他主張如樹枝分枝般的分法，他說過：「科學的分類，並不像許多線的集

科學常識

於一角，却如樹枝的連於一幹，」這方法的長處，正如樹幹在分枝以前，已有繼續不斷盡量生長的機能，所以含有統一合進化的暗示，不過培根分類法根據于主觀的記憶，想像及理性等來分別各種知識，忽視知識本身的客觀區別，這是他的短處，但是該時學者的意見都依他作標準呢？其分類表如下：



培根的方法，誤謬之點甚多，固然因為那時的科學，還不十分發達，各科系統關係尚無明晰的觀念，但培氏所根據的心理現象如記憶想像，推理，都屬於知的範圍，而忽於情意兩種，所以不能算作合理，皮爾生的批評是：培根雖然批評當時的知識界，但是他自己也不免為當代思想的產物，他的精透眼光，雖能看破中世紀經院派學者的弊病，但仍不

能脫其思想的形式及其表現方法，』

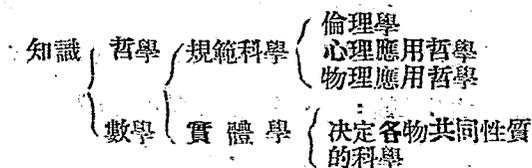
笛卡兒的名著哲學的原理裏說到哲學可以包含一切精密之知識，共分三類：一，論及無形世界的，叫做玄學；二，屬於有形世界的，叫做物理學，三，屬於知識的應用的，叫做應用學，倫理學，機械學，藥劑學，都屬於第三類他忽去現世認為科學的心理學，也犯了偏而不全的弊病。

霍勃斯主張哲學是一種澈底了解事物的原因的學問，共分三類：一，數學；二，自然科學；三政治學。他說科學是確實明瞭事物事實的學問，不但政治學不列於科學範圍，就是動植物學，也不算正當科學。這樣科學的種類更形狹小了。

在十八世紀渥爾夫下了科學的定義後，科學的領域漸漸擴大，他分知識為歷史和哲學兩種：歷史所以敘述正確的事實；哲學所以研究事物的原因；數學為規定物的分量關係的一種知識，其分類法沒有把各種科目詳舉，不免有簡略之病。其分類表如下：

歷史 狹義哲學 { 自然神學
心理學
物理學

科學常識



十九世紀的分類 惠衛兒調和兩派的主張，在他所著的科學的哲學裏提出新一種新分類法，一方應用人的心理能力，他方根據科學的根本觀念，來作科學的分類，他把科學分成七種，每種都由某種科學加上物質或心理的能力，成爲另一種科學：

(一) 由時間，空間，和數量的觀念構成的科學，就是科學。

(二) 數學的觀念，加了勢力，運動的思想，就成機械學。

(三) 數學和機械學的思想，加了化合力的思想等，就成化學。

(四) 化學的觀念，加了生命等思想，就成生物學。

(五) 生物學的觀念，加上感情意志等思想，就成心理學。

科學常識

(六)由心理學的觀念，加上歷史的原因，就成史因學

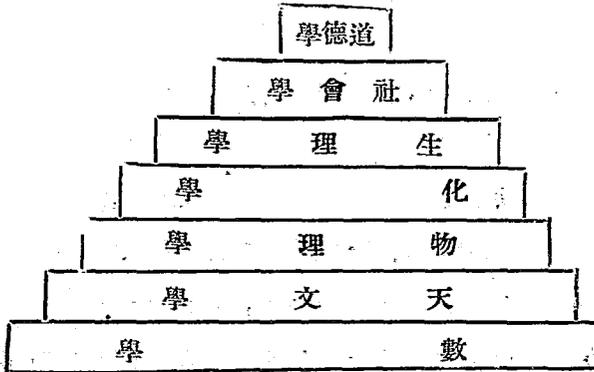
。

(七)由史因學的觀念，加上時間空間的思想，就成神學。

他的分類法很能注意于各科的相互關係，並且所舉的七種科學，都是純粹理論科學，並沒有把應用科學摻入，不過他不注重科學本身客觀的對象之性質，而注意于對象的思想之性質，仍不脫主觀的見解，在他的分類裏，並把邏輯，玄學，忽而不論，也是一個缺點。

孔德的分類法根據三條原則：一，須根據于研究對象事物的性質；二，當自簡單而至于複雜；三，自獨立而至于因存，他主張基本的科學有六種，依次序說：一，數學，二，天文學，三，物理學，四，化學，五，生物學，六，社會學，他將數學作科學的根基，進而為屬天的天文學，更進而為屬地的物理學及化學，這都屬於無機的知識有了無機的知識，才能發生有機的知識，最初發生屬於個體的生理學，內含動物學和植物學兩種，更進而為屬於團體的社會學，在社會學之為科學進極的道德學，可用位階式圖表之：

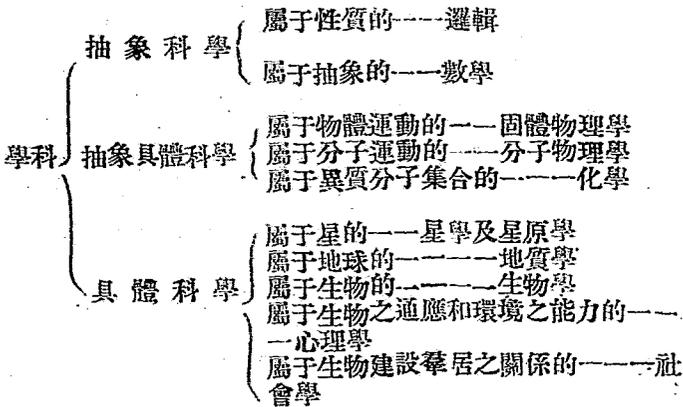
科學常識



這種分類法注重科學系統的一貫和其演進之層次，所以他的分類法叫做位階式。這圖的階級長度，逐漸減短，又可表各科進步的比例。如數學的進步甚早，又最完全；而社會學在現在還沒有臻于完滿位置，但其病在太忽略了各科相互之關係，如研究天文學，也不能不依靠物理學和化學的知識，而研究物理和化學，不一定要靠天文學的知識。並且像邏輯，心理學，玄學等，沒有列入，所以皮爾生批評說：「他的分類法，都屬於空想，從近代科學的根據看起來，其方法和理論，同無存立的價值。」

十九世紀下半期英哲學家斯賓塞修正孔德的分類法，主

張用培根的樹枝分類法，把科學分作抽象科學，具體科學及抽象具體科學三類。第一類專考事物的關係，第二類專考事物的本體，第三類專考事物的性質。其分類表如下：



在這表內數學和邏輯認為一類，和現代把這兩科同認為形式科學的意見相同，他又認心理學為具體科學，這是他見解獨到之處，不過他把物理化學同天文地質分為兩類，并說第二類可以產生第三類，這正坐孔德位階法的弊病，彌爾的批評是：「這種分類法，不基于事物的相互關係及其性質，

科學常識

只根據觀察事科方法的差異來分類，所以也不合宜。』

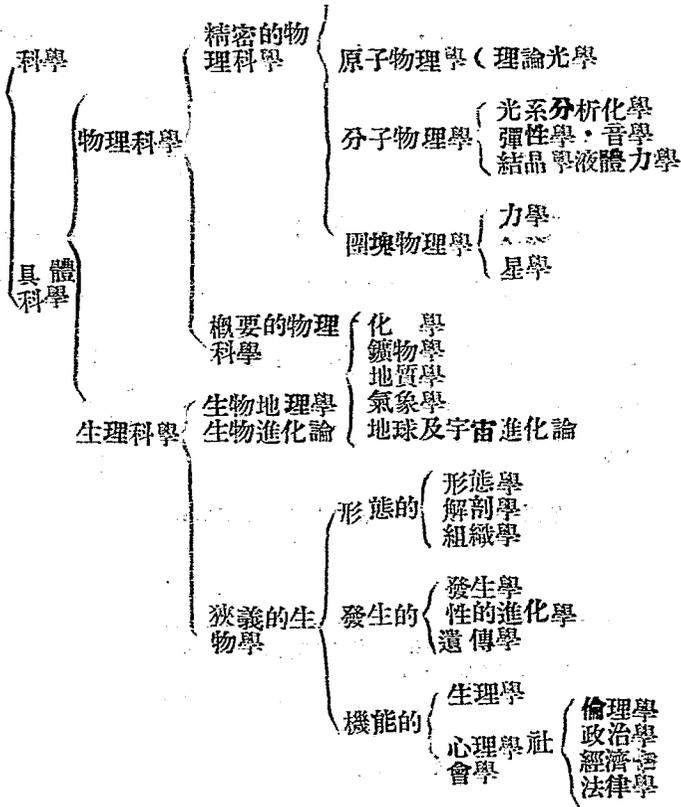
二十世紀的分類 二十世紀的科學，進步奇速，研究科學的名家首推法樸盎嘉萊，英皮爾生，德馬哈，美湯姆生諸人，皮氏和湯氏對於科學的分類法，尤其精細詳密，現在把這兩人的意見敘述於下：

皮爾生在他的科學規範裏，主張分科學為抽象和具體兩種。抽象科學包含數學，邏輯，和統計學三種。具體科學分為物理科學和生理科學兩種：前者研究無機的現象，後者研究有機的現象。每種分為幾項，每項分為幾科，在表內把現代各種科學詳舉無遺，不過倫理學，政治學，經濟學，法律學，幾種却認為附屬於社會學之下。

抽象科學 { 邏 輯
 { 數 學
 { 統 計

以太物理學 { 熱 學
 { 光 學
 { 磁 電 學

科學常識



湯姆生的分類法，和以前不同，用格子圖表代樹枝式，

科 學 常 識

每種科學或九種相類的科學佔據特別的一格，縱的方向可以看出這種科學的性質，（如屬於普通的，或屬於應用的等是）橫的方向可以看出這種科學從何種基本科學演化而出，所以這種方法叫作坐標法，他先分科學為抽象科學和具體科學兩種，和皮氏的意見正同，抽象科學裏以數學為基礎，以玄學為最高超；具體科學裏以化學，物理學，生物學，心理學，社會學五種為基本科學，前一類注重方法，邏輯和統計學都屬之；後一類注重經驗的事實，許多種理論科學應用科學都屬之。

在湯姆生於一九一一年所出版的科學概論裏的圖表，簡

譯如下：

具體的	應用科	政治學 內政學 生計學	倫理學 教育學	優生學 醫藥學 森林學	航海學 工程學 建築學	農學 冶金學 探鑛學
	聯合科 學	人類史	人類學	生物界 通史	大地通 史 地質學 地理學	海洋史 通史 日史

科學常識

科	特別科	民族學的 制度研究	審美學的 語言心理學	動物學的 植物學 原生學	天文學的 測地學 氣象學	分立體化 立學 生物學
學	普通科	社會學	心理學	形態學 原因學 演育學 生理學 生物學	物理學	化學
抽象的科學	玄學(最高的)		邏輯統計學數學(基本的)			

本章所舉的各種分類法，不過在各時代的幾位代表，藉以見各家的重要意見，至於方法較合理的自以皮氏合湯氏的分類法為完美，不過不滿處，仍不能免焉。

科學的方法——倫理方面

總論 宇宙間的現象。千變萬化。吾人要一一加以研究確是一件做不到的事。科學家的責任，端在能就各人所研究對象的一部分，尋出其因果的關係，現在科學漸發達，研究科學的專家亦漸多。所以大部分的現象，都有公律來規範。這種科學真理，可以成立，初非偶然。科學的真理，對於主官的觀察者為普遍的認識，對於客觀事物為必然的結果。所以主觀方面我們不得不假定無論何人，都有共同的精神組織

科學常識

，如說二加三等於五，人不是狗，大家都承認，沒有能反對的，這種的法則，叫作『思考的根本法則。』是沒法證明的。幾何學裏許多公理，都根據這條法則而成立。如果沒有這種法則存在，則我以為二加三等於五，他以為二加三等於六，我以為人非狗，他以為人是狗。一切的科學真理，都不會成立了。在客觀的現象裏，也有二條重要的法則：叫作「天然齊一律」和「因果律」，每天太陽從東方升起，明天太陽決不會從西方升起，這便是天然的齊一，橫豎嘉萊說：『天然界是齊一的，若不齊一，則其各部決不能有關係。』有了齊一，就有因果之可尋了。現象的發出必有原因：在同一境裏有了同一的原因，必有同一的結果，在標準氣壓中純粹的水熱到百度一定要沸騰。今天是這樣，明天也是這樣，在他處也是這樣。這便是因果律。宇宙間有了這兩種公律，方有真理之可尋。不然今日以為是，明日以為非，尙可有真理之可言。

演繹法

邏輯本是推理的科學。科學真理的探求，本有待於吾人的推理作用。所以在科學的方法裏，邏輯的方法佔重要部分。

科學常識

在古代邏輯裏，注重「三段論法」。這種方法，亞理士多德一直應用到十世紀約千數百年之久，當作思想的唯一方法，他的形式分爲三段：第一段叫作「大前提」，是普通的原理，第二段叫作「小前提」，是一個特例，第三段叫作「結論」。前提的原理沒有錯誤，則用這形式來推論，其結論一定真確的。今舉一例如下：

凡人皆有死……………大前提

蘇格拉底是人……………小前提

所以蘇格拉底也有死的……………結論

在這例子裏，前提的論斷沒有錯誤，而其形式也合於三段論法。所以結論也不會錯的。現在再舉亞氏推測行星軌道形式的例子於下：

行星的軌道一定是最完美的形式……………大前提

圓爲最完美的形式……………小前提

所以行星的軌道是圓的……………結論

在這三段論法裏推理的形式是不錯的。但是前提的論斷，顯有差誤，所以結論也就不對了。

三段論法的邏輯，注重在形式方面。所以又名『形式邏

科學常識

輯】。大前提裏所包含的真理，必爲已知的事實，所推求的結論，只是一個特殊的例子。這種方法叫作演繹法。科學的天職，本是用已知來推測未知，在演繹法中把已知包含未知，我們無論怎樣推攷，總不能逃出這已知的大範圍裏。所以演繹法在科學方法裏的應用不多。可是全部數學卻是完全用演繹法創造的。如幾何學只從幾條公理和定義演繹出來的。因爲數學是純粹推理科學，其公理也是合於思考的根本法則，大家共認而無法證明的，依此演繹出全部的數學，當然不會生出謬誤的結果。別種的科學，所推測的對象，是經驗的世界。如果先假設一起經驗的大前提，則結論自易流於虛妄。

歸納法

形式邏輯只能證明已知事物的合理與否，而不能發見未知的事實和真理。歐洲自亞氏至中世紀科學界沒有長足的進步，可說爲這種方法所限制，到十六世紀培根知道要發見科學真理，不能專靠形式，須在實質方面下手。創「實質邏輯」。他以爲用演繹法決不能探求自然的真理。第一步須對於特殊的事物加以精密有系統的觀察，有時並須用試驗法來決定

每種特殊事物的關係。有了許多特殊觀察，再加以種種的方法，我們方始可以得到一個普遍的通律，在他的新工具一書內曾舉一淺近的例說。「甲物體有重量，乙物體有重量，無論何種物體都有重量，所以一切的物體，都有重量」。這種方法是從特殊的事實，推得普遍的原理，所以叫作『歸納法』在自然科學上，是很佔重要的。前章說近世科學的發達，可算從培根發表他的新工具始，因從此以後，研究的方法改變，科學的進步，一日千里了。

歸納法是把已知含在未知的範圍裏，我們只要能把這許多已知的事實，羅列出來，這未知的大範圍，就可探知了，牛頓見蘋果落地而悟地心吸力之理，這是人們認為牛頓在科學界內的大功績。殊不知這個發見，不過是他發見萬有引力的一個特例。他把地球繞日，月繞地球，潮汐之理，和蘋果落地的諸現象，認作同一原因，又詳考物體下墜的加速度，和月受地球所生的加速度，一一推算，知道二種物體有相互的引力。構成萬有引力的公律，二物體間的引力和其體積之乘積成正比，和其距離之平方成反比。這種發見，纔可使牛頓的大名永不磨滅。

科學常識

歸納法固然佔科學方法中重要部分，但是嚴格說起來，演繹方法亦不能獨廢，有時科學的真理用歸納法的證明還不足够，或者不能用試驗來證明，則不得不用演繹的推理、或用演繹的數學來推算，得到一種關係，再用試驗來證明，伽利略否認亞氏的物體下墜的速率依物體之輕重而變的假說，創物體下墜等速率的假說，當他在斜塔作墜物之實地試驗，證實其假說不誤後，猶以為未足，他用數學演繹法推算，知到物體下墜所經之距離，和時間的平方成正比。這樣他又可以比較兩不同物體下墜時在不相同的時間內所經距離的比例，或經不同距離所須的時間的比例，結果和其所推測者符合，這樣他的假說更覺可靠了。又如牛頓說明繞地球是由於地球的引力，但是無法證明的。所以他用力學的公式依數學推算的結果，知道如甚引力說正確，則月的軌道之進行方向，須向地球方面彎曲，每分鐘約十六英尺。他觀察月的軌道的形狀和繞地的週期，來計算應得彎曲的速率。結果因那時地球半徑的里數尚未確定，牛頓的推算結果，頗與其觀察而應得的結果相左。致此大科學家反有不敢信認他自己的主張。這類方法是先用演繹法的推算再用歸納法的證明來証實。所以

科學常識

這種方法又名『演繹歸納法』像天文學開布勒二十年不絕的觀察行星繞日軌道的形狀，積無數的結果，歸納到三條公律，

(一) 行星的軌道為橢圓形，而太陽居其焦點之一。(二) 行星和太陽連以直線，行星運動時，如所經之時間相等，則直線所劃之面積亦相等，(三) 二行星繞太陽的週期之平方，和與太陽平均距離之立方成正比。牛頓用力學的計算，演繹到一個簡單的公理，就是上述的萬有引力公律。

