

# 科 學 基 礎

---

東方文庫第四十六種



# 科學基礎

---

英國偉然著

目次

一 科學分類·····	一
二 物理科學·····	七
三 生物科學·····	三二
四 心理科學·····	四三
附錄	
實驗和假說的價值·····	五九
科學定律與事實·····	六九

# 科學基礎

英國偉然姆著  
抑菴譯

## 一 科學分類

科學，英語謂之 *science*，源出拉丁文 *scientia*，爲 *scire* 之變體，猶言知識也。學問也。今日科學二字，則指天地間一切事物之理而言，吾人融會而貫通之，乃成爲有秩序之學問。其爲義至廣，然約而分之，不過三類，曰物理科學（*Physical Science*），曰生物科學（*Biological Science*），曰心理科學（*Psychological Science*）。物理二字，希臘文爲 *phusis*（*Phusis*），與拉丁文 *Natura* 萬有之義相同。然物理科學，則專論物質物力，不及有生之物。專論生物者，則有生物科學；生物科學，間亦有及物質物力者，然其旨固在推求生命原理也。若夫心理科學，則以研究精神界

上之現象及作用爲事，其範圍似狹而實廣；蓋所研究者，不僅限於人類，卽各種動物，亦細加考察，以相比較也。

各種科學之關係，哲學家多樂道之，於是有所謂科學之科學者出。然科學既指一切學問而言，包涵甚廣，分類自難。吾人局於聞見，欲其詳盡無遺，勢有所不能；況今日之科學，瞬息萬變者乎？上述三者，不過略舉其大者，讀者勿泥焉。

科學既分爲三類，則三者間之關係，亦不可不略言之。物理科學與生物科學，雖一則專就物質物力立論，一則專就有生之物立論，然二者實相掩。心理科學與生物科學，尤有密切之關係；蓋惟有機體物，始有心理上之作用也。

由此觀之，三種科學，合則爲一，分則爲三；物理科學居先，生物科學次之，心理科學又次之，皆順序而下，譬諸長虹，中含數色；紅者爲物理學，青者爲生物學，藍者爲心理學。物理學之前，則由暗而明，模糊不可辨，猶虹中之紫色。心理學之後，則深奧難明，猶虹中之青蓮色。今試繪圖以明之：

紫 紅 黃 青 青藍 藍 青蓮

雖然，心理學之後，又有名學，七物理學及其他各種科學，則吾人之眼光，又不得不隨之而變。心理學使吾人漸知知識之作用，再進一步，則當推求其由來，於是有名學，有五官感覺論。合二者之所得於一處，而科學之用益繁，是則由心理科學，而復入物理科學之範圍矣。

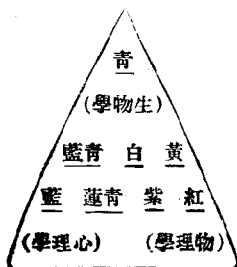
然則上圖仍不足以明吾說也；七色光線，可以周而復始，藍色心理學之後，尚有智識論之青蓮色，轉入名學之紫色，過此則復至紅色之物理學矣。

故吾人可假奈端氏 (Newton) 所創，麥克司威爾

氏 (Maxwell) 所用之各種顏色圖以為比喻。紅青藍

三色為原色，占圖中之三角，其餘各色，在三角中者，皆

雜三色而成。其多少之比例，則以角之遠近為斷，其圖如下。



仍用前例，以紅色爲物理學，青色爲生物學，藍色爲心理學，三者皆純一不雜。其他科學，則合此三者而成；或注重物理學，或注重生物學，或注重心理學，各不相同，猶圖中之雜色也。

今更詳言之，紫色爲名學；論思想之律令，發於口者爲言語，著於書者爲文字。文字中之最重思想力者，莫如數學，故數學居其次。數學原理，皆可應用，機械作用，由數學原理推求而來。故由數學而入各種物理科學，若熱學，光學，聲學，電學，磁學之類是。化學論分子之化合，亦格物之一，可以列入此中。然亦有列入生物學中者，以其相近也。

其次黃色，爲物理化學之涉及有機物者；一方面有生理學，一方面則有細胞學及其組織法，蓋此已入青色範圍之中。論生命之原理，比較生理學，論各種動植物，則與生物科學愈相近矣。

生物科學，有植物學有動物學，漸與圖中之藍色相接近；蓋前則自無生機物而



至有生機物，此則自有生機物而至有知覺物，故有心理科學。心理科學發源最早，而在科學中則為最新。蓋人人雖有自知之明，而條分縷析，使成實驗之科學，則至今日，始有注意及之者。其關係則與生物科學中之生理學為最密切。而生理學復與物理化學相接近，故圖中所繪生理學，幾占生物科學之全部。

自心理學復入智識論，故周而復始，互相銜接。其一端專論吾人心理上直接之作用，其他端則由格物學而入他種科學矣。

近三角之中央者，皆為複雜科學，含有三種純正科學之原理在內；譬如天文學為紫色，以其所包涵者為數學、物理、地質學為黃色，以其所包涵者為物理學與生物學。歷史、法政為青藍色，以其與生物心理兩種科學甚相接近；而其中亦兼及人類之自然狀況，及天地間一切公理，故與物理科學亦略有關係焉。

尚有中央一白點，其範圍至廣，非有各種科學之知識者不能研究。蓋其所論者，皆為形而上之學，以發揚兩大間之真道，故哲學總論各科學，集其大成，而神學上

究天人，其旨益深遠矣。

科學分類，既如上述矣，其研究之法，可得聞乎？曰：仍請設喻以明之。譬如室中，僅有一窗，窗爲三角形，其玻璃顏色如上圖。則吾人視室中之物時，其光皆自此窗而入；觀室外之景時，其光亦自此入。在昔科學未昌明，故不知分科細究，此猶室中人不知注目一色，察光之所自來也。其後乃漸知各色相雜，則視線不明，故製成窗簾，以掩他色。然後室內室外，均爲此一色所映，吾人所見，亦僅此一色矣。此猶人之知識日開，漸知潛心研究一種科學也。

不特此也，機械日精，考察日便，譬如室外之景，則用望遠鏡以觀之，室內之物，則用顯微鏡以察之，各種實驗，至此乃燦然大備矣。

然欲觀其全，仍不得不合各種科學而研究之，若僅知其一，不知其他，則聞見亦狹。譬如吾人專究哲學，哲學在圖中爲白色，白色乃合衆色而成，若不知其餘各色，則白色爲何物，又焉得而知哉？

雖然，以上所述，皆譬喻也，吾不敢言各種科學之關係果如一三角也。吾亦不敢言物理學之果爲紅色，而心理學爲藍色也。凡此種種，本非確證，不過借此以明吾說耳。他日者各科學之關係愈明，則或更有善法以證之，未可知也。

## 二 物理科學

生人之初，櫛風沐雨，日不暇給，以求自活。於是製作器具，以利用厚生，此爲物理科學之始。其後復默察天道，見其循環不息，而科學思想，益深入人心矣。

物理學中，若槓杆，若斜板，若楔木，埃及及亞述人均圖其形於石上，是則有史之前，已有人知其用矣。然知其用而復能知其理者，則始於希臘之大儒阿克米達氏 (Archimedes of Syracuse)。阿氏生於耶穌降生前二百八十七年，歿於降生前二百十二年。幼時讀書於阿立克善局拉，卽五十年前歐克氏 (Euclid) 設帳之地，故阿氏考察各物，悉本幾何之理，多奇中焉。

曰：

阿氏先取公理，然後演繹之，著爲定例，物理學中槓杆之理，阿氏實發明之。其例凡杆槓之置於他物之上者，其較短一端上所置之重量必較較長之一端爲大，其比例爲愈短愈重，若以重量與離所支之物之遠近相乘，則兩面皆同。

吾人詳細研究此定例，卽知阿氏實以一物爲中心點。蓋中心點與槓杆之理，本相符節，阿氏所設公理，大半皆可實地試驗，此卽其一。依此定例，吾人又可推求他物矣。

阿氏槓杆之理，在科學中實爲一大進步，蓋各種科學公理，皆由一知半解，而至於大徹大悟。在阿氏心中，固以爲其公理實較其結論爲易明，而其證據，則實確切不移者也。

吾人今日，注重實驗，槓杆之理，一試卽明，而中心點之原理，雖似易解，然欲實地試驗，甚非易事。由此可知物理學中之界說，不過將平常習見之實事，重加說明，已

知者易解，不知者則茫然矣。

阿氏又發明浮物之理，論重量與體積之關係，爲此後密率與比重兩觀念所自出。其言曰：凡物浮於流質之中，或全沒，或半沒，其重量與其所占流質地位之重量相等。

阿氏之後，凡二千年，無所發明，迨至黎烏那度特文散氏 (Leonardo da Vinci 一四五二年至一五一九年) 及西摩司底文氏 (Simon Stevin of Bruges) 一五四八年至一六二〇年，復將槓杆斜板之理細加研究，而三力平均之理亦漸明。然其所用之證，仍本歐克幾何之理，其實驗之法，以連續不斷之鍊，置於斜板上，繞至板後，周而復始，則其動力必不連續，其所思蓋益深入矣。

然黎氏與西氏所研究者，僅爲靜力學，動力則無所發明，惟黎氏備忘錄中，略論及之。其意仍本希臘大儒阿里士多德 (Aristotle) 之說，以爲物有輕重，故其位置亦有不同，輕者上升，重者下墮，此所以物愈重則其下墮時亦愈速也。

加里洛加里利氏 (Galileo Galilei 一五六四年至一六四二年) 者，天生科學家也。大變希臘及中古諸儒之學說，不復推求各物之何以下墮，而專注意於各物之如何下墮，用種種實驗以明之。

二千年中，學者墨守阿里士多德之說，以爲物之重者，其下墮時必較輕者爲速。然用五分鐘之試驗，以石一方，鐵一塊，同時自高處下墮，其結果卽足證明其說之妄。故加氏卽以此法示當時學者，以輕重二物，自潘撒塔頂之上下擲，若輕物不爲空氣之力所阻，則兩者必同時下墮，準是而言，阿里士多德之學說不攻自破矣。物體下墮，其速率必漸增；加氏初意以爲速率與距離必成正比例，既而知其誤，乃以速率與時間相較，此爲實驗之初步。

然物體下墮甚速，當時試驗器具未全，不能確知其速率，故加氏以他法試之。法以圓球置斜板上，使其旋轉而下，則其理應與物體下墮時相同，不過其勢較緩耳。加氏因卽計算其遠近，所得之結果，爲距離應與時間之乘方成比例；譬如一秒

鐘，球轉一尺，則二秒鐘應轉四尺，三秒應轉九尺是。

然當時所用之鐘，非特不能準確，抑甚不便。故加氏製成一器，底有一孔，以指塞之，然後滿盛以水，去指則水流出，時間之長短，權水之輕重，即可知矣。（按此即我國之漏壺。）

加氏即以此法，證明速率與時間可成比例。尙有他種實驗，其意相同，故不備述。然物體下墮時之真速率，尙未研究也，故加氏更以實驗明之。物體自板上溜下，仍能折至他板，無論其板之傾側若何，其高低皆同。可知高度實最有關係，而物體下墮時，若高低相同，其速率亦應與板上溜下時相同也。

更有要者，則此實驗中所用，共有兩板，物體自板上下溜時，其速率足以使其轉向他板之上而升，其垂線高低亦相等。他板之長短，傾側之高低，均無關係。惟直垂線則萬不能上升，以其速率已盡滅也。更進而言之，兩板若平置，速率不減，阻力不生，則物體應向前進，其速率始終如一。

此數說者，在科學界上實爲一大革新，吾人常見物體動時，或因地球之力，或因阻力，或因他種阻礙之物，因而停止。故吾人以爲凡動必有力使之能動，力不間斷，動亦不已；故天文家論行星之轉，則創爲旋風之說；其他種種謬論，因而遽起。加氏出而此種學說均不能存矣。

加氏所用之種種實驗，在科學界上亦極有關係。其考察之法，先爲設想之辭，後用試驗以證明其誤否，然後立爲公例，蓋此後吾人乃得出暗入明矣。

與加氏同時者，尙有培根氏（Lord Chancellor Bacon 一五六一年至一六二六年），英人，其治科學，仍用哲學眼光，見當時學者之謬誤，遂一注重實驗，然矯枉過正，以演繹法爲無用。加氏則不然，用真正科學之眼光以觀察事物，探驪得珠，加氏蓋有焉。

卽以物體下墮一例論之，自阿里士多德創輕升重沉之說以來，學者未有敢議其妄者，加氏心獨知其不然，以極簡單之試驗，證明其誤，蓋其所見者切也。



若夫物體下墮速率之定例，其範圍本甚廣，前人亦未有論及此者。若依培根氏之法，則可以試驗之處甚多。加氏不然，靜坐默思，先為設想之辭，以速率與距離相比，既而知其自相矛盾，乃以速率與時間相比；由此演繹，則所得結果，皆甚準確，因復為實驗以明之。

然其設想之辭，因器具不精，不能直接試驗，故以演繹所得之一端，即距離與時間乘方之比例，先試之。

試驗之法既得，然器械上仍有種種不便，故加氏第一先用斜板，使其速率減遲，第二創漏壺以量時刻。器械既備，然後試驗，板上刻畫尺寸，為距離之遠近；量時間時雖略有出入，然大致皆同；其所得結果，則距離與時間之乘方，成比例數。

其所證明者，雖僅有一端，然既知其非妄，則其設想之辭，自不謬誤，他種試驗，益足堅其所信。最後乃用歸納法，使吾人不得不信速率之增加，實與時間成比例矣。然而加氏固甚幸也，吾人設想之辭，往往與所演繹者，不能一致，既不一致，則他種

結果，亦當推求，試驗因而愈多。若每次試驗均與設想之辭相符合，然後所設想者方不謬誤也。

加氏既發明物體動時，向前而進，速率一致之理，後之學者，實大受其賜。蓋吾人所當研究者，非連續不斷之動力，而爲由直線而轉成斜線之理。譬如行星咸依軌道而行，則其間必有一力，使之環中央而轉也。

伊撒奈端 (Isaac Newton 一六四二年至一七二七年) 坎不列其大學畢業生，一六六五年因疫離校，返林肯歇阿。既歸隱，遂以加氏所得之力學公例，觀察天文。其時托里米克之天文學說，以地球爲中心者，已鄙棄不復道。考伯納加氏乃以日爲中心，其說大盛。太柯勃蘭海 (Tycho Brahe 一五四六年至一六〇一年) 觀察行星之轉動，搜集種種材料，以爲證據。約翰解伯勒 (John Kepler 一五七一年至一六三〇年) 復定行星以日爲中心聚合之點，環繞而行之公例。及奈氏出，先考察月球繞地之軌道。月之軌道本似環形，然依加氏公例，則動時應依直線，可知

月與地球，必有牽引之力，猶蘋果之必墮於地也。

然則力之向中心而復及於四周空間者，或與距離之乘方成反比例，奈氏本此設想，核計月之距離與引力之關係。然因核算距離時，略有錯誤，故所得結果略小。六年後復將其距離細加核算，漸歸準確，乃知月之依環形而轉者，實由地球引力所致。

奈氏第二步，即用幾何原理，證明橢圓形之軌道，亦可用反乘方公例計算，然後假定各種物質，皆有一力。以圓形之物而言，其體積均集於中央一點，奈氏即以此爲其理論之歸束。其大旨爲物質均能吸取物質，謂之吸力，與距離之乘方，適成反比例。

二年之中，奈氏悉心研究此點，所用數學，皆自出心裁，天文學至此，幾本機械作用。其所著要義 (Principia) 一書，於一六八七年出版，科學界上，自茲遂日有進步矣。

奈氏所發明者不僅天文學中之引力，即加氏所創之力學論，至此亦根基日固。其第一要點，爲辨別物體與重量之異。物體在各種力學試驗中，無論如何，皆不變，更重量則因地之吸力而異；譬如地球與月球之間，竟有一點，其力平均，即重量亦不可辨矣。總之，奈氏集力學中種種要義，用歸納法，定爲公例，爲後來實驗科學之根本。且用此各種定例，可以依數學中之理論法，演繹他種理想上之試驗，若兩者所得愈相合，則其結果與所推算者亦愈近。蓋吾人理想上之數學與天然界上之機械作用本相符合也。

今試以機械科學，考察天然界上之現象，以爲研究之資。

吾人觀察各種物體之移動，心中卽有兩層感想：一爲空間，一爲時間。空間爲距離之遠近，時間爲經歷之久暫，兩者皆爲心中之意念。

此兩種意念之外，尚有速率。欲量速率，則以移動之遠近及其時間計算，若以算式演之，則如下例：

速度 =  $\frac{\text{距離}}{\text{時間}}$

然速率若時時變更，則時間單位之變動，即其變動之率，是謂速率之變易。

速度之變易 =  $\frac{\text{距離}}{\text{時間}}$ ，

由此可知速率之變易，仍本吾人心中時間與距離兩者之觀念也。

欲將此種觀念用諸實驗之中，則不可不有一單位以爲標準；於是有尺寸，以量遠近。量人之足爲一尺，量人之臂爲一碼，英人即據此爲長短之準；而法人則大變其意，以地球爲標準，即世所謂適當是也。一適當爲地球九十度之弧中之十兆之一，然實不準確也。

時間之觀念，亦本諸吾人心中之自覺，所謂年月日者，依天文家之推算而得；而科學書中所用之分秒，不過其分數耳。時間與距離之兩種單位既得，然後各種變動，均可描寫；然機械科學中之觀念，不僅止此也。

吾人視覺中所感觸者，爲物體之變動，然物體若與吾人相接，則觸覺中又有一種新觀念，曰力。力不易量，故以容積代之。

譬如以石兩塊，置於冰上，一大一小，欲使其滑動，則用力有大小不同。又或如機器之動輪，一用木製，一用鐵製，則鐵輪轉動時，用力必較木輪爲大，其理同也。

鐵輪之容積較木輪爲大，與所用之力，可成比例，故物體之容積，乃由力之觀念而生。

然尙有重量之一觀念，未述及也。重量與物體之關係，宜用實驗，加氏已先試矣。譬如以輕重二物，自上擲下，則其速率與速率之變遷均相同，故所用之力（即物體之重量）應與容積成比例；容積與重量既成比例，則量之之法自易矣。

容積有單位，英人用磅，法人用基羅格蘭姆，皆有一定標準。

距離，時間，及容積三者，奈氏機械科學之基礎也。由此三者，即可推求他種觀念矣。

譬如力爲一種緊要觀念，然力之觀念，仍由推求容積而得。容積之定義，爲所用之力之足以生速率之變遷者，故欲量物體之力，則以速率之變遷，乘其容積，其算式如下：

$$\text{力} = \text{容積} \times \text{速率之變遷}$$

至於力之作用，則爲力與距離之積，其公式爲

$$\text{力} \times \text{距離} = \text{容積} \times \text{速率之變遷} \times \text{距離}$$

$$\text{然速率之變遷爲} \frac{\text{距離}}{(\text{時間})^2}$$

$$\text{故 力之作用} = \frac{\text{容積} \times (\text{距離})^2}{(\text{時間})^2}$$

奈氏之動力學，至今始有疑之者，則以電力經過之物質，若光之速率相近，則容積亦增；然機械試驗中之各種速率，奈氏之說，均與實驗相符也。

容積之觀念，固奈氏所發明，然物質中之最要性質，即爲容積，希臘儒者已研究

此問題久矣，故奈氏有所藉手。其容積之定義，不曰力而曰物質之量。其論力也，則曰由他種單位推求而得，實則物質之最著者，惟容積耳。

然希臘儒者論物質，則有二說：其一說以爲物質可分，分而又分，永無盡期，然其質地仍相同，譬如以水分析之，其原質仍爲水也。更有一說，爲魯雪普司及地默克太兩氏 (Leucippus and Democritus) 所創，以物質分之無可分者爲原子，原子之大小結構排列，各有不同，故物質亦有不同也。

然其科學程度尚淺，不能用實驗以證明之，故阿里士多德力闢其說，後遂無所聞。羅馬人羅克利底氏 (Lucretius) 復興此說，顧終不能與阿氏敵也。

加氏實驗中初未及光之本質。當時化學家見火焰之現象，以爲物質焚燒時，必失去一種質地，曰火質。若權其輕重，必見增加，即阿里士多德所謂負量是也。至十八世紀之末，各種氣質發明，其說大變，物質焚燒，實因與養氣相合之故，而所謂火質，遂無更及之者矣。