或然的計算 宇宙間現象變化，繁複無窮，有的事情，發生的原因，多至無窮，我們不能一一知悉。所以就我們所知的範圍來說這類不能預知之事，都稱作偶然事，例如在碗中擲骰，擲後應為幾點，不能預知，因擲出某點的原因甚多，有因擲法的輕重高低；骰面和骰角的平正程度如何。碗面的曲度怎樣，種種的原因，我們決無法詳知。只好當作偶然的事，遇到不偶然發生的事，吾人雖無何等的規律來預測。但據長時間的統計結果，則發生這種事件的次數的比例，常趨於一定。如擲骰後的結果或為六，或為二……或為六，不能決定。但若擲骰至千百次後，則擲出某點之次數，很接近於六分之一。這個分數，在數學裏叫作「或然率」或或然率

科學常識

最高爲1，此時預測的事物，必然發生。最低爲零，則所預測的事物，必不然生，如小如二分之一，則不發生的機會較多。今以公式表之：

設P爲發生之次數，Q爲不發生之次數，則此事件發生之或然率K

$$K = \frac{P}{P+Q} \quad \text{其不發生之或然率爲} \quad K = \frac{Q}{P+Q}$$

今隨意拋一銅元於地，則或爲正面向上，或爲背面向上，初無何種理由可言。不過是偶然的機會，但是我們可以說正面向上和背面向上的機會完全相等，其或然率各爲二分之一，或然率的可信程度須視其次數的多少，如擲銅元一次，則非正即背，決不能和其或然率相符合。如擲十分則雖或不至適爲五正五背，然普通必有數正數背，如四正六背，則發生爲正面的比例數爲十分之四，已漸和或然率相近。如擲至至千萬次以上，則發生正背的機會，漸趨相等。這是有人用實驗証明的。

事物之發生用統計法計算後，如與預測的或然率不符，則必有未知的因素潛伏在內，可供吾人作科學上的討論，如雙生子的性別問題可以下法分配爲兩種：

先生者男男女女

後生者男男女女

照上面而論，如雙生子的產生僅為偶然的事，則同為二男或同為二女的或然率各為四分之一，一男一女者為二分之一。但統計各處雙生子的性別，則為一男一女的事實甚少，同為二男二女的事實為多。這和或然率的推算所以決無偶然，必有特別原因存在，可供生理學家來研究的。

實施方面

研究科學的工作，可分下列六種，即觀察，實驗，分類，分析，歸納及假設是門，今逐條說明於下，

一，觀察——精確

觀察務須精確一經錯誤，則必無真確結論，失之毫厘，謬以千里矣，大化學家斯塔耳，講授化學時，以中指放入鹽水中，而以食指置諸口內，則神態泰然，如若無事，令學生每人試之，皆以食指入鹹水，置口中殆無不愁眉皺眼者，氏曰足徵你們平常觀察一事一物，多不注意不曾看見我以中指浸入，而以食指放諸口內耶？！宜其實驗結果之迥異也，即以此細小實驗，觀察不仔細，結論遂以錯誤，故觀察務求仔

科學常識

細精確，意在乎此！

二，實驗——慎密

此項手續，乃以人為的設備，證明觀察之所得，使知識更形真確，故實驗時對於實驗之步驟，不得不詳為設計，對於實驗之目的，不得不早為確定，稍以疏忽即歸失敗，例如欲證明氧與動物生命之關係，用燃點之燭入玻璃罩內，以除去空氣中之氧氣；後以雛雀入中，不久即死。由此即可以證明氧與動物生命之關係，「有之則生之則死」之結論乎？燭燃燒生成物之二養化炭氣，是否有使動物窒息而死之性，安見小雀之死，不為二養化炭氣存生之原因耶？！是不能不令人置疑！然若早用輕養化鉀，吸收燭生之二養化炭，後再以小雀入之，轉瞬若死，是玻璃罩內缺乏氧氣之原因，手續清楚，結論當不至錯謬。此實驗之必求審密也，

三，分類——詳明

業經觀察實驗之後，已得正確事，然後找尋異同，將相同之點，分類排列，使複雜之事實成簡單，散亂之知識有系統，片斷之觀念相聯屬，此項手續，在科學方法中為最重要，科學知識之精確，全賴於是，故分類之不得不詳明也。

四，分析——精細

宇宙間的自然現象，多半複雜，若僅事分類，時感結論曖昧，不得不再事分析，以至現在人們之知識不能分析爲止，然後再將極簡單之觀念歸納，所得之知識，庶幾真確矣，

五，歸納——簡括

歸納的作用，乃由各別事物之特性以求通行，由事物之已知以推未知，如此看來，科學的歸納，是先有事實，後的通則，通則一原理或定律，見建築在事實之上，較諸哲學有演繹純憑主觀陳理以爲判斷，不啻天壤之別！

六，假設

事實若簡單明瞭，歸納以後，即可得正確結論，然事實多複雜暗晦，往往歸納之後，諸多曖昧，不即明白確論，姑名假設，以俟後之證明。倘與新事實新現象，全無抵觸，復得多事之覆証，則此設假一躍而爲學說矣，然此學說，不過較多証明之假不而已，倘仍有新事實與現象發生而此學說不能解釋時設則不得修正，或竟至完全推翻，故設假與學說，並非一成不變，乃人們文化之進步時間之推移而變也，故歸納結論的假設亦即演繹法的大前提在科學方面中甚爲重

要，

然好假說的條件有三二一必須能夠教生演釋的推理，並且由推理所得的結論，可以與觀察的結果相比較，二由假設所推得的結果，必須與觀的事實相符合，三必須與已知為正確的自然定律，不相抵觸。

講到這裏我們就可知的亞里斯多德的演釋法培根的歸納法，各齊編而不完之毛病，

若全憑理性的演釋法以研究事物，求知識而不賴事實結論難得正確，無異蜘蛛之織網，一絲一縷，皆吐自腹中者，故名此演釋法曰「蜘蛛的方法」

至過於注重事實，徒事堆積而不以理性安排，則又與螞蟻之覓食，雜然堆集有何分別，故名此歸納法曰「螞蟻的方法」吾人應注意事實，憑靠理性，加以整理以求精確知識，即所謂演釋歸納互用，如此則與蜜蜂之採集花蜜，加以製造，益以融化釀成芬芳之甘蜜無異，故名此方法曰「蜜蜂的方法」。

科學的精神 科學精神，不但是一切科學所應有，即是平常處事，若就最妥當的辦法而言，也應該如是，不過平常的人，是否人人都有這個常識，是一個問題罷了，湯姆生說得好：我們說，去爲科學，就像說去爲呼吸，或去爲消化一樣，因爲呼吸與消化，是我們一刻不可離的，

科學精神究竟是甚麼？據我們想來，最顯著的科學精神，至少有五個特徵：

一、**實崇** (一)實崇 科學的結構，是建築在事實的基礎上的，所以第一須確定所研究的事實，但是這不是一件容易的事體，我們知道智識的成立，有官覺和推理兩個途徑，但是這兩個途徑，都是常常引導我們走入迷誤的，我們看見電影戲中人物風景都在那裏活動，其實不過是一張一張影片的結合；我們聽見百里雷聲入連珠砲的響了一陣，其實不過空中放電的一個回音，這是就親見親聞而言，至於因目病面眼光生花，因事隔而聽他人的傳述，其不易得事實，更不必說了，

大抵耳聞目見之非實的，可以用推理爲之矯正現在我們引風俗通義異一段爲例：

學 常 識

汝南南頓張助於田中種禾，見李核，意欲持去，顧見空桑中有土，因殖種以餘漿灌溉，後人見桑中反復生李，轉相告語，有病目痛者，息陰下，言李君令我目愈，謝以一豚，目痛小疾，亦行自愈，衆犬吠聲，因盲者得視，遠近翕赫，其下車騎當數千百，酒肉滂沱。間一歲餘，張助遠出來還，見之，驚云：‘此有何神？乃我所種耶，’因就斬也：

這可見桑中生李，雖是事實，而實際上桑中無生李的可能，卻是常識可以判斷的，不必待張助回來，才能把李神誣倒，我們引上面的兩段，是要証明科學家的崇實，正是常識中應有之義，不過有常識的人太少，雖讓科學家獨步罷了。但推理有錯誤，又不可不用官覺來糾正，蓋用推理之結果當事實，是科學精研所不許的，瓦勒斯在地的生命的世界書中有一段說明事實與推論的分別，他的說話大略如下：

赫立角蘭島的燈塔，最適于觀察鳥的飛徙，有一個人名蓋特克的，曾在那裡觀察了四五十年，他所記載的事實，是幼鳥于遷徙時，先到此島，老鳥在一二星期之後方到，這是一個事實，但從這一個事實，他們又推出一個事實，說幼鳥的遷移在老鳥之先，且不與老鳥一同飛行，年年如是，於是

科學常識

他們覺得這真是不可解的事實了，瓦勒斯說：我對於觀察所得的事實，固加承認，但由推論所得的則完全否認，因為他們絕對沒有証據，他以為據席波姆的記載，經過此島的鳥，數目極多，真是不可勝數；但必定要晦黑的天氣，在這燈塔的光中，才能看見鳥飛，天氣一晴或星月朗照那經過的鳥羣，立刻高飛入雲，可聞而不可見了，瓦勒斯以公照這樣說來，幼鳥先飛之說并不能求為事實，至于觀察上只見幼鳥，則有幾個解釋，（一）每年秋間鳥羣飛徙，幼鳥佔三分二，但是幼鳥初試長途飛行，缺乏經驗，又形體孱弱，易感疲乏，所以一見燈光，便以為陸地到了，下來休息及覓食，老鳥強壯的飛得較高，看不見燈光，所以不會下落（二）鳥羣經過陸地的飛行愈長，則幼鳥為鷺鳥所攫食的也愈多。最初兩星期的鳥羣，是由近海地方來的，未經過鷺鳥虜掠，所以幼鳥獨多，（三）最初幾星期，時期未迫，有經驗的老鳥，遇惡劣天氣，便不肯飛行，惟有幼鳥既不知選擇天氣，又容易疲乏，所以晦黑之夜，獨有幼鳥下落休息，自後時期漸迫，老幼各鳥均非飛徙不可，所以天氣一惡下落休息的也老幼并多了，這些理由都可說明上面的特別現象而幼鳥先飛的不

科學常識

求事實，也自然明白了，

上面所舉的幾個例，可以見得在一切自然或人爲的現象之中，要求一個真實是不容易的事體，科學家既以事實爲研究的基礎，則以崇實爲第一重要，也是當然的態度呵，

二 貴確

二、貴確上面所說的“實”是指事實：此處所說的“確”，是指是精確但有事實而無精確的了解，是不中用的，斯賓塞爾說，常識與科學智識之分，就是一個是定性的，一個定量的，科學始有度量，有了度量然後才有科學，例如我們有溫度計，然後有熱的科學，有氣壓計，然後有氣象學，有量時，量距離，量力的方法，然後有力學，我們的官覺如嗅覺，味覺，因爲沒度量的方法，所以不能成爲科學，而視覺和聽覺的一部分是可以度量的，所以有音學，光學，這可以見得精確與科學是不可分離的兩件事體，英國的近人福斯特有一段話，頗能代表貴確的精神，他說：

常人及非科學以“大概”差不多爲已足，自然是從不這樣的、在自然界中，兩件相異的物件不得稱之爲同，即使兩個的差異不過千分之 一釐克 或千分之一釐米，若人把平常處

事的方法，拿到科學領域中去，想他處理自然的差異，可以與自然的自處不一樣他就要曉得自然必不容許；他若不注意或看不到極微小的差異，就更失掉自然給他引到寶藏的引線，他就要走迷了路，以後他越用力前進，將要離他的目的地愈遠。

至於責不確精的實行，我們舉台威的關於水的研究爲例，當台威用電解法分解水後，除氫氧外，陰極常呈酸性，陽極常呈鹼性，台氏幾經更換器物變用方法，運其精密的頭腦，堅毅的精神，歷八次實驗，遂證明酸性及鹽性乃水中來自空氣中的不潔物所致。

這個實驗經過八個階段，愈進愈深，愈深愈精，絲毫不肯輕意放過，科學貴確的精神，可見一般了。

三察微 (三)察微 我們此處所說的微有兩個意思：一是微小的事物，常人所不注意的；一是微渺的地方，常人所忽略的科學家對於這些地方，都要明辨密察，不肯以輕心掉過，關於留意微小的事物最好的例，我們可以舉伽利略因見禮拜寺燈的擺動而悟鐘擺的原理，相傳伽利略幼年的時候，在比薩的大禮拜寺，看見懸燈的擺動，無論動的路程

科學常識

大小，他的一往復的時間，總是一定的。伽利略彼時沒有就表（我們要記得伽利略的擺動原理發明之後，才有發明鐘的可能！）就用手上的脈息來做一個記算的標準，自後他就造出很簡單的擺動器來計算病人的脈息了。我們現在要說明的是寺燈的擺動，乃人所常見的現象，但以直等到伽利略看見了，才發現擺動的原理，這不過因為常人不注意微小，而伽利略能注意微小的事物罷了，

我們可以再舉化學家任默塞空氣中原素的發現，以證明科學家的察微精神，空氣的組織自經十八世紀懷文迭喜，柏利斯力，拉瓦謝諸人研究之後，一直到一八九四年，沒有疑心於氮，氧，二氧化碳之外，尚含有其他物質的，但是由空氣所取出的氮氧，較之由安摩尼亞所取出的氮氣，每一立特重量之差，為一千二百分之六，即為千分之五，這個數目雖然很小，但在化學上試驗的差誤，是不容超過萬分之二，當時英國的化學家，雷累爵士，曾注意及此，於一八九二年致書天然雜誌，言有人能指出這個相差的原因的，他當然非常感謝，任默特得到這個問題，曉得鎳最能吸收氮氣，即用鎳加熱，把由空氣取出的氮氣，加以吸收，剩下來不被吸

科學常識

收的氣體，有特別的光帶，就是新發見的原素，而命名為二的，空氣中幾個新原素的發見，在十九世紀的末年，頗轟動一時的科學界，但是此種的動機，乃是由雷累及任默塞察徵的精神所造成的！

四 慎斷 （四）慎斷 科學精神的第四個特徵，是不輕於下論斷，人但曉得科學上的論斷都是有根據的，所以也是準確的，卻不曉得科學上論斷的準確，都是從不輕於下論斷得來，科學家的態度，是事實不完備決不輕易下斷語，迅率得到結論，無論他是如何妥協可愛，決不輕易信奉，英國博魯克有言：、「能懸而不斷，乃智慧訓練的最大勝利。」湯姆生也說：「活動的懷疑與貴確的性質一樣難得，」因為科學的唯一目的，是求真理；一旦下了論斷，或承受他人的論斷，便是蒙蔽自己的眼睛，看不見真理的危險關於這一類的例，舉起來，也是很多的，我們現在略引兩種重要科學家的言論於下以見一斑，

五 存疑 （五）存疑， 慎斷的消極方面——或者可以說，積極方面，——就是存疑，慎斷是把最後的判斷暫時留着，以待證據充足，存疑是把所有不可解決的問題，擱

學科常識

置起來，不去曲為解說，或忘費研究，譬如物質的研究，由原子而電子，可謂精深極了，但是物質的起源是甚麼，却是一個不能解決的問題；他如生命起源問題，靈魂存在問題，都屬於這一類，在哲學上斯賓塞爾把世間的事物分為可知的，與不可知的，兩類：科學的職任在把不可知的範圍漸漸縮小，可知的漸漸擴大，但是要把不可知的完全消滅，恐怕知識進化到億萬年以後，也未必有這樣一天吧！所以謹嚴的科學精神，決不肯說無所不知，無所不能，而必對於不可知的問題，抱一個存疑的態度，



科學的目的

科學的目的在求真理，這句話是我們常常聽見的，而且在平常一般的時候，已覺這句話狠可以

真理是甚麼 作一個滿足答案。但是再回頭一想真理是甚麼這個答案就立刻發生困難。我們曉得真理是甚麼的一個問題，在哲學界中討論了幾千年，至今還有會解決。既然如是，我們現在說科學的目的在求真理，豈不等於說科學的目的在那渺渺茫茫不可知之中嗎？所以我們必須明白真理的解說，這個科學的目的在求真理的話纔有意思。

哲學上真理的意義 從前哲學家對於真理的觀念，有種種不同。有的以為一切現象的背後都有一個實質的存在，我們的知識若是成了這實質的完全寫照，那便是真理了（此即所謂實在論）。有的以為一切事物的實體的是不能知道的，我們所能知到的，是對於一切現象的觀念。這些觀念和實體是否一致，我們不得而知，但是在這些觀念中，卻可以發明出一個調相的統系來，便是所要求的真理（此即所謂觀念論）。這種說法，都是把真理看成一個絕對存在的全體，如像世紀化學家所求的點金石一般，得了之後，一切問題完

科學常識

全解決不得之時，所有的努力全無是處，無怪古來的哲學家，人人以為智珠在握，而實際上真理是甚麼的一個問題，卻總無法解決。

科學上真理上意義 科學上是真理的觀念自然和哲學上的不同，其最重要兩點（一）真理不是絕對的，（二）真理是無所不在的。換一句話說，科學上的真理，不是說實際是這樣，而是說大家見得這樣。讀者至此，必要疑問，科學真理不是共和政體，為甚麼以大家見得是這樣作準呢？這個和科學的根本性質有關係，須得詳細的檢查一下。

第一我們要曉得的，科學是客觀的學問，所以我們先要問科學的客觀價值是如何決定的？

凡事在我們個人心中，無論感覺到如何親切，不能算是客觀。拿潘家理的話來說：這個世界所以能保證於我們有客觀的存在是因為這個世界是我們和其他用思想的人所共有的。我們和別人有了交通，從他們得到許多現成的推理，我們曉得這些推理不是從我們自己發生，而且承認他們可以有推理的工作和我們一樣。因為這些推理，和我們的官覺世界沒有甚麼不合式的地方，於是我們可以推論這些有理性的人所

科學常識

看見的東西，和我們看見一樣，因此，我們曉得我們並沒有做夢。

所以客觀性的第一條件是：凡物之為客觀的，必定在許多心中為共同的，而且是能彼此移與的。又因這個移與必待交通而後成功，……我們可以得一個結論：沒有交通，沒有客觀性。

照上面潘嘉理的話說來，科學的客觀性，原是由用思想有理性的人們彼此交通移與而成立的，所以我們說科學的真理是大家見得是這樣，乃是由科學性質上得來的結論，並沒甚麼可怪。

其次要問科學的真理是甚麼？再拿潘嘉理話來說，他人的官覺，在我們完全是一個閉絕的世界。我們沒有法子能夠證明我所認為紅的官覺和我們鄰人所認為紅的官覺是一樣。

譬如有一顆櫻桃和一朶玫瑰花，在我的官覺為A，而在他的官覺為B，我們對於官覺的本體是絕對不會知道的，因為我叫A。為紅B為綠，而他叫前者為綠，後者為紅，但是有一件我們覺得滿足的，就是櫻桃與玫瑰花對他和對我所發生的官覺是一樣的，因為他給一個同樣名字與他的兩個官覺

科 學 常 識

，我也做這一樣的事體。

所以官覺是不能移與的，或者再進一步說，凡官覺中的純質都是不能移與的，而且永久不能鑽研到的。但是在官覺的關係上就不是這樣。

濬嘉理再加一推理說：凡不能移與的，都沒有客觀性，所以只官覺間的關係，能有客觀的價值。他於是再進一步說：科學是各關係的一個統系。

如果科學是各關係的一個統系，那末，這個統系就是科學的真理嗎？若果如此，那真理還有甚麼標準，也值得拿來做目的嗎？

我們對於這個疑問的答案，是說科學用不着問絕對真理是甚麼，自己一樣的可以前進去做他的工夫，而且一點也不覺得有甚麼不方便。一件事體能夠求出他的真關係就是一件事真理，今天的真理，能夠經得起各種試驗，就有今天存在的資格。若是明天有一個較大的真理發見了，使我們今天的真理覺得有些不滿足，那末明天較大的真理自然會滿足明天的需要，我何必為今天的抱杞憂呢？

綜上面的說話，我們要說明的只是兩點（一）科學的真

理不是絕對的，（二）科學的真理是無所不在的。

發見事物關係的法則 經過這個說明之後，我們覺得真理這個名詞簡直可以不用，老老實實的說，科學的目的，在發見事物關係的法則。

我們曉得在科學裡面有許多簡而且重要的說話，他們表出的形式極其簡單，但是他們包含的意思和適用的範圍，卻極其深遠廣大。譬如化學上物質不滅之定律，物理學上能力不滅之定律，牛頓的引力定律，都是這一類最好的例。我們單拿引力定律來說，他的說法是，凡兩物互相吸引的力量與物體質量的相 為正比例，與兩物體間的距離為反比例。再拿公式來表明他，就是這個公式可謂簡單極了，但是他所包含的事實，却極其繁複，從地球上物體的墜，地面上潮的發生，以至天空中星球的運行，無不可據以說明。科學上的定律，雖然範圍性質各有不同，自然科 大概都是這一類。這種定律在許多科學書中，又稱之為、自然律、科學目的所要發見的就是這個東西。

照上面的例說來，所謂科學的定律或自然律，並非自然界如人為的國家一樣，製造了許多發律來管理一切事物現象

學科常識

○所謂自然律，不過把事物的關係，單簡的，完全的，
事物關係的完全敘述 無矛盾的敘述出來的就是；
於是我們可再進一步，說科學的目的，在把事物的關係做一個單簡的完全的無矛盾的敘述。

讀者要問我們討論科學的目的，由求真理而發見事物的法則，由發見事物的法則而事物關係的敘述這樣每下愈況，卑無高論，果然於科學目的沒有小識或誤解之嫌麼？對於這個疑問，我們要說明的是：（一）我們上面遞此推論下來由真理而法則，由法則而敘述，其實是一物而數名，並無甚麼高卑的分別。（二）我們因為不願用真理這個擺統的名詞，所以用、法則、敘述、等字來代替說明。

科學真理 倘若大家要把這個敘述或法則稱為真理，亦無不可，不過要認明這是科學的真理就好了。明白了這一層之後我們可以說關於事物的簡單的，完全的敘述所以為科學目的的理由。

第一，我們曉得科學的職任，在說明事物的、何以、，而簡單地完全地敘述，就是、何以、的無上要求。

完全的敘述不易 第二單簡完全的敘述，是科學上最

科學常識

大最難的事業。湯姆生說，單簡完全的敘述，必須於事體一件不遺，必須於本身，於其他有關係的科學，於一切科學，乃至於一切經驗的普通情形，不發生矛盾。皮耳生說科學家先有概念，然後能把現象分類比較。

分類之後，他就可得到敘述關係及結果的公式或科學律了。這個公式或科學律所包的現象愈衆，他的說法愈單簡，我們愈覺得他愈近於自然的根本定律。

行星統系發明的經過 這種單簡而完全的敘述，我們不舉一個例，不能表示他進行的困難。現在再拿行星統系的發明作一個例，我們可以說，至少要經過了下面所舉的十個階級。

(一) 最初人類對於星體運動的觀察，是太陽東出西沒，他的敘述，是說太陽由西邊落山，爲地面的山所遮蔽，經過一夜之後，復由東邊出來。這種敘述法，自然是不完備極了，但總可算是最早的單簡敘述的企圖。

(二) 改良(1)的說話，說太陽由西方落下，經過地體之後，次日仍由東方出來。

(三) 由觀察太陽共其他星體，都繞着地球運行。此說

科學常識

所包括的現象，較（2）要多一些了，但是不完全之處仍極明顯。

（四）由觀察的事實漸漸積多的結果，於是早先的天文家得到一種結論，說太陽的軌道為一圓圈，一年一週，此軌道自己又跟着其他天體轉動，一日一週。這個公式，比較第（3）的包括又更多了，而且他所敘述的現象，在當時也可算得精確。

（五）喜帕卡斯的話說並不地球並不占據太陽軌道的中心（側心圓說）。這種說法，可把太陽運動的不規則地方更為精確的說明。

（六）約三百年後，托勒密說地球居中不動太陽與月循圓形軌道每年繞地球一週。其他行星的軌道也是圓的其圓的中心又繞着地球成一圓形（環心圓說）。這個統系的全體，又同其他星體每日繞地一週。此即有名的托勒密統系，為學界所遵用垂千餘年，直到中世紀之末，哥白尼之說出現，方纔被廢。我們不能說托勒密的說法是錯誤的解釋，我們只可說他想用單簡的話來精確的敘述有限的現象，而未曾做到。

（七）哥白尼的說法，以為地球循軸自轉，又繞日運行

，於是居外環圓（如非側心圓）的中心的，乃不是地球，而是太陽，這樣一來，把許多的圓圈帶着固定的星體都拋棄了，所以結果是敘述的單簡和精確的增進。但是還有許多事實未能包括全盡。

（八）又約百年後，開普來依據了他的老姪第谷布納厄的觀察，纔發見了行星的軌道是橢圓形，太陽所占位置，乃是橢圓的焦點。開普來的有名的行星三律，不但說明行星的軌道，並且說明軌道的性質。他這個敘述比一前的任何說法，都單簡而精密了，但是只限於行星統系的敘述，所以還不莫完全。再進一步，就是

（九）牛頓的萬有引力說。牛頓的萬有引力說，可以應用於宇宙間一切物體。他和開普來的定律一樣，是現象的敘述，但他越是單簡，越是精確，而且包括的事件越是衆多罷了。二百餘年以來牛頓的萬有引力說，已爲學者認爲、人智所能及之最大限度，不意二十世紀以來，又有安斯坦的引力新說發明，比較牛頓的引力說更爲普遍而精確。所以我們若是要把行星統系的發明做一個完全的敘述，應該以

（十）安斯坦的引力新說爲止。現在我們的敘述，既然

科學常識

無過於舉例，安斯坦學說，要待下章再講。

我們看了上面的例，可以見得一個科學律的成立，不過是人類理性對於某種現象不斷的尋求一個普遍而精確的公式的表現。而且一個公式成立一後，常有被更普遍更精確的公式替換的可能。至於一種科學的精確與否的試驗，除了拿公式所得的結果與實際的事實比較，

真理的試驗 更無別法。赫塞爾說得好，真理的偉大和唯一的特性，是他有經得起普通經驗之試驗的本領，在任何形式的公平討論之後，仍然無變。

科學不能解釋自然之謎

照上面所說，我們對於科學真理即是事實的完全敘述的意義，大約可以明白了。但是有人要問如此則科學僅能敘述自然，於解釋天地自然之謎，竟無所用，豈不令人失望？對於這一層，我們的回答是：就究極而言，科學原來不能解釋甚麼東西。如上面所說的萬有引力說，可謂精密了，但是引力是甚麼東西的一個問題，卻無人能夠回答。科學對於生理現象也有極精微的發明了，但生命的來源是甚麼，也無人能知道。所以湯姆生說：『說科學解釋了甚麼，不如說科學不會解

釋甚麼，還較為確切些

科學的解釋（註十六）但在有限範圍以內，科學的確能夠給我們許多解釋，這是因為（一）科學能把複雜的現象，歸納到單純的觀念，（二）科學能給我們因果的關係。這兩層有略加說明的必要。

（一）由複雜而變為單純，有許多時候可以看作一變複雜為單純一種說明。例如宇宙間的物質非常衆多，但化學把他歸納到八十餘種原子的化合，就非常單簡了。又如有機界的物體，我們看去，更覺突然無數，現在知道他們不過是炭，氫，氧，氮，幾種重要元素的組合，就覺得單簡了。再說物理中許多聲光熱電的現象，也極其奧衍繁雜，我們把他還元到波動和能力的變遷上去，就覺得單簡了。大凡一切現象的單簡化，須先發見他的出現情形和歷史，而結果使他歸到一個已知的根本的觀念上去，或至少可以使他和一個已知的事物相比擬，所以能有說明的效用。但其實還是事實的敘述。

二指出因果關係

（二）平常所謂說明，又大半指曉得一件事情的原因結

科學常識

果，而科學所敘述的關係，也正是指出他因果的關係，所以可以說科學說明了某種物事，例如一個彈丸何以能飛射傷人，因為有火藥在後面驅使，火藥何以能爆發，因為有機械的裝置引起其中的化學變化。又如土中何以忽然生樹，因為其中先有種子，繭中何以忽然出蛾，因為其中先有蛹，這些原因結果的關係是很明白的，不過我們現在要注意的，是科學上所謂原因結果，僅專就事情的先後次序而言，並不能說出甚麼“最初之因、譬如彈丸的飛射，是因火藥的爆發力，是我們所知道的，火藥的爆發，是因化學的作用，也是我們知道的，但是硝石，炭，硫—或者說基甘油—何以有相當的配合，加以熱或壓力，就能爆發，（即所謂化合力），這是我們所不能知道的。所以科學上的所謂“因、，只是“有因”之因”或又謂之“第二因”，那“第一因、或“最初之因，是科學所不能問及，而且也不必問及的。

因果關係，是科學上一個極重要的觀念，我們覺得有略加說明的必要。上面曾說科學上所謂因果，係專指事的某先後次序而言，那就是說，有某一種情形在前，即可發生情一種事形境狀而現在的事情境狀，又是為在前的情形所支配

的。科學上假定這種關係，是無論何時都存在的，就是所謂因果律。因果律的意思，本來容易明白，但在平常却不免誤會。現在要說明的約有兩點。

因果律不含有意志在內

(一) 因果律中，不含有人的意志。平常人每每把自己的意志看破一切事情的原因。他舉起槍來射落了一隻鳥他就要說，他射鳥的意志是因，而鳥的落下是果。但是科學的看法是不如此的。科學看見他舉槍，扳機，火藥爆發，彈丸飛射，鳥身受傷，飛行停止，垂翼下墜……一言以蔽之，看見許多動作的階段。我們可以說上一段是下一段的原因，但是不曉得為甚麼要這樣。意志的說法大約是要補入一個“為甚麼、——就是最初之因、”，那是不在科學敘述範圍以內了。英哲學家約幹米而說、，科學上的因，在本身亦為一現象，與任何物的最初之因不相關涉、。米而所謂、最初之因、，當照不是專指意志，然而意志也是一個。

因果律含有強定前定等意思在內

(二) 是剛同上面相反，那末，世界豈不成了一個冷硬的機械，還有甚麼活動的餘地呢？關於這一層，我們要齊答

科學常識

的，是因果律既然不過是先後一致的前例，當然不含、強迫、的意思，既然不含有、強迫、的意思，有甚麼、前定、機械、的可說呢？復次，因果律既然不色括意志在內正是與意志一個自由活動的地位。那就是說，你若是改變結果，須先從改變原因入手至於意志究竟是否自由，那是另外一個問題，此處不必討論，不過我們以為改變原因的原因，也不妨同在因果律之內，這是與意志的自由不相衝突的。

上面的話，說的抽象一點，恐怕讀者不易了解，我們可任舉一個例來說明。譬如中國三綱五倫之說，大抵信奉了幾千年，現在忽然發生了問題。這問題發生以後，當然有贊成的，有反對的。我們曉得那贊成的必定是受了舊傳統說的薰染，他的原因很容易找出，就是那反對的，也必定是得了甚麼、新文化、，、新學說、的指示，決不是偶然腦經中碰出的見解。但在這兩個不同的主張中，我們未嘗不可以理性的研究做一番選擇的工夫，那就是我們所謂

意志自由與因果律 意志的自由。我所謂意志的自由，與因果律不相衝突，也與此可見了。你若說這個意志不算真正自由，那末，我要請向真正的自由意志是甚麼樣子，

科學常識

恐怕結果世間上找不出這個東西罷！但即使世間沒有真正自由的意志，而未嘗不可有不同的主張，那末，所謂人的活動，也就未必因為因果律的關係而成了冷硬的機械。以上說，本來與科學無關，因要解釋誤會，遂不覺多說幾句。再說下去，就非本書的範圍了，現在就此為止罷。



第二章 分論

進化論六大學說述要

緒論 有機進化的中心意義，是動植物從簡單的祖先按照自然律而發展。這不僅僅是一個學說，實在是一個事實。凡是搜集過證據人，大都能這樣承認的。我們所討論的，都是其中最重要的證據。

進化的事實是一件事，進化的歷程怎樣又是一件事。我們現在就要來討論這些進化的學說。科學家已經發明許多不同的進化學說，人人各自以爲自己所發明的才是對的，不錯的。但是我們要明白他們並沒有討論過進化中心的事實。他們都是進化論者，他們的所以不同，是在於他們對於進化論解釋的差異。

許多人以為進化論就是達爾文主義，這實在是一個誤解，達爾文主義不過是進化論的一種，說明進化是怎樣的進行。達爾文主義並不是一種解釋進化論很完全的學說。如果專門相信達爾文主義就要對於現代的許多進化學說忽略了和拒絕了。現在攻擊天擇說的，攻擊驟變說的攻擊其他學說的學者，都頗不少，但是我們要曉得，他們並非不相信進化論，

實在是因爲他們誤解了的緣故。

芝加哥大學植物學教授顧爾脫博士說：關於進化論有許多解釋證明的理由不大充分的時候，大家就要說，生物學家已經放棄了進化論的信仰。但是要曉得相信進化論仍舊是現在生物學家工作的根據。找出許多解釋不適合的地方來，並不是不相信進化論的表示。』我們現在要把進化的歷程，簡單地敘述在下面，因爲這個學說還是很重要的一個學。

環境論 進化論中最簡單的解釋，便是關於進化的改變是怎樣發生的問題，我們叫她做環境論。照環境論者的意見，動植物是無定形的，是感覺靈敏的，因此他們很容易被環境造成定形，正如一塊爛泥的做成模型，隨陶匠的意志一樣。有機體所住的特別環境，直接影響於動植物的生活：動植物受到這種環境的影響，立即很驟急地改變形態。許多動植物的改變，是外界環境的直接反應；譬如：樹木的落葉是反應溫度的降低；鳥獸的改變羽毛和遷移地帶，是反應季候的變遷。環境論在過去是很有幾個大人物贊同的，像哥德聖希柳爾，愛拉士墨斯達爾文等等都可以說是這個學說的贊同者。但是現在並不被學者們十分注意了。

學 科 常 識

用進廢退論 第二種的進化解釋，是拉馬克的器官應用與否的學說。居維愛曾經譏笑過這種學說，還有許多反對進化論的人也苦笑過他。但是這種學說對於後代進化論者，却是很大的影響，就是現在生物學家還把他的學說改變了一些，拿來引證。他這個學說的意見是，器官用之則發展，不用則淘汰。一代一代的改變，因此發展出來許多新的器官，喪失許多不用的器官，經過幾個變化，後來的動物與從前祖先的關係，完全隱晦而看不出來了。這個學說最好的說明，是拉馬克對於長頸鹿的變成，就是從像馬一樣的祖先進化而成的。長頸鹿的祖先，當初也住在很肥沃的土地上，和馬一樣，吃地上的青草，後來長頸鹿因別種原因，遷居於沙漠，沙漠裏水草不豐，牠們不得不嚼食樹葉，以維持牠們的生命。牠們的頭頸，因為天天要伸長去吃高樹上的葉子，在幾世紀之後，牠們的頸部，便漸漸地長起來，最後成為現在的長頸鹿的樣子——和原來的那種平坵食草的動物，大不相同了，進化的改變，包括天然淘汰以及器官因不用的喪失。器官因不用而致喪失這一點，我們可以拿蛇類來當說明，蛇是從古代的四足爬虫類進化出來的。遙遠的古代，這一類的四足動

物，在不得不鑽入小縫而謀生存的環境中間，牠們必得能够鑽入很小的縫穴，才能適合於生存。牠們之所以要穿穴鑽縫者，那是或者因為要躲避仇敵，或者要去找昆蟲類當做食物，這樣，牠們停止使用牠們的足了，經過幾世紀後，牠們的足部遂完全喪失。

拉馬克器官應用與否的學說，最大的缺點，是他相信後天獲得的行爲，能够遺傳子孫。現在已經證明，該項行爲是不能遺傳的。證憑到處皆是，我們也不多再去討論。

天擇學說 第三個的進化解說，就是天擇的學說，因為達爾文所始創的，所以也叫做達爾文主義。達爾文也因為這個學說而爲一般人認爲進化論的創造者。其實這是一個很大的錯誤，我們在第二章裏也曾講過，須知希臘的許多哲學家早已在二千年前講進化論了。