化學上之變化，當時原指物體同質而言，而化學上之結合，乃各種原質，依一定之比例，合成雜質；若兩種原質相合，所成不止一種雜質，則各種雜質之比例，皆有關係。

一八〇八年，約翰鄧爾登 (John Dalton 一七六六年至一八四四年) 復興原子學說，以原子相合時之重量，為各原子之重量，而氣質相合之定律既明，化學原子之說亦愈確。原子與分子有別，原子為分無可分之微質點，有相抵力者，而分子則合兩原子而成者也。此說原本實驗，故不如哲學家虛無縹渺之譚也。

古有煉丹術，實化學之起源，所謂點鐵成金及不死之藥，實皆無據之譚，然化學之分析結合，即始於此。及鄧氏出，化學之基礎乃固，其影響他種科學，亦匪淺鮮；而以分子物理學為最。

分子物理學，最初發明者為嘉爾 (J. P. Joule 一八一八年至一八八九年)，自一八四〇年至一八五〇年，熱學原理，大加革新。其所持之學說，與數百年前包安

爾 (Boyle 一六二七年至一六九一年) 及奈端兩氏之說相同，以爲熱力之來，乃由質點之激動；然當時力之作用未明，故熱力亦不能測量，不得不留待後人之發明。及伯萊克 (Black 一七二八年至一七九九年) 考察比熱及潛熱之理，(比熱者，各種熱物之力之比較也；潛熱者，定質融解，流質騰沸時所需之熱力也) 而舊時視熱爲一種不可測量之流質之說遂破，量熱之器，亦精益求精矣。

然熱學中包含甚廣，勒姆福 (Count Rumford 一七五三年至一八一四年) 見槍彈之無孔勿入，漢姆斐勒大維 (Sir Humphry Davy 一七七八年至一八二九年) 見冰塊在空氣已排去之瓶中，仍生摩擦力，因而推論熱力之無限，與力之消耗，適成比例。

顧熱爲流質之說，仍不能去，嘉爾乃細量摩擦力中所生之熱，其所得之結果，則無論電力或機械之力，其所消耗者，與所生之熱相等，故熱卽力，力卽熱也。此爲力學中各力相關說之起點。力至此，遂爲一種實在觀念。有作用者謂之力，量其作用，

即量力之大小也。且嘉爾氏所證明者，爲熱即力之一種，天下之力，其量不能增減，故用時所失之力，仍得之於熱，此即物力不變之證。可知在物理上之變化，及化學上之變化中，實有一物，其量常同，因摩擦之力，變而爲熱，其實熱即力也。

速率和緩，則容積不變，力則無論何種境地，均不變更；其他各種分量，則有變有不變。奈氏機械學中，則有動力不變之說，而熱力動學中又有熱之作用不變之說，然動力與熱之作用，在物理上或化學上之變化中，均不能一定不變，吾人不可不細察也。即物力不變之說，吾人亦不可遽以爲確切不移。要之天地間之事理無窮，而吾人之聞見有限，不可以一孔之見，即下斷語也。電力或機械之力，均可因摩擦力或阻力，變而爲熱；然欲變熱爲力，則有時爲境地所限，不能每次皆然也。熱力動學中之熱力汽機，乃化熱爲力者；機中有發熱具，及凝水具，一熱一冷，熱乃化力，冷熱相去愈遠，則力亦愈大，欲使熱度比率無窮，則凝水具可降至零度。於是有所謂真正零度者，非平常所用寒暑表中之零度，乃各種氣質變爲流質時之零度也。

熱學之外，光學亦日有發明，白色爲衆色相合之說，及用三角玻璃之法，奈氏實首先倡之。奈氏以爲空間之中，必有一種極巧妙之媒介物，卽所謂以太者是。然此時光爲波浪之說未明，不知光依直線而行之理，故以光爲一種流動質點，自發光體中射出者也。

至海根氏，(Huygens 一六二九年至一六九五年)波浪之說，已有所聞。百年之後，有楊氏(Young 一七七三年至一八二九年)及佛里司納而氏(Fresnel 一七八八年至一八二七年)益細加研求，光學原理漸明。兩種光線相合，卽有一有色之邊發現，蓋兩種光線相遇，若其條文相合，則結果爲兩線之和；若一線之條文與他線之條文相合，則其結果爲互相消滅；故白光中之雙線，有時不見，而反見各種顏色。

若波浪之長短，不及阻礙物體積之距離，則光線直行之理，可以波浪前層衝突之理解釋之，惟範圍過小，則光線仍前進也。

光學中之難問題至此已迎刃而解，然尚有所謂極光者，以光線經過一種結晶體物，如愛司蘭之寒水石，則其波浪之動盪，與光線之傳播，必成正角。可知空間中，必有以太一物，以為媒介，然後光線乃可行動也。

光線入三角玻璃，有一黑線，橫現於光線中各色之上，此種光線之理，喬治司德克司（Sir George Stokes 一八一一年至一九〇三年）曾研究之，而德國化學家白森氏（Bunsen 一八一一年至一八九八年）亦有所發明。克虛黑夫（Kirchhoff 一八一四年至一八八九年）復用實驗以證明之。其說曰：秋千之戲，因推而動，機械作用，亦猶是也。當其震盪相同之時，有力置其上，則吸收其力，故光自口中熱處發出時，經過一種氣質，氣質之分子，因動盪而吸收其力，使光線中有顏色之數部消滅，故有此黑線發現也。

白氏與克氏復用極亮之白光，自電弧中射出，在較冷之燈光中，經過已化氣之鈉質，即有黑色之線，在各色中發現，蓋鈉質實吸收之也。

因此實驗，化學中關於日球及星球之原質，遂多所發明。且因分光作用，地上稀有之鹼質，發現甚多；而日球中之氦質，亦因考察光中之線，在礦中覓得矣。

不特此也，人與光線若互相行近，則波浪之傳入眼中者，較不動之時為多，故光線之顏色，與光線分析之位置亦變易。若用顯微鏡，則星球中光線分析之變遷，及其進退之速率，均可測度也。

十九世紀最重要之發明，莫如電力作用。意人伏打（Volta）一七四五年至一八二七年，製為電池，實驗之法，至此益完備矣。

電流有磁力，故製成電流表，以驗磁針之轉動；電流之力，既能測量，遂創為電報。同時佛賴達（Faraday）一七九一年至一八六七年，發明磁石轉動時能生電流之理，是謂電磁學。

佛氏深憾動作可以及遠之說，故細察電力經過不能傳電之物時之情狀。克拉  
克麥克司威爾（Clerk-Maxwell）一八三一年至一八七九年，即以此演為算式，

然後知中間之媒介物，與上所述光線傳播時之媒介物正復相同也。

此為光即電磁波浪說之所由來。麥氏之後二十年，有黑爾志氏（Hertz 一八五九年至一八九四年）用電力以助電磁波浪之起伏。其後器械日精，遂發明無線電報之理。

電流有化學作用，後人本此理，即用氣質以傳電，亦物理學中一大進步也。

當電流自此電極傳至他電極時，經過鹽屬之水，鹽即分析。然分析後，水仍不變，反現於兩極之上，其故由於鹽質各向反對之方向而趨；而此鹽屬之水，既能傳電，故其速率，亦可推算。其移動之質點名曰伊洪，推算伊洪之速率時，染以顏色，以示區別。

瑞典物理學家阿黑尼司（Arrhenius）復發明化學動力與傳電力之關係。蓋伊洪之能傳電者，亦能有化學上之作用，此為物理化學中之伊洪說所自起。

電氣伊洪說，本用以解釋已溶化之液質內之電力，然氣質傳電之理，若用此說

亦可通。

若以玻璃杯中置電極，用排氣管排去空氣，傳電入極，則大放光明，與陰電極相分，中有一處甚暗。若再排空氣，則暗處亦漸明，杯中皆爲綠色燐光所充滿。此即朗根氏 (Röntgen) 所發明之光線，醫學界中之大功臣也。

杯內燐光，乃因流動質點，自陰極中射出，故又名陰極光線。此種質點，若用磁力或電力，均能移動；其方向則指陰極，與流質中之伊洪，正復相同，故湯麥生 (Sir J. J. Thomson) 得將其體積及速率，一一推算焉。

湯氏言，不論其所餘之氣爲何種，所用之電極爲何種，其陰極質點之體積常相同，與化學中輕氣原子相較，僅及其八百分之一。此種微質，與從前所推測者，正相同也。

其陽電光線，則自陽電極中傳出，其體積不小於原子，中含無數有電力之分子及原子。實皆從杯內氣質中出，若依電力或磁力之移動，其重量亦可推測；此與化



學中之分子原子，其實相等也。

朗根氏所發明之光線，傳及物體，即發生磷光，故有疑其光自物體中發出者。白克奎立爾 (Becquerel) 以爲鈾屬鹽質所自發之光，與朗根氏之光線大致相似，然其間關係，仍不能明也。

居里及其夫人 (M. and Mme. Curie) 見礦內之鈾質，較他鈾質更易活動，細究其理，則因其中鹽質，由金屬中分出時較爲活動，因名曰銑質。

銑屬活動原質，能發生三種光線，今用希臘字母以別之，曰  $\alpha$ ， $\beta$ ， $\gamma$ 。 $\alpha$  光線易爲幔幕所吸收，用磁力或電力移動之，可以發見其直行之軌道，蓋其中所包含者，爲陽電質，與氦質原子之體積相同。 $\beta$  光線最易透入，移動亦速，與陰極之光線相同，中含陰電質，與湯氏所述者相似，惟速率較大。而  $\gamma$  光線則與朗根氏光線相同。銑屬活動時，常有化學變化，其變化之率，即表明質點分離之理，其發生之力，則較平常化學變化時爲大。故羅德福及沙特 (Rutherford and Soddy) 以爲銑質

之活動，乃因化學原子分離時，其中微質激射，至僅存原子爲止之故。

此種光線，經過氣質時，皆有傳電之力。蓋光線行動，能攻擊分子，使成氣質伊洪，故考察者咸注意於此；且欲察電力之所在，法亦靈便。故羅德福及韋而生（C. F. R. Wilson）能細察 $\alpha$ 光線之質點，一一自原子中射出，若更用電表中之針，或注視杯中光線之軌道，則其原子之結構亦可見也。

更從他方面考察，若以陰電極中光線質點，及 $\beta$ 光線中之質點，爲物質原子之分母，則在陰電中仍爲一單位，原子較一質點爲多者爲陰電力，較一質點爲少者爲陽電力。