天擇的學說，是根據繁殖的能力，據一句話講，動植的增加按照幾何級數的。這句話的意思是說，各個成熟的雌性動物，生產總不止一個，有許多種屬的生產率是極大的。魚，蛤，昆蟲和許多動物，每次都要生產到幾百萬萬的卵子或種子。有人計算一雙輪轉虫——一種水中很小的動物，肉眼不

科·學·常·識

能看見的，——如果牠們的生產不受外界的撲殺，一年之內就可以充斥於全宇宙。牠們的生產雖多，能生存的卻很少。在牠們，死是通常的現象，生倒是例外的現象。

像這種情形，達爾文供給我們一個進化問題的總解答。我們仔細去考察幾種動物或植物，我們從沒有找出兩個絕對相同的東西，即是雙生子，只要仔細在牠們的身體一查，也可找出不同的地方。因為生物的各各不相同，因為生物都時常要為食物，為光綫，為空氣，為配偶而戰爭，勝利者總是一班體質高出儕輩的東西，這就是生存競爭和適者生存。受過天擇的動植物才是適合生存的動植物。

現在讓我們把達爾文的天擇說來解釋長頸鹿之所以成為長頸鹿的理由。照達爾文的意思，長頸鹿原來一定是一羣很像馬的動物，習慣於吃草生活的，後來忽然換了一個環境，必得去吃樹上的葉片才能生存。這一羣獸並不是完全一律的那有幾個要比其他的長一些高一些。高長一些的動物，適合於那種新的環境便生存下去；許多不適於生存的便死亡了。

因為這種矮小一些的動物死去了，第二代便完全生出一種高一些的動物來，牠們的平均高度，因此比較上就稍為高

一些的確是這樣的，並不是因為牠們的父母伸長了頸部去就樹葉的緣故，實在因為牠們的父母偶然比較其餘的高一些的緣故，才生出變更來。在這些遺留下來的中間，較矮小一些的動物，還是繼續要淘汰所以第三代一定`是第二代最高的生物所生產下來的，頸和足逐漸增長，到後來成為現在長頸鹿的狀態，完全和從前馬那樣的動物大不相同了。

顧爾脫教授有一節話可以拿來做一個結束「各種有機體，如果能按照幾何級數增加，每個世紀都要使世界增加許多許多的個體了。但是因為沒有足夠的空間，足夠的食物，所以發生出生存競爭的現象。生存競爭現象的結果，殺卻許多不幸的，只留下幾個幸運的因為各個體總常常保持均稱的狀態，一代一代地這樣下去。生存競爭的第二個結果，由於沒有兩個個體是完全相同的，不論什麼，兩個個體中間都有易，因為不問什麼團體中間，總有競爭的個體有適者生存的現象，最優良的個體最適牠們的環境。同時最優良的個體也就是第二代的祖先。第二代的第一代一樣，適合者的平均數總是很少。不過第二代也許比第一代更適合生存。這種最適合於生存者，便一代一代的繁殖下去。」

科學常識

生存競爭決不像上面所講的那般簡。和環境有許多很複雜關係。很小的變易，有的會引起很大的種族改變，並且也許直接影響到全地球的動植物赫胥黎關於這一類的情形，有一個很好的說明赫胥黎說英國的紅苜蓿的數目只要看英國鄉下處女的多少就可以知道了。達爾文也說苜蓿沒有蜂便不能繁殖。一百朵苜蓿花經過蜂一飛過就可以生出一百粒種子，倘若沒有蜂飛過，便一粒種子也不能生出。大野蜂是苜蓿花唯一的介物。蜜蜂對於苜蓿是沒有多大的用處，因為蜜蜂的喙很短，不能深入花心。因此達爾文說：「如果大野蜂絕滅了或者很少了，英國的苜蓿一定便消滅」。

紐門進一步找出了大野蜂的敵人，就是田鼠。這種田鼠時常去毀壞蜂房，所以在接近村莊和鎮市的地方，大野蜂的蜂房才比較上多一些，因為那裏有貓把牠們的仇敵田鼠捕殺。達爾文關於這件事的意見，他以為「這是一件很可相信的事。在有許多貓管轄老鼠的地方，蜂類便將在那地方繁殖，更因此將要生着什麼花卉，也就可以決定」。達爾文的討論，到此為止，但是赫胥黎的意見，以為大部分養貓的人是未婚的女子，他並且計算某地方苜蓿花的多少和該地處女的多少是

成正比例的。他還以為英國人的偉大是依賴英國牛肉的營養。然而牛的營養則依賴苜蓿，這樣一來，英國全國人民強健和雄壯，可說完全間接依賴他們鄉下的姑娘們。高頓博士也這樣地說「這樣的觀念也許是對的，如果專從這一方面來講變不過不問牠對不對，我們由此可以看出生物學的因果關係。成了和各方面都有錯綜複雜的關係」。

驟變說 第四個重要的進化學說是驟變說。很早的時候，就有德國動物學家郭立克這樣說：「從一個種屬變為另一種的步驟，是要比達爾文所想的急驟些並且顯著些。」後來高欽斯基，一位俄國的植物學家，也很細心地研究這個問題，他創始了一個學說，以為進化有時會跳過一個階級的，並不相達爾文新說的一樣，進化是逐漸的改變，是不知不覺的改變。相信驟變原則是生物進化的現象的最新科學家，是荷蘭的植物學家佛利先生。佛利發現從美國運來的蓮馨花，到了荷蘭便忽然變為異樣的大，和原來的大不相同了。仔細研究之後，他就根據了這個現象，創始驟變的學說。

主張驟變說的人，也贊同達爾文新說的沒有兩個完全相同的有機體這個意見。他們的爭論點是在：很小的變更是否

科學常識

進化的主因。最緊要的變易是否是完全另外的一種。實際上，生物和他們同伴有時確實是有驟然發生的顯著的差異。所以驟變說實在可以補充達爾文學說的不足。

像這樣急驟的顯著變更，我們叫他驟變，現在還沒有曉得什麼東西會引起驟變，這種驟變會不會影響到有機體的一部份或幾部份的組織。有許多驟變的生物，不適合生存，便立即被生存競爭淘汰。但是也有幾種生物，因這種變更，更適合生存，因此驟變者在生存的戰場上往往有許多優勝的地方。如果這種優勝的地方傳給子孫，於是又成爲一種新種屬。

隔絕論 這有一個解釋進化的學說，引起過人們極大的注意，這便是隔絕說。這個學說的中心觀念是當同羣的動物驟在一起的時候，他們的性質總是一致，並沒有什麼變更的，但是分成幾個不相交接的小羣，各小羣就都要變更，各自向不同的方向發展。

雜種說 第六個解釋進化的學說，叫做雜種說。通常動物不能和別的種屬結合，如果結合，就不能生產子孫。但是有時雜種的生物，也能生下雜種生物來，或者像雙親之一

，或者同時具有雙親的性質。許多的種雜生物，是示能生育的——如驃子等，但有時也能生育。生育出來的小生物，或者像他的祖父母，或者就同他的雜種父母一樣，關於人工產生雜種的試驗，已經有很多成功了。用雜種的方法可以產生新的種屬。有幾個生物學家主張，雜種可以解釋進化的一切現象，但這未免過甚其辭，有些不對。第一如果沒有兩個不同種的異性，根本就沒有雜種的可能。第二，許多下等動植物的生育是不分陰陽性。我們不能相信這種原始的動植物和雜種有什麼關係。但他們實在已經進化，也曾生育過；比較高等的形態。所以這個學沒有什麼十分值得注意的地方。

結論 我們討論進化的時候，必須先曉得這六種學說——環境說，用進廢退論，天擇說，驟變說，隔絕說，以及雜種說，此外當然還有別的學說，不過這六種比較上是最重要的。我們不要相信一種學說而反對其餘的，因為這幾種都各自具有相當價值的。這是很可能的，如果有新的有價值的學說發明了，這幾個學說也許要馬上改變一些，或者完全廢棄不用。學說不過是人類使有的工具，好的新工具出來了，當然就可以立即放棄不用，也無庸惋惜與遲疑。

物質的新觀念

緒論 十九世紀的物理學，以達爾頓的原子說，和馬克思威爾的電磁波說（即以脫波動說）爲二大根底；及至二十世紀，因了放射能元素的發見，電子說的成立，一切事物，一切現象統可以電子說來解釋，於是舊時的觀念須得重新改造，然我國出版界，講究這電子學說的，固已不少，但不是失之於過於艱深，便是失之於漫無系統，要求一篇通俗的，簡單的，而能包括一切事物的解釋方法的著作，實在少有。今以通俗的，簡單的文字略述關於物質新觀念的事實於下，藉資一般研究焉。

放射能物質的發現 物質中有所謂雷錠一物，在本誌中已屢有講述，而爲讀者所已深知了，現在只總括的說明於下。

化學上有所謂鹽類一類的東西，其中有幾種在曬置於日光之後，取入暗室，便能使照相的乾片感光，這個原因，是因爲他們能夠吸收日光而又自行放出，我們就稱爲磷光體，但後來（一八九六年）據倍克萊耳的研究，元素中的鈾，其鹽類雖不曾曬置日光之下，也能在暗室使乾片感光，這個現

象只能說鈾元素自己本有發光——即放射的能力，而其能力十分強大，且能永續。

其後法國的居里夫人更把類似於鈾的各種重元素化合物加以研究，知比鈾略輕的元素釷，也有這樣性質；又進一層除了鈾釷等以外，竟發見了一個新元素，就是鐳，他的放射能力，比前二者更為強大，於是總括這種有放射能力的物質，稱之為放射能元素，（最近美國科學家，又發見一種物質，名Radon，放射能力比鐳還強一萬八千倍），

放射能元素除了使乾片感光以外還有種種的特性其中最重要的，就是能使周圍的空氣電離，什麼叫做電離呢？就使能將一個分子分成含有陰陽二電氣的東西，在化學上稱為「伊洪」

既是放射能元素能夠發光，放射，那麼所放射的真是光嗎？或者還有別的東西？現在不說考究的經路，僅說所得的結果，知他們所放射的東西，實有三種便宜上我們稱他為「 α 線」「 β 線」和「 γ 線」有的三種並發（如鐳）有的却只發二種或一種，

其中的 α 線和 β 線實在不是真的光線乃是帶有電氣的物質

科學常識

：迅速飛動所致，前者便是既知的元素氦，帶有兩單位的陽電，以光速度約十分之一的速度四向放射，後者則是電子集合而成，帶有一單位的陰電，其飛行速度幾近於真光線，這却是八十餘種既知元素中所未有的東西，要在下面說明，尚有 γ 線，至最近還有疑問，但他確是真的光線，與 x 線相似，因為他常和 qB 線形影不離，所大都以為他就是反射能元素放出的時候，所激起的以太波動，這 B 、 A 、 γ 三光線都有電離的能力，又都有透過物質的能力，更須注意的，是放射能元素發上述三種放射線之時，常發生一種氣體和母體完全不同，而其自己又仍能放射，放射以後又變為他物，據科學家的考察，鐳元素經若干時期的轉變，最後就變成鉛質，這個現象科學家稱為原子的變質，

既然原子能夠崩壞變質，可知原子尚不是最終不可復分的東西、換言之原子尚是由他種東西應合成，大概原子量愈大的原子，內部的組織也愈復雜，而組織愈復雜，原子就愈不安定、這就是上述幾種重原子鐳、油等，能夠放射崩壞的原因，

更進一步言之，實在一切元素似乎都有放射能的可能，

科學常識

，甘倍爾且已證明 α 亦爲一種放射能物體，不過他們的放射，極爲緩慢，在人們的目光看去，好似永久不變罷了，這個由重原子自行放射而變成輕原子的一回事情，我們又稱爲宇宙間之無機的進化，但據洛加之說，同時別的星球上，也有自輕原子逐漸造成重原子的，

什麼是電子？

上文說過放射能元素崩壞之時所放射的物質有 A 線和 B 線二種，而 A 線就是既知的原子氦，B 線則是另一種帶有一單位陰電的東西，這電子對於諸元素的合成，是很有關係的，那麼所謂電子到底是什麼東西呢？

電子這個名字，是一八九一年斯得納取的，因爲化學上溶液內的「伊洪」常是指普通原子，含有若干電氣量之物，而原子所含的電量又是一定，可以測定，所以斯氏就把這個電量作爲「電氣的自然單位，叫他「電子」，不過溶液內原子所含有的，電子，沒有方法可以使他分離，至單獨存在的電子的發見，實自研究氣體內的放雷現象爲始，

取一根細長的玻璃管，使成真空，兩端插入金屬的電極，連接於發電裝置，使電流通過管內，這時陰極一端，便有

科學常識

一種放射物出發，向一直線進行：克拉克斯叫他做陰極線，其後據湯姆遜的研究，知陰極線，確是一種物質，荷有陰電極微細，極活動，而知我們所已知的八十幾種原子，個個不同，這個微細的物質，就是單獨存在的電子了，

電子實係普遍的存在物，每一立方耗的空氣中大概就有一個至十五個的電子存在，而空中雷電的現象，便是這個電子的作用，此外熱度甚高時的金屬也能發散電子，譬如電燈泡中的燈心線亦放出多數的電子，到了現在，則既以電子為一切原子構成的要素，他的普遍更不待煩言了，

電子是非常微小的東西：他的直徑只 4×10^{-13} 裡約當分子直徑的十萬分之一，假如把分子大小譬作一所殿宇，則電子便猶如在殿宇中飛旋的蚊子，他的質量是 9×10^{-28} 瓦，比輕子還輕一千八百餘倍，他所含的電氣，總是陰電，而為靜電單位的 4.773×10^{-10} 我們若用手撫摩貓背一次，其所生的電量，還比他大幾百萬倍，又如十六枝燭光的炭素電球，一秒間所經過的電量實為他的三萬萬倍而又一萬萬倍，**浪梯光** 在真空放電的時候，由陰極發射的電子之流即陰極線向一直線進行，若中途用堅固的物質阻擋（阻擋物常

稱爲()則電子的速度驟然變化，是於從阻擋物一方，引起以太的波動，傳播於四方，這就是所謂光線了，詳言之就是電子以非常速度，向物質衝撞，物質中原子內電子受着急激的變動，一時失其平衡狀態：在其後再恢復原狀，的時候，便起振動，這振動爲以太傳播，結果便成爲 x 光所以 x 光實爲真意義的光線，

x 光的諸性質中，最顯著的就是他的透過作用，(凡普通光線所不能透過舊物質 x 光往往能夠通過)這在醫學上已經使用，不待詳述，至其所以如此，蓋因爲他的波長，十分短小之故，

x 光的第二性質，是他的電離作用，若把 x 光射於空氣或別的氣體上面，則氣體的一部分便起電離；換句話說，就是發生伊洪，又換一句說，也就是使氣體之分子分出電子，使其游離，這是非常重要的性質，

x 光的第三性質則是光電作用，我們若用 x 光照在摩擦的金屬表面，則其表面，便有電子游離，光電作用的意義，便是光對於固體的電離作用，這個性質不但 x 光有之，紫外光線也有不過微小一些，(最近英國麥蘇士所發明的死光，大

科學常識

概也是這一類的光線)此外 x 光又有寫真作用,化學作用和發光作用等等,

後來摩茲雷(有名學者,在大戰中戰死)又發見一事,以為各個元素,能各自發特有的 x 線,如前所述 x 光是由陰極線衝突阻擋物不同,則所發的 x 光也就不同,也是容易明白的道理,我們若用各種元素作成阻擋物,便可以求得各元素特有的 x 光,一九一三年摩茲雷發表實驗的結果,說諸元素所發 x 光特有的波長,是依照原子量的順序,原子量愈大則波長愈短,這於下面所述的原子,構成說是很有關係的,

又由巴爾庫拉的研究, x 光撞突物體以後,又有『第二 x 光』從該物體發生,也是各物體所特有,

原子的構造 根據上述各節,我們便得下列各項界說

(一) 達爾頓的原子說已不可信,原子不是不可復分之物,而是更根本的東西所集合而成的復雜體,

(二) 電子的存在非常普遍,各元素皆能放射,或者就是元素組成的要素,

(三) 諸元素間有所謂『週期律』的法則,可見原子的生

成有相當的順序：若把電子視為構成元素的要素，則由於電子之數，和其配列的情形，容易解釋諸元素的性質，和週期律的所由成立。

(四)更由諸元素有特有的 x 光波長，且依原子量的大小，而定波長的長短一事，可見一切原子間必有極簡單的關係，以輕氣為始，順次增加什麼，而成各種的原子，x 線既由於原子內電子振動而起，則所增加的當然就是電子了。

我們從歷次實驗結果，知道上列各事非但不錯，且得闡明了原子構造上更詳明的論斷。

英國的威爾遜曾把放射能物體所放射的 α ， β 二種粒子攝取影片，看那 α 粒子射行模樣，在約七浬的距離之間，是一直線進行，最後却成某種角度而轉折，我們試想：如果空氣的原子或分子是充實的硬物，則 α 粒子飛行至七浬的長路，必將與空氣原子有幾萬次的衝突，今竟能向一直線進行，可見空氣原子的內部，定是一種間隙的構造，至於最後所以成急角度而停止，或者那時才遇到硬物，換一句話說，原子的內部雖係間隙，但其中心，却有硬物，

原子有堅硬的中心物一事由 α 粒子放射於金屬板時所起

科學常識

的散亂現象亦可證明，其後魯塞福特，由種種事實歸納起來，以爲原子中核的直徑，實僅原子自身的十餘萬分之一，比電子還小其所含的爲陽電，但不是純粹的陽電體，而是陽電體和電子合成的體系，（各原子中核大概是由氦輕二原子遞加而成），他的陽電常超過於在中心電子所含的陰電量，如外面又有相當於其所超過之陽電量之電子圍繞中心，則其全體便是原子，放射能物體的破壞，則即是中心破壞的意味。

然則圍繞中心的電子數目究有多少呢？白克拉和魯塞福特一致說：一個原子內電子之數和他的原子號數相等，譬如輕氣在第一位，所以他的電子數是一，酸素在第八位，電子是八，金爲七十九，水銀爲八十。

現在將波耳氏的原子構造說介紹於下。

原子有一個中核，陽電氣集中於此，其外有許多的電子一層層地排列着以一定軌道，圍繞中核，恰如行星圍繞太陽一般，而其陰電之總量與陽電適等但一個球面所能包容的電子數有限，第一個球面的電子只能有二個，超過限及，則其餘的必配置於第二個球面；第二個只能有八個，又滿則配置於第三個；第三個球面亦可有八個；第四，五各十八個；

第六二十四個……如此層層包圍，電子愈多，層次亦愈多，至原子量甚大的原子則其中電子猶如百合的球根一般，電子愈在外層，則其結合力愈弱，複雜的原子容易崩壞，就是這個道理。

分子是怎樣組成的 若是原子核外的電子數目，適足以滿足各層球面的配置，那麼該原子便非常安定，即如氦有二個電子適足配列第一球面，氖有十個電子，足以配列第一二兩個球面，氬有十八個電子，足以配列第一二，三各個球面，所以極為安定，不容易起化學作用，不然若不能僅僅滿足各層球面的配置，而有或多或少，那麼原子為求安定起見，多的常時放出電子，少的常有吸取電子的傾向，即如鋰原子含有三個電子，其中二個配列在第一層球面，尚有一個則在第三個球面，因為第二層須有八個，方能滿足，今只有一個電子，所以不能安定，一被牽引，就很容易放出，而取氦原子的情形，但是放出以後，失去了一個陰電單位（即一個電子），比氦原子多出一個陽電單位，結果並不成氦原子，而成爲非氦又非里的東西，就是帶有陽電的鋰伊洪，又如鈉有十一個電子，其中十個配列于第一，二兩層，亦多出一

科學常識

個電子在第三層，也和鋰原子一樣容易放出，而成爲帶有陽電的鈉伊洪，鉀有十九個電子，中十八個配列在最內三層球面，而留一個於第四層，這一類的原子，就在於週期律的第一行。

至於鎂有四個電子，把二個分配在第一層，其他二個在第三層，欲求如氦原子的安定，非放出二個電子不可，鈹原子有十二個電子，除配列第一二兩層外，亦須放出二個電子，才能安定，這一類的原子，在週期律的第二行上，這種有放出電子的傾向，而自成一陽電體的，我們稱爲陽電性原子。

但是週期律的第七行，第一個元素弗，含有九個電子，他要配列第一二層球面，使其滿足，僅僅差得一個電子，如能取得一個，就可改成氦原子的形狀；第二個原子綠也一樣若能取得一個，就可變成氫原子的形狀；這種有向別處吸收電子以求安定的原子，我們稱爲陰電性原子，又看第六行的養，硫，鉻等均須取二個電子才得滿足。

同理週期律中第三行的元素有放出三個電子的傾向，而第五行中的有吸取三個電子的傾向，惟有第四行的各原子，

科學常識

或放出四個，或吸收四個，都可以覺得安定的位置，所以他們是陽電性陰電性兼有的，（化學上所謂原子價，就是指能放射吸收的電子數而言）。

放出電子而成爲帶有陽電性的物質，同樣吸收電子，則成爲陰電性的物質，此二種物質相遇，因其電氣的作用，必致互相吸引，自屬當然之事，又失一電子的原子只能與多一電子的原子結合，失二電子的，可與多二電子的一個原子，或多一電子的兩個原子互相結合，更多可以類推，所以鈉遇氯即化合而成鹽，鈣遇鈣能成爲氧化鈣，鈣遇輕則取兩原子的輕而爲水，一切化學的作用，和化學的親合力，俱可以此解釋，至于輕氣的化合作用所以格外活潑，是因爲他容易放射一個電子，而成單獨的陽電體的緣故。

但是化學上尚有同一原子能自行結合，而成分子的，却又是什麼緣故呢？這個我們可用「對電」的義意來解釋，所謂對電就是指同量異性的電氣在近距離中對立而言，原子就其全體而言，固在于電氣的中和的狀態，但中核的陽電實與外週電子的陰電，在對立的情勢，所以原子內的陰陽二電，宛如磁石的兩端，二磁石相近，則有引力，那麼對電的二原子

科學常識

之間，自然亦有引力，二酸素原子集合而成酸素分子，四炭素原子集合而成炭素分子，要不外是對電的引力作用罷了。

物體與分子的飛動說 物體是分子集合，他的存在不外氣體，液體，固體三態，此種變態，又無非是由于各個分子間的距離大小不同之故，距離大則分子運動可以自由，反之便受束縛，請先說氣體的飛動說。

一切氣體若不用容器封固，則必四向均等擴散，這擴張性不論在真空中或是另有氣體存在的空間中，總是不變，各種氣體在空氣擴散時，恰如沒有別的氣體一般，行動十分自由，試把兩種或多種氣體混合，任取一部分而觀之，總是由同~的成分組成，這個原因，就因為氣體中各個分子，常是飛動不息，縱使衝撞別個分子或容器之壁，受反動的回轉，亦仍能繼續他們的運動，這就是所謂氣體飛動說。

飛動說不僅適用於氣體，也能適用於液體，這由勃拉文運動可以證明，勃拉文係一個植物學家，曾用顯微鏡觀察液體上面，所泛着的微小粒子，常是運動不絕，互相衝突，互相反撥，愈小愈輕的，運動亦愈速而愈遠，實是一種永久不息的運動，這個情形，正和氣體中的分子飛動，十分相似不

過勃拉文運動的粒子；比分子更大是了。

勃拉文運動的發生，據賴姆瑞之說，實因液體內的分子亦在飛動不絕，將他的運動能力，分給微粒子，所以微粒子才能跳動，不過液體內的分子，密度比氣體大，分子相互間的引力亦大，自然分子飛動的速度，比氣體分子的小，飛動的距離，也比氣體的短。

至於固體，由理論而言，假不是在絕對溫度（零度下二三度）各個分子多少總有運動的能力，而因密度甚大之故，似乎在於緊束的飛動狀態，但我們觀察結晶體等凡有一定形狀的物體，其中的分子，決不能自由換置那麼固體的分子，或者只在於一定限度之內取振動的態度，亦未可知，究竟怎樣，現在尚不能正確斷定呢。

總之一切物體，其內的分子，可說是都在於飛動狀態（除在絕對溫度時為例外），不過飛動之物尚不止於分子，其中有所謂自由電子，也是服從飛動說的法則的，何謂自由電子呢？就是一般稱為陽電性，物質的金屬，他們容易放出電子，自由飛動，有人推算，以為一原子的銀在攝氏一度常有五六個自由電子，這種自由電子，因其質量輕，容積小，雖在固體中仍能像氣體中的分子一般迅速飛動——比輕氣分

科學常識

子的速度還快六十倍，——金屬中熱與電氣的傳導，實完全是自由電子的職務呢。

力和能 現在要講力和能是什麼了，今有一個人或一匹馬，他們都有筋力，都能做相當的事情，就是他們都有某量的能，能的源泉則就是力，力在宇宙間，形式不一，譬如普通物體則有重力，荷電物體則有電力，在構成分子在原子間，則有化學的親和力，而在動物則有筋力，那麼這所謂力，他的本質到底是什麼呢？這在現在，還不能闡明的真相，但據最近科學家，一切力仍不外是電氣力的表現。

因為原子的構成，既是由於中核的陽電與周圍電子的陰電牽引之力，其次分子的構成，又是諸原子間的電氣之力，又其次物體中能發生自由電子，因自由電子更發生種種的電力和磁力，這將在後面詳述，此外各個原子，又都可以看作對電物，分子亦然，進一說層，凡是由原子分子集合而成的物體，自然也可以看作對電物，兩個對電力有牽引之力，那麼集無數個分子，而成的物體，和無數個物體而成的星球地球，自然有強大的引力了，不過這種解釋，還是個推度之詞，我們對於力的知識現在實尚十分幼稚，力的真相雖然不明

，但能則確實存在，一切的能力可分為動靜二種，靜能就是貯蓄的能，譬如離地球若干遠處置一物體，這物體就有靜能（也稱位置的能）因為他若墜下，便有能做某量的事務，其次動能，就是方在動着的能，（也稱運動的能）譬如正在運動的物體所有的能便是，這個物體也有能力做工，他的能力，是和質量速度成正比的。

一切的能都可說是由動能靜能變化出來。譬如拉弓射箭，拉弓時箭得了靜能，放出後便變為動能，舉鎚打鐵，舉鎚時就有靜能，打下時就成動能，鐵遇打擊而發聲，光，熱，就變成聲能，光能，熱能，火藥的爆發，起於化學的能，而化學的能，又由於原子間的吸引力（即位置的能）此外電流，磁石，都有其能，而綜括起來，仍不出於靜能與動能二者。

照飛動說物體內的分子常在於運動狀態，所以這些分子個個都有動能，物體的溫度上昇——熱的增加，則固體變成液體，液體變成氣體，換句話說就是分子間的距離，次第增加，運動愈益敏活，所以一個物，含熱愈多，分子的動能也愈增加，然則所謂熱，就是表示物體內分子動能的名詞，更

科學常識

進一步說，熱實與物體所有的機械的動能，毫不差異，有不同之點只二，即（一）物體全部的動能，是有一定的方向而熱，即物體內分子的動能則雜亂無序；（二）物體的運動必起摩擦，終至停止，而分子完全為彈性體，他的運動常無窮期，即能『永久運動』

以各種形式存在之能，其終局所取的形式却只是熱，譬如一物體運動，他的動能的一部，必因摩擦而變成熱，換句話說，就是從有一定方向的動能，變為雜亂無序的分子運動（分子運動的能不是可以全部利用，這實是工業上的最大問題，名為體的『頹廢』）。

我們用寒暖計測量物體的溫度，照通常說，物體溫度高則水銀膨脹而上昇，這個意思就是說物體分子的運動，衝動寒暖計的水銀，使水銀分子的運動亦激增起來，水銀分子間的距離因亦跟着增加，遂有膨脹的現象。

一物體在他的一端加熱，則他端亦逐漸增熱，這個名為熱的傳導。熱的傳導率，氣體最大，液體次之，固體又次之。這因為氣體內的分子運動，十分自由，他們相互交換位置自然也快，液體比氣體慢些，固體更慢，所以傳導率比較氣體

科 學 常 識

都小不過有一個例外，就是固體中的金屬，他們的傳導率，竟和最輕的氣體可以匹敵，這個原因仍不能不歸于自由電子，因金屬中的自由電子質輕而積小，在固體中飛行甚速，所以在一方加熱，就自然迅速的傳到他方去了。

電之傳導 電氣，照普通說，有陰陽二種，其實這是便宜上所給與的名稱，在陽電機本身不能判明的今日，我們硬把他分為陰陽二電，大可不必，現在我們只說『電子是電氣，陽電氣則是在電子不足的形狀』就好了。

二個各異的物質，互相摩擦，便發生電氣，這是什麼原因呢？原來物體的表面，無論如何光滑，但對於原子而言，決不能說是光滑，一經摩擦，則一個原子中如惑星般的電子，常易於侵入他原子的統系中，又因為原子所需要電子的數目，各各不同，需要少的。容易離放電子，需要多的便取得電子，於是前者帶陽電性，而後者帶陰電性，我們用玻璃棒和絲絹摩擦，用貓皮和火漆摩擦，前者發陽電，後者發陰電，正因為前者分子系中的電子侵入于後者分子中的緣故啊。

我們稱金屬較比較的容易發生自由電子的物體謂之導體

科學常識

，反之不容易發生自由電子的則稱絕緣體，今若把導體連接陰陽二電，極則因為導體中有飛行不絕的自由電子，自由電子被荷電體牽引則運動即有一定方向，若導體為細長之物，即成為電流，（電子運動時速度極大，每每擊落鄰移原子中的電子，這電子又擊落他原子的電子這樣更番運動，直至達到陽電體為止，）

若換導體為絕緣體，則因絕緣體的電子，與原子結合甚堅，不能分離而成自由電子，結果僅至受牽而歪斜，所以絕緣體不能傳導電氣。

以上為固體內的導電現象電流只由於一方電子的行動，但若在液體的導電，就和這個不同，純粹的液體，大都是不良導體，只有稱為電解質的酸類，鹽基類，鹽類等物質的溶液，（尤其是水溶液），才是良導體，在這種溶液中，構成分子的原子，常分為二種伊洪，一種是失電子的陽伊洪，一種是得電子的陰伊洪，此種伊洪，平時自由運動，沒有一定方向，一受外界電力的牽制，則陽伊洪取一種方向，陰伊洪則取反對的方向，因而發生兩重電流，這就是溶液內的電流現象，總之固體內的導電只是電子的流動而液體內則為陰陽二

伊洪的對流。

至於氣體是完全不導電的，若欲使其導電，則不可不像液體般，先使其分子電離，分爲陰陽伊洪，電離的方法不一，如用X光投射，或用放射能物質的 α 線， β 線都可，然最普通的則是用弧光放電或火花放電，在稀薄空氣中放電，即所謂（真空放電）電子就是從此發見的。

磁性 導體內的電子移動發現電流的效果，既如前述，此外跟着電流尚有一種重的現象，試把一塊鋼片置于電流附近，則鋼片就被吸引，發現磁性，所以電流又是有磁力的，磁力的現象，想已讀者所深知，兩個磁石間同性相斥，異性相引，正和兩個荷電體的作用毫無差異，（電流何以會發生磁氣，現在還不能加以說明。）

今取一磁氣體，雖分之爲許多小片而各小片仍各有其磁力，由此可知一個磁氣體，實爲無數小磁氣體的集合，物理學家則稱這個最後的小磁氣體，名爲「磁氣分子。」

以導體製成一個線圈，通以電流，這線圈就成爲一個磁體，同樣一個原子，因各有電子在其四周圍繞，自然亦可以看作各自成爲一個磁石，磁氣分子就這樣可以解釋了。

科學常識

普通物體中原子的配列，是極不規則的所以磁氣力沒有一定的方向，而互相湮殺，對外沒有磁氣的效果，但若把這物體置於磁石的磁場之中，則各原子磁力的方向便有一定，全體遂成爲一個的磁體。

不過各原子內迴轉的電子不止一個，這些電力合成的磁氣作用，各各不同，對於外部磁力的感受亦各各不同，有的容易被其影響，有的不然，鐵，鎳等便是屬於前者。

光即電磁波 二個荷電體或二個磁氣體，雖在隔離，亦有引力或斥力的表現，這個力是怎樣作用的呢？太陽之光送於我們的地球，若使光不是物體的直接飛動，那麼他用什麼做媒介的呢？爲要解答這些問題，我們才假定宇宙間有一種『以太』，充滿宇宙到處，沒一些空所，凡是電力磁力重力和各種的光一切的能都賴他居間傳播，

以一定速度運動的電子，或集電子而成的電流，假如驟然停止，但其周圍的電力磁力，因有惰性之故，一時却不容易消滅，（因爲他的能不能即刻消滅），必須發生振動，漸漸消耗，于若干時間以後始全行失去，靜止的電子，驟然開始運動的時候，情形也是這般，這個現象，普通的說法是：

科學常識

『電子運動的速度起了變化，則即以其電子爲中心，發生電磁的振動，叫做『電磁波』以一定的速度，由以太傳播于四方。』

光與電磁波既同屬以太的波動，那麼兩者之間，是有密切的關係的關係吧？最初法拉第便有這一個疑問，其後馬克斯威爾計算電磁波的速度，正和光的速度一致，才證定光和電磁波確是同類的東西。

換一句話說，光是電磁波的一種；光是由於物體中的電子，運動發生變化而起的，又後黑爾志發明了一種器械，可以造作和受取電磁的振動，在實驗上測定電磁波的速度，與馬克斯威爾的計算適合，於是光爲電磁波的學說更確，（今日一般普及的無線電信和電話，就是推廣黑爾志的振動器與驗波器的理論而作的）。現在試把各種的光和電磁波比較如下：

（一）黑爾志波——即在今日無線電中所使用的，由於電子的振動而起的以太波動，他的波長很長。

（二） γ 光——就是放射行極速的電子，（陰極線）衝撞堅固的物體；或 γ 光自身衝撞堅固的物體；這時物體原子內的電子運動，起了強烈的變化，在他們回復原狀之際，因

釋 舉 常 識

起以太的振動，發而爲光，前的稱爲第一次 γ 光，後稱爲第三次 γ 光， γ 光的波長非常的短，據摩茲雷的實驗， γ 光是由於原子內層的電子振動而起。

(三) x 線——爲放射能物質所出，與 α 線 β 線同時放射，這因爲 β 線（即電子）自原子飛向空間之際，驟然增加速度，便起以太波動，所以 x 線是由於原子中核而起的，他的波長比 γ 光更短，

(四) 光——普通所謂光，由比較的波長短的紫外線起，直至波長比較長的熱波爲止，我們肉眼所能看到的，都含在宇他的中間，這都是在原子外層，容易分離的電子所發生的，但也有區別，固體液體所發出的光和氣體的完全不同，詳說于下：

試取一種固體，次第加熱，最初起的，輻射（即放射）便是所謂熱波，到了『赤熱』的地位，便發赤線，到了白熱，則綠線青線次第發現，熱度再升，終至放射紫線，和紫外光線。原來熱度愈高，固體內部的自由電子振動愈激烈，振動數愈大，波長愈短，卒至我們所不能感知的光線了。不過物體內的電子他們的振動數却並不個個相同，所以同時能放出

各種的放射線，灼熱固體的分光寫真，（用三稜鏡觀察光線因各色光的波長不同，振動數不同，可以區別出來，最精細的器具稱為分光鏡）成一連續的光帶，便是這個道理，

氣體中沒有自由電子，所以單是加熱，不能發光，必須先使分子電離而後可，但這樣所發之光，用分光鏡檢查起來，却並沒有像固體般連續的光帶，而只有幾根景線，且其情狀各個原子各各不同，據科學家的考察，形狀的不同，是固氣體原子中的電子，沒有像固體內的自由，雖被分離，一時逸出但不久仍又歸來，（這是便把所需的能放出，引起以太振動而發光）。他們從歸的時候，所起的振動，是由原子內部的構造而決定，所以各原子各有特異的景線，至分光景中只有景綫而非連續的光帶，則有根重要的原理，待在下面說明，