然此中尙有一問題，爲吾人所當解決者。若以光線爲電磁波浪，則其發生，必因電力之顫動。故羅萊司及拉買兩人（Lorentz and Larmor）復倡新學說，以爲質點之原爲電質，電質相聚，乃成物質。羅氏拉氏之所謂電伊洪，卽湯氏之所謂質點是也。

電動時發生電磁力及四周動力，故動時必有使之能動者，止時亦必有使之能止者，然後可有作用。此與平常之所謂抵力者，正復相同。加氏動作不斷之理，仍能用之於電學中也。

由此觀之，物質與電質，根本相同，故動電學與電學，雖為兩種科學，實相同也。

惟吾人五官感覺中，不及直接察電，故不能如機械之力之易明，若用機械觀念以考察之，則莫如名電為有光之以太。

此種論調，自吾人身心結構法外，本不含哲學意味，不過機械上之解釋，較電為易於領悟耳。若以以太為包括各種物質而言，則失之太奧矣。

雖然，物理學中之各科，若能融會而貫通之，則其所得，誠非淺鮮。形而上學，以考察天地萬物之原理為主，而科學之目的，亦欲考察各種現象之關係。心靈界與自然界若相吻合，乃得謂之進步，此則吾人所日夜馨香禱祝者也。

願以太一物，究足以解釋萬有之現象與否，仍一疑問，或者電氣動時，四周有電

磁力，而光線行動時，卽在此中動盪，亦未可知。其相關之點，或卽在此中求之乎。

### 三 生物科學

生物科學之起點，爲觀察各種動物植物之生活；其後復馴養之，播種之，而其理益明。及醫學大興，生物科學遂燦然大備矣。

地中海之東岸，多種五穀，古人之論農學者，亦知擇種之方，此爲二千年後新觀念之所自起。

希臘學者，如阿里士多德亦細察各種動物，間有解剖之者，惟當時醫學未明，但知墨守舊說；顧漢巴克拉一派 (School of Hippocrates, 450 B. C.) 其說頗有足多者。

人體解剖學，源出於埃及，人之以香料殮屍，盛行於阿歷山大 (Alexandria)。自阿歷山大希臘學說，復傳至亞拉伯及北非洲。其時西歐適當羅馬衰亡之際，亦受

其影響。

十三世紀中，歐洲學術復興，然科學知識，尙未發達。三百年後，佛蘭西司培根 (Francis, Lord Bacon) 論當時學者，但知注意於餽釘瑣碎之學，不知其大，故所得皆無裨實用，誠可嘆也。

其後古學復興，文學哲學，進步之速，一日千里，而研究醫學者，亦謹守古人之說，不敢改絃更張，獨黎烏那度特文散及派勒散而散司 (Leonardo da Vinci and Paracelsus) 兩人反對希臘學說。至一千五百四十三年，費散雷氏 (Vesalius) 用科學眼光，研究解剖之學。一千六百二十八年，威廉哈文 (William Harvey) 即用其法，治生理學，遂倡血液循環之說。

自茲而後，遂日有進步，用顯微鏡以助目力，解剖動物，以爲研究之資，且化學日明，考察益便矣。

醫學既興，藥材之需用日廣。其時化學中發明原質甚多，而廣種百草，植物學亦

日有進步。及克米拉利 (Camerarius 一五〇〇年至一五七四年) 出子房花蕊之用途明。林那氏 (Linnaeus 一七〇七年至一七七八年) 復細爲分類焉。

動物學本較植物學爲有興味，自潘列尼 (Pliny) 之禽獸說，至三十四世紀時僧侶所著之獸學，研究之人不絕。而探險家如馬哥普羅 (Marco Polo) 輩復述其自印度、中國、非洲所見之野獸，以爲譚助。及美洲新地發見，新奇之動物植物，日有所聞矣。

十七世紀時，有動物園之設，研究者益衆；其時有顯微鏡，可以考察細胞，而微生蟲遂得發現。

然其時尙不知古時生物，可於石中求之也。至十八世紀，黑登氏 (Hutton 一七二六年至一七九七年) 所著地學一書中（一千七百八十五年出版），論層石之構造，證明其前必有生物之跡。羅而氏 (Lyell 一七九七年至一八七五年) 地質學中，復廣搜證據，於是人始信地質之成，年深日久，斷非數千年之力也。

層石各有時期，而其中所發見鳥獸之遺跡，亦至繁賾，此物種進化說之由來也。希臘學者，亦有見及此者；然宗教中上帝創設天地之說既盛，故棄之如敝屣，而其時又有所謂物種不變論者，此說益無發展之餘地矣。

賴買克 (Lamarck 一七四四年至一八二九年) 亦有進化說，以為身體上各機能，皆有功用，逐漸發展而來。譬如鹿豹，其頸甚長，其故由於其先鹿豹，皆食樹葉，仰而後可，故成此狀；然其時遺傳性之證未得，故仍不能有所發明也。

至一千八百五十八年，查理士達爾文 (Charles Darwin 一八〇九年至一八八二年) 及阿而勿雷羅食而華拉司 (Alfred Russel Wallace 一八一二年生) 各創新說，不謀而合。蓋見夫生物競爭之烈，其結構之略有不同者，皆有用於一生，使其生存世上，蕃育子孫。天賦之質，固能遺傳，有用特性，亦必遺留，久而久之，別成新支，而物競天擇，特性愈重，今日所存之生物，皆合於天演之理者，故其變較緩也。

舊約創世紀中，所載上帝創造天地之說，遂別生新解。至十九世紀之末，而其說

益盛，其影響不獨及於生物科學一種，若天地開闢論，人類進化論，歷史變遷說，社會進化論，亦另闢新境。而物競天擇，適者生存一語，在思想界上，實爲一新紀元。於是海外旅客，關於人類之變遷，益復研究不遺餘力，有人類學，比較宗教學，以資考察。堅忍不拔之志士，居埃及沙漠之地，從事開掘，巴勒司丁及小亞細亞一帶，搜尋古物者亦愈衆。然天地至廣，若亞細亞中部，古人遺物甚多，中美洲之碑銘題記，字跡亦多不可考，此皆留待後人之研求者也。

天演之理，爲人類所不能逃，其變化之迹，互有關係，故亦有以各族生殖之力，互相比較者，曰善種學。佛蘭先司葛而登 (Sir Francis Galton) 一八二二年至一八一一年) 實首先倡之。

當達爾文竭力研究之時，有孟達爾 (G. T. Mendel) 一八二二年至一八八四年) 者，勃利能之方丈也，以物競天擇乃生特性之說，不足以盡進化之理，故復研究遺傳之理，以青豆互植之，以爲試驗。



孟氏之說，以爲有數種特性，由遺傳而來，難分難解。譬如植物之幹，其高低爲特質，然由高低兩種所生之幹，不皆適中。第一次所生，高者獨顯著，低者則否；若自相繁生，則高者之雜種，漸與其所生者異，而高者之所生，不皆高也。其第二次，高者與低者爲三與一之比較，低者之後，皆低；而高者之後，三分之一爲高；三分之二，則至第三次時，高低相雜。

由此推想，可知植物之繁生，皆由細胞有高有低，故雜種之中，兩者俱備，不皆適中也。若有顯著之高幹植物與不甚顯著之低幹植物，互相繁生，則其生殖細胞中，其半皆顯著，其餘則不顯著。若自相繁生，或與同種相繁生，則其平均所得，半爲顯著與不顯著者相和合，其餘又半爲顯著半爲不顯著者。

然其高者，實最顯著，故其原質中，若有高者，則所生仍高，雖顯著與不顯著相和合者，亦必與顯著之高者相似。所以種中有四分之三，其形與高者相同，惟自相繁生，則顯著與不顯著相和合者，始得呈其本質。

今試將其支派，列成一表如下。

顯著——不顯著

顯著與不顯著相合——顯著與不顯著相合

顯著 顯著與不顯著相合 顯著與不顯著相合 不顯著

然有時關係至形繁雜，兩種性質，或同時發見，或永不相合，或陽屬則顯著，陰屬則否，或陰屬則顯著，陽屬則否也。

孟氏之說多奇中，園藝家及畜牧家多用其言；又或細察人目，其色與孟氏之言，亦相符節而殘病之人，若與他人結婚，其子孫之健康與否，又可逆料也。

其時生物學中，復發現微生物，其關係頗大，故略述之。

希臘羅馬之人，已久知黴菌為疾病之源，若寒熱感冒，其故多由於地氣潮溼所

致。而羅馬人考察小麥發霉之理，斷其由於地太冷溼，故外物得以侵入；然其實際，仍未明瞭，以爲此種傳染媒介物，自天下墮，故有禱禳驅疫之舉，以求降福也。

其餘若動植物之腐爛，及發酵之理，古人亦有研究者。至一千八百三十八年，喜王氏（Schwann）一八一〇年至一八八二年，始細加考察，始知發酵者，乃一種微生物生長所致，動植物之腐爛，其理亦同也。

至一千八百五十五年，柏司德（Pasteur）一八二一年至一八九五年，復廣其說，以爲此皆細胞中之生物，而非忽然生存者。既而考察家禽霍亂及各種蠶病，其證益確。自茲而後，人漸知微生物之爲害，知所趨避矣。微生物之攻人也，有非直接者，而實由於化學上之一種質地。發明此者爲蒲漢納（Buchner）；用發酵法以驗之，則知此質由細胞中來，足以更變物質者也。

晚近生物學中，最新發明，如感冒寒熱之病源者，實可舉以爲例。一千八百八十年，法軍醫拉佛令（Laveran）在患寒熱者之血中，發現一種寄生生物。其時意大利

人好治微生物之學，遂羣起研究，乃知此病有三種黴菌。然黴菌何由得入人身？初尚以爲吸入昆蟲所致。至一千八百九十五年，羅司及孟森 (Ross and Manson) 兩人，於蚊蟲中亦發現此同樣之寄生物，其形如線，生殖之力甚繁，蚊吮人血，故得傳入人身。

蚊蟲中惟蚋類有之，其種遍地皆是。自此說既布，防之不餘遺力。此種蚊蟲，多生於污穢之水中，日出日沒時乃出。驅之之法，或填塞穢池，或用火油灑其上，以滅其種。窗戶之間，宜用紗窗，以防其入。