量子學 原子中有許多電子迴繞中核而運動，上文已屢屢說及了，若照古典力學，這些迴轉的電子應該不斷的放射，而電子的運動能，也應該刻刻消費，軌道次第縮小，卒至逼近中核，那麼電子放射的景綫當然應該是連續的，但是事實上竟和這個反對，原子內的電子，平時雖在運動，却不輻

科學常識

射，運動而不消耗，而氣體的分光景，不是連續的乃是成「線」的，

爲解釋這個難題波耳氏先把古典力學推翻，而假定電子的迴轉並不發散其能，即不起放射，必俟其由一個軌道跳向別的軌道之時，才突起忽的反射，這就是所謂量子說了。

據從來的以太說，以太存在于宇宙中無處不遍，沒有一些空隙，且無論如何甚至一極小部分，亦不能設法除去，當電子運動起了變化，成爲光輻射而傳播時，正如投石於水面而起的波浪一般，波愈前進，面積亦愈廣一定波面內先的強度是和他對光源的距離成反比的，即離光源愈遠，光亦愈弱，所以照以太說而論，光的輻射須是連續的，

但是到了最近，關於光的輻射能，由電磁波說算出的與實測而得的不同一致，於是勃朗克便破除以太連續說，使與實測的結果適合，勃朗克以爲固體所出之光雖如上所說，是由於自由電子的振動而起，但他的光能決不是連續而是非連續的，一電子所放出的能，是有一定的數目，僅與其振動數有關全體的光能，便是他的整數倍，這個定數勃朗克稱爲光的「量子」。詳言于量子是一個普遍常數 h 和一個電子的振動

數 r 相乘之積。而 h 的真數現在已經詳細測定了。

對於放射能的連續說第二個責難，便是光雷效果及 X 光的電離作用。試把紫外光線或 X 光照在磨光的金屬面上，便能使金屬分離電子照在氣體上面也是這般。若在這時候測驗各電子所發射之能，這和投射的紫光或 X 光的強度沒有關係，却只依據於他們的振動數而不同。這就是說物體放射光的距離無論如何不同，由此而被發射的電子之能却終是不變，這個現象，是舊時的以太說所決不能說明，因為照以太說由光源發出之光即是四向均等分布，則發射愈遠，能的分配面積愈廣而愈弱，而距光源處的物體受光電效果而放出的電子之能也應該愈弱了，

今使真空管放射陰電線，投射於物體使起 X 光，那時 X 光的能，比原來的陰極線，應已止有千分之一，但是再把這 X 光照在物體上而攷察其所分離的電子，却知他們所舍的能，竟與原有的陰極線，絲毫不差，這是什麼原因？原來最初放出的電子，本來自有的能，這能由陰極線，移交 X 光，更由 X 光移交飛動的電子，不是連續的，是整個的，互相移交罷了。

科學常識

此外低溫度中物體的比熱現象，也使能的連續說窮於解說，所以不但輻射，一切的能，都是一定單位的集合，便是所謂量子的。

光的成立既然是量子的，不是連續的，那麼從來的以太觀念，便不能不加改革了，因為光能決不是像水面波浪般連續傳遞的，於是有湯姆遜的絲狀以太說，他說以太是線狀的構造，擴充於宇宙間，由放射體所出的能，是由這一根根的線絲，一個個的搬運，後來安斯坦又說這些絲所各自運搬的光能，就是物體中電子所固有的量子，一根的以太絲，是發源於一單位的陽電氣，連至於一單位的陰電氣，（安斯坦發明相對性後已把以太完全否定了。）

但是絲狀以太說仍有缺點，就是不能說明光的干涉現象，所以科學家又另作解釋以為原子是能的貯藏庫，原子能吸收能而貯藏起來，在未達到一定的數量以前，決不放射，到了一定量才突忽的吐出，總之絲狀設是空間的非連續說，而貯藏說是時間的非連續說，光電現象容易用前說解釋，而固體放射，及比熱現象，則容易用後說解釋，波爾氏原子構造，說的成功則又是引援後說的。

未能利用的寶庫 綜上而觀，宇宙間一切力與能的源流都可說在於原子的內部，電子由原子表面活動，更有化學的能，電氣的能，更有熱能和重力跟着表現，一方原子內電子運動的變化，又能發生光能，一個原子藏有多量的我能，們從放射性物質的放射物不斷地放射，多量的能也可以察知的。

我們現在所利用的能中，最有力的，就是化學的能，用煤油可以使水沸騰，可以連轉機器；用火藥爆發，可以發射槍彈。但是現在所利用的煤與石油；用作機械的能力，實還只有極小的一部分，倘能設法將他的化學能，完全利用，則一盎斯的石油，所放射的能，他的力量實和一噸重的物體從四百一十尺高處墜下來時一般的大，同量的煤，亦約為其五分之四。可知原子和原子間藏在的能之大了。但原子內部的能，比這個還要大上二十五萬倍，可惜我們還不能利用罷了。

現在我們已能把原子最外層的電子，用人工方法使其分離。就是用A線和B線或X光衝突他，空氣中的氮已有法子使變輕氣，金屬中的水銀已有方法使變黃金，這樣下去，將

科 舉 常 識

來破壞原子的組織，利用他無窮的能力，想來也不是不可能的事情罷。



內分泌學說

內分泌作用及生理學 最近醫學界，發生兩種最有興趣而最緊要之新學科：一為免疫血清學，一即此處介紹之內分泌說，就廣義的方面觀之，兩者同為生物學上的問題，然因其與動物及人類的生理病理等之生活現象，有重要關係，故專成為醫學界所研究之問題，內分泌學，屬於生理學之部門，免疫血清學，屬於病理學之部門，最初開是等學科之端者，固基於醫學上之研究，即其後對於此方面之重要貢獻，亦皆醫學者之所為，此外又有一可注意之點，即兩者同為化學上的問題，近來醫化學研究之所以盛行者概多為此等事實所誘致者也，

自內分泌之性質明瞭以來，動物及人類生理下之之解說，已別開生面，試以詳細考查吾人生理的作用，殆無一不含自內分泌的問題，其中要點，均可以內分泌之說明而理解之，因內分泌之研究，生理學固已全改其面目然不僅此也即病理學及疾病之治療上，亦因此而有極重大之貢獻，因醫學之進步，而知疾病之大半，皆起於如霍亂菌等之病原原體的作用，然此外因生理的原因而發生者亦往往有之，由最近之研

科學常識

究，而如此等生理的疾病，乃因內分泌之異常而發生，內分泌既於生理上有重要意義，則其異常，當然為疾病之起源，故其治療，亦由此方面多有革新，近來喧稱之臟器療法，即其類也，內分泌之科學，乃起於最近，主由拜力斯及斯塔林等英國學者啟其端者，至其廣大境域，猶待將來之研究開闢。

內分泌作用，後當就其實例，分節詳述，茲先總其要點，概括言之，由最近之研究，而知動物體內之諸器官，除各營其固有之作用，猶發生一種特別化學的物質，輸送於血液中，此物質混於血液，循環於身體各部，而達於遠方之他種器官，與其器官以重大影響，此作用謂之內分泌，其所生成之物質，謂之內分泌物，動物體內，殆無一器官不發生一種內分泌物，而其中更有專生此內分泌物之特別器官，此謂之內分泌腺，後節尚詳述之。

此內分泌物之化學的物質為動物生理作用上所不可缺之物，且與生命有重大關係等情，雖已明瞭，然其化學的性質為何，則除可認或據蛋白質及澱粉等，更為簡單外，餘均尚在未知之數，然其中如質素等之化學的性質，不僅既已明瞭

科 學 常 識

，且可以人工合成之者，亦有之，此外爲內分泌物之受熱不易崩壞，在消化液中不易變質，及溶於酒精酪性質，亦已明瞭，至其對於各器官之作用，已知者雖亦不少，然多因時而異，大體言之，可謂爲司動物體中各器官之相互的聯絡，內分泌物混於血液中，循環全身，故一器官所生者，可傳於相隔甚遠之器官，驟見之似強其關係，實則均可由此互相聯絡。

動物體中諸器官之相互聯絡，對於生物身體的統一及調和之微妙作用，非常重要，生物等欲保持生命而營其生活，則對於身體全部，不能不常保其調和，即觀之實際，亦復如是，例如攝取食物時，一入口中，則由唾液腺出唾液以助消化，至胃時則出胃液而消化之，及至於腸，更由肝臟出肝汁，胰臟出胰液以補助之，又如激烈運動後；呼吸變急，或發汗多量，以恢復疲勞，由此數例，可知生物之身體，若一部起變化，立即傳於他部，以促進其活動，而圖適應於此變化之調節，主宰生物之調節統一的現象之器官，從前祇歸神經系，即未經神經感受外部刺激而傳於神經中樞，神經中樞應之而傳適當命令於必定部分，因之生物可保持微妙之調和而維

科學常識

持其生命，然自研究內分泌物而明瞭其作用以來知與此動物之調節作用的生理現象有關係者非僅神經系，內分泌作用亦與有力焉，即動物體內多器官，可藉內分泌物互相聯絡，內分泌作用，雖有時可不藉神經系之援助而獨立活動，然其大半，則皆與神經系有密切關係而呈複雜之現象，如由神經之誘導而起內分泌作用只或由內分泌作用之誘導而起神經系作用等分，凡保持生物身體各部之聯絡協調者，實賴此神經系及內分泌之兩作用，如後所述，食物入胃時，消化液雖由神經系之作用而發生，然內分泌作用亦有關係焉，譬如神經系作用如電報，內分泌作用如郵政，蓋神經系作用簡捷迅速，而內分泌作用較為遲緩，然完全與密，有持續性，決不可偏廢也，由此觀之，內分泌作用與消化，呼吸，血液循環及生殖等生活現象之關係，已可想見一斑至其詳細，後當舉實例以說明之。

各種類分泌 內分泌由動物體內各器官分泌而出，此種**腺及其作用** 分泌諸器官，雖多兼管他種作用，然亦二三專營內分泌者存焉，如甲狀腺，副腎松果腺，大腦下垂體等皆其例也，此等器官雖皆具有發生活液之腺的構造，然無排

出液體於外部之導管故以前均認為無用勿退化之器官，然由進求之研究矣，而知此無導管之腺亦為內分泌腺且與動物生活上有密切關係，此等腺之萎縮或缺除常惹起重大病狀，或竟至死亡，今當未述各種類分泌實例之前，先述此等類分泌腺之大略如下，

甲狀腺位於喉頸部頭下，一對並列，重不過一盎司，因無導管可排出器官內所生成之液體，故其作用不甚明瞭，由近年來之研究，始知其為動物之極重要器官，如將犬之甲狀腺割去，此犬於一週至四週之中即至死亡，此蓋由實驗而知者，又阿爾布斯山間地方，常有一種侏儒症，罹此病者謂之侏儒，自幼即不發育，身如侏儒，四肢不具，顏面無表情精神及身體上之能力至低，魯鈍如癡人，後檢查其身體，乃知為甲狀腺不完全，不能營固有之作用，又檢查多數低能兒，亦知為甲狀腺作用之不完全，若以羊之甲狀腺使此等低能兒及侏儒食之，則其效甚著，身體智力均可恢復，近年來用此

科舉常識

方法，多數罹此等病之兒童，均得蒙其營救焉。

由上之實驗及觀察，而知甲狀腺為發生對於身體發育出生以來甲狀腺即不完全者，已如上述，即用手行割去者，亦生同樣之結果，又成長以後，若因某種障礙而影響於其作用，則雖不至身成侏儒，然精神上，肉體上，常是一種同樣的症狀，因之智力低下，精神亦不活潑，心臟之鼓動緩慢，顏色亦甚晦鈍，此種病，謂之黏液浮腫，罹此病者，以女子為多，不加治療，久即有性命之憂，若以甲狀腺物質，注射於皮下，或逕使食之，則其病大可以減輕，藥之分量，每次60至130 鈹，隔三四日與之即可，此種發見，可謂為此種疾病之一大福音。

甲狀腺過肥大而分泌過多時，亦生一種疾病，名曰眼球突出甲狀腺腫症，若以過量之甲狀腺物質與患者，亦生同樣之症狀，其症狀之最主要者，為神經過敏，眼球突出，與前述侏儒適相反對，由此觀之，甲狀腺雖重不過一盎司，然其

所生之內分，分泌物與生物性命之關係則極為重大。

與甲狀腺相密接者，又有一副甲狀腺，為近年成之新發見，此器官雖比甲狀腺尤微小，而其內分泌作用則更顯著，所發生之內分泌物，常無神經系以劇烈作用，若取去此腺，則起一種癱瘓症，更有用者而致死者，作用迅速，為其特色。

此外之重要內分泌腺為副腎，附於腹內兩腎臟之上部，重約一盎斯，亦無導管，與甲狀腺同，若以手術摘去動物之副腎，則數日或數時間內即致死亡，昔時有一種原因不明之疾病，罹此疾者，皮膚上發褐色斑點，筋肉無力，遂至死亡，後由醫師阿迪生發見，知為副腎作用發生障礙之故，即名其病為阿迪生病，其後由謝斐爾及奧力味二學者之研究，而知副腎常發生一種化學的物質，注入於血液，刺激心臟，血管及毛細管而鼓舞其運動，此化學的物質，即一種內分泌物，普通稱為副腎素，數年前日本高峰博士曾由副腎中取出其極純粹者，自此可來，更能由人工的方法合成之焉，以少量注射於血管，則毛細管壁立即收縮，心臟之血液排出力驟增強大，應用此理，故名此藥為強心劑，又注於血管之一部，

科學常識

則管壁收縮，故外科手術上亦用爲止血劑。

此副腎素之化學的物質，爲量雖少，常存在於血液中（共一億分之一）至其目的，則不甚確知，然當運動或襲於液劇之感情時，其量立即增加，身體上常起種種變化，即血液由腹部之臟器，集積於胸部之肺臟，心臟，中央神經系及筋肉等處，消化作用停止，心臟鼓動變激，血液增其凝固性，且增加其中之糖分，筋肉由疲勞狀態急速恢復其原狀，此等現象，雖似爲分別獨立，然細檢查之，則知皆互相關聯而爲生物身體中極微妙之調節作用（即肉體疲勞時，可由此作用使之調節）蓋血液移於胸部臟器或神經系及筋肉者，所以集積勢力於活動以必安之能也。心臟作用既強，血液循環必急，增加之養分，可速於身體各部，而陳腐之物，亦可速由各部排出，呼吸既急，穢濁血液可速變清，血液凝固性之增加，亦可謂爲負傷之防禦，由此而知運動之際，可由副腎素之作用而速恢復其疲勞，觀之實際，亦莫不然，當肉體激劇動作時，副腎即分泌多量分泌物，此於保持身體之調和上，誠爲絕妙，動物以此分泌作用所以調和身體，而副腎素之分泌，亦即由運動之刺激而益盛，如檢查長距離競走後選手之

小便，知其含多量糖分，此即證運動時副腎素分泌極盛，血液中糖分增加，遂至出於小便，而呈一種一時的糖尿症。

又人或動物為憤怒，苦痛，恐怖等激烈感情所襲時，亦與身體過勞呈同樣症狀，此際副腎素之量分泌，可由實驗證明之，此蓋為動之精神作用，影響於肉體之例證，此時之分泌物果有何等利益，可以解釋如次：即當遇上述各種精神的感動時，常易受外界之不利益的刺激，若欲與之對抗而免於其害，多須筋肉之活動，此際副腎素之多量分泌，所以為肉體的活動之準備，誠為生物之不可解的一種微妙的調和作用。

由上觀之副腎素之作用，所以促心臟及血管壁等不隨意筋之收縮，刺激交感神經之末梢，以鼓舞其支配器官之運動，至若血液中糖分之增加方法，乃變肝中所貯不可溶性之糖原質為可溶性之葡萄糖而送出於血液然動物體中，又有脾臟之器官，其所出分泌物，所以防糖原質之變為葡萄糖而減其量，以圖身體之調和，若副腎之作用過盛，或脾臟之作用過衰，則血液中副腎素之作用過強，葡萄糖之增加過多，遂至出於小便，普通名此為副腎素性糖尿症。

科學常識

綜上所述，而知副腎素爲生活上之緊要物質，此物之異常爲阿迪生病及糖尿症之原因運動之際，可以調解身體，且與精神作用，有密接關係。

此外之重要內分泌腺，有大腦下垂體，此腺較前二者更小，爲密着於大腦底部之單一器官，若摘出之，則不出數日，必致死亡，當兒童發育時代，若此腺肥大，則體軀異常發達，此種疾病，謂之巨大發育症戲法場中常見之巨人，即罹此疾病者也。若至成長以來，其腺始肥大者，常起一種肢端肥大症，如手足等形成肢體之部分異常發達，反之，若因疾病，不能十分營其機能，則身體發育及發達骨骼之能力。

若細檢查之大腦下垂體由前後兩葉而成，起前述作用者爲前葉，後葉別發生一種內分泌物，與副腎所出者性質相似，作用於心臟血管系，使之收縮，但其力較弱，又促進乳腺，腎臟等普通分泌腺機能之力，但此二腺，皆不直接連絡，於神經系不可不注意。

此外介於大腦小腦間者，有一指頭大之橢圓體，謂之松果腺，近年來始知其發生一種內分泌物，於動物發育上有重要關係，今若割去雛鷄之松果腺，則其生殖腺之發達較普通

者甚速，且性的第二次的特徵亦發露甚早，如爲雄者，則雄冠之發達，蹠爪之發生皆較普通爲早，晨時之報曉及雌鷄之挑鬥，亦於幼小時即行之，此手術若行於成長後，則無如此症狀。

此現象於人願亦可見之，若幼年兒童，因特種疾病，致松果腺之機能衰弱或停止，則兒童之身心成熟甚早，即年齡雖幼，體軀甚大，口邊陰部，發生鬚毛，生殖腺及外陰部之發育更爲完全，又聲音改變，乳房長大，顏面相貌，均類成人，精神方面，亦呈同樣現象，智能優秀，直顯神童，由上所述，而知松果腺發生之內分泌物，作用於動物，所以阻止早熟，與大腦下垂體適相反動，究其實際，亦莫不然，兒童之松果腺七歲時最爲發達，以後則漸次退化蓋松果腺與大腦下垂體有反時之機能，所以相互爲用，以助成動物之發育及調和者也。

內分泌及生物之調和 以上所述，祇爲專發生內分泌物之特殊器官，此外尚有於自己特別作用以外，兼營內分泌者屬此類者，殆包羅體內器官之全部，其作用與種種生活現象有密切關係，對於身體上生理之調和，有極微妙之機能

科學常識

，內分泌於呼吸血泌循環，有極重要之使命，已於說明副腎素時述之矣，此外對於消化作用，生殖作用，亦有極重大之關係，且於與神經系相互為用，今試就其二三生理作用，述之如下。

先就動物之消化作用考查，當食物時，口腔，胃腸等各器官，均分泌一定之消化液，作用於食物，使變為適於吸收之糜汁，食物入口腔時，分泌唾液，以助澱粉之糖化，及至於胃，又分泌胃液以助消化，胃液之分泌作用，雖由味覺嗅及一種精神作用（如食美味時）刺激神經而起，然消化作用既起，則雖無神經作用，亦能繼續分泌，蓋消化物至胃末端之幽門部時，刺激黏膜，生一種名為胃分泌素之內分泌物，於血中，循環至胃壁，則只促進胃液之分泌，

胃之近側，有分泌消化液之胰臟，與內分泌之問題，有極饒興趣之關係，胰臟開導管於胃相接之十二指腸先端，一日約分泌液汁五百至八百立方釐，以分解由胃送來之既消化食物，使變為更適於吸收之形，為消化上極重要之器官，胰臟之消化液，常時亦微微分泌不止，及食物入口，消化作用開始，其量漸增，由二時間至四時間，達於極點，消化作用

科學常識

完畢後，復減其量至原狀，由實驗而知，若以稀酸作用於十二指腸之黏膜，則液之分泌甚盛，胃中消化物常帶酸性，故至十二指腸時，可以刺激黏膜，使胰液盛行分泌，最初以此現象為胃中酸性物，刺激十二指腸之末梢神經，由其反射作用，使胰液分泌，且有實驗，可以證明，如人的刺激其迷走神經，可促進胰臟之分泌，然就最近實驗，乃知不僅為神經系之作用，即割斷迷走神經，胰臟之分泌作用仍然繼續。其理由可以拜力斯及斯塔林之實驗解釋之，取二十脂腸黏膜少許，置於稀酸溶液取其沁出液，注射於血管，然後割斷神經，胰液亦起分泌，由此可謂胰臟分泌，非僅由神經之反射作用，酸作用於二十脂腸黏膜之生成物，亦與有力焉，動物胃內之消化物，原帶酸性至十二指腸，作用於黏膜，生成一種內分泌物，混於血液，循環至胰臟，使分泌胰液，更促進食物之消化，調理極其順通，此種內分泌物通稱為分泌素，食物入胃時，胃液分泌，固由神經系及內分泌之所作用而起，然自十二指腸後之胰液分泌，則藉內分泌作用者，較神經系尤為重大。

內分泌對於消化作用之重大，不僅促胃液胰液之分泌，

科 舉 常 識

即肝臟之胆汁，腸之腸液，亦無不藉內分泌之作用，蓋食物入口，依次經各器官出液汁以消化之，無不有內分泌物作用於其間，即此一端，已可知除神經系外，尚有內分泌可以司身體之調和作用。

胰臟除由分泌素之刺激，分泌胰液以助消化外自體發生一種內分泌物，此為1889年美靈閣可夫斯奇爾氏所發見，此內分泌物先至肝臟，然後循行全身，加熱於血液及體細胞中之葡萄糖，調節體內之糖分若割去胰臟，則血液中葡萄糖蓄積也多，遂起劇烈糖尿証或致死亡，糖尿病之重者，往往見胰臟有缺損，胰臟與十二指腸皆為兼營內分泌及自體作用之好例。

消化作用與內分泌之關係，已如上述，最近又有一與此關聯之重要研究，即食物中亦含一種類似內分泌物之物質，此物質異於普通滋養分，量雖極微而已足，然食物中若全無此物，則身體漸衰，遂至失其生機，頻於死亡，此物質名活力素，為近年來盛行研究之問題，於保持生命上極為緊要，故其命名有生命二字之意，活力素之學說，為日本鈴木博士所提倡，今則各國學者研究頗盛。

科學常識

活力素多含於新鮮之天然物，人工製品則皆闕如，例如牛乳之成分爲蛋白質，脂肪酪素及鹽類等，若以相同比例配合之，可得同樣之人工牛乳，今以兩種牛乳，飼養鼠兔，天然者固能成長，人工者則不能長續其生命，蓋兩者成分雖同，天然者尚有一種特別物質之存在，即活力素是，

後經多數學者，試驗各種動物，漸成活力素之缺乏，與生命以極大危害，然活力素與酵素，內分泌物及細菌之毒素相同，極難分離，近雖由高橋克己分離活力素命名爲比奧斯忒林（強活力素），然性質上不明之點尚多活力素原分三種，一爲含於糠皮，酵母等可溶於水之溶性活力素，一爲含於牛酪，肝油卵黃，等不溶於水而溶於脂肪之脂肪溶性活力素，溶性活力素，一爲含於檸檬汁或新鮮水菜類性質極不明瞭之抗壞血病性活力素，普通名第一爲活力素第二活力素第三爲活力素。

水溶性活力素爲鈴木氏十數年前由糠皮酵母中抽出名爲新米素，此爲其唱說動物於普通養分外，須攝取特別要素之基礎，由其實驗，知以精白米飼鳴，必致死亡，若與新米素

科學常識

共用之，則可長續其生命，近頃學者之間，亦有唱腳氣病爲因缺乏活力素而成者，按之多數實驗，或近真確活力素與他種營養分所異者，缺之不可然極微量而已足。

嚴定食物種類，最易惹起疾病，此蓋因難得充分活力素之所致，兒童之血斑病，即其一例，與以新鮮水菜或果實，則得快愈由最近研究之進步，更發見活力素等多種，學問界頗呈盛觀。

動物運動時，副腎發生分泌物，促進肺臟心臟之呼吸循環作用，增加血液之糖分，以圖身體之調和，已如前述，然由最近之研究，知血液中二氧，化炭氣增加時，亦有類似副腎素之作用，二氧化碳氣爲運動時血液中之廢物，因欲迅速排出，恢復疲勞，故自體行如內分泌物之作用，以促進呼吸，循環此亦動物調和作用之一例。

司呼吸作用之筋肉，存於頸部，胸部及上腹部多處，連絡於延髓中央之神經中樞而受其支配，中央神經系之任何部分，皆能刺戟神經中樞，若通過神經中樞之血液混濁，即二氧化碳氣之含量極多，雖斷絕中樞與中央神經系之連絡，亦能促進肺臟之呼吸，即此時之二氧化碳氣，有一種內分泌物

之作用，近來由堪農等之研究，知因勞動或窒息，蓄積多量二氯化炭氣於血液時，常增加副腎素之分泌，由此觀之，動物體內之二氯化炭氣，不惟自體有內分泌物之作用，且可促進他種內分泌物之分泌，以助呼吸循環調節身體。

雖然呼吸作用於內分泌作用之外，猶受神經反射之支配，由迷走神經而來之末梢神經，配於肺臟，若切斷之，則呼吸遲緩，一回呼吸、刺戟神經，使起次回呼吸之反射的運動，乃係通常的狀態，以人的意志之力，亦略能左右呼吸作用，蓋呼吸作用所受之支配，種類極多。

內分泌及 性之問題

與內分泌有密切關係者，上述之外，當數動物之生殖作用，凡動物皆具有製造生子所必要的物質之生殖器，雄有睪丸雌有卵巢，睪丸造精虫，卵巢產卵，以營生殖作用，然由近來之研究，知睪丸卵巢，除營生殖作用而外，猶有內分泌作用，與動物身心以重大影響。

成長後之雌雄動物，皆其性固有之身體特徵，其差別更影響及於精神，此等差別之起因，約有二說，一為先天的，不受生殖器之影響，一為非先天的，由生殖器內分泌物之作

科學常識

用而起，適應於前說之事實，因亦有之，然仍以後者之影響為最大，此可由德國斯坦納哈之實驗以證明之，取雄鼠多匹，摘去睪丸，移置雌鼠卵巢於腹部皮下，其未死於手術而成育者，身體及精神之要素，皆現雌鼠之特徵，雄者特有之生殖器，惟殘留而不完全，然乳房發達儼成雌體，即近雌鼠，亦不發情，反為雄者所挑弄，蓋性之第二次特徵，已完全改變矣，若割取幼雄之睪丸，移植於自體之別處，其成長也，無異普通之雄鼠，雄之特徵及性慾亦皆具備，然細檢查其移植之睪丸，乃發見製造生殖物質之細胞，完全消失，間隙細胞代而發育，由此二例觀之，性之第二次的特徵，與其謂之先天的，無寧是為後天的，蓋非由神經之作用，乃由雌雄生殖器官間隙細胞，所生一種化學的物質即內分泌物之刺激而顯露者也。

非惟鼠也，畜產界食用動物，常去其勢而圖美味，其動物身體所起之變化，固人所共知，再舉一例，為奴斯包氏之實驗，取雌蛙數匹，於交尾前，摘去睪丸，則交尾必要之雄的特徵，皆不顯露，如抱擁雌體所必要的前肢拇指之疣，既不生長，前肢肌肉，又不發達貯藏精虫之精囊亦不擴大，

然若再移植其他睪丸於去勢之蛙，或注射睪丸之破液揉汗於皮下，則雄之特徵，仍顯然表現，內分泌物作用之重大，於此可見。

古昔之人，亦行去勢術，觀其實例，可證內分泌物對於人類，與下等動物有同樣之結果，希臘，羅馬，及中國，侍於宮中或貴族婦人之男子，皆去勢以防亂，自古知之，觀其身體性質，已全化為女性，如年貌豐柔，鬚髻不生，皮下蓄積脂肪，手足之骨變化遲緩，四肢伸長身體纖細，聲帶不變，成人後仍有幼時之高音調，即其性質，亦溫順柔和，多仙女子，上述雖為男子之例，女子亦莫不然，如除去婦人之卵巢，則月經停止，失其女性的性質，移植他婦人之卵巢於割除卵巢月經閉止已二年後之婦人，亦有月經再現，性慾恢復之實例。

性之第二次的特徵與內分泌物之密切關係，已如上述。行生殖的原動力之性慾與內分泌物之關係，亦為頗饒興趣之事實。由斯坦納哈氏之實驗，已知置換睪丸為卵巢之幼鼠，成長後雖無性慾，若移植睪丸於自體別處，則性慾仍然發露。氏又就蛙實驗之，亦得同樣結果，可證內分泌物之偉力，

科學常識

五月中至池邊觀之，可見多數的蛙兩兩相背負，，尾端拖有長物，形如石花菜，此蓋雌蛙產卵時，雄蛙緊切抱擁以援助者也，此抱擁反射之雄的性慾雖亦可由神經中樞之興奮而喚起之，實則內分泌之作用，影響最大，斯坦納哈氏於交尾期中摘出雄蛙之睪丸，不數日則失其性慾不復起抱擁反射，若以睪丸精注射於此蛙，則抱擁反射又復盛起，此蓋因睪丸中之內分泌物，刺激神經中樞之關於性慾部分而起興奮之結果，又先天的缺乏性慾之雄者亦偶有之，若以性慾旺盛的，其他雄者之睪丸精注射之遂發生性慾。

家畜類亦有同樣之例人亦然，除去睪丸或卵巢，則性慾全失，或甚衰減，其程度因年齡而異，幼時行之，影響最大，人至老衰，性慾銳減，此由生殖器衰微之自然的原因使然，內分泌物蓋亦已失其作用，由上述實例觀之，可知內分泌物對於性慾的精神作用，雖不能支配全部，然實有重大之意義，近時最盛稱之斯坦納哈氏返老還童法，不過為上述原理之應用，人至老年則身心共衰者，因生殖器衰退，其內分泌作用微弱故耳，若以元氣旺盛的其他動物之睪丸精注射之，不惟性慾，即其他之生活作用亦可恢復，身體精神，皆返老還

科學常識

童，且能延長壽命，若此主張果真，則古昔所求而未得之不老長壽靈藥，今已發見，然就其種種已研究明瞭之本質觀之，一時的性慾恢復，雖似可能若云延長壽命，及身心作用之返老還童，則果有何等效力，殊不能無疑。

由上所述知生殖器之內分泌作用，對於性的種種問題，有緊要之意義，雖然，非惟生殖器，即其他腺體之內分泌作用，亦有顯著之影響，頗堪注意，如前所述，若割去體內之松果腺，則個體早熟，生殖器之完成亦速，身體忽現性之第二次的特徵，性慾早已發露，反之，若割去大腦下垂體，則極起反對之結果生殖器不能完全發育，無生殖力，性慾亦極減退。

關於內分泌物之又一極有興味之例，為乳之問題，獸類之雌者（人亦復如是）妊娠後，乳腺發達，乳房漸此肥大胎兒未生以前，不出乳汁，胎兒產出，則乳汁同時分泌，如上所述，固為胎兒出生後養育之必要準備，然乳腺發達，起於妊娠後，故與腹內胎兒不能如何等關係，胎兒與母體，無於經系之絡連，故若胎兒果與母體以何種影響，不能不依神經系以外之別種方法，最近由英國斯塔林及雷因克雷達兩氏之

科學常識

研究，已發見可以證明此種推理之事實，即胎兒發生一種內分泌物，經胎盤入母體之血管，以達乳腺而促其發育，爾氏取兔之胎兒精，注射於從未經過妊娠之雌兔，其乳腺漸次發達，一如妊娠之兔，上述實驗之外，又有一極有趣物之實例，於雙之布刺則克姊妹見之，就荷威爾氏之所言，此姊妹之身體，雖於中央部連為一體，然神經系各別不通，祇有共同之血管系，一方之女，妊娠出產姊妹兩方之乳房，皆能出乳，由此觀之，亦可知胎兒常與母體內以一種內分泌物，以為出產後，必要之準備，實為生物微妙的調和作用之一例，應用此理，射牛之胎兒精於乳中，以促乳汁之分泌，說，不久或將實現，乳腺雖如何發達，然兒胎在胎內時，決不出乳，必俟胎兒出生，乳方分泌，此一為一種極巧妙之調和作用，蓋使乳腺發育之內分泌物，一面又有抵制乳汁分泌之力，胎兒出生，則此處作用停止乳汁胎能分泌。

內分泌及精神作用 內分泌物之學說，已略盡於上，茲一言內分泌物與精神作用之關係，以作收束，內分泌物與人類，動物之生理作用，有極密接之關係，已如前述，其與人類精神作用之重要諸點，亦散見各節，研究心理者，豈

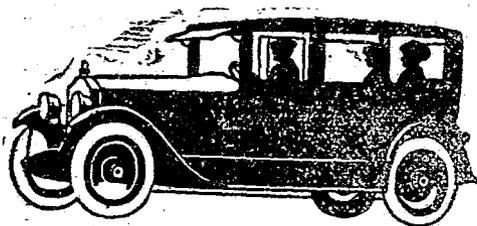
可忽視之乎，高等動物及人類，皆具有高等精神作用，此等機能，皆受神經系（尤為極發達之大腦）之支配，固無容疑，然非惟此也，內分泌作用，亦有極顯著之影響，如甲狀腺全缺或有障礙，內分泌作用不能完全時，氣力消失，精神機能即變遲鈍，甚者遂陷於愚癡，反之，甲狀腺之內分泌作用過甚時，易於興奮激於感情，思考，言語，行動皆趨敏捷，性慾極其增進，大腦下垂體之機能起障礙時，精神作用為所阻止，反之，松果腺之內分泌作用因病衰弱時，身心非常早熟，幼時即多煩悶，且性慾勃發，為期極早，又生殖腺雖為決定男性女性的性質差別之要素，然與性慾等之性的心理，亦有密切關係，如前所述。

由上觀之，可知如氣質等之純粹精神的資質，亦不能不為物質的內分泌所左右，此與古昔希臘時代希波革拉第所唱，人之氣質，由存於人體內血液，即血液，黑膽汁，黃膽汁，黏液之混和比例，而生多血質，黏液質，膽汁質，憂鬱質四種氣質的差異之說，根底相通，頗饒興趣，多血質為快活的，感情的易於興奮而易於遷移，憂鬱質為沈鬱的，感情雖，經過則遲，不易遷移，膽汁質者，不易起感情作用，

科 舉 常 識

然偶一激發，強而迅速，黏液質者，感情之起，微弱而遲緩若四種液質之混合有過與不及，則釀成種種疾病作謂液體病理說，即此之謂。

內分泌對於精神作用之影響，已為前述，然精神作用，亦有左右內分泌作用之力，觀之感恐怖時，常促副腎素之分泌，可知一斑，內分泌作用與精神作用之相互關係，如此密切，儼為結合精神及肉體之橋梁，對於哲學的方面，亦有極大之意義。



雨水的究研

總論 空中除淡氣養氣而外，尚有含有若干之水氣。其成分之多寡：視乎來源之盛衰及溫度之高下而定。在海洋之上，水氣既可予取予求，則空氣自必濡溼。在沙漠之中，則來源乏絕，空氣必極乾燥，赤道附近，溫度高則所含之水氣較多。迨達兩極，天氣嚴寒，則所含水氣乃絕無僅有矣。空中所能含水氣之容量，有一定限制，如在攝氏寒暑表二十度時，每一立方公尺空氣中能含水氣十七克而強。至攝氏寒暑表零度時。則每一立方公尺，空氣中僅能含五克而弱。若空中所含水氣已達此限度，則其水氣已至飽和點或露點達露點而後若水氣之接濟，仍源源而來，則供過於求，而所餘之一部，必須凝結為液體，或固體矣。水氣凝結時，若溫度在水點以上，則結成液體，有雲霧雨露四種之別。若溫度在冰點以下，則結成固體，復有霜雪雹三者之不同。露與霜惟天氣晴朗時有之，而雨雪雹則不然。茲將上述七種現象依次敘其梗概。