感冒寒熱，久之即成瘧疾，英國防之最力。病既發，則以金雞納霜治之。至今其症漸滅，然則將來世界上，或有全行滅絕之一日，未可知也。

地中海一帶，又發現一種寒熱，兵士之受其害者甚衆。其後細加考察，始知病症由於一種黴菌，寄生於羊羣之中，人飲其乳，即因而致疾也。

非洲中部及東部，多傳染病，蔓延甚速。推原其故，獸類實爲其媒介。且獸類含有

黴菌之時，不現病狀，故極不易察也。

柏氏防止黴菌傳染之法，利司脫（Lord Lister 一八一七年至一九一二年）又用之於外科手術中，而蒙藥割法，亦復發明。患病者至此，乃可高枕無憂矣。

死亡之率，今已銳減，向者千人中，死者八十人，今則十五人而已。且不特人多長壽，卽生存者亦都康健無病，而殘疾之人，亦因醫學上之發明，得蒙其福。此後之進步，則又方興未艾也。

吾今且略述物理化學與生物科學之關係。

動植物之身體，皆含有機械作用，同受地心吸力。四肢猶槓杆之理也，呼吸猶化學中之燃燒作用也，而有機生物，身體中所含各物，皆爲無機化學中之各種原質，又吾人所深知也。

有機物中，炭氣一物，變化最繁；炭氣之原子，能與炭氣之原子相合，亦能與他種原質之原子相合，故分子至形複雜，職是化學中遂有專及生物一科者。

派勒散而散司 (Paracelsus 一四九三年至一五四一年) 及司脫而 (Stahl 一六六〇年至一七三四年) 復倡生物一質之古說，力詆機械作用足以解釋生物現象之非。至今日則倡生命論者，以爲有機雜質，必由有生命之物所生，非化學實驗所能明也。

然一千八百二十八年，華爾納 (Wöhler 一八〇〇年至一八八二年) 自製尿質，而疑生命論者益衆，一千八百八十七年，費虛及泰番兩人 (Fisher and Tafel) 復用各種原質製糖，果得成其志。

同時生物肌理中之物理作用，發見者甚多，最要者爲溶化液質之現象，足以解釋細胞問題。餘如滲透壓力，及電氣伊洪之運動，亦足明其理也。

故物理化學中之機械作用，均爲保存生命之機關，然有機物與無機物之間，仍有一空隙，未曾發明。吾人至今，猶不能以無生之物，使生有機之物，則兩者仍不能相合爲一，就使果能發見自然生命，則其間必當解決之問題甚多，何以物質之中，

含有此發展能力，此發展能力，在何種地位，乃能變為生命，凡此種種，皆不易解也。更進而言之，則尚有精神界上之現象，即使無機物質，能成有機之物，果能如人類之有思想有感覺與否，仍一疑問也。由此可知兩者之間，空隙正多，不易揣測也。

緣此種種，吾人仍不得不墨守生命之論，雖有新學說如以細胞之結構為近於物理學之膠性，化學中之腥質，仍不能減其影響。然吾甚願守此說者，勿泥古不化，關於化學上或物理上之一切解釋，亦宜研究也。

生命一論，原不為吾人不能以無生物變有生物而設，亦不因吾人不能解釋細胞中物理或電氣作用而設，不過世界上現象之複雜，無以復加，若生長之理，若繁育之理，若精神感覺之理，均深奧難明，此不過其一說耳。

## 四 心理科學

此章所論，為心理科學，研究心靈界上之種種現象。古人從事於此者，皆用內省

之法，而今則多用實驗，故本書亦但就實驗立論也。

吾人所當研究者，第一卽爲五官中所受之感覺，五官之中，觸覺之地位最廣，而手指之感覺，尤爲敏捷。試以毛刷撫人之皮膚，則皮膚中神經之敏捷與否，卽可詳察。更以針形之物，或冷或熱，以試皮膚冷熱之感覺，則知其中，確有數處，較爲敏捷。且撫摩之感覺，冷熱之感覺，與痛苦之感覺，其地位皆不同也。

若皮膚中之神經損壞，則其地之知覺卽失，迨神經恢復原狀，然後知覺始復。感覺之力，痛苦最速，冷次之，熱又次之。

由此可知吾人精神上之感覺，不僅與外感有關，亦視夫身體上之各種部位而定也。

視覺與觸覺，聽覺相同，爲高等動物所共有，然亦略有異同。譬如日光射於人身，則全身有溫暖之感覺，而光之感覺，則限於兩目。目之對於光線，在一定之範圍中，極爲銳敏；惟光線之波浪，其振動之度，以一秒中四百兆兆至八百兆兆爲限，其折



中之線，感覺最富。

光線之感覺，分爲二類，一有色，一無色，無色者自白至灰至黑，可用直線以代之。有色者較複雜，宜用圓圈或三角之圖以明之。自紅色之感覺以至橙黃色，或紫色，其次序如下。橙黃，黃，青，藍，青，藍，紫，由紫而紅，然後周而復始，卽成環形。若此種顏色，雜以白色或灰色，則其深淺，便有不同。如以紅色雜白色或灰色，則成玫瑰紅及淡紅，雜以深灰色或黑色，則成櫻色。

白色之感覺，乃由各色之光，相合而成。日光中含七色，卽其例也。或以表中相對之二色合之，如紅與青，藍與黃，青藍與橙黃之屬，則亦爲白色光線。惟此種光線，射入目中之前，必宜調和，此非如畫家之調和顏色，乃光線之調和也。

感覺之銳敏與否，不獨人各不同，卽一種與他種，亦有不同。歐人百分之四，皆爲色盲，往往以紅色青色爲灰色。更有他種人，不能辨藍色與黃色，亦有各色均不能辨者。

由此可知紅與青二色，實爲原色。然其中有兩種學說，黑林氏（Hering）則以紅、青、藍、黃四色爲原色；楊氏及海而姆黑志氏（Young and Helmholtz）則以紅、青、藍三色爲原色；第一章所述，卽其說也。

上古之人，對於藍色及黃色之感覺，較之歐人爲不敏捷。荷馬詩中，述各種顏色，自紅而外，皆無適當之字以描寫之者，此爲明證。

聽覺、味覺、嗅覺，心理學家研究者尙少。惟聲之高下，考察者咸以爲人之感覺，各有不同，例如蝙蝠之聲，有能聞者，有不能聞者是也。

自五官感覺之外，尙有所謂記憶力者。記憶力在心理學中，實占重要之位置。蓋有記憶力，吾人始有自覺心也。

已過之事，忽復憶及者，心理學中，謂之記憶力。有時輾轉反側，夜不能寐，思潮起伏者，卽其例也。

記憶之力，亦人各不同，有能完全憶及者，有僅見其物而不辨其色者，有聲音嗅

味亦能憶及者，有忽如有言語文字傳達者，更有並無記憶之影，而專念一事者。

欲試驗人之記憶力，可用不相連續之字母讀之，視其能背誦與否。若練習既久，則自無遺漏，且極純熟，久而久之，忽又盡忘。然重加溫習，則為時不久，又可背誦矣。然此種試驗，有不可不留意者，如時間之關係，新生之感覺等，能使其情形變為複雜也。

吾人心中，最要之作用，莫如思潮之連續，譬如兩字音同時誦讀，第一音讀時甚重，則甚易記憶，故音調之間，大有關係。且重讀之音，既能憶及，則他音亦隨之而來。字音多時亦然。而有意義者，尤易記憶，詩詞與文章，詩詞易而文章難，無他，音韻為之也。

記憶力與時間，大有關係，初讀之後，與既隔十分鐘，則初讀之後，易於背誦。以十分鐘與一日相較，則其差別較近。簡單記憶力，較有理解之記憶力，其時間問題，尤為重要。

思潮之連續，最爲重要，嬰孩學語，兒童學步，皆因思潮之連續，漸成習慣；其餘若手藝技巧，亦本此理也。

教育之初步，亦不過使其思潮連續而已，例如五乘七爲三十五，初學但有記憶，迨後習高等數學時，卽應用此種簡單法，則卽所謂思潮之連續是也。且因此種記憶力，吾人可以省却無限心力，不必處處再算也。

再以軍隊中之法紀譬之，軍人天職，最重服從，服從者何，卽利用思潮之連續，使其令出惟行也。政治中選舉一事，亦都利用此點。某黨也，某黨也，皆標有一種革新政策，使其印入人腦筋之中，選舉狂熱時，效力殊大也。

自政治心理學發明以來，選舉之爭益烈。共和政治，原重國民之智力，然有時偏於感情作用，不及顧全大局，出人意想之外。此實大不幸，願有法以善其後也。

心理學中內省之法，其所得遠不如實驗法之多，自康德（Kant）一七二四年至一八〇四年）而後，學者多分吾人精神上之作用爲三，曰知覺，曰感情，曰意志，然

感情與意志，似異而實同。故今又有分爲二支者，曰知覺，曰趣味；感情與意志，爲趣味之分支矣。

吾人腦筋中，有組織意念之力，使成爲有統系之思想，故思想之連續，不僅對於連續之外感爲然也。亦有因其形似，連類而及者，則其最要之點爲比較。例如吾人見虎而思貓，可知吾人實將此二者，互相比較，而後知果爲一類也。不特此也，有時吾亦能作幻想，心目中若有一物，與之相似者，亦能忽然想及也。

因此種種，吾人心中，常有所謂普通觀念者；譬如言貓，則吾人知其爲四足獸也，哺乳類也，利爪也，尖齒也，合此種種，乃名之曰貓。貓者乃普通觀念，故吾人思想中，又有集合力。

然而精神界上之現象，不僅此而已也，有自覺者，亦有不能自覺者；不能自覺，故不受吾人之控制，而至後方覺。例如深夜讀書，苦不了解，而醒後反大澈大悟者，卽其例也。催眠術之作用，其例尤著。當人入迷之時，術者可以指示其人，令其若何舉

動且不獨入迷之時，可以如此，即已醒之後，神志已清，而術者之指示，仍不能忘。更有奇者，或用藥石，或因腦受損傷，或爲人催眠，可以使其前事盡忘，或使其腦力增減，而仍能恢復原狀者，間亦有之。

一人之意念，不因五官感覺，亦能傳入他人之腦中，而有時死者之意念，亦能傳入生人之腦中，其言亦有足信者。

心理上之作用，與神經大有關係。外來感覺，由神經傳入腦中，腦中命令，則另由一神經傳至其處。

腦中各部，有各部之作用，而會合各部之作用，以總其成者，則另有一機關；故腦中有一部，其機關與咽喉氣管相聯合，此機關若受損害，即失言語之能力。高等動物，能將各種意念，融會貫通，蓋腦中原質，與下等動物異，不獨其組織不同也。