露 空中所能含水氣之限度，既視溫度而定。但一日中空氣溫度高下不等，以下午二時左右為最高，以天將破曉

科 學 常 識

爲最低，往往在日中空氣收吸水分，達中夜或清晨，因溫度下降，而水氣乃達飽和點，一部分水氣凝結爲纍纍若圓珠之白露。迨曦日東升而後，空氣溫度復逐漸增加，空氣又能收吸水分而白露即消形滅跡。昔人有言，命若朝露非無故也。

成露之晚，必無風雲，惟其無雲爲之掩覆，故地面之熱力，在晚中得以盡量發散。惟其無風，故較重較冷之空氣，得以靜止於一處，不至與和暖之空氣相混合且晚中地面岩石與草木枝葉之發散熱量，較之空氣爲更甚，故溫度之下降也，亦獨多。空中水氣雖未達飽和點，但一遇寒冷之岩石枝葉，則即凝結爲露珠矣。

但露水非均得自空中者，草木根蒂，在泥土中能吸取水分，上升達枝葉面部而蒸發。晚中因空中水氣已達飽和點，空氣不復能收吸水分乃在枝葉面部結而爲露。各種植物上朝露之所以特重者，洵非無故也。朱子語類載『古人說露是星月之氣，不然，今高山頂上，雖晴亦無露露只是蒸上』云云，可爲先將我心者矣。

霜 霜無他，特露之變形耳。凡水氣凝結時，溫度在水點以上爲露，在水點以下即爲霜。詩不云乎『白露爲霜。』是

故霜與露，雖狀態不同，露為液體而霜為固體，然其成因與其徵候，則固一也。我國古人不明霜之成因，遂致多所誤會，宋陸游詩『蕭蕭霜氣常十月，離離斗轉欲三更。』唐張繼詠楓橋夜泊，曰『月落烏啼霜滿天。』霜而能氣，能滿布天空，則與雪夫復何異之有。

霜在農 上殊為重要，因當春初秋末之際，初放之嫩芽將熟之瓜菓，一經寒霜，則無噍類矣，稗伊川謂『霜雪之別，蓋霜能殺物，而雪不能殺物。』是列僅辨其果而未涉其因。但霜非殺物也，殺物者此低溫耳，蓋溫度降至冰點以下，則嫩綠枝葉內之分水，必冰凍，而枝葉因以受摧折。霜者不過為空氣溫度已達冰點之表示耳，不得遂謂霜能殺物也。至於雪之所以不殺物者，其故有二。一則因凡有霜時，則其他面必曾達冰點或冰點以下之溫度，下雪時則未必然。故雪花抵地而後，往往即溶解為水。一則因霜可見之於孟春季秋之交，其時草木尚有嫩綠枝之葉，易於摧殘，雪則多降在隆冬，瓜菓已熟，枝葉已凋，所餘者均堅忍耐冷之枝幹，雖飽經霜雪，亦不足為害也。

霧 霧與露有別，露之成由於空氣與較冷之岩石或枝葉

科學常識

相接觸，水氣乃達飽和點。結霧時，則空中水氣較多，不待與外部溫度較低之物質相接觸，其自身之溫度，已足使所含之水氣達飽和點而有餘。故露僅限於顯露天空之岩石及草木枝葉之上。密蔭之下居室之內，不能有露。而霧則能迷漫天空，隨處皆可沾潤。霧重時空中咫尺不辨人物，雖室內之空氣亦受影響也。

霧常着地而生，往往入晚，平地濃霧迷漫，而上頂則無霧之蹤跡，抑又何也。此蓋因空氣愈冷則愈重，雲消風靜之晚，冷空氣自山巔流入山谷中，使空中水氣達飽和點，而霧因以生也，此等霧，與露霜相類似，惟以晚間見之，至翌晨日出而後，即漸漸消滅。此外冷空氣遇熱空氣相混合，亦能生霧，如南風忽轉為北風，則溫度降低，亦能使空中水氣達飽和點。

凡水氣結為霧點，必以浮在空中之煤屑塵泥為中心點，若空氣非常清潔，毫無塵垢，則水氣雖達飽和點，亦不能結為霧。歐美都邑工廠林立，空氣煤屑特多，故霧亦較鄉村為常見，英國京城倫敦，素以霧著，十九世紀中葉倫敦一年中有霧日數共五十一天，至十九世紀末葉增至每年七十四天

由於增設工廠消耗烟煤所致。

雲 霧實爲雲之一種，特雲均在山巔或空中高處，霧則着地而生耳。王充論衡謂「雲霧雨之徵也，夏則爲露，冬則爲霜，溫則爲雨，寒則爲雪。」寒雪白露，與雪霧無關，已於上章述及。即雲霧亦未必盡爲雨雪之徵兆，要視乎其雲霧之高下形式何如耳。十九世紀初葉，英苛華，分雲爲四種，（一）卷雲（二）積雲（三）層雲（四）雨雲迨十九世紀末葉，氣象學家因苛華氏之分類雖簡捷了當而苦於太略，乃於西歷一八九四年，召集萬國氣象學會時，推委員審定雲之種類，大別爲十種，此即近今各國氣象臺所通用之分類法是也，試歷叙之如左。

（一）卷雲乃雲類中之最高者，爲羽毛狀或亂穰狀之雲類，如第十四圖甲所示。色白，纖維組織細而長常孤立天空中間，亦有排列成行作帶狀者。

色白如綾織之幕，往往滿布天空，其狀隱約，初視頗難辨其爲抑雲爲天也，日月近旁之暈（華環）多由卷雲而成。

（三）卷積雲爲白色微小圓珠狀之雲，合若干排列爲行，宛如魚鱗鱗片之間，露有若干之天空。

科學常識

(四) 高積雲亦為排列成行之雲塊，但較卷積雲之雲塊為大，且其纖維交較粗，尋常作白色，間亦有下部作灰色者，狀若羣羊偃伏，又加大塊棉花散布空中。

(五) 高層雲狀如濃厚之幕帳，往往滿布天空，作灰色或淡青色。日月近旁之光環，多由是類雲而成。

(六) 層積雲為極大之雲塊，連綿作帶狀，能掩蔽天空之全部，惟雲塊間時露一線之青土而已，雲作深灰色。

(七) 積雲濃厚如羊毛，往往圓形之塊狀。頂部作圓錐形，而底部則甚平坦，如十四圖乙所示。我國各處在夏季日中，天氣晴朗時，幾於無日無之，在日廣野舉目四望，但見此等雲散處各方，如星羅棋布。雲下往往有影。

(八) 積雨雲雷以前常見之。狀若積雲，而更為濃厚，其頂部遠望如山峯之並立，如十四圖丙所示。

(九) 雨雲色如青淡之中國墨水，其中乏纖維狀之組織，邊際殘曲支離，雨雪即由此下降。

(十) 層雲在各種雲類中為最低，其結構與霧相似，特較霧為高耳。

雲之高度及厚度表

科學常識

雲名	縮寫 (萬國 通用)	平均高度	平均厚薄
卷雲		九千公尺	
卷層雲		七千公尺	
卷積雲		七千公尺	
高層雲		五千公尺	五百一十公尺
高積雲		四千公尺	一百九十四公尺
層積雲		三千三百公尺	
積雲		一千六百公尺	六百九十九公尺
積雨雲		一千五百至八千公尺	二千零七十公尺
雨雲		一千二百公尺	五百九十公尺
層雲		七百公尺	三百五十三公尺

科學常識

然雲固何由而成乎，推其原因，大要不外二道，一則由於空氣之上升，一則由於冷空氣與熱空氣相混合。溫度高低不等之空氣，至互相調和而後，若近地面則生霧，若在高處則成雲。層雲積層雲等，即由此故而成。至於空氣上升，則能使其容積增大，而溫度低減，尋常空氣上升一百公尺（等於三百二十八尺），則其溫度即須減少攝氏一度。設近地面空氣溫度為攝氏三十度，又設其露點為二十度，則苟升一千公尺，其溫度即須減少十度，而達露點或水氣之飽和點。若空氣更上升則一部之水氣必成爲雲矣。

空氣之所以上升者，或則由於夏季酷暑，使近地面之空氣非常炎熱，遂以膨脹而上升。夏季之積雲，及雷雨將發時之積雨雲，即由此故而成。或則由於山脈橫梗前途，使風吹至此處，必須上升，遂能越嶺而過，如第十五圖所示。江西廬山五老峯之雲海，即因此故而成。此等雲塊，無論天之晴晦，均可有之，因無風則已，若有風，則空氣至山足，必須上升也，雲南大理（今太和縣）一帶，無論陰晴，雲氣常冒山頂，晴則雲明，雨則雲晦，可爲明證也。

雨 雨與雲霧相類似，所不同者，則雨點較雲點略大耳。

雨點實爲雲點所結成，雲點之大小輕重不一致，故其下降也有緩速之不同。雲點之大而重者，其降也較速。雲點之小而輕者則其降也較緩，或竟爲上升之空氣挾以俱升，因是之故，雲點乃互相擊撞，互相併合，卒成爲雨點，顆粒較大，乃下降而達地面矣。

雨既爲雲所成，但何以雲不盡能致雨。此其故有二，一則因上升空氣苟流行甚速，則其力足抵禦雨點之下降。一則雲點成雨而後，若中途空氣乾燥，則未抵地以前，雨點復蒸發爲水氣，在沙漠中往往見雨自雲足下垂，能無涓滴達地，職是之故也。

雨點之直徑，普通自二耗（密理米達）至四耗，大者可達八耗。過此則不易團聚爲一。即偶聚爲一粒，下降時必濺成飛沫矣。雨點下降之速率，視乎其直徑大小而定，雨點之大者其下降速率，亦不過每秒鐘八公尺。是故空氣上升苟每秒鐘有八公尺之速率，則不能有雨。因雨點直徑在八耗之下者，受空氣上升之抵抗，不得下雨，雨點直徑在八耗以上者，則受空氣之衝激，必且碎爲細點矣。

雪 凡水氣凝結時，溫度在水點以下，則不成雨成雪，雪

科 舉 常 識

之組織，古人考之詳矣，韓詩外傳謂『草木之花多五出，獨雪花六出。』文謝朓五雜俎云：『余於冬春之交，取雪觀之，皆六出，其五出十不一二。』云云。自十七世紀荷人李繁和克發明顯微鏡以來，研究雪之組織者，乃得一利器。嗣後以顯微鏡觀測雪之結晶者，代不乏人，而美人班德萊盡畢生之力，以顯微照相機，撮雪結晶之影，至千餘種之多，尤可稱爲苦心孤詣。據班氏新測結果，則知雪花均爲六角行，或六邊形，惟形式錯雜離奇，變態百出洵其觀之。

雪之下降也，不作垂直線而飄飄徐下宛若鴻毛。謝道韞比之若風吹柳絮，良有以也。若風力甚猛，或溫度較高，則數雪花能合成爲一雪片，雪片大者，直徑長可達四十耗。雪花既較雨點爲大而輕，故其下降速率亦較緩，平均每秒鐘不過半公尺而已。雪作白色，與水及冰之色不同，此由於雪之結晶，各方面非互相整合重疊而有空氣雜於其間。故面與面之間空氣光線回射，觸於吾人之眼簾乃作白色。

霰與雹 霰俗稱雪子冬季天將雪時常見之。是故詩云「相被雨雪，先集雜霰」。霰即德文之爲半透明之圓球，直徑自二耗，係數雪花膠結而成。因降雪之初，近地面空氣溫度

尙高，遂以成霰也。

雹則惟見之於者夏天將雷雨時，雹之大者，其直徑可與萍菓或鵝蛋不相上下，往往積於地面，深可盈尺。其小者足以傷折禾黍，其大者則雖人類鳥獸亦能殃及。本年（民國十一年）四月二十九號下午四時許，江蘇徐屬蕭浦一帶，風雹爲災，一農婦乳兒，適一巨雹穿屋落兒頭，腦漿迸裂以死。據另一報告則謂豐縣運賑糧車，在途被雹擊斃馬夫一名，馬四匹不知下落云。雹之爲害蓋可爲烈矣。

大如鵝蛋之雹，其重量當在半磅（二百二十元元）左右，如許重大之物，而能成於天空，實可驚異。大抵下雹時近地方之空氣溫度甚高，因而上升或積雲或積雨雲，迨達高處，則其中水氣凝結成雪，嗣及下降，溫度增高中途一部分之雪，溶而爲雨。至下層則上升空氣勢力甚猛，復挾之以上，雲復凍結水。且與雲中雪花相接觸，冰雹之外乃包有雪。再降，則雪之一部溶解爲水。更升，則所溶之水又結爲冰。忽升忽降，時結時溶，雹之體積，乃逐漸增益，直至其重量過大，乃墮於地面矣。是故吾人剖雹而視之，則知其合若干層數而成，冰與雪互相間迭，互相包圍，一層透明，一不透

科學常識

明，足悉前說之爲不謬也。

雨量之測定 世界各處雨量，多寡不均，如戈比沙漠中可終年不見一滴，至印度却拉朋齊地方，則多至每年一萬六千耗（即六百三十英寸）所謂雨量者，而特專指雨而言，即雪雹霰亦包含在內。量雨之法，置測雨器於空曠之地。天降雨時，則雨水自測雨器之表面部流入一筒中，筒之面積，適表面十分之一。故降一耗之雨，則筒中水深即達十耗迨雨止後，以尺量筒中水深，即得降水量矣。如此日積月累，則全年雨量，不難求得也。

我國雨量以兩粵爲最豐沛，向西北遞減，至西藏蒙古則極稀少。故各處雨量相等之處，作一線，名爲同量雨量綫觀此綫即可知各地的雨量矣。

關於天氣的農諺 古來關於天氣之俗諺甚多。因天氣之變化。直接影響於人類之生活。故人多留意也。然氣象學。始發達於近代。此等俗諺。既不根據於學理。惟依多年之經驗而得。然亦多有可信之說。茲列舉數例於下。以供參考。

- (一) 大氣曠而覺暖濕時。則降雨。
- (二) 冬季暖則雨。夏季冷亦雨。蒸暑時概多風雨。
- (三) 日月暈爲降雨之兆。或謂日月上昇有暈則晴。下降有暈則雨。
- (四) 朝虹雨。夕虹晴。
- (五) 晨間草葉無霜露。雨或風。霜露多則晴。霜消速則雨。
- (六) 朝日帶紅色。有風雨。落花呈紅色則晴。
- (七) 上層雲與下層雲移動之方向相反者。有風雨。
- (八) 風向從南至東。恐有風雨。北東則雨。西風及北風則晴。風向不定。爲天氣變動之兆。
- (九) 有鳥遠飛於海面。天氣晴穩。蛛卵張網時亦爲晴兆。
- (十) 滿天無雲翳而快晴。爲風或風雨之徵。
- (十一) 星光閃閃而如搖動。爲起風或降雨之兆。
- (十二) 遠寺鐘聲明瞭爲雨兆。
- (十三) 無風而電線有聲。爲天氣不良之兆。
- (十四) 燕低飛。蛙屢鳴。均雨兆。鶯高舞。則有風。

科學常識

又有成韻語者列於下。

- (一) 烏雲接日。雨即浙瀝。雲下日光。晴朗無妨。
- (二) 早白暮赤。飛砂走石。日沒暗紅。無雨必愨。
- (三) 返照黃光。明日風狂。午後雲遮。夜雨滂沱。
- (四) 虹下雨垂。晴明可期。斷虹晚見。不明天變。
斷虹早見。有風不險。
- (五) 曉霧即晴。可望天晴。霧收不起。細雨不止。
- (六) 朝霞不出門。暮霞適千里。暮看西無窮。明日更晴明。
- (七) 游絲蜘蛛天外飛。久晴便可期。雲佈滿山底。
連曉雨亂飛。
- (八) 日暮黑雲接。風雨不可說。雲隨風雨急。風雨霎時息。
- (九) 日落雲裏走。雨落半夜後。日沒胭脂紅。無雨但有風。
- (十) 日出遇風雲。無雨天必陰。火燒薄暮天。來日必晴明。
- (十一) 紅雲日出生。勸君莫出行。紅雲日沒起。更許

便晴明。

(十二) 久雨現星光。來日雨更狂。小暈月闌風伯急。

大暈雨師忙。

(十三) 早霧遮山脚。出門不須急。晴雲照山頭。甘雨
自可求。

(十四) 開門雨連綿。晴朗在午前。日落雲幔滿。雨落
在夜半。

(十五) 山光翠玉滴。不久雨瀝瀝。山色濛如霧。連日
何煦煦。

(十六) 蚊蟲聚堂中。明朝穿叢蓬。螞蟻築壩陣。雷雨
盈寸深。

(十七) 貓兒吃青草。雖旱不必禱。犬兒嚼青草。真水
快趁早。

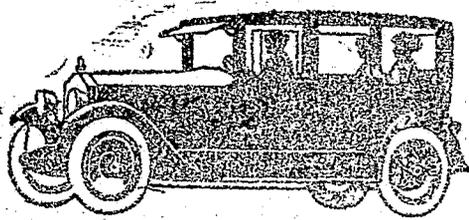
(十八) 雨前濛濛終不晴。雨後濛濛終不晴。

(十九) 春夏東南風。不必問天公。秋冬西北風。天光
可喜融。

(二十) 春夏西北風。夜來雨不從。秋冬東南風。雨下
不相逢。

科學常識

此等俗諺。不遑枚舉。其說雖合理論。然亦只可用於一地方而不能通行於遠方。且此等豫兆顯出。而天氣之變化已迫於眼前。不及預爲防避也。



一九三一年十一月初版

科學常識講義

非賣品



編述者 馬鳳崗

校對者 韓續誠

發行者 陝西區長訓練所