心理上，一有作用，生理上同時亦必有一作用，生理上若有作用，則神經中必有化學上或物理上之變化，心理家多能證之。

此種學說，名之曰心理與生理並行說，實為生理學與心理學兩者之關鍵。然科學家儘可不必研究，蓋此乃哲學家之事，而非心理學家或生理學家之事也。物理科學研究物理上之現象，生物科學研究生物上之現象，故心理科學亦但研究心理上之現象而已，其他非所宜問。若夫各種科學之關係，則哲學中之重大問題，而非科學中之問題也。

哲學家之論此者，有四種學說，第一即為心理生理並行說，心理上之作用，必有神經上之變化，兩者並行，而各不相涉。

第二說為主張唯物論者所堅持，其說為有神經上之作用，然後有心理之作用，神經上之作用為主，心理之作用其賓也。

第三說為主張唯心論者所堅持，以心理上之作用為主，而物質為賓。

第四說亦為兩元論，心理作用，能及生理，生理作用，亦能及心理，然其何以相關，則不復研究，此說最為平常。四說大旨，畧如上述，其詳則不復及，因非本書之範圍。

所能及也。

吾今且專論吾人何以能有知識，問題本極複雜，可辯之處正多，以下所述，不過一說而已。

第二、第三兩章所述之物理化學，皆經歷所得之智識，經歷上所得之知識，可分兩種；一爲直接，一爲間接。何謂直接，卽吾人五官中直接所受之感覺是，見草而知其爲綠色，觸物而知其行動，皆其例也；而心中所直接憶及之事，及忽然自覺之時，亦屬此類。何謂自覺，譬如見綠草而心中自覺其確見此物，自覺其有種種之感想是也。

間接之感覺，與直接異；譬如言草，則吾人卽知草之質地之形狀若何，或自見，或憶及，或得諸傳聞，或書籍所載，相雜而成；故草之觀念，則若綠色也，牛馬之食料也，其質乃原子與分子相合也，凡此種種，奔赴而至矣。

更有一種知識，如名學中之原理，數學中之定例，是持經驗論之哲學家，則以爲



此皆經歷中得來，而持理性論之哲學家，則以爲本諸吾人之直覺，出自天賦，不藉經歷之力也。

譬如二與二爲四，初學者必先以物試之，既明其意，則自知此爲萬古不滅之理，不待以二物加二物，始知其爲四也。

此種原理，不如以上所述科學中之原理，必證據完備而後可信；譬如原質不變一說，用各種實驗，以證其說之非妄，然後人皆信之。然而吾人仍可以原質爲可變，即不然，心中亦可存此一理想，若夫二與二不復成四，則吾人心中，決不作如是想也。

故此種原理，實由於吾人之直覺，爲思想上之定例，故不獨與名學數學有關，與心理亦有關係也。

然此不獨爲思想界上之定例，亦可爲世界上實事實物之定例。二先零與二先零，其和必爲四先零，與二與二爲四之公例相吻合，故哲學家以爲此種思想界上

之定例，可以使吾人對於真實之世界有所知覺，名之爲思想上之定例，不如名之爲天然界之定例之得也。而反對之者，則又以爲思想界上之定例，與實事相符者，乃由於吾人之經歷，偶有不符，理想上亦容或有之。故依此說，則莫如以此種原理，爲吾人名學上數學上之基礎，其對於實事實物之確否，則任人實驗之可耳。然而此種原理，與世界之實事實物相符，實較物理定例之範圍爲廣。物理科學之定例，若電流公例，若吸力公例，雖應用甚大，而所包則較狹；不如二與二爲四之所包含者之廣，隨時隨地，可以舉例也。此種原理，而有消滅之一日，則世界之紛擾，可以逆睹，尙復有何科學之可言哉。

名學因用公式而進步益神速，公式本不過一種記號，然用之則不特可以省却無數文字，簡單易明，亦可分析吾人之思想，而以記號代之也。

試以代數中第一公例爲例，第一數乘第二數，其結果必與第二數乘第一數相等。若以公式代之，則如下。

甲乙 || 乙甲

因此公式，吾人可以依例而行，不必重費腦力矣。

故曰文化之進步，全恃作事時之能得心應手與否，思想猶騎兵也，不在多而在精，非至山窮水盡之時，不易新馬也。

直覺之知識，不論其爲文字，爲記號，皆非實事實物之知識也，其範圍甚廣博，其性質甚普通。上述之公式，甲乙二字，可以代表各種事物，以甲爲尺寸，可以爲鐘點，可以爲道里，亦無不可。相乘之記號，與相等之記號，皆爲普通性質，不限於一事一物也。

故直覺中之知識，非天然界上之現象，而爲心理界上之現象。

若欲以此種知識，應用於天然界上，則全恃夫經驗，此卽心理科學與實驗科學相銜接之處也。吾人之經歷，卽爲題目，由此題目，乃生理想，理想之中，卽用吾人直覺中所得之知識以論斷之。

五官之感覺，爲吾人經歷所由來，例如時間，空間，與力三者，爲經歷。由此三者推想，乃得容積之公例。容積可以變更速率所需之力推算之。故有以下之公式。

$$力 = 容積 \times 變更速率$$

此三者之關係，乃因吾人見推物使動時所用之力而得，換言之，此爲容積之界說，吾人從經歷中得來也。有時間，空間，與力之三種觀念，而後有『力 = 容積 × 速率之變動』之思想定例，其性質蓋甚普通矣。

三者之關係，既如上述，何以證之，以實事證之，故奈端見蘋果之墮地，而悟其有吸力，由直覺上之原理，演繹而爲此設想，而設想之辭，又與實事相符，則其不誤可知矣。

其後更察行星之橢圓軌道，而其說亦通，則爲其第二證據。而其餘若月球運行之異，若未經發見之星，亦皆可通，證亦愈確矣。

奈氏步步推算，蓋用歸納法，屢試皆然，乃成定例矣。

然此果爲一定不移之理乎？又非也。物理科學中，無一定不移之理，而僅有可信之理；銑質之原子，千年不變，而一旦忽又分裂，未可知也。

顧科學仍不得不恃此歸納法爲基礎，試以淺近之事譬之，吾人知日出於東，何也？以其昨日前日，未嘗不知是也。吾人知電流有磁力，何也？亦以其屢次試驗，無不皆然也。數往而知來，推古以測今，其理固然，不足疑也。

吾書至此，各種科學之關係，已略述之矣。自名學數學而復至物理科學之範圍中，適成一環，此吾書第一章，所以有此譬喻也。

科學之理，永無歸束之期，而吾書至此，則不得不暫爲歸束。本書宗旨，原不欲詳此而略彼，故但述其大概，而哲學中之問題，其範圍至廣，猶第一章圖中之白色，合各種顏色而成，非博學者不能道其詳也。况哲學至今日尚無確定之論斷，合一之軌道，可遵循者乎？



# 實驗和假說的價值

文元模

自然科學的基礎是經驗的事實。經驗怎樣能成立，經驗的事實到底是否存在，自然是一個先決問題。但是我們現在要討論的不在此，暫且不必提他。若是假定經驗是能成立的，經驗的事實是能存在的，那麼，我們已有了基礎了。我們得了這個基礎，要如何纔能建築起我們的亭臺樓閣來呢？

譬如我們有了地面，要造房屋，第一要收集磚瓦木石，自不待說。自然科學也是一樣。經驗的事實就是建科學的磚瓦木石，收集的手段就是實驗。所以實驗是真理的惟一泉源，只有實驗能以新事物供給我們，只有實驗能以確實觀念畀予我們。這是無論何人都不能懷疑的兩個要點。

但是只要實驗便萬事皆足麼？若是如此，理論物理學還有甚麼存在的餘地？實

驗物理學得了他的援助，不是毫無利益，反有障礙麼？不明科學的特性的人，都以爲理論是空的，實驗纔是真的，這實大謬不然。實驗只能爲我們收集事實，只是事實的堆積不能成爲科學，卽如磚瓦木石的堆積不能成爲亭臺樓閣一般。

所以只是實驗還不足，還要能應用實驗的結果。這步功夫，叫做概括，若是不用概括，我們決不能由既往以測將來了。爲甚麼呢？一現象的各種情況，決沒有一齊再出現的。所以我們會觀察過的事實，一回出現之後，決不再出第二回。我們可以斷言的只有一件事，就是類似的事實，常在類似的情況發現。我們所以能由既往以測將來，卽是用比較類似的方法。所謂概括，卽是比較類似。那麼，概括不可少的理由也可想而知了。

再用譬喻的話來解說，實驗猶如許多一個一個孤立的點，概括猶如連結這許多孤立的點成一連續不斷的曲線；實驗猶如圖書館收藏書籍，概括猶如編製目錄。所以實驗有良好的有不良的。良實驗能許我們概括，使我們由此可以豫知將來，



不良實驗只是漫然收集毫無關係的事實，雖有萬千也是無用。英國哲學家培根 (Bacon) 發明一語，叫做『決定是非的實驗』(Experimentum crucis)，真不是不了解實驗的精神的人說得出來的。若是不然，一事實就是一事實，宇宙間的事實無限，我們能把這無限的事實一個一個實驗盡麼？王陽明不明白實驗是決定是非的，是豫備概括的材料，是爲由既往以測將來的，只一味漫無目的要做即物窮理的功夫，把庭中的竹子格了十餘天，格不出個道理來。由此我們也可以知道實驗是要有計畫有選擇的了。

我們用實驗去收採事實，再用概括去聯貫事實，這概括的結果便叫做自然的法則。我們得了這一般的法則以後，還要時時從這法則去反證自然界的現象。但是這一般的法則不止一個；峇熱學的例來說，包安爾的法則 (Boyle's Law)，查爾士的法則 (Charles' Law)，蓋爾登的法則 (Dalton's Law)，格來翰的法則 (Graham's Law)，無一不是實驗的概括，若是只要發見法則便算滿足，這許多一

般的法則都成了沒有條貫沒有聯絡的東西，各個法則雖是各有他獨立的價值，全體合起來，不過是一盤散沙罷了。科學是有組織的，有系統的一個建築，不是陳列古玩的雜貨店；堆積事實，固然不能成爲科學，堆積許多概括一部分事實的法則，即能成爲科學麼？所以我們還要更進一步，把我們發見的法則綜合起來，考究他們公共的原因，這些法則所轄的自然現象纔能統一。所謂假說即是統一自然現象的說明；因爲是我們暫時假定的，不是永久不變的，所以叫做假說。假說是爲綜合我們已知的一般的法則而提出的，不是任意的空想。譬如我們見月光很清亮，我們便說他是個白玉盤。這只能算是詩人的形容語，不能算是假說。我們固然可以假定月是一個白玉盤，但是我們由這假定，能把我們所得的天文知識綜合起來麼？能說明天體運行的種種情況麼？所以這種假定，在科學上毫無意義。

科學中的假說，不勝屈指。我們目前的目的是在汎論假說的意義和價值，不是在列舉科學中的假說。只就一個例來說明，如氣體論：假設氣體分子運動不息，氣

體分子的內能 (Internal energy) 即是氣體的熱。這即是一個假說。爲甚麼呢？因爲我們上文所列舉的種種關於氣體的法則，都可以從這假說，借力學的援助，一個一個演繹出來。所以我們雖是沒有看見氣體的分子，這分子運動說還是很有價值。

假說是人爲的，是爲演繹統一經驗的法則而設的。所以假說超越經驗，可以選擇，可以改造。我們要演繹統一經驗的法則，有時可以從幾個假說出發。要用何假說爲當，全是以簡單，便利，做選擇的標準。例如托勒密 (Ptolemy) 主張太陽繞着地球轉，說太陽是動的，地球是靜的；哥白尼 (Copernicus) 主張地球繞着太陽轉，說地球是動的，太陽是靜的。這兩個假說，全然相反，但都是超越經驗，不能以經驗決定他的真僞。爲甚麼呢？因爲絕對空間的動靜決不是我們能經驗的；我們無論主張天靜地動或是天動地靜，都一樣沒有絕對的意義。若由相對的意義說，兩說都有理由。我們所以取地動說而捨天動說的緣故，並不是因爲天動說僞，地動說

真，是因為我們實際經驗的事實和法則，天動說不能簡單說明，地動說能簡單說明。假說超越經驗可以選擇，這便是一個最好的例。

我們既觀察許多事實得了許多概括的法則，又綜合這許多法則立為假說，還要再進而觀察新事實，研究他適合不適合。若是和新事實沒有矛盾，我們的假說依然無恙，不用說了。若是有了矛盾，我們的假說便到了非改造不可的運命了。例如原子說假定物質是由不能再分的原子結合而成的。到了後來發見了陰極線，放射現象，物質的色景在磁場中分解的現象，原子說都不能說明；纔把原子說改為電子說，假定原子是可以分的，是由不可分的電子結合而成的。原子的組織和我們的太陽系相彷彿，中間有一陽電核，電子繞着這陽電核迴轉，和地球繞着太陽迴轉一樣；但是電子還可以再分與否，又要等將來的新事實來代我們決定了。我們若是立了一個假說，又可從這假說推定某未知的事物不可不存在，某未知的現象不可不發生。換句話說，我們從這假說可以想出種種研究的方法以發

見未知的事實。所以假說一面可以綜合已知的事實，整頓我們已得的知識成一系統；一面又嚮導我們的路，引我們一步一步走進寶山裏去。所以假說的生命無論久與不久，都是我們行路離不得的提燈。引一個最顯著的例來說，即如麥克司威爾 (Maxwell) 研究傳光的媒質和傳電磁作用的媒質一樣，因此主張光是一種電磁現象。這本是一個假說；但是黑爾志 (Hertz) 後來發見電磁波，就是以這假說做嚮導實驗出來的。若是沒有麥克司威爾的光之電磁說，恐怕電磁波不得無緣無故的被黑爾志發見，現代的無線電信電話更生不出來了。世人見無線電信無線電話，誰不驚歎其神奇？若是科學家對他們說，光是一種電磁現象，他們一定以為這不過是科學家的空想，和實用沒有關係，付之一笑罷了。那裏知道他們歎為神奇的東西，就從這空想生出來的呢？

總之，科學沒有實驗，猶如要造房子沒有磚瓦木石一樣，沒有假說，猶如造出來的房子都是一間和一間隔絕不通的一樣。而且實驗要有豫想的目的，假說要有

實驗的根據。實驗和假說是相輔而行的，不是分道揚鑣的。有價值的實驗，在能決定假說的是非，收集成套的事實，供我們概括的材料；有價值的假說，在能統一實驗的結果，同時又指導將來應行的實驗，引我們發見新事實，建立新法則。自奈端宣言『我不立假說』(Hypothesis non inigo)以來，自然科學者都重實驗而輕假說。但是沒有假說，實驗也沒有大用，科學決不能成立。就是奈端自己雖是自豪不立假說，其實已不知不覺的立了許多假說是毫不容諱的。培根說：「自然科學發達之道有二：一是上昇的，一是下降的。實驗事物迴溯他的原因，便是上昇的路；知得原因去發見他的新結果，便是下降的路。」由此可見實驗和假說不過順序不同，方向是一樣的了。

實驗的意義和價值，我們由上文所引的例，所下的解釋，已可明白了。但是我們要如何纔能避去無謂的實驗，得有益的實驗，還不可不加點說明。

初學科學的人，聽說科學首重觀察，便把自然現象逐件觀察起來，憑着自己所

有的豫備知識，加以種種的揣度，只要能自圓其說，以為這些現象的道理都可以了解了。但是自然界的現象無限，我們能全觀察麼？自然現象都是互有關係的，我們能輕口斷定生某結果的便是某原因麼？一個原因生一個結果的現象，縱不能說是沒有也可以說是少有。要把毫無修飾的一切自然現象，一一加以說明，不是我們的能力做得到的；再說切實些，無論甚麼自然現象都是很複雜的。要問甚麼是他的原因，我們可以回答說：『那現象發生的時刻所有全宇宙的狀況，都是他的原因。』試問我們自以為是的『說明』有何意義呢？縱令我們的說明近情近理，也不過是些膚淺的解釋，從這裏頭發見不出什麼一般的數量的關係來。我們要想豫測將來，這些材料還是沒有用。

這樣說來，實驗不是不可能的麼？不然，自然科學的實驗不是將自然界的現象整個兒拿來實驗，是把他加以分析，設出制限來實驗的。換句話說，科學的實驗是一部分加了人工的，不是完全天然的。例如我們要實驗地球引力對於物體的影

響，須除去空氣的抵抗和風的影響。若是不然，我們一定得出一個奇怪的引力法則來，對於其他的落下體不能適用。這實驗縱令行之幾千百次，不但徒勞無功，而且愈入愈迷。所以有價值的實驗要有豫想的觀念，把複雜的自然分析為簡單的，自然，一步一步的追求出一個一般的法則來，這是實驗者不可不注意的。



# 科學定律與事實

李書華著

科學無論如何複雜，如何繁難，其組成之部分，不外事實定律及理論三種。

事實 (Facts) 者，乃由自然界觀察所得之現象，或由實驗室試驗所得之結果也。此實科學之主要部分，實驗科學之成立，全以此為根據。

科學定律 (Lois Scientifiques) 乃講明各種事實之關係，或列為數學式，或寫作簡單語，為固定不變之物。

解釋事實之當然或所以然，是為理論 (Théorie)。科學家欲其理論之圓滿，常設理想假定 (Hypothèse)。此種理想假定，常因時代而有變遷，非如定律之固定。

也。

本篇所論者，只限於定律及事實；至理想假定，則非本篇之範圍所能言也。

吾人可分事實爲簡單事實及複雜事實。複雜事實者，頭緒紛繁，無科學研究之價值者也。有科學價值之事實，全爲簡單事實，其事因 (Fictitious) 爲極少數；科學中之事實，全屬於此類。

吾人所可感覺之事實，不可以數計，其不能一一研究之明矣。故科學家須善於選擇事實，必也研究一種事實，可推及其他許多事實，方可謂善於研究事實者也。科學家又須善於觀察事實，及善於解釋事實，奈端 (註一) 見蘋果墜地，即發現地球重力，可謂善於觀察與解釋事實之最著者矣。

一種新事實之發端，有時雖爲時運所致，然科學家之發明新事實，不能盡爲時運。朗根 (註二) 發明 X 光線者也，假使當時朗根氏不將照像板忘置抽匣中，恐無機會觀察陰極光線 (Rayon Cathodique) 射於照像板之作用。但以非朗根之他

一人，恐未必能觀察及解釋此種新事實，而X光線，恐至今仍未發現。

拉姆塞(註三)發明空氣中之氦(Helium)，氖(Neon)，氬(Argon)，氙(Xenon)及氡(Radon)者也。(註四)在拉姆塞以前，世人以 $O_2$ 為養， $O$ 為淡， $N_2$ 為養， $N$ 為淡， $CO_2$ 所構成，拉姆塞一面將空氣中之養及炭養氣取出，其餘之氣，與用化學方法製出之淡，無同樣之重量。此種事實，在他人將謂試驗不精確所致，而拉氏則自信其試驗十分精確，因思空氣中或含有他種氣體。於是先尋出氫，嗣復尋出氮，氫及氧，均為一原子之元素。拉氏比較其原子量，將四種新氣，列入茫得雷夫(註五)之化學元素表中，見其族系(Serie)尚未圓滿，因思有氫與氦之間，尚存在他一新氣體，後經種種困難，果尋得此預知之新氣體，即氦是也。

居里(註六)夫婦發現銻(Radium)者也。自此物發現後，科學幾有一大革命，在居里之先，已有人發現銻鹽(Bels d'uranie)有射光活動能力(Radioactivité)，能感印照像板。厥後復有學者，相信射光活動能力，非僅銻鹽類有之，乃物質普通

能力也。居里夫婦發試驗是否他物質亦有鈾鹽射光活動能力，於是尋得鈾鹽名“Pechblende”者，其射光活動能力，遠較鈾之含量相當能力為強，由是居里信為“Pechblende”中當含有他一物質，其射光活動能力遠較鈾鹽為強。旋經種種試驗，並自行發明種種方法，種種器械，始將銑鹽尋出。

由以上諸例，可見發現一種新事實，實非偶然之事，必具有各種知識各種理想，始能認定新事實之存在，又須設種種新法尋出之，其非簡單之時運問題，亦可概見。孔德氏（註七）常謂『可觀察之事實，遠較能善於觀察之人為多』（Il y a plus de faits à observer que des gens capables de les bien observer）非虛言也。

科學定律乃講明事實關係之數學式或簡單語，無理論雜入其中，科學理論，須與定律相合；換言之，即須與事實相合，非定律及事實須與理論相合。定律為確定觀察之結果，非解釋物體之本原也。由是言之，定律乃一種界說，但為事實關係之界說，非事實本體之界說也。

今試將細玻璃管置水盆中，則水上升。管中水面較管外為高；若將細玻璃管置水銀盆中，則水銀下降，管內水銀面較管外為低。又水之上升及水銀之下降，與管之直徑為正比例，此即毛細管引力之定律，即描寫毛細管引力之關係者也。若借分子引力說解釋此現象，即為理想假定，非定律範圍內之事也。

事實有極複雜，而定律反極簡單者，如宇宙間之萬有引力 (Gravitation)

(universal) 本極複雜，然萬有引力定律，即二物體相引之力，與質量為正比例，與其距離之平方為反比例；此即奈端之定律，非常簡單也。

反之有事實表面似極簡單，然實際極為複雜，反不能以簡單定律圍籠之者，例如旋轉輸贏機是也。於一圓形臺中間，樹一直立支柱，柱上架有水平橫棍一支，手擊之即向四周旋轉；橫棍一端指某一點時為贏，指其次之一點即為輸，此廟會中之小賭機也。橫棍之轉旋，以玩戲者手擊之力為準，橫棍之指贏點與輸點，即以此力之大小為準，此似極簡單之事實也。然吾人不能立一定律，以範圍手擊力與贏

輸點之關係。假使此定律果能存在，則玩戲者之勝利，定可操左券，而經營此種輸贏機之小商，亦不能存在矣。

科學定律爲固定不變之物，前已言之矣。茲舉一最明顯之例，以證明此言。光學理論，已改變數次矣。最初爲奈端之光線直射理論；此種理論，可講明平面鏡、球面鏡及球面鏡頭（*Lentilles*）諸事實，當笛卡爾（註八）發明折光定律（*Loi de réfraction*）時，卽此理論盛行之時代也。嗣後光學中，因有他種現象，如交叉光（*Interference*），屈曲光（*Diffraction*）及分極光（*Polarisation*）等現象，不能用光線直射理論解釋之，因採用佛里司納而（註九）之光波理論以代之。後又以光波理論與他種現象不合，復代以最新之麥克司威爾（註十）之電磁光理論（*Théorie électromagnétique de la Lumière*）。光學理論雖數變，然笛卡爾之折光定律依然有效，定律爲不變之物，於此可見一斑矣。

定律既不變，然則既知現在之定律，似可推測往古及未來之世界狀況矣。然以

事因複雜，此種推測，殊非易易。故照已知定律，推測往古事實，往往有極大衝突之處。茲舉二例，以證吾言。

(1) 生命 (La Vie) 起原問題 生物學及現在世界之經過，均指明吾等以生命總由生命而來，尙未聞有生命可由無生命而來者，由是可推及生物乃往古所固有者，無所謂原始也。然以現在物理學適用之定律推論之，則往古有一時期，地球熱度極高，不能有生命存在。由是可推知在此時期以前，無生命之存在，此生物學與物理學之矛盾處也。因是疑懼派由此類矛盾處作二種假定：(一) 假定現世科學家所承認之定律，非自然界原有之定律。(二) 假定現在科學家承認之定律，雖為現在自然界原有之定律，然非往古自然界原有之定律。關於此點，理想假定極多，非本篇所得詳論。要之事因複雜者，非簡單之推測可得其精確之結果也。

(2) 地球已存在之年限問題 按照熱動力學定律 (Thermodynamique) 計算地球之存在，約已達五千萬年；而地質學家按地質學定律證明五千萬年為太

少。關於此問題，地質家有一定之證據，其推論結果，或較數學家之計算為精確。蓋使用數學者，列為方程式後，即直往前進，不必追問其代表者為何物，故一數學式可適用於不同種類之數物。科學由特例而概括其理論者，藉數學之力為多，此實為數學之長處，然此亦即數學之短處。蓋實驗科學，不能專倚方程式為唯一之利器，須以實驗之證明為標準也。

科學定律之精確程度 (Precision) 如何？吾人所當研究者也。吾人觀察事實時，須用吾人之感覺器或其他種種器械；但吾人之感覺器及其他器械，非絕對完善者，因而吾人所得科學定律之大半，亦非絕對精確，不過比較近似 (Approximate) 而已。然與定律確實 (Certitude) 之價值，固毫無損傷，吾人不能混精確 (Precision) 與確實 (Certitude) 為一物也。

顯精確之程度，因事實亦大有不同。例如丈量由北京至廣州之距離，即有一二米達之差，吾人亦須承認其精確。若量光波週期 (Longueur d'onde)，苟有一米



空（即千分之一之米利米達）之差，即為大不精確也。

科學定律，雖不絕對精確，然其所指定事實之方向（*Sensus*）終無錯誤者，吾人觀察之方法多改良一步，科學定律之精確程度，亦可多進一步，故昨日近似之定律，今日既較為精確。如理想氣（*Gas parfait*）之方程式， $PV = RT$ （ $P$  = 氣之壓力， $V$  = 氣之體積， $T$  = 絕對溫度， $R$  = 不變量）本為馬利阿脫（註十一）包安爾（註十二）定律，及葛綠沙（註十三）定律所合而成。代表理想氣，不能代表真實氣（*Gas réels*）者也。於是王代瓦盧（註十四）方程式， $(P + \frac{a}{V^2})(V - b) = RT$ （ $a$ ， $b$  及  $R$  均為不變量）及葛樓居（註十五）方程式  $(P + \frac{a}{T(V + \beta)^2})(V - b) = RT$ （ $a$ ， $b$ ， $\beta$  及  $R$  均為不變量）等，均於十九世紀末期先後發現。此等方程式，本由理想氣方程式生出，不過較前稍為改良，能代表真實氣而已。

「尋找定理，當為吾人最終目的，」模蔭凱費氏（註十六）於其所著科學價值一

書之開宗明義，即首先言之，科學家所作工夫，即爲達此目的者也。

顧研究實驗科學，當由觀察 (Observation) 入手。觀察爲各種科學之基礎，爲最要之起點，非最終之目的也。蓋各種事實之集合，並無科學之價值，博物館非動植物學，圖書館之書目錄非科學。科學者，非僅蒐集事實而已，乃尋找各種現象之相互及永久關係者也。

科學之腦筋所想像者，爲各種關係 (Rapport 或 Relation)；無科學規則之腦筋所想像者，爲各種事實。事實只有真實 (Vérité) 與錯誤 (Erreur)；換言之，即事實存在與不存在。至關係一層，則於真實與錯誤中，尚須加入精確或近似之程度方可。在科學家之眼光，一種事實，即爲一種定律之結果，亦即爲對正 (Vériter) 固有定律或發明新式定律之機會也。

註一 奈端 (Newton) 英國之數學家，物理家，天文家及哲學家。生於 Wool-

skorpe (1642)，卒於倫敦 (1727)。

註二 朗根 (Roentgen) 德國之物理家，生於 Lennep (1845)

註三 拉姆塞 (Ramsay) 英國之化學家，生於 Glasgow (1852—1918)

註四 本篇關於化學名詞，暫以教育部公布科學名詞審查會第一次化學名詞審定本為準。

註五 茫得雷夫 (Mendeleeff) 俄國之化學家，生於 Tobolsk，卒於莫斯科 (1834—1906)

註六 居里 (Pierre Curie) 法國物理家及化學家，生於巴黎，卒於巴黎 (1859—1906)。居里卒後，其夫人 Marie Skłodowska (原為波蘭人，生於波京瓦爾稍1867) 代為巴黎大學教授，今尚主講物理。法國婦人為大學教授者，此其創舉也。

註七 孔德 (A. Comte) 法國之數學家及哲學家，生於蒙伯里 (Montpellier)，卒於巴黎 (1798—1857) 實驗哲學 (Positivisme) 之鼻祖也。

註八 笛卡爾 (Descartes) 法國哲學家及數學家，生於 La Haye, Touraine (1596)，因其發表之哲學，不能安居於其國內，爰赴瑞典，後卒於瑞典京城斯陶可苟木 (Stockholm) (1650)。

註九 佛里司納 (Fresnel) 法國之物理家，生於 Broglie，卒於 Ville d'Avray (1788—1827)，光學中光波理論之創造者。

註十 麥克司威爾 (Maxwell) 英國物理家，生於愛丁堡 (1831)，卒於劍橋 (1879)，曾為劍橋大學 (Cambridge University) 教授，在電學中有重要之發明。

註十一 馬利阿脫 (Mariotte) 法之物理家，生於地容 (Dijon)，卒於巴黎 (1620—1684)，法國科學院最初會員之一，其發現定律，溫度不變時，氣之體積與其壓力為反比例，即  $PV = K$  ( $K$  不變量)。同時包安爾在英國亦發現此定律。

註十二 包安爾 (Boyle) 英國物理家及化學家，生於 Lismore (愛爾蘭地方)，卒於倫敦 (1626—1691)。

註十三 葛綠沙 (Gay-Lussac) 法國物理家及化學家，生於 Saint Léonard-Je-Noblat，卒於巴黎 (1778—1850)。葛氏在巴黎工藝學校 (Ecole Polytechnique) 畢業後，即往當時化學家培陀萊 (Bertholot) 之試驗室中研究，葛氏定律即在此時發現。其定律有二：

(一) 若  $P = \text{不變量}$ ，則： $V = V_0(1 + \alpha t)$ 。  $V_0 = \text{原容積}$ ， $\alpha = \text{膨脹係數}$ 。

(二) 若  $V = \text{不變量}$ ，則： $P = P_0(1 + \beta t)$ 。  $P_0 = \text{原壓力}$ ， $\beta = \text{壓力係數}$ 。

註十四 王代瓦盧 (Vander Waals) 荷蘭物理家，其方程式為一八七九年發現。

註十五 葛樓居 (Clausius) 德國之物理家，生於 Koeslin，卒於 Bonn (1822—1888)。

註十六 樸蔭凱賽 (Henri Poincaré) 法之數學家，法前任大總統樸蔭凱賽 (Raymond Poincaré) 之堂兄弟也。生於囊西 (Nancy)，卒於巴黎 (1854—1912)。曾爲巴黎大學之數學教授，在數學中有重要之發明。(其所著有科學價值法 La Valeur de la Science)